

# Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau

**Band 1**

**1999**

## **43. Jahrestagung**

vom 26. bis 28. August 1999  
in Bremen

### **Kurzfassungen der Referate und Poster**

Herausgegeben im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in  
der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften

WISSENSCHAFTLICHER FACHVERLAG GIESSEN 1999

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft  
für Grünland und Futterbau  
Band 1**

**Unredigierte Mitgliederinformationsschrift**

**Beiträge in ausschließlicher wissenschaftlicher Verantwortung der  
jeweiligen Autoren**

Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau  
in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V.

Dr. Martin Elsäßer, AG - Leiter

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt  
für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft  
Atzenberger Weg 99  
D - 88326 Aulendorf

**43. Jahrestagung  
vom 26. bis 28. August 1999  
in Bremen**

**Kurzfassungen der Referate und Poster**

Herausgegeben im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und  
Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften

WISSENSCHAFTLICHER FACHVERLAG  
GIESSEN 1999

© 1999 by Wissenschaftlicher Fachverlag  
Dr. Fleck  
Sudetenstraße 29  
D-35428 Niederkleen

Tel.: 06447/1224  
Fax: 06447/1209

**ISBN 3-933303-11-7**

## INHALTSVERZEICHNIS

### Referate

Grünland in der Bodenforschung des NLF in Bremen J. KUES UND R. BARTELS.....	7
Zum Stickstoffhaushalt von Niedermoorgrünland B. SCHEFFER.....	13
Erträge und Futterqualitäten typischer Grünlandstandorte Norddeutschlands unter intensiver und extensiver Bewirtschaftung U. V. BORSTEL.....	19
Grenzen der Energiedichte von Grünlandaufwüchsen im Hinblick auf die Fütterung von Hochleistungskühen K.-H. SÜDEKUM.....	25
Effiziente Milchproduktion vom Grünland – Der neuseeländische Ansatz P. THOMET.....	31
Grünlandfutterleistung in Milchviehbetrieben des Bergischen Landes J. SCHELLBERG, F.-J. SCHOCKEMÖHLE UND A. SCHULZE.....	37
Milchproduktion – Möglichkeiten und Grenzen des Futterbaus J. LEHMANN UND W. KESSLER.....	42
Zusammenfassung des Futterwertes von 42 bodenständigen Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes in Mecklenburg –Vorpommern und Schlußfolgerungen für die Futtereinsatzbegrenzung R. BOCKHOLT.....	46
Grünlandfutterleistung und Nährstoffspielraum in der Milchproduktion auf Grünland M. ANGER UND W. KÜHBAUCH.....	52
Einfluß der Höhenstufen im Berggebiet auf die Ertrags- und Qualitätsleistung K. BUCHGRABER.....	58
Optimierung der N-Düngung zu Silomais mit dem Nitrachek-Test und Ausblick auf die Grünlanddüngung A. NITSCH.....	63
Gäreeigenschaften extensiv bewirtschafteter Grünlandbestände M. STERZENBACH.....	68
Steigerung der N-Effizienz im spezialisierten Milchviehbetrieb durch pflanzenbauliche Maßnahmen - erste Ergebnisse aus einem interdisziplinären Forschungsprojekt der Universität Kiel M. WACHENDORF, M. BÜCHTER, B. INGWERSEN, N. JOVANOVIĆ UND F. TAUBE.....	74
Beziehungen zwischen N-Mineralisation und N-Entzug auf Niedermoorgrünland H. KÄDING, J. AUGUSTIN, U. MÜNCHMEYER UND W. LEIPNITZ.....	80
Einfluß von mineralischer und organischer N-Düngung auf die N-Ausnutzung und N-Auswaschung von Grünland M. BENKE.....	87
Gräserzüchtung bei der DSV - Deutsche Saatveredelung U. FEUERSTEIN UND M. NÖLKENSMEIER.....	93

## Poster

1. Sortenspezifische Entwicklung und Ertrag von Rotklee A. SCHLONSKI UND G. HAAS.....	96
2. Einfluß einer Grasuntersaat auf den TM- und N-Ertrag von Silomais N. JOVANOVIC, M. WACHENDORF UND F. TAUBE .....	100
3. Einfluß des Saadmischungsverhältnisses und der Begleitgrasart auf Ertrag und Futterqualität von Rotklee- und Luzernegras R. LOGES UND F. TAUBE .....	104
4. Einfluß der Begleitgrasart und des Kleeanteils auf Nichtstrukturkohlenhydratfraktionen in Rotklee-Grasgemengen U. JAHNS, R. WULFES, A. KORNIHER UND F. TAUBE .....	108
5. Tägliche Veränderung des Gehaltes an Nichtstrukturkohlenhydratgehalten in Rotklee-Grasgemengen R. WULFES, U. JAHNS, A. KORNIHER UND F. TAUBE .....	112
6. Assimilationsleistung und Respirationkosten von Individuen eines Luzerne-Reinbestandes M. LÖTSCHER UND H. SCHNYDER.....	116
7. Überwinterung und Wiederaustrieb von Weissklee im Frühling: Grosse Bedeutung der Blattfläche A. LÜSCHER, B. STÄHELI UND J. NÖSBERGER.....	120
8. Nährstoffbilanzen montaner Pflanzengesellschaften des Grünlandes im Harz U. v. BORSTEL UND A. MAINZER.....	124
9. Wirkung verschiedener Dünger auf Ertrag, Pflanzenbestand und Bodenfauna auf einem voralpinen Grünlandstandort R. SCHRÖPEL UND J. BAUCHHENS.....	128
10. Einfluß des Nutzungszeitpunktes und der Stickstoffdüngung auf die Ertragsentwicklung und Futterqualität von Auengrünland S. SCHÄFER, M. PETERHÄNSEL UND G. ADOLF.....	132
11. Winterweide mit Fleischrindern: Untersuchungen zur N-Akkumulation im Boden in verschiedenen Weidebereichen H.-P. KÖNIG, A. SCHÄFER, M. KAYSER, M. BENKE UND J. ISSELSTEIN.....	136
12. Nitratauswaschung unter Harnflecken auf Grasnarben mit unterschiedlicher Vorbewirtschaftung M. KAYSER, M. BENKE UND J. ISSELSTEIN .....	140
13. Grünlandnutzung Intensiv – Extensiviert – Ökologisch:Ökobilanz im Allgäu F. WETTERICH UND G. HAAS.....	144
14. Extensive Grünlandnutzung auf Niedermoor W. LEIPNITZ, H. KÄDING UND A. FISCHER.....	148
15. Leistungsfähigkeit der Mutterkuhhaltung im Mittelgebirge J. SCHELLBERG, A. LELLMANN UND H. HÜGING.....	152
16. Gänseäsung in überwinternden Zwischenfrüchten H. HÜBERT, J. SCHELLBERG UND M. BRÜHNE.....	156
17. Untersuchungen zur Bestimmung des Ertragsausfalles verursacht durch Nonnengänse und andere Wasservögel auf Grünland im Untereifelgebiet ( Ergebnisse aus Grünlandfeldversuchen 1997 - 98 ) H. ROHDE.....	160
18. Vergleich der Ertragsleistung, der botanischen Zusammensetzung sowie der Futterqualität von Umtriebsweiden und „Simulierten Umtriebsweiden“ B. INGWERSEN, M. WACHENDORF UND F. TAUBE.....	163

19. Zur Wirkung der Schwefeldüngung auf Niedermoorgrünland (Ertragswirkung, S- Gehalte, S- Entzüge in einzelnenVarianten) S. EICH, L. BELAU UND R. BOCKHOLT.....	167
20. Zum Einfluß der Bewirtschaftungsintensität auf den Lichtgenuß und Ertragsanteil von Weißklee in einem Weißklee-Gras-Gemenge A. MILMONKA UND K. RICHTER .....	171
21. Pflanzenbestände und Futterqualität einer Mähstandweide bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität H. GIEBELHAUSEN UND K. RICHTER .....	176
22. Standortgerechte Milchproduktion aus Sicht des Futterbaus W. KESSLER UND C. STÜTZ.....	180
23. Selenversorgung des Weideviehs mit selenhaltigen Mineraldüngern F. LORENZ UND H.-J. BOEHNKE.....	184
24. Räumliche Analysen zum Einfluß der Standortheterogenität auf die Grünlandnarbe mit einem Geo-Informationssystem (GIS) T. FRICKE UND G. SPATZ.....	188
25. Nachprüfung der Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras in Saatgutmischungen mit Hilfe der Elektrophorese J. GRÄBLER, S. C. KRUSE, I. PARADIES-SEVERIN UND U. V. BORSTEL .....	192
26. Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen B. KLEEFISCH.....	196
27. Mikrobiologische Kenngrößen von Grünlandböden H. HÖPER .....	200
28. Keimungsdynamik verschiedener Gräserökotypen W. OPITZ V. BOBERFELD, K. NEUHAUS UND M. STERZENBACH .....	204





# Grünland in der Bodenforschung des NLFb in Bremen

J. KUES UND R. BARTELS

Die Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften hält 1999 wie 1959 und 1982 auf Einladung eines bodenkundlichen Instituts, dem Bodentechnologischen Institut (BTI) des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (NLFb) seine Jahrestagung in Bremen ab.

## *Zur Geschichte:*

Aus Mitteln des Mashall - Planes wurde in jedem der alten Bundesländer ein Grünlandinstitut eingerichtet. Wissenschaftler dieser Institute hatten die Auflage, sich einmal im Jahr zum Austausch von Gedanken und Ergebnissen sowie zur Abstimmung der Forschungsarbeiten und zu Versuchsbesichtigungen zu treffen. In Niedersachsen wurde die Grünlandlehranstalt und Marsch- Versuchsstation in Infeld bei Nordenham gegründet.

Von Anbeginn war die Moorversuchsstation in Bremen diesem Kreis von Grünlandinstituten assoziiert, weil Forschungs- und Lehrtätigkeit weitgehend gleichgerichtet waren; denn eine naturnahe, bodenschonende Nutzung der Böden auf Hoch- und Niedermooren war nur als Dauergrünland möglich. Seit 1877 stand die landwirtschaftliche Nutzung der Moore fast 100 Jahre lang im Mittelpunkt der Forschungstätigkeit. Aber nicht nur die Entwicklung von Kulturverfahren – besonders der Deutschen Hochmoorkultur und der Deutschen Sandmischkultur – wurde betrieben, auch pflanzenbauliche Probleme der Extremstandorte auf Moor bis hin zu agrikulturchemischen Analyse von speziellen Problemen der organischen Böden nahmen einen weiten Raum ein.

Zur praxisbezogenen Versuchstätigkeit stand dem Institut ein 75 ha großes Versuchsgut in Königsmoor bei Tostedt zur Verfügung. Hier wurden z. B. die ersten Schritte zur Züchtung frosttoleranter Sorten der Gräser unseres Wirtschaftsgrünlandes getätigt, u.a. entwickelte sich daraus die Gründung der Nordwestdeutschen- Futterbau- Gesellschaft (NFG), die 1965 in die DSV übernommen wurde. Die Geschichte dieser Versuchsstation prägten Namen wie Tacke, Brüne, Baden und Kuntze.

1969 wurde die Moorversuchsstation aus dem Zuständigkeitsbereich des Nds. Landwirtschaftsministeriums in das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLFb) integriert und ressortiert seither beim Nds. Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr. Damit ging eine kontinuierliche Umschichtung der Aufgaben für dieses Institut einher: Während zuvor die landwirtschaftliche Bodennutzung, d.h. die Ertragsfähigkeit dieser Grenzertragsböden die Forschungsrichtung prägte, standen fortan Moorschutz, Grundwasserschutz, kurz Umwelt- und Naturschutz im Vordergrund der Bemühungen.

Auch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) und mithin das Bodentechnologische Institut Bremen (BTI) sind später nicht vom Wind der Veränderungen verschont geblieben. So wurde die ehemals selbständige Unterabteilung Bodentechnologisches Institut Bremen im NLfB im Zuge der Verwaltungsreform zum 1.4.1997 mit der Unterabteilung Bodenkundliche Landesforschung mit Sitz in Hannover zur Abteilung Bodenkunde im NLfB zusammengefaßt.

Im Rahmen der Strukturreform wurden dem BTI neue bzw. mehr Aufgaben zugewiesen. So wurden die an beiden Standorten bis dato vorgehaltenen bodenkundlichen Labore in Bremen zusammengefaßt. Im gleichen Zuge wurde die Entwicklung von bodenkundlichen Bewertungsmethoden beim BTI konzentriert.

Die Aufgaben der Bodenkunde im NLfB sind zusammenfassend in *Tabelle 1* dargestellt.

Tabelle 1: Aufgaben des Fachbereiches Bodenkunde im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung



Aufgabe	Instrument		Dienstleistung für den Bodenschutz
	operationell	informationstechnisch	
Bodenverbreitung	Bodenkartierung	Flächendatenbank	Erfassung Ist-Zustand
Bodeneigenschaften	Bodenanalytik	Auswertung vorhandener Datenbanken	Erfassung Ist-Zustand Wirkungsprognose
Veränderung der Bodeneigenschaften	Bodendauerbeobachtung, Versuchswesen, Zeitreihenanalyse	Prozeßdatenbank	Wirkungsprognose Handlungsempfehlungen
Entwicklung von Auswertungsmethoden	Bodendauerbeobachtung, Versuchswesen Zeitreihenanalyse	Auswertung vorhandener Datenbanken	Wirkungsprognose Handlungsempfehlungen
Bodenkundliche Beratung	auf der Basis der beschriebenen Aufgaben und Instrumente	auf der Basis der beschriebenen Aufgaben und Instrumente	Handlungsempfehlungen für Planung und Umsetzung
Informationsbereitstellung		FIS-Boden: Profil-, Flächen-, Labor-, Prozeßdatenbank, Methodenbank	Informationsbereitstellung

Die zukünftige Ausrichtung des BTI wird demnach geprägt durch Aufgaben im Rahmen des Bodenschutzes, die dem NLfB für Niedersachsen durch das Niedersächsische Bodenschutzgesetz zugewiesen

wurden. Danach hat das NLfB das Niedersächsische Bodeninformationssystem (NIBIS) zu führen und weiter zu entwickeln. Das NIBIS setzt sich in seinem Kern aus verschiedenen Komponenten zusammen (s. Abbildung 1).

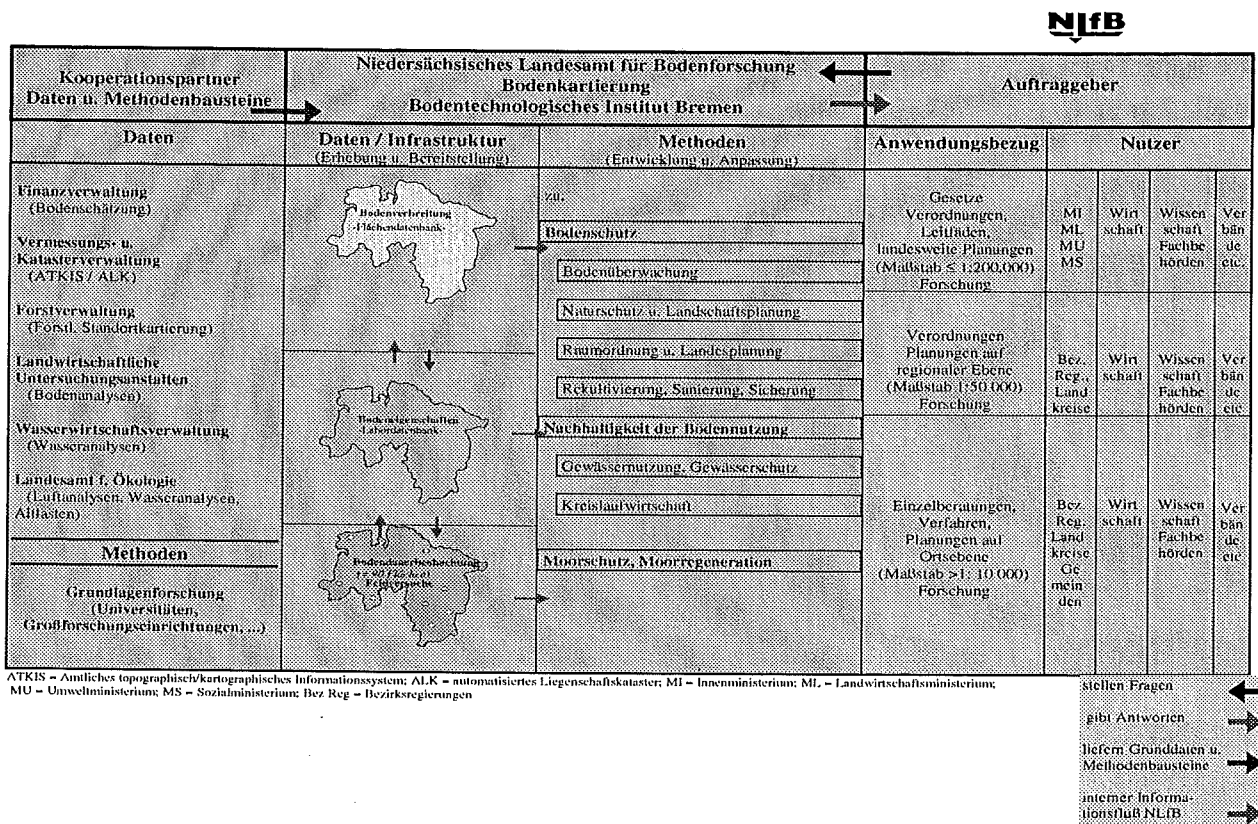


Abbildung 1: Konzept zur Erledigung der bodenkundlichen Fachaufgaben im NLfB

Die Flächendatenbank wird am Standort Hannover gepflegt. Sie enthält Datenbanken (früher Bodenkarten) mit Aussagen der Bodenverbreitung in allen relevanten Maßstäben – von Übersichtskarten im Maßstab 1 : 500.000 bis hin zu parzellenscharfen Karten im Maßstab 1 : 5.000. Selbst in diesem parzellenscharfen Maßstab wird im Jahr 2000 nahezu eine Flächendeckung für Niedersachsen auf Basis der digital vorliegenden Reichsbodenschätzung erreicht werden.

In der Labordatenbank werden die Daten der chemisch, physikalisch und biologisch untersuchten Boden-, Wasser- und Pflanzenproben der bodenkundlichen Landesaufnahme, aus dem Boden-Dauerbeobachtungsprogramm, aus Feldversuchen und aus sonstigen, mit öffentlichen Mitteln erhobenen Daten vorgehalten.

Weitere Fachdatenbanken beinhalten die Felddaten des Boden-Dauerbeobachtungsflächen-Programms (BDF) und der Versuchsflächen bzw. der Gefäßversuchsstation.

Aufbauend auf diesen Daten sowie eigenen und fremden Forschungsaktivitäten werden Auswertungsmethoden zum Bodenschutz entwickelt und im NIBIS zur digitalen Auswertung der Bodenkarten vorgehalten. Eine Auswahl der zur Zeit verfügbaren Methoden ist *Tabelle 2* zu entnehmen.

Tabelle 2: Auswertungsmethoden zu Themenschwerpunkten  
– Bewertungsmethoden auf der Grundlage von Datenbanken im NLFb -

Empirische Methoden	Numerische Methoden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflanzenverfügbares Bodenwasser</li> <li>• Sickerwasserrate</li> <li>• Bodenkundliche Feuchtestufe</li> <li>• Potentielle Erosionsgefährdung der Mineralböden durch Wasser</li> <li>• Potentielle Erosionsgefährdung der Mineralböden durch Wind</li> <li>• Potentielle Erosionsgefährdung der Moorböden durch Wind</li> <li>• Potentielle Verdichtungsempfindlichkeit</li> <li>• Verhalten von Organika in Böden</li> <li>• Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schwermetallen</li> <li>• Nitratverlagerungstiefe im Winterhalbjahr</li> <li>• Standortbezogenes ackerbauliches Ertragspotential</li> <li>• Kalkbedarf für Waldböden</li> <li>• Verschlammungsneigung</li> <li>• Biotopentwicklungspotential</li> <li>• Nitratauswaschungsgefährdung (Austauschhäufigkeit)</li> <li>• Natürliche Vegetation</li> <li>• Standortgerechte Bodenbearbeitung von Ackerböden</li> <li>• Beregnungsbedürftigkeit</li> <li>• Natürliche Ertragsfähigkeit</li> <li>• Standortspezifisches Nährstoffpotential</li> <li>• Aktuelle Erosionsgefährdung durch Wind</li> <li>• Verfügbare Feldarbeitstage</li> <li>• Tragfähigkeit von Böden</li> <li>• Geogener Schwermetallgehalt</li> <li>• Versauerungsgefährdung</li> </ul>	<p><u>Wasserhaushaltsmodelle</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GWNB</li> <li>• SIMWASER</li> <li>• ZDIM</li> <li>• MODFLOW</li> </ul> <p><u>Wasserhaushaltsmodell für Fragen der Deponieabdeckung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HELP</li> </ul> <p><u>Ertragsmodell</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMWASER (Anpassungsphase)</li> </ul> <p><u>Stoffhaushalt (NO<sub>3</sub>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NITRAT</li> <li>• ZDIM NO<sub>3</sub></li> </ul>

Neben der Methodenentwicklung im Rahmen von FuE-Vorhaben u. a. mit Hilfe des Versuchswesens und der Analytik wird zukünftig das Management des Boden-Dauerbeobachtungs-Programmes eine Hauptaufgabe des BTI darstellen. Die wesentlichen Inhalte des Programmes sind im Beitrag KLEEFISCH (in diesem Band) zusammengestellt. Die vorrangigen Fragestellungen zum Einfluß auf Verän-

derung der Bodeneigenschaften sind in *Abbildung 2* zusammengefaßt. Zukünftig werden dabei die Intensiv-Meßflächen zur Prozeßbeschreibung eine zentrale Rolle spielen.

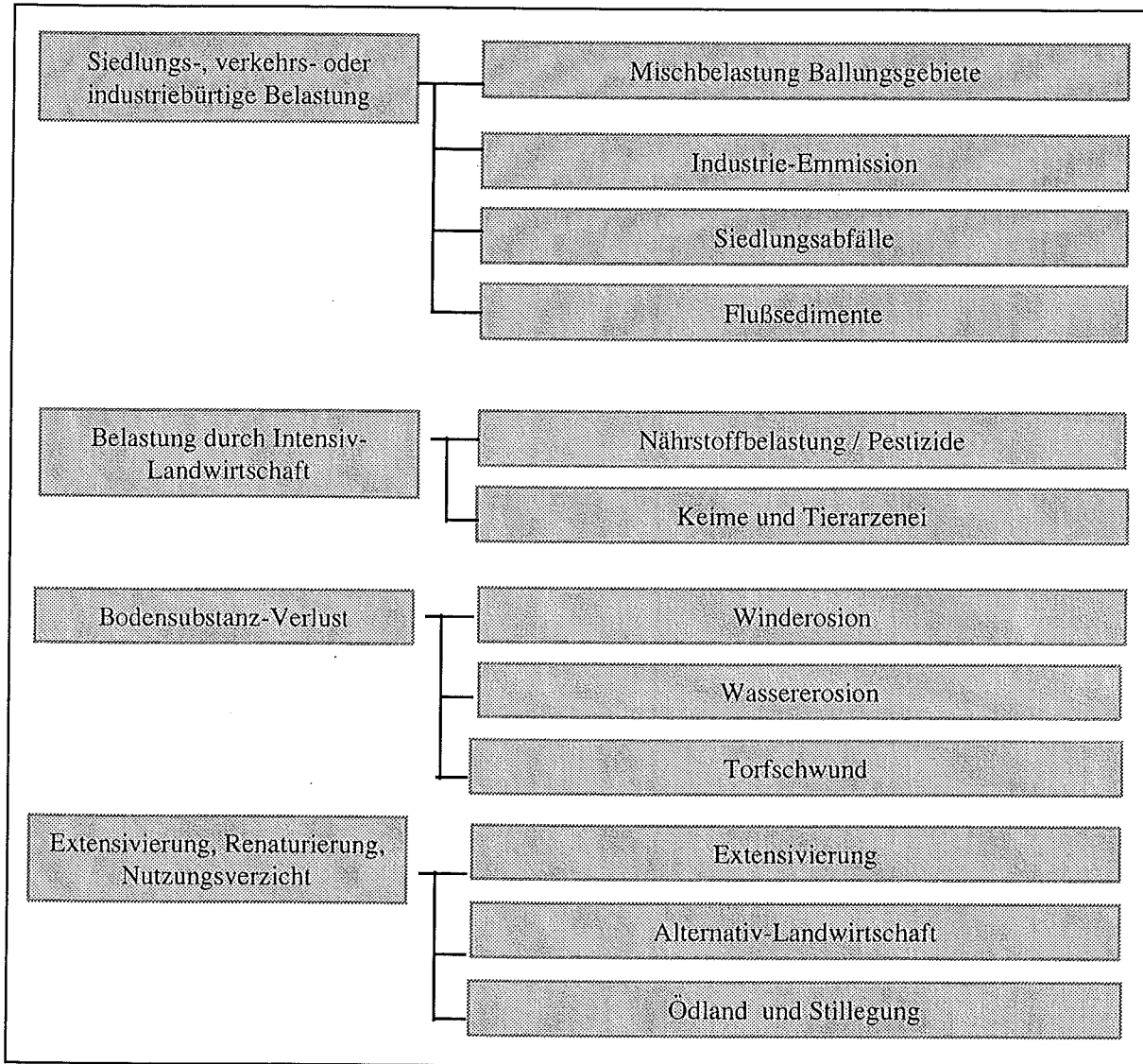


Abbildung 2: Forschungsschwerpunkte des NLFB (Bodenkundliche Abteilung)  
Einflüsse auf Veränderung der Bodeneigenschaften

Diese sollen zukünftig durch angegliederte Versuche zu Plattformen der bodenwertbezogenen Umweltforschung in Niedersachsen ausgebaut werden. Auf diesen Flächen sollen die Forschungsaktivitäten zu Bodenschutz und nachhaltiger Bodennutzung in Niedersachsen gebündelt werden. Thematisch laufen also mittelfristig die klassischen Arbeitsgebiete Bewertung von Mooren und nassen Mineralbodenstandorten aus. Sie werden ersetzt durch Arbeiten zur Nährstoff- bzw. Schadstoffdynamik von Böden. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Pfade Boden → Wasser bzw. Boden → Pflanze von Bedeutung. Daneben gewinnt der Aufbau von Referenz- und Bewertungssystemen für die

Lebensraumfunktion des Bodens gemäß § 2 Bundesbodenschutzgesetz zunehmend an Bedeutung (vgl. HÖPER in diesem Band).

Der ursprüngliche Auftrag der Moorversuchsstation zur Entwicklung von Techniken für die Kultivierung von Mooren, nassen und marginalen Standorten ist heute praktisch nicht mehr existent. Heute geht es bei diesen Standorten um die Entwicklung von Renaturierungstechniken. Das BTI hat heute und zukünftig als Teil der Bodenkundlichen Abteilung des NLFB die Grundlagen (Daten und Methoden) zur Bewertung der Bodenfunktionen gemäß BBodSchG für sämtliche Standorte in Niedersachsen bereitzustellen bzw. zu entwickeln und die entsprechende Forschungs- und Bodenmonitoring-Infrastrukturen für die nicht forstlich genutzten Standorte in Niedersachsen vorzuhalten.

Die praktische Projektbearbeitung wird heute und zukünftig im wesentlichen durch freie Ingenieurbüros durchgeführt. Das NLFB/BTI beschränkt sich auf Pilotvorhaben zur Methoden- und Verfahrensentwicklung.

#### **Anschrift der Verfasser**

Dr. Jörg Kues / Dr. Rüdiger Bartels, Bodentechnologisches Institut Bremen des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Friedrich-Mißler-Str 46-50, 28211 Bremen.

# Zum Stickstoffhaushalt von Niedermoorgrünland

B. SCHEFFER

## 1 Einleitung

Niedermoores sind je nach geologischem Einzugsgebiet und damit pH-Wert des Grundwassers sauer bis kalkreich, eutroph bis mesotroph. Der Stickstoffgehalt der Torfe schwankt zwischen 1 und 4 %, bezogen auf die organische Substanz. Niedermoorböden haben in Abhängigkeit ihrer landwirtschaftlichen Nutzung und Entwässerung eine mittlere Rohdichte<sub>trocken</sub> von 400 bis 500 g/l (0,4 – 0,5 g/cm<sup>3</sup>) und ein C:N-Verhältnis von 14 - 18. Die Niedermoorböden Niedersachsens sind meistens schwach vererdet, sauer, durchschlickt und oft ist Sand eingeweht. Kalkhaltige Niedermoores neigen stärker zur Vererdung als saure. Während die sauren Niedermoorböden vorwiegend als Grünland genutzt werden, werden die kalkhaltigen Niedermoorböden, die meistens in Lössgebieten auftreten, als Acker genutzt.

Die unterschiedliche Stickstoffdynamik der Niedermoorböden wird durch die Tiefe der Entwässerung, den pH-Wert, die Bodenbearbeitung, die Nutzung und Düngung geprägt.

Tab. 1: N<sub>t</sub>-Gehalte und jährliche N-Mineralisierung von Niedermoorböden (0 – 10 cm Tiefe)

	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	N <sub>t</sub> -Gehalt (Gew.%)	N-Mineralisierung (1 cm Torf/Jahr) (kg N/ha und Jahr)
<b>Verlandungsmoores</b>			
Hüde	4,8	7240	724
Dümmer-Lohhausen	5,1	9270	927
Ochsenmoor	5,1	10070	1007
Jerxheim	7,0	8560	856
<b>Versumpfungsmoores</b>			
Ankelohe	4,2	10460	1046
Mittelbauer	4,9	8600	860
Stade	5,3	8360	836
Süstedt	3,8	9590	959

## 2 N-Umsetzungen in Niedermoorböden

Auf Grund ihres hohen Stickstoffgehaltes, bedingt durch ihre Entstehung, unterscheiden sich Niedermoorböden von Mineralböden. Bei Gesamtgehalten von 7000 bis 11000 kg N/ha in 0 – 10 cm Tiefe und jährlichen Abbauraten der organischen Substanz von 1 cm bei Grünlandnutzung können demnach 700 bis 1100 kg N/ha und Jahr mineralisiert werden (Tabelle 1). Dieser Stickstoff wird teilweise von den Pflanzen aufgenommen, teilweise wieder in organische Bodensubstanz inkorporiert, teilweise aber auch als Nitrat in den Untergrund verlagert und teilweise auch nach Denitrifikation als N<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O in die Atmosphäre abgegeben.

Die in den Niedermoorböden ablaufenden Stickstoffumsetzungen sind die gleichen wie in Mineralböden: N-Mineralisierung (Mineralisation), N-Immobilisierung, Nitrifikation und Denitrifikation. Alle Prozesse laufen nebeneinander ab. So sind die N-Mineralisierung und die N-Immobilisierung schwer voneinander trennbar (HAUSCHILD et al., 1995).

## **2.1 N-Mineralisierung und Nitratbildung**

Die Mineralisierung des organisch gebundenen Stickstoffs in Niedermoorböden wird wie in Mineralböden ausschließlich von den Bodenmikroorganismen durchgeführt und ist stark vom pH-Wert, dem Wassergehalt und der Temperatur des Bodens abhängig. In einem kalkhaltigen Niedermoorboden können bis 600 kg N/ha in 0 – 90 cm Bodentiefe als Nitrat vorliegen. Auch die Ammonium-N-Gehalte sind hier mit Werten bis 300 kg NH<sub>4</sub>-N/ha in 0 – 90 cm sehr hoch. Solch hohe Stickstoffmengen in den kalkhaltigen Niedermoorböden werden von den Kulturpflanzen nicht ausgenutzt, sie führen zu Qualitätsverlusten des Aufwuchses (Schmactkornbildung im Getreidebau, hoher Anteil an  $\alpha$ -Amino-Stickstoff in Zuckerrüben) und zu hohen Nitratausträgen in tiefere Bodenschichten bis ins Grundwasser. Ein Teil des im Verlauf einer Vegetationsperiode mineralisierten Stickstoffs wird biochemisch wieder in organische Substanz des Bodens eingebaut. Daher haben lange in landwirtschaftlicher Nutzung befindliche Niedermoorböden in der Krume ein C:N-Verhältnis von kleiner 14, nicht genutzte Niedermoorböden dagegen eins zwischen 18 und 20 (SCHEFFER, 1994).

## **2.2 Ammonium- und Nitrat-N- im sauren Niedermoorboden unter Grünland**

In den sauren Niedermoorböden, die in Niedersachsensvorherrschen, sind die N-Mineralisierung und die Nitratbildung während der gesamten Vegetationsperiode gehemmt. Dieses lässt sich beispielhaft an Daten von einem sauren Niedermoorboden in der Wümmeniederung (Mittelbauer bei Bremen) ablesen (Abb. 1 und Abb. 2). Bei einem Verzicht auf Stickstoffdüngung wurden im Verlauf einer Vegetationsperiode unter Grünland gleichbleibend 20 – 30 kg NH<sub>4</sub>-N/ha und 20 – 40 kg NO<sub>3</sub>-N/ha in 0 – 40 cm Tiefe gemessen. Nach der Düngung mit Kalkammonsalpeter steigen die Nitratgehalte in 0 – 40 cm trotz Pflanzenentzuges deutlich an auf Werte, die höher sind als durch die Düngung allein zu erwarten ist (Abb. 1). Die Düngung in 1989 erfolgte nach dem 1.4. und nach dem 1.6. jeweils zum ersten und zum zweiten Schnitt. Demnach fördert die Stickstoffdüngung die biochemischen Umsetzungen in dem Niedermoorboden, die N-Mineralisierung und damit auch die Nitratbildung. Die Stickstoffwirkung ist besonders im Frühjahr hoch, weil zu diesem Zeitpunkt die Niedermoorböden infolge ihres hohen Wassergehaltes noch kalt sind und eine geringe biochemische Aktivität aufweisen. Die Förderung der biochemischen Umsetzungen im Frühjahr, die auch in Mineralböden beobachtet und als Priming-Effekt bezeichnet wird, ist besonders typisch für saure Niedermoorböden.



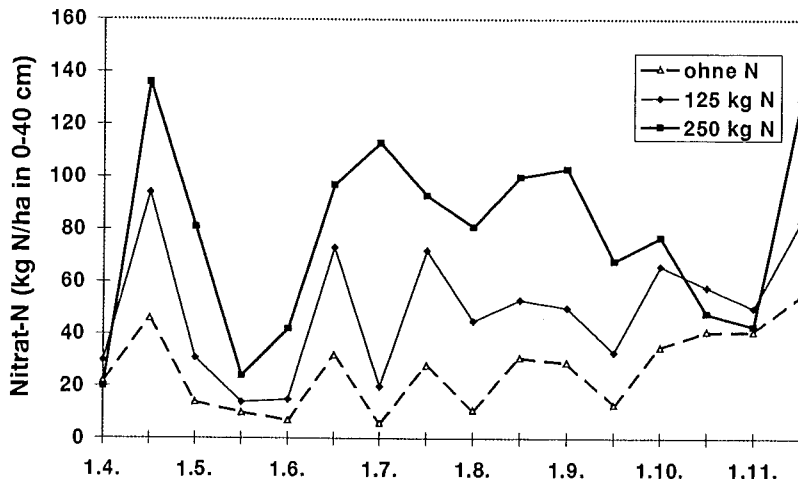


Abb. 1: Nitrat-N im sauren Niedermoorboden in 0 – 40 cm (Mittelbauer, Grünlandnutzung)

Die Ammonium-N-Werte werden durch die Stickstoffdüngung nicht oder nur gering beeinflusst. Sie lagen in dem beschriebenen Feldversuch in Mittelbauer in der gesamten Vegetationsperiode in allen drei Varianten fast gleich hoch. Es kommt also durch die mineralische Stickstoffdüngung nicht zu einer Anreicherung an Ammonium im Boden durch erhöhte biochemische Umsetzungen (Abb. 2).

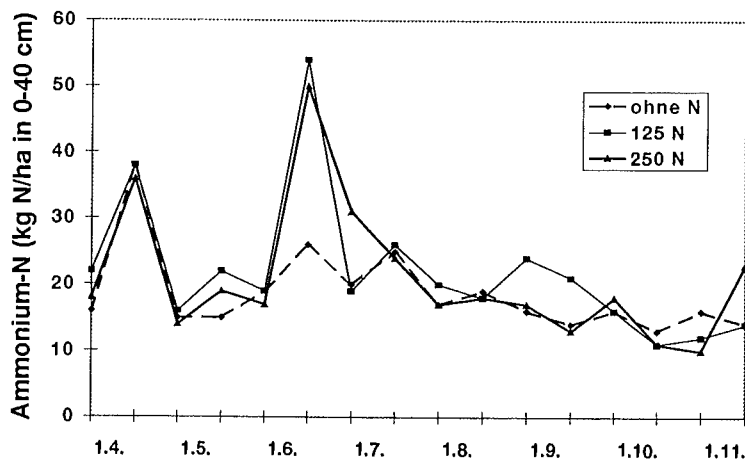


Abb. 2: Ammonium-N im sauren Niedermoorboden in 0 – 40 cm (Mittelbauer, Grünlandnutzung)

### 2.3 Abhängigkeit der N-Mineralisierung und Nitratbildung von der Höhe des Grundwasserstandes

Die aeroben Prozesse der N-Mineralisierung und Nitratbildung in Niedermoorböden werden durch die Höhe des Grundwasserstandes beeinflusst. Je niedriger das Grundwasser ansteht, um so höher ist die N-Mineralisierung und damit auch die Nitratbildung im Boden (SCHEFFER u. TOTH, 1979). Neuere Literaturdaten aus dem deutschen Raum bestätigen dies (Abb. 3). Je höher der Grundwasserstand eines Niedermoorbodens ist, desto geringer sind der Abbau der organischen Substanz und die N-

Mineralisation. Bei hohen Grundwasserständen wird Nitrat durch Denitrifikation abgebaut und/bzw. nicht gebildet. Es kommt auch nicht zu einer Anreicherung an Ammonium im Boden.

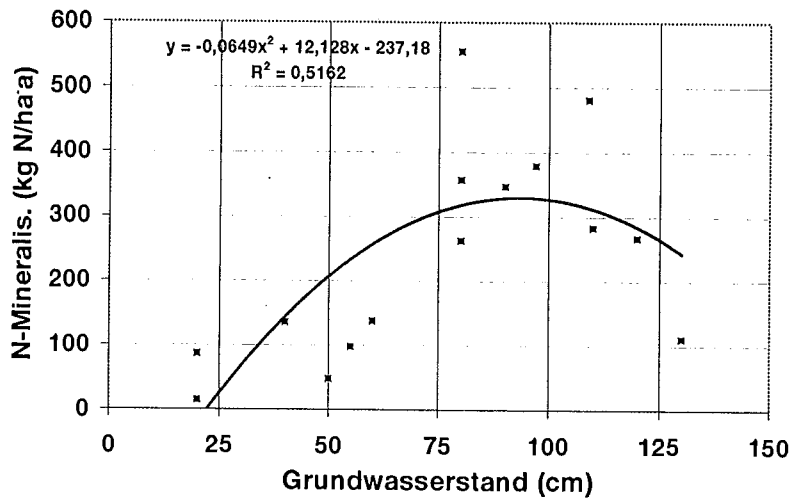


Abb. 3: N-Mineralisierung und Grundwasserstände (Literaturzusammenstellung)

### 3 Stickstoffverluste aus Niedermoorböden

Stickstoffverluste aus Niedermoorböden können sein: Ammoniakverluste aus kalkhaltigen Niedermoorböden, Nitrataustrag und als Folge der Denitrifikation neben gasförmigem Stickstoff ( $N_2$ ) auch Distickstoffoxid ( $N_2O$ ). Von ökologischer Bedeutung sind besonders die Stickstoffverluste als Nitrat und Distickstoffoxid.

#### 3.1 Nitrataustrag aus Niedermoorböden

Der Nitrataustrag aus Niedermoorböden wird von der Nutzung und Entwässerungsintensität geprägt. Während in sauren Niedermoorböden infolge der gehemmten Nitratbildung nur mit geringen Nitratausträgen zu rechnen ist, kann die Nitratverlagerung in kalkhaltigen Niedermoorböden bedeutend sein. Im kalkhaltigen Niedermoorboden des Großen Bruchs bei Jerxheim wurden bei intensiver Entwässerung Nitrat-N-Austräge zwischen 40 – 80 kg N/ha und Jahr gemessen (SCHEFFER, 1994). Die Nitrat-N-Austräge aus einem schwach sauren Niedermoorboden im Raum Dümmer lagen bei Acker- und Grünlandnutzung in einer Größenordnung bis 50 kg N/ha und Jahr und bei Grünlandnutzung deutlich unter 19 kg N/ha und Jahr. Auch hier zeigt sich, dass – ähnlich wie bei Mineralböden – auch bei intensiver Schnittnutzung der Nitrataustrag gering ist. In Niedermoorböden in Schleswig-Holstein wurden bei intensiver Nutzung der Niedermoore jährliche N-Austräge um 15 kg N/ha bei Wiesennutzung und um 30 kg N/ha und Jahr bei Weidenutzung mit zusätzlicher Stickstoffdüngung in Höhe von 150 kg N/ha und Jahr (TREPPEL et al., 1999) ermittelt.

Der Nitrataustrag aus Niedermoorböden ist wiederum von der Höhe des Grundwasserstandes abhängig. Je höher dieser ist, desto geringer sind die Nitratausträge. Die höchsten Nitratausträge werden sowohl aus kalkhaltigen als auch aus sauren Niedermoorböden bei Entwässerungstiefen um 100 cm gemessen (BEHRENDT et al., 1994). Wechselnde Grundwasserstände führen zu hohen Stickstoffumsetzungen im Boden und damit auch zu hohen Nitratausträgen (SCHEFFER u. TOTH, 1979).

### 3.2 Denitrifikation in Niedermoorböden

Unter anaeroben Bedingungen – ähnlich wie in Mineralböden – wird Nitrat denitrifiziert. Endprodukte der Denitrifikation sind  $N_2$  und  $N_2O$ . In sauren Niedermoorböden wird unter anaeroben Bedingungen vorwiegend  $N_2O$  gebildet. Freilandmessungen in den relativ trockenen und warmen Jahren 1991 und 1992 auf einem sauren Niedermoorboden (Mittelbauer, Grünlandnutzung) ergaben, dass ohne Stickstoffdüngung 16 – 20 kg  $N_2O$ /ha und Jahr in die Atmosphäre abgegeben werden, eine Stickstoffdüngung bis 125 kg N/ha und Jahr erhöhte die  $N_2O$ -Abgabe nicht. Daten zur Emission von Distickstoffoxid aus verschiedenen Böden sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.  $N_2O$  gehört zu den Treibhausgasen, es trägt aber auch zum Abbau der Ozonschicht bei. Im Boden selbst können noch wesentlich höhere Mengen an Distickstoffoxid auftreten, die aber wegen der relativ guten Wasserlöslichkeit des Gases nicht aus tieferen Schichten des Bodens entweichen.

Tab. 2: Distickstoffoxidemission (Literaturdaten)

	$N_2O$ (kg N/ha·a)
Mineralböden	1 – 3
Niedermoorböden	
- Mittelbauer	16 – 20
- Dümmer	5 – 7
- Rhinluch	1 – 27
Seen	0,5 – 14
Flüsse	0,5 – 14
Feuchtgebiete	3 – 13

## 4 Schlussbemerkung

Niedermoorböden in Niedersachsen werden vorwiegend als Grünland genutzt. Als Grünlandstandorte stehen sie im Ertrag den Mineralböden nicht nach. Niedermoore sind im Frühjahr kalte Standorte, so dass das Wachstum der Vegetation verspätet einsetzt. Daher wirkt eine Stickstoffdüngung zum ersten Grasschnitt ertragssteigernd, das sie die biochemischen Umsetzungen im Boden fördert. Daher wird eine verhaltene Stickstoffdüngung in Höhe von 50 – 70 kg N/ha nur zum ersten Schnitt empfohlen. Trotz dieser geringen Stickstoffdüngung treten kaum Ertragsminderungen auf. Der durch die Mineralisierung der organischen Substanz im Verlauf der Vegetation freigesetzte Stickstoff kann von den

Grünlandpflanzen nicht mehr verwertet werden, da die Mineralisation erst dann verstärkt auf diesen Standorten einsetzt, wenn der Stickstoffbedarf der Pflanzen nachlässt. Das führt dazu, dass im Grasaufwuchs im Sommer und Herbst hohe Nitratgehalte (bis 0,4 % N in der Trockenmasse) enthalten sein können, die tierphysiologisch kritisch zu bewerten sind.

In Niedersachsen wird zunehmend Niedermoorgrünland aus der landwirtschaftlichen Nutzung herausgenommen und dem Naturschutz zugeführt. Dabei werden auch die Grundwasserstände durch Verfüllung der Gräben angehoben, um den weiteren Abbau der organischen Substanz in diesen Böden zu stoppen. Hohe Grundwasserstände verringern aber die Trittfestigkeit und Befahrbarkeit der Standorte und erschweren eine weitere auch extensive landwirtschaftliche Nutzung.

## **5 Zusammenfassung**

Die biochemischen Umsetzungen der Niedermoorböden, also deren Stoffhaushalt, werden vor allem durch das Wasser geprägt. Je tiefer diese Böden entwässert werden, umso höher sind die Prozesse der Mineralisierung und damit auch der Nitratbildung. Hohe Grundwasserstände dagegen bedingen die Bildung von Distickstoffoxid, verringern aber den Abbau der organischen Substanz, wirken also substanzerhaltend. Niedermoorböden können je nach dem Grad der Entwässerung und Intensität und Art der Nutzung Senke und Quelle für Kohlenstoff und Stickstoff sein (KUNTZE, 1993).

## **Literatur**

- BEHRENDT, A., G. MUNDEL und D. HÖLZEL, 1994: Kohlenstoff- und Stickstoffumsatz in Niedermoorböden und ihre Ermittlung über Lysimeterversuche.- Z. f. Kulturtechnik u. Landentwickl., 35, 200 – 208.
- HAUSCHILD, J. und B. SCHEFFER, 1995: Zur Nitratbildung in Niedermoorböden in Abhängigkeit der Bodenfeuchte.- Z. f. Kulturtechnik u. Landentwickl., 36, 151 - 152; Berlin.
- KUNTZE, H., 1993: Niedermoores als Senke und Quelle für Kohlenstoff und Stickstoff.- Wasser und Boden, 45, 699 – 702.
- SCHEFFER, B., 1994: Stickstoffumsetzungen in Niedermoorböden.- NNA-Berichte, 7, H. 2, 67 – 73.
- SCHEFFER, B. und A. TOTH, 1979: Der Einfluß der Grundwasserhöhe auf die Stickstoffumsetzungen in Niedermoorböden.- Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesell., 29, 635 - 640; Göttingen.
- TREPEL, M., M. BODE, E.-W. REICHE und J. SCHRAUTZER, 1999: Bedeutung von Nährstoffausträgen aus Niedermoores und Strategien ihrer Vermeidung.- Abschlussbericht LAWA-Forschungsvorhaben; Uni. Kiel.

## **Anschrift des Verfassers**

Dir. und Prof. Dr. Bernhard Scheffer, Nds. Landesamt f. Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut, Friedrich-Mißler-Str. 46 – 50, 28211 Bremen.

# Erträge und Futterqualitäten typischer Grünlandstandorte Norddeutschlands unter intensiver und extensiver Bewirtschaftung

U. V. BORSTEL

## 1 Einleitung

Grünlandbewirtschaftung konzentriert sich in Norddeutschland vorwiegend auf Marsch-, Hochmoor-, Niedermoor- und Geeststandorten. Die höchsten Grünlandanteile befinden sich in der Küstenregion. In einzelnen Regionen erreichen sie mehr als 80 % an der LF. Im Allgemeinen nimmt der Grünlandanteil von Norden nach Süden und von Westen nach Osten ab. Dies trifft auch für Niedersachsen und speziell für das Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover zu, aus dem nachfolgend die wichtigsten Ergebnisse der *Landschaftspflegeversuche* vorgestellt werden sollen. Die Landschaftspflegeversuche der Landwirtschaftskammer Hannover wurden 1985 angelegt und hatten das vorrangige Ziel, Erträge und Futterqualitäten bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität zu erfassen und zu bewerten, um standortdifferenzierte Planungsunterlagen für intensiv und extensiv zu bewirtschaftendes Grünland zur Verfügung zu haben.

## 2 Material und Methoden

Auf den wichtigsten Standorten des Grünlandes – Marsch (Penkefitz), Hochmoor (Schmalenbeck), Niedermoor (Steimbke), Geest, humoser Sand (Dasselsbruch) – wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Düngung und Nutzungshäufigkeiten in Parzellenversuchen unter Schnittnutzung untersucht. Die wichtigsten Versuchsfragen lauten:

- Wie hoch liegen die Erträge bei unterschiedlicher Düngungs- und Nutzungsintensität?
- Wie ist die Qualität des Futters bei unterschiedlicher Düngungs- und Nutzungsintensität?

Der Versuchsplan war darauf abgestellt, modellhaft die Hauptwirkungen der verschiedenen Bewirtschaftungsintensitäten ermitteln zu können. Die in **Tabelle 1** aufgeführten Schnitttermine sind Orientierungstermine, die aus technischen Gründen nicht immer exakt eingehalten werden konnten.

Die Kennzeichnung der Versuchsstandorte zeigt **Tabelle 2**.

Beim **Geeststandort** Dasselsbruch handelt es sich um einen ehemaligen Podsol-Gley, der 1978 melioriert worden war. Die Bodenart ist ein humoser Sand mit 3,4 % Humusgehalt und hoher Nährstoffversorgung vor Versuchsbeginn.

Tabelle 1: Versuchsvarianten im Landschaftspflegeversuch der LWK Hannover

Faktor 1: <b>Düngung</b>		
	Düngermenge/ha/Jahr	
1.1. Ohne Düngung – Aushagerung		
1.2. PK-Düngung – extensiv	(90 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 240 kg K <sub>2</sub> O)	
1.3. N <sub>1</sub> PK-Düngung – semiintensiv	(90 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 240 kg K <sub>2</sub> O)	100 kg N (2.1. – 2.4.)
1.4. N <sub>2</sub> PK-Düngung – intensiv	(90 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 240 kg K <sub>2</sub> O)	300 kg N (2.1.) 240 kg N (2.2. – 2.3.) 180 kg N (2.4.)
Faktor 2: <b>Nutzung</b> (Schnittnutzung)		
	1. Schnitttermin	Anzahl der Nutzungen/Jahr
2.1. Früh	ca. 20.05.	4
2.2. Mittelspät	15.06.	3
2.3. Spät	30.06.	2 – 3
2.4. Sehr spät	15.07.	2

Tabelle 2: Kennzeichnung der Versuchsstandorte zu Versuchsbeginn 1985

Standort	Geest Dasselsbruch (CE)	Niedermoor Steimbke (NI)	Hochmoor Schmalenbeck (OHZ)	Flussmarsch Penkefitz (DAN)
Boden	Rigosol (hS)	Niedermoor (Hn)	Hochmoor (Hh)	Auengley (huL)
Humus (%)	3,4	48,2	64,3	13,0
C/N-Verhältnis	13	14	21	12
pH-Wert	5,4	5,3	4,6	5,4
Nährstoffgehalte 0 bis 10 cm (mg/100 ml, Versorgungsstufe)				
P (CAL-Methode)	7 C	10 C	8 C	3 B
K (CaCl <sub>2</sub> -Methode)	6 C	15 D	17 E	5 B
Mg (CaCl <sub>2</sub> -Methode)	7 C	17 E	27 E	23 E
Grünlandnarbe	Ansaat 1984 G II	Fuchsschwanz- Brenndoldenwiese	Ansaat 1978 G II	Fuchsschwanz- wiese
Bodenfeuchtigkeit	frisch	feucht/nass	feucht	wechselfeucht

Beim **Niedermoorstandort** in Steimbke handelt es sich um einen grundwassernahen feuchten bis nassen Niedermoorboden, der in den oberen Schichten stark zersetzten Bruchwaldtorf aufweist. Die Nährstoffversorgung des Bodens wies vor Versuchsbeginn hohe bis sehr hohe Gehaltswerte auf.

Der **Hochmoorstandort** Schmalenbeck liegt bei Worpswede in einem großen Hochmoorgebiet. Die Versuchsfläche wurde vor 1985 intensiv bewirtschaftet und wies bei Versuchsbeginn eine gute Nährstoffversorgung auf.

Der **Flussmarschstandort** Penkefitz liegt in der Dannenberger Elbmarsch. Der Standort ist wechselfeucht und wird durch regelmäßige Winterüberschwemmungen und durch Trockenperioden während der Sommermonate geprägt. Der Auenboden weist eine ca. 70 cm starke Lehmauflage über dilluvialen Sanden auf.

Der Untersuchungszeitraum war für alle Standorte in klimatischer Hinsicht von 1985 bis 1995 etwas wärmer und feuchter als im langjährigen Mittel.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Energieerträge

Die Energieerträge der verschiedenen Varianten und der vier Standorte im Mittel der 11 Versuchsjahre zeigt **Tabelle 3**.

Tabelle 3: Energieerträge in GJ NEL/ha in Abhängigkeit von der Intensität der Düngung und Nutzung; Mittlere Energieerträge der Jahre 1985 bis 1995

Nutzung des Primäraufwuchses	Früh		Mittelspät		Spät		Sehr spät		Hauptwirkung Düngung	
	Termin, ca.		15.06.		30.06.		15.07.			
Nutzungsintensität	hoch		mittel		mittel		gering			
Zahl der Schnitte	4 x		3 x		2 – 3 x		2 x			
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
Düngungsintensität	Standort: Geest, humoser Sand, Dasselsbruch (CE)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	74,3	100	87,0	117	80,5	108	74,6	100	79,1	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	64,7	87	73,8	99	70,7	95	68,6	92	69,4	88
PK – extensiv	57,5	77	56,9	77	54,7	74	48,6	65	54,4	69
Null – Aushagerung	43,2	58	46,5	63	45,7	62	45,2	61	45,2	57
Hauptwirkung Nutzung	59,9	100	66,1	110	62,9	105	59,2	99	62,0	(100)
Düngungsintensität	Standort: Niedermoor, Steimbke (NI)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	66,1	100	65,3	99	61,4	93	49,9	75	60,7	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	62,6	95	62,9	95	57,7	87	48,9	74	58,0	96
PK – extensiv	56,8	86	56,6	86	51,9	79	50,3	76	53,9	89
Null – Aushagerung	35,6	54	34,0	51	34,3	52	29,5	45	33,4	55
Hauptwirkung Nutzung	55,3	100	54,7	99	51,3	93	44,7	81	51,5	(83)
Düngungsintensität	Standort: Hochmoor, Schmalenbeck (OHZ)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	61,8	100	70,5	114	64,3	104	63,5	103	65,0	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	44,7	72	51,5	83	48,1	78	58,3	94	50,6	78
PK – extensiv	34,3	56	39,4	64	35,1	57	34,1	55	35,7	55
Null – Aushagerung	16,5	27	16,2	26	14,7	24	22,7	37	17,5	27
Hauptwirkung Nutzung	39,3	100	44,4	113	40,6	103	44,6	113	42,2	(68)
Düngungsintensität	Standort: Stark humoser, lehmiger Sand, Penkefitz (DAN)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	55,4	100	58,4	105	51,1	92	53,0	96	54,5	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	40,7	73	43,5	79	38,6	70	47,4	85	42,6	78
PK – extensiv	33,6	61	35,1	63	30,5	55	33,3	60	33,1	61
Null – Aushagerung	25,9	47	26,1	47	24,2	44	26,6	48	25,7	47
Hauptwirkung Nutzung	38,9	100	40,8	105	36,1	93	40,1	103	39,0	(63)

Der Geeststandort Dasselsbruch liefert im Gesamtmittel aller Varianten mit 62,0 GJ NEL/ha/Jahr den höchsten Energieertrag der vier Versuchsstandorte. Mit jeweils deutlichem Ertragsabfall folgen der Niedermoorstandort Steimbke (51,5 GJ NEL/ha/Jahr), der Hochmoorstandort Schmalenbeck (42,2 GJ NEL/ha/Jahr) und die Flussmarsch in Penkefitz (39,0 GJ NEL/ha/Jahr).

Betrachtet man als Hauptwirkung die Düngungsvarianten – jeweils gemittelt über die vier Nutzungsvarianten –, so sinken die Erträge mit abnehmender Düngungsintensität auf allen vier Standorten erwartungsgemäß. Das Ausmaß des Ertragsabfalles ist standortabhängig. So reagiert der ursprünglich nährstoffarme Hochmoorstandort auf die reduzierten Düngungsintensitäten am deutlichsten mit Er-

tragsabfall. In der Variante ohne jegliche Düngung sinkt der Ertrag im Vergleich zur intensiven Düngung auf nur 27 % des Ertrages der intensiv gedüngten Variante. Dagegen liegt das Ertragsniveau des natürlich eutrophen Niedermoorstandortes in der Aushagerungsvariante noch bei 33,4 %, auf dem Geeststandort Dasselsbruch noch bei 45,2 % und auf dem Flussmarschstandort Penkefitz noch bei 47 % der intensiv gedüngten Varianten.

Für Extensivierungsfragen sind die PK-Düngungsvarianten von besonderem Interesse. Auf dem Niedermoorstandort werden in dieser Variante 89 % des Ertrages der intensiv gedüngten Variante erzielt; auf dem Geeststandort beträgt die Vergleichszahl 69 %, auf dem Hochmoorstandort 55 % und auf dem Flussmarschstandort 61 %.

Die zweite Hauptwirkung des Versuches, die Nutzungsintensität – gemittelt über die Düngungsvarianten –, zeigt, dass mit verzögertem ersten Nutzungstermin die Jahresenergieerträge zunächst steigen. Auf dem Geest-, dem Hochmoor- und dem Flussmarschstandort wird der höchste Jahresenergieertrag bei erster Nutzung am 15.06. mit Relativerträgen von 110, 113 und 105 erreicht. Mit weiterer Verzögerung des ersten Schnittes sinken die Jahreserträge mehr oder minder deutlich. Eine Ausnahme bildet der Niedermoorstandort Steimbke, bei dem der Höchstertrag bei frühester Nutzung erreicht wird.

### 3.2 Energiegehalte

Für die Berechnung der Energiekonzentration wurde die von MENKE und STEINGAB (1987) entwickelte Schätzfunktion (Formel 13 e) für Rauhfuttermittel herangezogen. Die Energiegehalte der Aufwüchse in Abhängigkeit von der Düngungs- und Nutzungsintensität zeigt **Tabelle 4**. Im Standortvergleich zeigen sich keine deutlichen Unterschiede im Energiegehalt. Lediglich der Geeststandort Dasselsbruch liegt im Gesamtmittel mit 5,7 MJ NEL/kg TM um 0,1 bis 0,2 MJ NEL/kg TM niedriger als die anderen Standorte. Erwartungsgemäß deutliche Unterschiede im Energiegehalt zeigen sich in der Nutzungsintensität. Bei früher erster Nutzung liegt der Energiegehalt im Mittel der vier Düngungsstufen auf allen vier Standorten zwischen 6,2 und 6,3 MJ NEL/kg TM. Bei mittelspäter Nutzung sinkt er im Mittel der Düngungsvarianten auf Werte von 5,8 bis 5,9 MJ NEL/kg TM. Mit weiter verspäteter Nutzung des Primäraufwuchses sinkt der Energiegehalt etwas weniger stark auf 5,5 bis 5,7 MJ NEL/kg TM (später 1. Schnitt) bzw. auf 5,2 bis 5,4 MJ NEL/kg TM (sehr später 1. Schnitt).

Im Vergleich zum Einfluss des Schnittzeitpunktes hat die Düngungsintensität geringeren Einfluss auf den Energiegehalt des Futters. Gleichwohl sind zwischen intensiver und extensiver Düngung Unterschiede im Energiegehalt von maximal 0,4 MJ NEL/kg TM zugunsten der extensiven Düngung nachweisbar. Die Ursache ist in den durch Düngung verursachten Bestandsveränderungen der Grünlandnarbe zu sehen. Auch der Verzicht auf jegliche Düngung liefert sehr energiereiches Futter, wenn optimale Nutzungstermine eingehalten werden.



Tabelle 4: Energiegehalte (MJ NEL/kg TM) in Abhängigkeit von der Intensität der Düngung und Nutzung; Gewogene mittlere Energiegehalte der Jahre 1985 bis 1995

Nutzung des Primäraufwuchses	Früh		Mittelspät		Spät		Sehr spät		Hauptwirkung Düngung	
	Termin, ca.		15.06.		30.06.		15.07.			
Nutzungsintensität	hoch		mittel		mittel		gering			
Zahl der Schnitte	4 x		3 x		2 – 3 x		2 x			
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
Düngungsintensität	Standort: Geest, humoser Sand, Dasselsbruch (CE)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	6,1	100	5,8	94	5,5	90	5,2	84	5,6	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	6,2	101	5,7	94	5,5	89	5,2	84	5,6	100
PK – extensiv	6,3	102	5,9	95	5,6	91	5,3	86	5,7	102
Null – Aushagerung	6,3	103	5,9	96	5,6	91	5,3	86	5,7	102
Hauptwirkung Nutzung	6,2	100	5,8	93	5,5	89	5,2	84	5,7	(100)
Düngungsintensität	Standort: Niedermoor, Steimbke (NI)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	6,2	100	5,9	94	5,7	92	5,4	86	5,8	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	6,3	100	5,9	94	5,7	91	5,4	86	5,8	100
PK – extensiv	6,3	101	5,9	94	5,6	90	5,4	86	5,8	100
Null – Aushagerung	6,4	102	6,0	97	5,9	94	5,6	90	6,0	103
Hauptwirkung Nutzung	6,3	100	5,9	94	5,7	91	5,4	86	5,9	(103)
Düngungsintensität	Standort: Hochmoor, Schmalenbeck (OHZ)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	6,1	100	5,9	96	5,7	94	5,4	88	5,8	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	6,3	103	5,8	96	5,5	90	5,3	87	5,7	99
PK – extensiv	6,4	104	5,9	97	5,6	92	5,4	89	5,8	101
Null – Aushagerung	6,4	104	6,1	99	5,9	97	5,7	93	6,0	103
Hauptwirkung Nutzung	6,2	100	5,9	94	5,7	91	5,4	86	5,8	(102)
Düngungsintensität	Standort: Stark humoser, lehmiger Sand, Penkefitz (DAN)									
N <sub>2</sub> PK – intensiv	6,2	100	5,9	95	5,6	91	5,4	87	5,8	100
N <sub>1</sub> PK – semiintensiv	6,3	102	5,9	96	5,6	91	5,4	87	5,8	100
PK – extensiv	6,4	103	6,0	97	5,7	93	5,5	89	5,9	102
Null – Aushagerung	6,5	105	6,0	98	5,7	93	5,6	91	5,9	103
Hauptwirkung Nutzung	6,3	100	5,9	94	5,7	90	5,4	86	5,9	(103)

#### 4 Verlauf der Abmagerung

Der Verlauf der TM-Erträge bei Aussetzen der Düngung ist für Extensivierungs- und Naturschutzfragen von besonderem Interesse. Die Abmagerungsfunktionen in **Abbildung 1** weisen in 11 Versuchsjahren für den vor Versuchsbeginn hoch aufgedüngten, grundwassernahen Geeststandort ein Absinken der TM-Erträge von 99 dt auf 62 dt TM/ha, entsprechend 37 %, auf. Der vor Versuchsbeginn mit Nährstoffen gut versorgte Niedermoorstandort sinkt im Vergleichszeitraum um 32 dt TM/ha oder 63 % und der gleichfalls gut versorgte Hochmoorstandort sinkt im Ertrag um 38 dt TM/ha oder um 64 % des Ausgangsertrages. Der zu Beginn nur mäßig versorgte Flussmarschstandort sinkt dagegen von 69 dt auf 45 dt TM/ha; das entspricht einem prozentualen Ertragsabfall von 35 %. Die Abmagerungsfunktionen lassen erkennen, dass mit zunehmender Aushagerung die standortspezifische natürliche Produktivität des Standortes wieder verstärkt zur Geltung kommt.

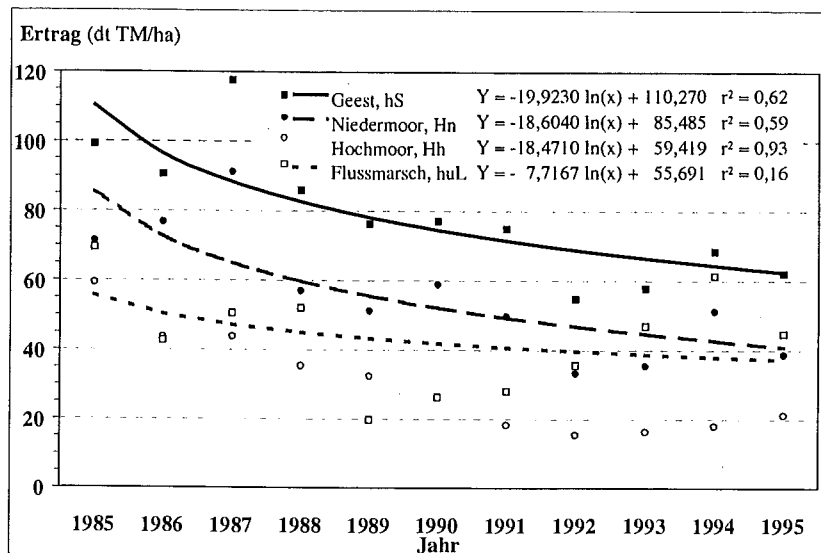


Abbildung 1: Entwicklung der TM-Erträge von 1985 bis 1995 bei Aushagerung an den Versuchsstandorten

## 5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Landschaftspflegeversuche liefern standortdifferenziertes Datenmaterial für intensiv und extensiv zu bewirtschaftendes Grünland. Die Verringerung der Düngungsintensität führt zu stark sinkenden Energieerträgen. Das Ausmaß des Ertragsabfalles hängt von der Nährstoffversorgung des Standortes vor Versuchsbeginn, der Speicherkapazität für Pflanzennährstoffe, von der Wasserversorgung und der Qualität des Pflanzenbestandes ab. Der Hochmoorstandort reagierte auf Düngungsverzicht besonders deutlich mit Ertragsabfall, gefolgt von Niedermoor-, Geest- und Flussmarschstandort. Die Energiegehalte des Futters zeigen große Unterschiede zwischen früh und spät geschnittenem Futter. Die Düngungsintensität nimmt vergleichsweise geringen Einfluss, kann aber über Bestandsumschichtungen indirekt zu Veränderungen des Energiegehaltes führen. Die Ergebnisse der Landschaftspflegeversuche liefern die experimentelle Grundlage für Berechnungen zur Ermittlung der monetären Erwerbsverluste infolge von Bewirtschaftungsauflagen in Naturschutzgebieten und Nationalparks in Niedersachsen (ANONYMUS, 1997).

## Literatur

- ANONYMUS, 1997: Verordnung über den Erschwernisausgleich und den Vertragsnaturschutz in geschützten Teilen von Natur und Landschaft. Vom 10. Juli 1997. Nds. GVBl Nr. 15 vom 16.07.1997, Hannover.
- MENKE, K.-H. u. H. STEINGAß, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und chemischer Analyse. Übersichten zur Tierernährung, Nr. 15, S. 59 – 84.

## Anschrift des Verfassers

Dr. Uwe von Borstel, Landwirtschaftskammer Hannover, Johannsenstraße 10, 30159 Hannover.

# Grenzen der Energiedichte von Grünlandaufwüchsen im Hinblick auf die Fütterung von Hochleistungskühen

K.-H. SÜDEKUM

## 1 Einleitung

Aufwüchse vom Grünland in frischer oder konservierter Form sind in vielen Regionen der Welt die wesentliche oder sogar alleinige Futtergrundlage für wachsende und laktierende Rinder. In Diskussionen über die Leistungsfähigkeit von Grünlandaufwüchsen für die Ernährung von Milchkühen werden auch in Deutschland als Vorbild häufig bestimmte Gebiete in Irland oder Neuseeland herausgestellt, in denen eine auch ökonomisch erfolgreiche Milchproduktion weitestgehend durch Grünlandaufwüchse, vor allem in Form von Weidegras, ermöglicht wird. Diese Beispiele sind jedoch für mitteleuropäische Verhältnisse irrelevant. Zum einen erlauben die klimatischen Verhältnisse in den genannten Regionen einen (nahezu) ganzjährigen Weidegang mit nur geringen Anteilen an Winterfutter (Silage) und entsprechend geringen Investitionen in Stallgebäude und Futtervorratslager. Bedeutsamer für das Thema dieses Beitrages sind jedoch die wesentlich geringeren Leistungen der Milchkühe, wie sie z. B. in Irland vorliegen. So berichteten STAKELUM et al. (1995) für das Jahr 1995 von einer durchschnittlichen jährlichen Milchleistung von 5.500 kg/Kuh. Bei Fortschreibung des jährlichen Zuchtfortschritts würde nach zehn Jahren eine durchschnittliche Leistung von knapp 7.600 kg/Kuh und Jahr erreicht sein, die soweit wie möglich aus Grünlandaufwüchsen, vor allem Weidegras, erzeugt werden müssten. Demgegenüber werden in Deutschland mit dem Begriff „Hochleistungskuh“ durchschnittliche jährliche Leistungen von 10.000 kg Milch assoziiert (DLG, 1999), die von einer zunehmenden Anzahl an Betrieben auch bereits erreicht werden. Dies schließt ein, dass in solchen Herden schon jetzt Einzeltiere Laktationsleistungen von mehr als 13.000 kg erreichen. Daraus ergibt sich die Frage, ob und in welchem Umfang Grünlandaufwüchse solch hohe Leistungen unterstützen bzw. sicherstellen können. Während der Einsatz von konservierten Grünlandaufwüchsen (Silage, Heu) in seinem Leistungspotential in unterschiedlich zusammengesetzten Mischrationen mit variierenden Rauhfutter:Konzentratfutter-Verhältnissen bereits sehr intensiv untersucht wurde, gibt es über das Leistungspotential von Grüngut weit weniger und zum Teil zumindest scheinbar widersprüchliche Befunde. Junges Weidegras (*Lolium perenne*) in Frühjahrsaufwüchsen erreicht mit im Tierversuch ermittelten Energiegehalten von z. T. über 11,9 MJ umsetzbarer Energie pro Kilogramm Trockenmasse (TM; GIVENS et al., 1993; dies entspricht > 7,3 MJ Nettonergie-Laktation [NEL]/kg TM) bereits etwa 90 % der Energiekonzentration von Konzentratfuttermitteln (UNIVERSITÄT HOHENHEIM - DOKUMENTATIONSSTELLE, 1997) und bietet damit exzellente Voraussetzungen für die Gewährleistung hoher Milchleistungen. Dennoch haben z. B. nach einer neueren Auswertung aus den USA (siehe FICK und CLARK, 1998) Betriebe im

Bundesstaat Wisconsin mit intensiver Weidewirtschaft gleitende Herdendurchschnittsleistungen von „nur“ 7.310 kg/Kuh und Jahr gegenüber 8.400 kg in Betrieben, die ganzjährige Stallhaltung auf Basis von konserviertem Halmfutter betreiben. Nachfolgend soll versucht werden, Begründungen für diese zumindest auf den ersten Blick widersprüchlichen Befunde darzulegen.

## **2 Energiedichten und Futter- sowie Nährstoffaufnahmen von Weidegras**

Die überragende Bedeutung einer hohen Energiekonzentration im Grünlandaufwuchs zur Erzielung hoher Futter- und damit Energieaufnahmen, die eine hohe Leistung der Tiere ermöglichen, sowie die Einflussfaktoren auf den energetischen Futterwert sind wiederholt, zuletzt von SCHWARZ (1999), überzeugend dokumentiert worden und sollen deshalb hier nicht weiter dargelegt werden.

Der Energiegehalt *per se* von Grünfutter in jungen Entwicklungsstadien kann jedoch kaum der primär begrenzende Faktor für unzureichende Leistungen der Milchkühe aus dem Weidefutter sein. Die weiter oben schon zitierten Werte von bis zu > 7 MJ NEL/kg TM (GIVENS et al., 1993), die auch in eigenen Versuchen auf der Versuchsstation Schädtkbek der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel, an Frühjahrsaufwüchsen bestätigt werden konnten (K.-H. SÜDEKUM, 1993, unveröffentlicht; SÜDEKUM et al., 1994), liegen noch über denen energiereicher Silagen aus Deutschem Weidelgras oder Mais (6,9 bzw. 6,7 MJ NEL/kg TM; UNIVERSITÄT HOHENHEIM - DOKUMENTATIONSSTELLE, 1997). In einem direkten Vergleich der TM-Aufnahme von Grünfutter auf der Weide (53 % Deutsches Weidelgras, 19 % andere Gräser, 19 % Weißklee) mit einer totalen Mischration (TMR) ähnlicher Energiedichte (Weide: 6,9 MJ NEL/kg TM; TMR: 6,8 MJ NEL kg TM) verzehrten Hochleistungskühe 19 kg TM/Tag auf der Weide, von der TMR jedoch 23,4 kg TM (KOLVER und MULLER, 1998). Wesentlich deutlicher als in der TM-Aufnahme fielen die Unterschiede in der Milchleistung aus. Die Tiere auf der Weide gaben 29,6 kg Milch/Tag, die mit TMR-Fütterung 44,1 kg/Tag mit einem etwas geringeren Gehalt an Fett und höherem Proteingehalt. Offensichtlich wies die TMR gegenüber der Weide nicht nur die günstigeren Verzehrseigenschaften auf, sondern die Energie und Nährstoffe in der TMR wurden auch wesentlich effizienter in Milchleistung umgesetzt.

Gleichwohl sind die von KOLVER und MULLER (1998) ermittelten Futteraufnahmen von 19 kg TM auf der Weide als außerordentlich hoch anzusehen und dürften damit zusammenhängen, dass Weidereste von 50 % erlaubt waren, eine Größenordnung, die unter praktischen Verhältnissen aus verschiedenen Gründen nicht einzuhalten ist. Aber schon TM-Aufnahmen auf der Weide von 14 bis 16 kg/Tag über einen längeren Zeitraum scheinen nur bei einem Angebot realisierbar zu sein, das die Aufnahme der Tiere um mehr als 35 % übersteigt (WALES et al., 1998).

Warum junges Weidefutter trotz ähnlicher Energie- und Nährstoffgehalte geringere TM-Aufnahmen und Leistungen bewirkte als eine TMR (KOLVER und MULLER, 1998), könnte primär auf die für Wie-

derkäufer gegenüber einer halmfutterreichen Mischration ungünstigere Futterstruktur des jungen, blattreichen Weidefutters zurückzuführen sein. Dies sollte sich dann widerspiegeln in einer kürzeren Kau-  
dauer pro Kilogramm Futter-TM mit entsprechend reduzierter Speichelmenge, die zur Pufferung der  
in den Vormägen gebildeten kurzkettigen Fettsäuren genutzt werden kann. Eine Zusammenstellung  
umfangreicher belgischer Arbeiten (DESIMPELAERE, 1996; Tabelle 1) verdeutlicht jedoch, dass sich  
zumindest die mittleren Gesamtkauzeiten pro Kilogramm Futter-TM nur geringfügig zwischen Gras in  
frischer und konservierter Form unterschieden. Für beide Futterarten lagen die mittleren  
Gesamtkauzeiten deutlich höher als für Maissilagen. Unterschiede bestanden in der Aufteilung der  
Kauzeit auf die Futteraufnahmeperiode (Fresskauen) und das Wiederkauen. Tiere, die Grüngut  
erhielten, benötigten pro Kilogramm TM längere Zeit für das Fressen, hatten aber kürzere  
Wiederkauzeiten, die denen für Maissilagen entsprachen. Insgesamt lässt sich aus den zitierten  
Befunden kein hinreichender Hinweis ableiten, dass ein geringerer Strukturwert von Frischgras  
gegenüber Gras und Mais in konservierter Form Ursache geringerer Futteraufnahmen sein könnte.

Tabelle 1: Kauzeiten (Minuten/kg Trockenmasse) für Grünfutter (Gras) und Gras- sowie Maissilagen (DESIMPELAERE, 1996).

	Grünfutter	Konserviertes Futter	
	Gras (n = 13)	Gras (n = 30 <sup>1</sup> )	Mais (n = 22)
Fresskauen	33,7	26,2	20,2
Wiederkauen	37,3	47,4	39,6
Gesamtkauen	71,0	73,6	59,8

<sup>1</sup> 20 Anwelksilagen, 8 Nasssilagen, 2 Heupartien.

### 3 Nährstoffumsetzungen von Grünfutter in den Vormägen

HOLDEN et al. (1994) untersuchten an einem Grünlandaufwuchs, der als Grünfutter auf der Weide, Anwelksilage oder Heu an Milchkühe verfüttert wurde, die Auswirkungen auf das Milieu in den Vormägen (Tabelle 2). Bei ähnlichen TM-Aufnahmen aller drei Futterarten hatten die Kühe bei Grünfutteraufnahme in der Pansenflüssigkeit die höchsten Konzentrationen an kurzkettigen Fettsäuren und dementsprechend, zumindest in den Nachmittags- und Abendstunden (HOLDEN et al., 1994), auch die niedrigsten pH-Werte mit Minima von pH 5,7, wie sie sonst typisch sind für konzentratfutterreiche Rationen. Auch die insgesamt hohen Ammoniak-Konzentrationen in der Pansenflüssigkeit waren – trotz nahezu identischer Rohproteinkonzentrationen (16,9 - 17,4 % in der TM) – bei Grünfutteraufnahme noch um 25 % höher als bei Silage- oder Heufütterung. Die höheren Gehalte an kurzkettigen Fettsäuren und Ammoniak-N in der Vormagenflüssigkeit zeigen eine sehr

intensive Fermentation der Kohlenhydrate und des Rohproteins aus Frischgras, sind jedoch auch ein Hinweis darauf, dass das aus dem Abbau des Rohproteins stammende Ammoniak nur unvollständig zur mikrobiellen Rohproteinsynthese genutzt wurde.

Tabelle 2: Auswirkungen von Grünfutter im Vergleich zu Silage und Heu auf das Milieu im Pansen – mittlere Gehalte an kurzkettigen Fettsäuren und Ammoniak-Stickstoff (HOLDEN et al., 1994).

Variable	Grünfutter	Silage	Heu
Trockenmasse-Aufnahme, kg/Tag	13,0	13,7	13,1
Kurzkettige Fettsäuren in der Pansenflüssigkeit			
Gesamt, mmol/L	132	118	118
Essigsäure, % <sup>1</sup>	71	73	71
Propionsäure, %	17	18	19
Buttersäure, %	9	6	7
Ammoniak-Stickstoff, mg/L	137	109	110

<sup>1</sup> Mol/100 mol.

Zur Erzielung einer maximalen mikrobiellen Rohproteinsyntheseleistung wurde als optimales Verhältnis von im Pansen abbaubaren Stickstoff-Verbindungen zu im Pansen fermentierbaren energieliefernden Verbindungen ein Wert von 25 g N/kg organischer Masse (CZERKAWSKI, 1986) bzw. 32 g N/kg Kohlenhydrate (SINCLAIR et al., 1991) angegeben. Dies entspricht 156 g Rohprotein/kg organischer Masse bzw. 200 g Rohprotein/kg Kohlenhydrate. Je besser dieses Verhältnis im Tagesablauf eingehalten wird, desto „synchroner“, d. h. gleichzeitiger, verläuft der Kohlenhydrat- und Rohproteinabbau (siehe BLANK et al., 1998). Erste gezielte Versuche an laktierenden Milchkühen zum Einfluss synchroner versus asynchroner Konzentratfüttergaben zur Weide deuteten zwar auf eine bessere mikrobielle Stickstoff-Fixierung in den Vormägen bei synchroner Rationsgestaltung hin, erbrachten aber keine durchgängigen Verbesserungen im Stickstoff-Status der Tiere oder der Milchleistung (KOLVER et al., 1998).

Neuere Ergebnisse mittels *in situ*-Methode („Nylonbeuteltechnik“) von SCHÄFER (1996) an Deutschem und Welschem Weidelgras zeigen, wie stark die in den Vormägen von Rindern im Tagesablauf zu beobachtenden Werte besonders bei jungen Frühjahrsaufwüchsen vom obigen Optimum entfernt sind. Bei Anfang Mai geerntetem Grünfutter war das Verhältnis von im Pansen abbaubaren Stickstoff-Verbindungen zu im Pansen fermentierbaren Kohlenhydraten (g N/kg Kohlenhydrate) in der ersten Stunde nach Inkubationsbeginn > 60, während es bereits nach drei Stunden auf Werte unter 20 absank. Daraus folgt, dass einem anfänglichen N-Überschuss respektive Energiemangel in den Vormägen mit einem Ergänzungsbedarf an schnell fermentierbaren Kohlenhy-

draten (Stärke, Saccharose) relativ bald ein N-Mangel mit entsprechendem Bedarf an N-liefernden Verbindungen zur Optimierung der mikrobiellen Synthese folgt. Wie weit zumindest der temporäre N-Mangel durch den rumino-hepatischen Kreislauf von Harnstoff ausgeglichen werden kann, ist nicht ausreichend geklärt.

Geeignete Konzentratfuttermittel zum adäquaten Ausgleich des Mißverhältnisses zwischen Stickstoff-Freisetzung und Kohlenhydratfermentation in Frischgras sind nach TAMMINGA et al. (1990) Trockenschnitzel, Reis und Tapioka, die einen niedrigen Quotienten zwischen fermentierbaren Stickstoff-Verbindungen und Kohlenhydraten aufweisen, verbunden mit einer hohen Fermentationsrate für diese Kohlenhydratfraktion. Körnermais, Sorghum oder Kartoffeln haben einen ähnlichen Quotienten, aber wesentlich niedrigere Fermentationsraten für die Kohlenhydrate. BERZAGHI et al. (1996) konnten aber zeigen, dass auch mit einer Zufütterung von grob zerkleinertem Körnermais mit nur langsam fermentierbarer Stärke zur Weide trotz reduzierter Grünfutteraufnahme und Verdaulichkeit der Ration die Effizienz der mikrobiellen Rohproteinsynthese in den Vormägen gesteigert werden konnte.

Ein alternativer Weg, die bei Grünfütterung für hohe Leistungen nicht ausreichende mikrobielle Rohproteinsynthese in den Vormägen auszugleichen und die Aminosäurenversorgung der Milchkuh zu verbessern, ist die Verfütterung von Ergänzungsfuttermitteln mit einem gegenüber dem Gras deutlich höheren Anteil an im Pansen nicht abgebautem Rohprotein (undegraded protein, UDP). HONGERHOLT und MULLER (1998) konnten in einem ersten Versuch zeigen, das zumindest bei älteren Tieren die Milchproteinleistung tendenziell erhöht war. Weiterführende Diskussionen zur optimalen Ergänzung von Weidefutter finden sich in einer neueren Übersicht von MULLER und FALES (1998).

Generell und kritisch ist jedoch festzuhalten, dass für eine bessere Nutzung des Energie- und Nährstoffgehaltes und den gleichzeitigen zielgerichteten Ausgleich der für hohe Leistungen nicht optimalen Nährstoffzusammensetzung des Grünfutters eine adäquate Futtermittelanalytik eine unabdingbare Voraussetzung ist, die sich nicht auf die Charaktersierung der stickstoffliefernden Verbindungen als Rohprotein und der energieliefernden Verbindungen als Rohfaser und N-freie Extraktstoffe beschränken darf (siehe SÜDEKUM, 1997).

## Literatur

- BERZAGHI, P., J. H. HERBEIN, C. E. POLAN, 1996. Intake, site, and extent of nutrient digestion of lactating cows grazing pasture. *J. Dairy Sci.* 79, 1581-1589.
- BLANK, R., SÜDEKUM, K.-H., IMMIG, I., KLEINMANS, J., 1998. Synchroner Abbau von Kohlenhydraten und Rohprotein in den Vormägen - eine neue Variable für die Rationsgestaltung? *Übers. Tierernährg.* 26, 157-188.
- CZERKAWSKI, J. W., 1986. *An Introduction to Rumen Studies*. Pergamon Press, Oxford, 236 pp.
- DESIMPELAERE, P. (HRSG.), 1996. *Strukturbewertung in der Milchviehfütterung*. Ministerium für Mittelstand und Landwirtschaft, Brüssel.

- DLG, 1999. DLG-Fütterungskonferenz. Fütterung der 10.000 Liter Kuh, Braunschweig, 9.-10. Februar 1999. DLG, Frankfurt/Main.
- FICK, G. W., E. A. CLARK, 1998. The future of grass for dairy cattle. *In: J. H. Cherney, D. J. R. Cherney (Eds.) Grass for Dairy Cattle*, 1-22. CAB International, Wallingford.
- GIVENS, D. I., A. R. MOSS, A. H. ADAMSON, 1993. Influence of growth stage and season on the energy value of fresh herbage. 1. Changes in metabolizable energy content. *Grass Forage Sci.* **48**, 166-174.
- HOLDEN, L. A., L. D. MULLER, G. A. VARGA, P. J. HILLARD, 1994. Ruminant digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay, or silage. *J. Dairy Sci.* **77**, 3034-3042.
- HONGERHOLT, D. D., L. D. MULLER, 1998. Supplementation of rumen-undegradable protein to the diets of early lactation Holstein cows on grass pasture. *J. Dairy Sci.* **81**, 2204-2214.
- KOLVER, E. S., L. D. MULLER, 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* **81**, 1403-1411.
- KOLVER, E., L. D. MULLER, G. A. VARGA, T. J. CASSIDY, 1998. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **81**, 2017-2028.
- MULLER, L. D., S. L. FALES, 1998. Supplementation of cool-season grass pastures. *In: J. H. Cherney, D. J. R. Cherney (Eds.) Grass for Dairy Cattle*, 335-350. CAB International, Wallingford.
- SCHÄFER, K., 1996. Nährstoffabbau und Mengenelementfreisetzung frischer und siliertes Gräser im Pansen von Rindern. Diss., Agrarwiss. Fak., Univ. Kiel, 170 S.
- SCHWARZ, F. J., 1999. Kann die Qualität des Grundfutters der Leistungssteigerung in der Milchviehhaltung folgen? *In: DLG-Grünlandtagung '99, Perspektiven einer umweltgerechten und effektiven Milchproduktion auf dem Grünland*, 29-39. DLG, Frankfurt/Main.
- SINCLAIR, L.A., P. C. GARNSWORTHY, P. BEARDSWORTH, P. FREEMAN UND P. J. BUTTERY, 1991. The use of cytosine as a marker to estimate microbial protein synthesis in the rumen. *Anim. Prod.* **52**, 592 (Abstr.).
- STAKELUM, G., P. DILLON, S. CROSSE, 1995. Feeding high merit cows on pasture. *Irish Grassl. Anim. Prod.* **29**, 3-10.
- SÜDEKUM, K.-H., 1997. Aufnahme, Verdaulichkeit und ruminale Nährstoffumsatz bei Wiederkäuern. Habilitationsschrift, Agrarwiss. Fak., Univ. Kiel, 258 S.
- SÜDEKUM, K.-H., F. TAUBE, M. WÖRNER, K. PABST, 1994. Slot-seeding of white clover into a permanent pasture: impact on nutritive value estimated in vivo and in vitro. *Wirtschaftseig. Futter* **40**, 129-141.
- TAMMINGA S., A. M. VAN VUUREN, C. J. VAN DER KOELEN, R. S. KETELAAR UND P. L. VAN DER TOGT, 1990. Ruminant behaviour of structural carbohydrates, non-structural carbohydrates and crude protein from concentrate ingredients in dairy cows. *Neth. J. Agric. Sci.* **38**, 513-526.
- UNIVERSITÄT HOHENHEIM - DOKUMENTATIONSSTELLE (HRSG.), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- WALES, W. J., P. T. DOYLE, D. W. DELLOW, 1998. Dry matter intake and nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Aust. J. Exp. Agric.* **38**, 451-460.

### **Anschrift des Verfassers**

Karl-Heinz Südekum, Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie, Christian-Albrechts-Universität, 24098 Kiel; e-mail: suedekum@aninut.uni-kiel.de



# Effiziente Milchproduktion vom Grünland – Der neuseeländische Ansatz

P. THOMET

Die neuseeländischen Milchproduzenten sind die wettbewerbsfähigsten der Welt. Sie haben ihr Produktionssystem und ihre Strukturen soweit optimiert, dass sie trotz eines Milchpreises von rund 32 Pf./kg ECM noch Unternehmergewinne erzielen.

In Neuseeland halten 14'700 Milchfarmer etwa 3 Millionen Kühe auf 1.3 Mio. Hektaren bestem Weideland. Mehr als 90% der zur Zeit 10.3 Mio. Tonnen produzierter Milch werden verarbeitet und exportiert. Die Milchmenge hat in den letzten fünf Jahren um 38% zugenommen (LIC, 1998). Eine weitere Ausdehnung ist als Folge des liberalisierten Weltmarktes zu erwarten. Obwohl die ganze Milchwirtschaft in der Hand der Produzenten liegt, ist der Milchpreis der tiefste in der entwickelten Welt. Der Staat gewährt abgesehen von einer stark ausgebauten öffentlichen Forschung keine finanzielle Unterstützung. Entsprechend sind die Milchfarmer gezwungen, ihr Produktionssystem so effizient und kostengünstig wie möglich zu gestalten. Der Schlüssel zum Erfolg liegt im guten Graswachstum und in der hohen Arbeitseffizienz.

Die Ration der Milchkühe besteht auf dem Grossteil der Milchviehbetriebe Neuseelands fast vollständig aus Weidegras. Etwas Grassilage oder Heu (5 bis 10% der Jahresration) dienen zur Überbrückung von extremen Futterengpässen. Kraftfutter wird keines gefüttert, weil es im Verhältnis zum Milchpreis zu teuer ist. Die Kühe halten sich während des ganzen Jahres auf den Weiden auf. Weil es kaum Mechanisierung und Gebäude braucht, lassen sich die Kosten der Milchproduktion extrem tief halten. Der durchschnittliche Familienbetrieb hält auf 80 ha Land rund 200 Milchkühe (inklusive eigene Nachzucht; ohne fremde Arbeitskräfte).

## **Neuseeland am kostengünstigsten dank Vollweide**

Die Milchproduktion ist konsequent auf das Graswachstum abgestimmt. Im Spätwinter kalben alle Kühe im Zeitraum von sechs Wochen ab, um dann im Frühjahr, wenn viel Futter wächst, möglichst viel Milch zu produzieren. Die Laktationsspitze fällt mit dem stärksten Wachstum zusammen (Abb.1+2). Im Herbst wird die ganze Kuhherde frühzeitig nach einer Laktationsdauer von nur 250 bis 265 Tagen trockengestellt und auf Erhaltungsbedarf gesetzt. Damit vermindert sich der Futterbedarf im Winter wesentlich. Dank radikaler Rationierung des im Herbst verbleibenden Weidefutters können die Kühe billig durch den Winter gebracht werden. Es wird

angestrebt, möglichst wenig Futterkonserven (Heu, Silage) zu brauchen, weil dies zu viel kostet.

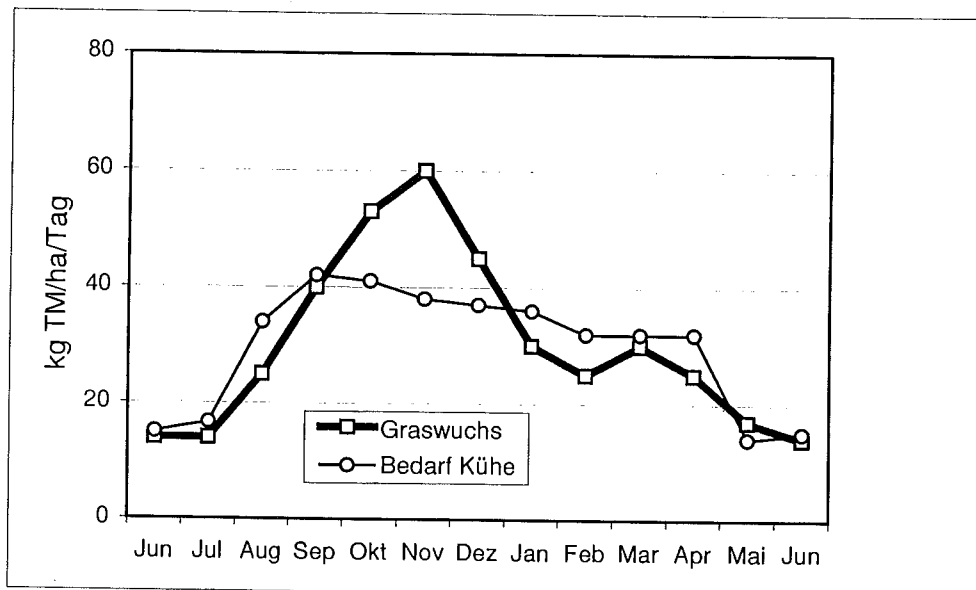


Abbildung 1: Anpassung des Futterbedarfes der Kühe in Neuseeland an das Weide-Graswachstum; synchronisierter Abkalbezeitpunkt der Herde Ende Winter (Juli/August); vorzeitiges Trockenstellen im Herbst (MILLIGAN et al., 1987)

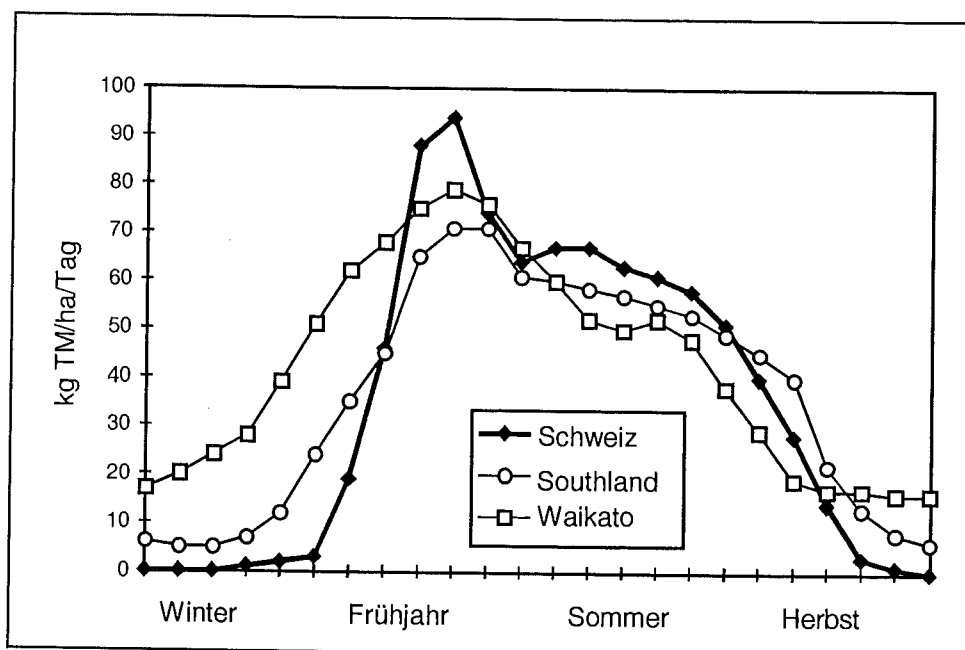


Abbildung 2: Vergleich der Graszuwachskurven in Neuseeland (Waikato und Southland) mit dem Schweizer Mittelland (DRC, 1996; Radcliffe, 1974; Thomet und Blättler, 1998)

In der Regel halten sich die Kühe immer draussen auf. Nur ganz im Süden von Neuseeland, wo es über 110 Frostnächte pro Jahr gibt und Temperaturen unter minus 10°C im Winter keine Seltenheit sind, sieht man hie und da eine einfache, offene Liegehalle. Die Bauern sagen, dass die Kälte für die

Kühe kein Problem sei. Vielmehr Sorgen machen hingegen die Trittschäden bei langdauernden Winterregenfällen.

Trotz den radikalen Haltungs- und Fütterungsmethoden sind die Kühe gesund und fruchtbar. Die Rinder kalben im Alter von 24 Monaten. Die mittlere Nutzungsdauer beträgt 4.8 Laktationen. Die Kühe (60% Holstein-Friesen, 20% Jersey, 20% Kreuzung Holstein x Jersey) sind mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 430 kg kleiner und leichter als in Europa. Die Milchleistung pro Hektare stellt ein viel wichtigeres Mass für den Erfolg dar als die individuelle Leistung pro Kuh. Gute Betriebe erreichen Milchleistungen von 13'000 kg ECM/ha/Jahr (= 3 Kühe/ha x 4'333 kg/Kuh/Jahr, inklusive eigene Nachzucht) ohne jeglichen Zukauf von Futter. Die durchschnittliche Produktivität aller Milchfarmen Neuseelands liegt bei 10'000 kg ECM/ha (inklusive Nachzucht), was bemerkenswert hoch ist (LIC, 1998).

### **Hohe Leistungen mit Weidegras allein**

Die landwirtschaftliche Forschung in Neuseeland kann anhand von vielen wissenschaftlichen Untersuchungen belegen, dass Weidegras allein für eine nachhaltige Milchproduktion zu genügen vermag. Dabei sind die Pflanzenbestände mit jenen der produktiven Grünlandgebiete Europas (Irland, Westfrankreich, Westengland, Alpenvorland) vergleichbar. Die Rohproteinüberschüsse und Strukturarmut im Frühjahr und Herbst können ebenfalls festgestellt werden. Doch sie werden ignoriert. Die Fütterungs- und Rationsplanung, wie wir sie kennen, hat keine Bedeutung. Im Zentrum steht das Management der Weiden, das die bestmögliche Ausnutzung des gewachsenen Futters über die gesamte Saison hinweg zum Ziel hat. Das Weidegras soll in möglichst viel Milch umgewandelt werden. Man geht grundsätzlich davon aus, dass Zusatzfutter einen geringeren Verzehr von Weidegras bewirken und wirtschaftlich nicht lohnend sind.

Der folgende, vor kurzem beendete praxisnahe Systemvergleich soll dies verdeutlichen. Während drei Jahren wurden mit hochwertigen Holstein-Kühen acht Fütterungsverfahren verglichen (Tab.1). Das durchschnittliche Lebendgewicht der Kühe betrug 470 kg. Die Zufütterung von gerollten Maiskörnern, Maissilage oder gar das Anstreben einer ausgeglichenen Ration führten zu einem deutlich schlechteren ökonomischen Ergebnis, obschon der Milchertrag auf über 24'000 kg ECM/ha gesteigert werden konnte (PENNO und CLARK 1997; PENNO, 1998). Die Klimaverhältnisse auf der Nordinsel NZ wären sehr günstig für den Maisanbau. Extrem hohe Silomaiserträge von über 25 Tonnen Trockensubstanz pro Hektare können erwartet werden. Trotzdem wird in der Milchwirtschaft relativ wenig Silomais eingesetzt, da sein Einsatz bisher nicht wirtschaftlich war. Der Silomais-Preis liegt über dem kritischen Grenzwert von 0,22 DM/kg Trockensubstanz.

Tabelle 1: Systemvergleich zur neuseeländischen Milchproduktion - Einfluss der Besatzstärke, der Stickstoffdüngung und der Ergänzungsfütterung auf die Milchleistung bei Ganzjahresweidehaltung (Penno und Clark, 1997; Penno, 1998; 3-jähriger Versuch an der Dairying Research Corporation (DRC, Hamilton NZ))

„Farmlet“ (je 5.7 ha)	1	2	3	4	5	6	7	8
						mit Ergänzungsfütterung		
Besatz (Kühe/ha)	3.34	3.34	3.34	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42
Stickstoffdüngung (kg N/ha/J)	0	200	400	200	400	200	200	200
Produz. Grassilage (kgTS/Kuh/J)	0	268	491	0	65	0	0	71
<i>Ergänzungsfütterung (kgTS/Kuh/J)</i>								
-- gerollte Maiskörner	0	0	0	0	0	1283	0	484
-- Grassilage	0	209	254	101	78	204	0	75
-- Maissilage	0	0	0	0	0	0	1325	537
-- Kraftfutter (Ration ausgleichen)	0	0	0	0	0	0	0	338
<i>Milchleistungen (kg ECM/Jahr)</i>								
Laktationsdauer (Tage)	263	277	291	221	226	286	280	287
Milchertrag pro Kuh	4411	5038	5331	3723	3977	5489	5035	5458
Milchertrag pro Kuh und Tag	16.8	18.2	18.3	16.8	17.6	19.2	18.0	19.0
Milchertrag pro Hektare	14734	16872	17806	16457	17578	24259	22255	24124
<b>„Profit“ (DM/ha/Jahr)</b>	<b>1874</b>	<b>2096</b>	<b>2075</b>	<b>1712</b>	<b>1864</b>	<b>731</b>	<b>1845</b>	<b>673</b>

Interessant an den Zahlen in Tabelle 1 ist die Tatsache, dass auf der Basis von Wiesenfutter allein eine Leistung um 17000 kg ECM/ha/Jahr erreicht werden konnte. Bei den Weiden handelte es sich um altes Dauergrünland mit mittelmässiger botanischer Zusammensetzung. Die Futterkonvertierungseffizienz betrug für das gesamte Jahr (260 Tage Laktation plus 105 Tage Galtzeit) 1,12 kg ECM/kg TM verzehrtes Weidegras in der Jahresration (= Bedarf während Galtzeit miteingerechnet). Während der Laktationszeit, ohne Berücksichtigung der langen Galtzeit, betrug die Futterkonvertierungseffizienz 1,49 ECM/kg TM. Die Zufütterung von Mais oder das Anstreben einer stets ausgeglichenen Ration erlaubte eine leichte Verlängerung der Laktationsperiode, verbesserte die Milchleistung jedoch nur von 18 auf 19 kg ECM/Kuh/Tag.

Die Ergebnisse führen zur Frage, ob sich der bei uns aktuell gezüchtete Kuhtyp für eine konsequente Vollweidehaltung und -fütterung eignet? Die in Mitteleuropa und Nordamerika gezüchteten Hochleistungs-Milchkühe werden immer grösser und schwerer. Sie bedürfen einer energiekonzentrierten Ration, um ihr Leistungspotential auszuschöpfen. Das betriebseigene Wiesenfutter genügt nicht mehr. Es gibt viele Indizien, die darauf hindeuten, dass die grossrahmige Hochleistungskuh auf der Weide nicht genügend Futter aufnehmen kann und deshalb permanent energieunterversorgt ist. Welche Konsequenzen sich für die Tiergesundheit und die Fruchtbarkeit bei Vollweidehaltung ergeben, müsste noch untersucht werden. Die „Low cost“-Milchfarmen in Neuseeland und Irland belegen jedenfalls, dass die Milchproduktion auf der Basis von billigem Weidegras mit nur geringer Ergänzungsfütterung möglich und sogar sehr wettbewerbsfähig ist (BROCARD et al., 1995). Die Grundsätze der Milchvieh-

fütterung, wie sie heute in Deutschland und der Schweiz gelten, sollten demzufolge zumindest für das Grünlandgebiet kritisch überprüft werden.

### Schlüsselfaktoren der wirtschaftlichen Milchproduktion vom Grünland

Weil das Weidegras im Grünlandgebiet mit Abstand das billigste Futter ist, geht es darum, einen möglichst hohen Weideanteil in der Jahresration einer Kuhherde zu realisieren und pro Kilogramm Weide-Trockenmasse möglichst viel Milch zu erzeugen. In Abbildung 3 werden die Schlüsselgrößen und Zusammenhänge dargestellt.

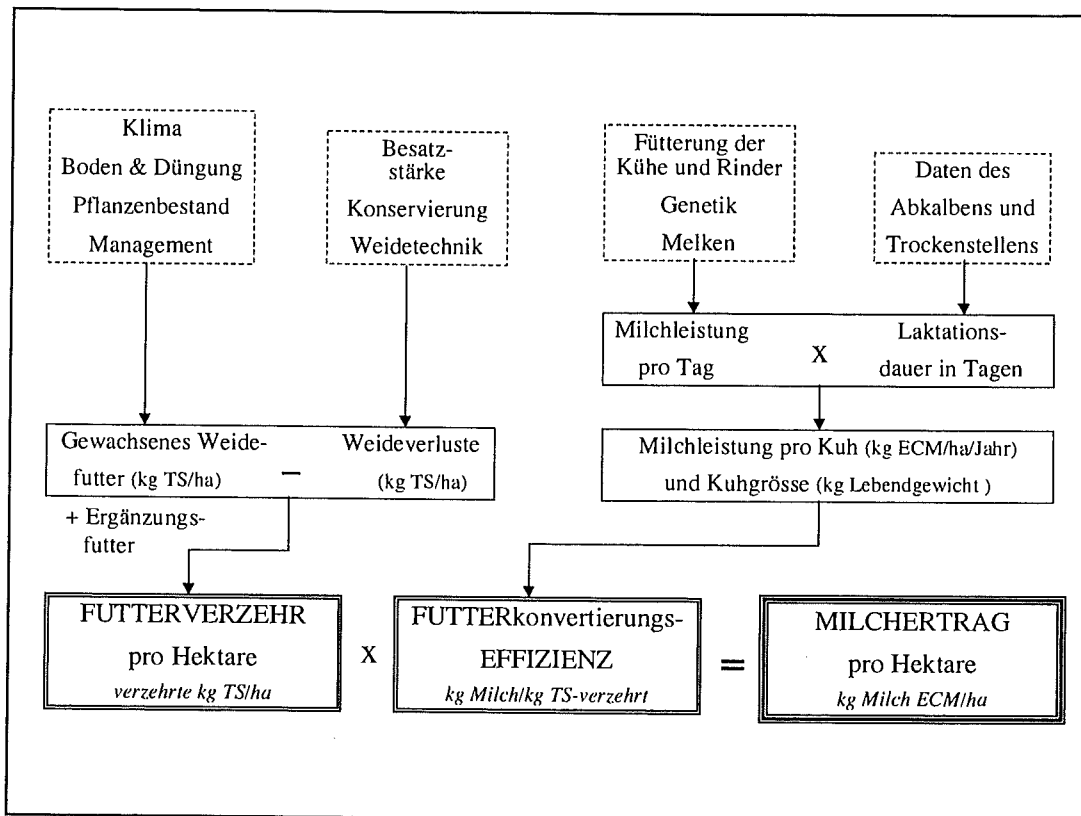


Abbildung 3: Erfolgsbestimmende Faktoren und Zusammenhänge der Milchproduktion auf Grünland bei Weidehaltung (nach HOLMES 1997, geändert)

Der Milchertrag pro Hektare stellt die wichtigste Zielgröße dar. Die Jahres-Milchleistung pro Kuh ist weniger entscheidend. Das genetische Potential für Milchproduktion muss zwar hoch sein, wird jedoch nur in lohnenden Zeitperioden ausgeschöpft. Die tatsächlich realisierte Jahres-Milchleistung der Einzelkuh ist in Neuseeland wesentlich tiefer als wir sie in Europa anstreben, weil: 1. das durchschnittliche Lebendgewicht einer neuseeländischen Holstein-Kuh nur 470 kg beträgt, 2. die Laktation entsprechend dem Graswachstum auf 230 bis 260 Tage verkürzt ist und 3. die Ration nur aus Weidegras besteht. Zentral ist die Erkenntnis, dass in einem weidebasierten Milchproduktionssystem die höchste Milchleistung pro Hektare mit einem Viehbesatz erreicht wird, welcher der einzelnen Kuh nicht mehr erlaubt, ihren Futterbedarf voll zu decken. Die Leistung und Futterkonvertierungs-

Effizienz der Einzelkuh wird damit zwar etwas verschlechtert, dagegen sinken die Weideverluste. Dadurch kann mehr grüne Biomasse zu Milch veredelt werden. Die Gesamteffizienz des Systems ist insgesamt bei hohem Viehbesatz überlegen.

Die neuseeländischen Erfahrungen lassen den Schluss zu, dass die Milchleistung pro Kuh und Jahr nur ein untergeordnetes Kriterium für die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion vom Grünland darstellt. Wichtiger ist der Ertrag an Milchinhaltstoffen pro Hektare und der dazu erforderliche Aufwand an Kapital und Arbeit. Die Kühe sollen pro 100 kg Lebendgewicht eine hohe Menge billiges Weidegras verzehren und keine teure Ergänzungsfütterung benötigen, um fruchtbar und langlebig zu bleiben. Wie weit sich die dargestellten Erkenntnisse auf Mitteleuropa übertragen lassen, sollte in entsprechenden Systemvergleichen untersucht werden.

### **Literatur**

- BROCARD V., KEROUANTON J., LE LAN B., 1995. La maîtrise des coûts de production grâce au pâturage en Irlande: quels enseignements pour la Bretagne. *Fourrages* 143, 89-108.
- DRC (Dairying Research Corporation), 1996. Research Update Nr.3, Hamilton NZ, 16 p.
- HOLMES C.W., 1996. Efficiency: The key to profitable survival. *Dairyfarming Annual*, Massey University, Palmerston North NZ, 28-36.
- HOLMES C.W., 1997. Low cost production of milk from grazed pastures: an outline of dairy production in New Zealand, Massey University, Palmerston North NZ, 30p.
- LIC (Livestock Improvement Corporation Limited), 1998. *Dairy Statistics 1997-1998*, 44 p.
- MILLIGAN K.E., BROOKES I.M., THOMPSON K.F., 1987. Feed planning on pasture. In A.M.Nicol (ed), *Livestock Feeding on pasture*, New Zealand Society of Animal Production, Occ. Publication No. 10, 75-88.
- PENNO J.W., 1998. Turning systems for high MS into high EFS. *Dairy Exporter*, November 1998, p.50.
- PENNO J.W. und CLARK D.A., 1997. Silage for milk production and profit. *Proceedings of the Massey Dairy Farmers Conference* 49, 50-56.
- RADCLIFFE J.E., 1974. Seasonal distribution of pasture production in New Zealand; Southland Plains. *N.Z. Journal of Experimental Agriculture* 2, 341-348.
- THOMET P. und BLÄTTLER T., 1998. Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. *Agrarforschung* 5(1), 25-28.

### **Anschrift des Verfassers**

Dr. P. Thomet, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft (SHL), Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen; Tel. 0041 31 910 21 52, Fax 0041 31 910 22 99, e-mail: peter.thomet@shl.bfh.ch.

# Grünlandfutterleistung in Milchviehbetrieben des Bergischen Landes

J. SCHELLBERG, F.-J. SCHOCKEMÖHLE UND A. SCHULZE

## Einleitung

Die Leistung der Milchkühe aus dem Grünlandfutter (Weidegang, Sommerstallfütterung und Futterkonserven) ist in besonderem Maße von der Qualität des angebotenen Futters abhängig. Hohe Grünland-Futterqualität bedeutet eine hohe Futteraufnahme (Ernst und Rieder, 1990, AID Nr. 1088), zugleich eine hohe Energieaufnahme der Tiere und schließlich eine hohe tägliche Milchleistung aus dem Grünlandfutter. Schlechte Qualität vermindert dagegen die Aufnahme von Grünlandfutter, zwingt zur Steigerung des Kraftfuttereinsatzes und hat verstärkte Importe von Nährstoffen zur Folge, die mit Milch den Grünlandbetrieb nur in geringem Umfang wieder verlassen. Insofern stehen die Grünland-Futterqualität und die Nährstoffbelastung der Grünlandflächen in direktem Zusammenhang. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Grünlandfutterleistung von Milchviehbetrieben des Bergischen Landes sowohl ökonomisch als auch ökologisch zu bewerten. Die Vorteile einer Steigerung der Grünland-Futterleistung sollten besondere Beachtung finden.

## Standort und Datenerhebung

Das *Bergische Land* erstreckt sich über den Oberbergischen-, Rheinisch-Bergischen- und den rechtsrheinischen Rhein-Sieg-Kreis. Diese Region ist wegen der ungünstigen topografischen und klimatischen Bedingungen an die Milchproduktion gebunden. Hohe Niederschläge gewährleisten ausreichenden Futterwuchs, schränken jedoch die Weidenutzung mancherorts ein. Es wurden im Wirtschaftsjahr 1997/98 insgesamt 92 absolute Grünlandbetriebe untersucht; die wichtigsten Standort- und Betriebsdaten sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Kenndaten der Grünlandregion *Bergisches Land*

	Minimum	Maximum	Mittel
Höhenlage [m ü. NN]	100	320	200
Jährlicher Niederschlag [mm]	800	1100	1000
Durchschnittstemperatur [°C]	6,5	7,8	7,5

Die durchschnittliche Grünlandfutterleistung pro Kuh eines jeden Betriebs wurde rechnerisch ermittelt aus der Gesamtmilchleistung abzüglich der Milchleistung aus Kraftfutter vom Typ „A“ (Milchleistungsfutter, Getreide, Trockenschnitzel, Sojaschrot) und „B“ (Biertreber, Preßschnitzel etc.). Der N-Überschuß pro Kuh und Jahr wurde errechnet aus Aufwand und N-Konzentration des verfütterten Milchleistungsfutters abzüglich der N-Menge, die mit Milch - in

Abhängigkeit von deren Eiweißgehalt - den Betrieb verließ. Der Deckungsbeitrag in der Milchproduktion (DB II Milch) setzt sich zusammen aus der Marktleistung abzüglich der variablen Kosten und wurde einzelbetrieblich für das Wirtschaftsjahr 1997/98 errechnet.

## Ergebnisse und Diskussion

### Milchleistung und Kraftfuttereinsatz

Der Herdendurchschnitt der ausgewählten Grünlandbetriebe reicht von 4741 kg bis 9744 kg Milch pro Kuh und Jahr. Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen Rinderrasse, Haltungsfarm sowie Fütterungs- und Melktechnik einerseits und der Gesamtmilchleistung andererseits konnte nicht gefunden werden.

Tab. 2: Gesamtmilchleistung, Milchleistung aus Kraftfutter „A“ und „B“ und Kraftfuttereinsatz in 92 ausgewählten Grünlandbetrieben des Bergischen Lands (1997/98)

	Minimum	Maximum	Mittel
Betriebsgröße [ha]	29,8	111,0	61,8
Kuhzahl pro Betrieb [ ]	19,0	111,0	57,0
Besatzstärke [GVE ha <sup>-1</sup> ]	1,3	2,5	1,8
Energiedichte in Grassilage [MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM]	5,7	6,5	6,2
Gesamtmilchleistung [kg Milch Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> ]	4741	9744	6367
Grünlandfutterleistung [kg Milch Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> ]	328	4617	2877
Milchleistung aus Kraftfutter „A“ [kg Milch Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> ]	525	5400	2918
Einsatz von Kraftfutter „A“ [kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> ]	239	3177	1474

Der Anteil der Milch, die mit Grünlandfutter erzeugt wird (Grünlandfutterleistung), reicht von 328 kg Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> bis 4617 kg Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> (Tab. 2), was deutlich macht, daß zahlreiche Betriebe die Reserven des Grünlands bei weitem nicht ausschöpfen.

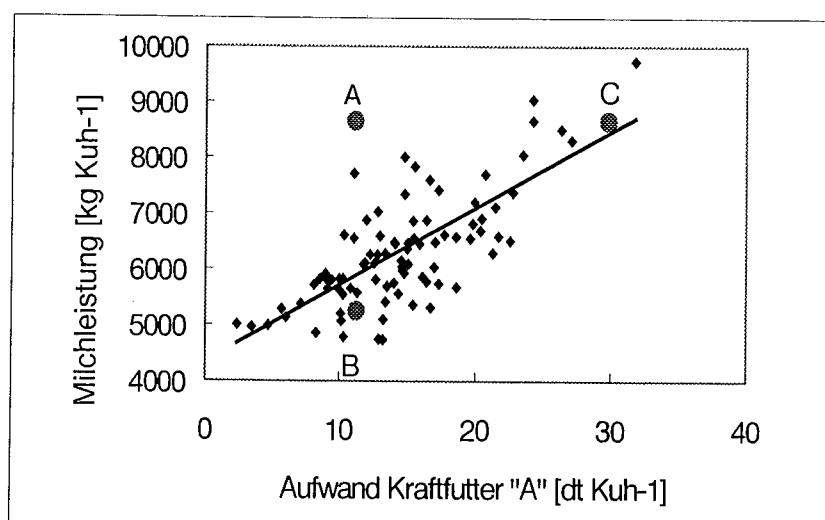


Abb. 1: Milchleistung und Kraftfutteraufwand von ausgewählten Grünlandbetrieben des Bergischen Landes (1997/98) (weitere Erläuterungen siehe Text)



Die durchschnittliche Grünlandfutterleistung beträgt  $2877 \text{ kg Kuh}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ . Dem steht ein durchschnittlicher Einsatz von Kraftfutter „A“ von  $1474 \text{ kg Kuh}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  und eine daraus er-molkene Milchmenge von  $2918 \text{ kg Milch Kuh}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  gegenüber. In zahlreichen Betrieben wird zusätzlich zu Kraftfutter vom Typ „A“ auch solches vom Typ „B“ verabreicht. Diese Fut-termittel sind auf jeden Fall bedeutsam für die Nährstoffbilanz des Betriebes, weil sie nicht selbst erzeugt sondern import werden. Der Einsatz von Kraftfutter „B“ ist – auf die Zahl aller Betriebe bezogen – jedoch vergleichsweise gering. Zwischen dem Einsatz von Kraftfutter „A“ und der Gesamtmilchleistung besteht offensichtlich ein Zusammenhang (Abb. 1). Auffällig ist, daß Betriebe der gleichen Region bei gleichem Kraftfuttereinsatz eine sehr unterschiedliche Milchleistung erzielen können, bzw. für die gleiche Milchleistung unterschiedlich viel Kraft-futter einsetzen (s. Kennzeichnung Betriebe A, B und C). Der Betrieb C ermelkt aus Grünland-futter nur  $328 \text{ kg Milch Kuh}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ , Betrieb A dagegen über  $3200 \text{ kg Milch Kuh}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ . Diese Unterschiede sind nicht allein auf die standörtlichen Bedingungen zurückzuführen, viel-mehr sind Herdenmanagement, Tiergesundheit, Weideführung, Futtevorlage und vor allem die Qualität des Weide- und Silofutters entscheidend.

### Nährstoffbelastung durch Zukauffutter

Der Zukauf von Futtermitteln in den Grünlandbetrieb ist immer mit Nährstoffimporten verbun-den. Problematisch daran ist, daß wegen der hohen Nährstoffausscheidungen der Rinder der weitaus größte Teil dieser Nährstoffe im Betrieb verbleibt, hingegen mit der Milch nur ein ge-ringer Teil auch wieder exportiert wird.

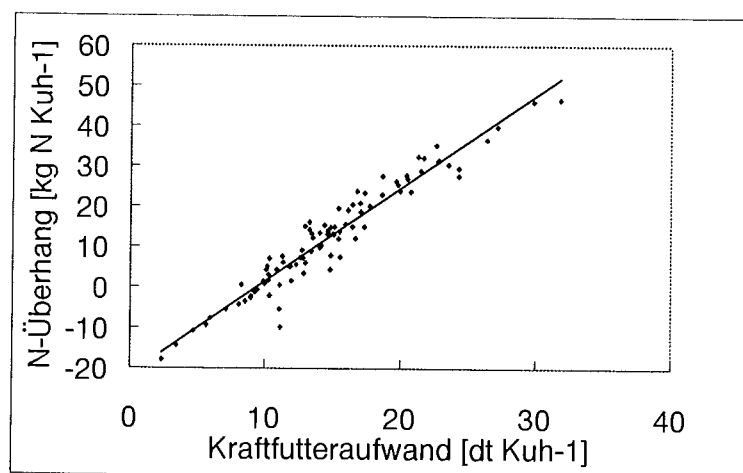


Abb. 2: Stickstoffüberhang pro Kuh in Abhängigkeit vom Kraftfuttereinsatz in ausgewählten Grünlandbetrieben des *Bergischen Landes* (1997/98)

Die Nährstoffbilanzierung pro Kuh in den untersuchten Betriebe ergibt deshalb auch einen stei-genden N-Überhang mit zunehmendem Kraftfutteraufwand (Abb. 2). Auch wenn die ausge-wählten Grünlandbetriebe sehr unterschiedlich mit Fläche ausgestattet sind, und sie sich glei-

chermaßen in der Lagerung und Ausbringung der Gülle und in N-Aufnahme und Ertrag des Grünlands unterscheiden, so läßt sich doch aus der Abbildung 2 ableiten, daß pro dt eingesetzten Kraftfutters im Durchschnitt der Betriebe ein Nährstoffüberhang von 2,4 kg pro Kuh entsteht. Bei Besatzdichten größer als 1 GVE/ha verschiebt sich die in dieser Abbildung gezeigte Regressionsgerade parallel nach oben und zeigt an, wie hoch der N-Überhang pro ha ist. Die mineralische Düngung bleibt bei dieser Betrachtung völlig unberücksichtigt.

### Grünlandfutterleistung und Deckungsbeitrag

Das Bestreben nach hoher durchschnittlicher Milchleistung einer Milchviehherde beruht vor allem auf der Tatsache, daß die fixen Kosten (z. Bsp. für Stallplatz) mit steigendem Herdendurchschnitt sinken. Hohe durchschnittliche Gesamtmilchleistung ist aber nur dann ökonomisch lohnend, wenn gleichzeitig eine hohe Futteraufnahme aus dem Grünlandfutter erreicht wird, denn wirtschaftseigenes, auf dem Grünland gewonnenes Futter ist bisher das billigste Futter.

So erzielen die erfolgreichsten Betriebe Deckungsbeiträge von beinahe 0,50 DM/kg Milch bei einer Grünlandfutterleistung von über 4.000 kg Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>, während die weniger erfolgreichen mit höherem Kraftfuttereinsatz nur ca. 0,30 DM/kg Milch erreichen (Abb. 3). Da hohe Grünlandfutterleistung einhergeht mit hoher Gesamtmilchleistung, machen die erfolgreichsten Betriebe den höchsten Betriebsgewinn, weil die fixen Kosten pro Milchkuh niedrig bleiben.

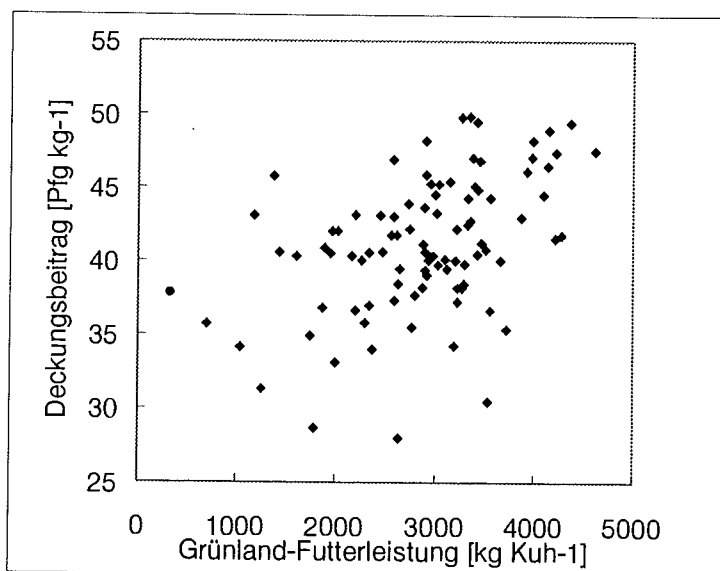


Abb. 3: Deckungsbeitrag in Abhängigkeit von der Grünland-Futterleistung in Grünlandbetrieben des *Bergischen Landes* (1997/98)

## **Schlußfolgerungen**

Die Wettbewerbsfähigkeit der Milchviehbetriebe im Mittelgebirgsgrünland ist aufgrund der im Vergleich zu Mais und Getreide geringen Energiedichten im Grünlandfutter eingeschränkt. Der Zukauf leistungssteigernder, energiereiche Kraftfuttermittel birgt die Gefahr des Nährstoffüberhangs. Ihr Einsatz ist nur lohnend, wenn gleichzeitig das Höchstmaß an Grünlandfutterleistung ausgeschöpft ist. Außerdem sind die Grünlandwirte - unter dem Eindruck der verschärften Düngeverordnung - mehr denn je gezwungen, den Import von Stickstoff mit Zukauffutter und/oder mineralischer Düngung gering zu halten. Dieser Umstand ist zusätzlicher Anlaß, der Qualität des Grünlandfutters und damit der Futteraufnahme und der Grünlandfutterleistung verstärkt Beachtung zu schenken. Die weite Spanne der Grünlandfutterleistung bei gleicher Gesamtmilchleistung in Grünlandbetrieben der selben Region beweist, daß viele Grünlandbetriebe auf diese Weise noch zusätzlichen Gewinn erwirtschaften und gleichzeitig die Umwelt entlasten können.

## **Anschriften der Verfasser**

J. Schellberg / A. Schulze, Universität Bonn, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn.

F.-J. Schockemöhle, Landwirtschaftskammer Rheinland, Postfach 1969, 53009 Bonn.

# Milchproduktion – Möglichkeiten und Grenzen des Futterbaus

J. LEHMANN UND W. KESSLER

In den vergangenen drei bis vier Jahrzehnten versuchte der Futterbau durch Verbesserungen der Qualität des Grundfutters mit den steigenden Tierleistungen Schritt zu halten. Diese Möglichkeit ist heute in vielen Betrieben ausgeschöpft und die Grenzen werden sichtbar. Das wirtschaftseigene Wiesenfutter wird zunehmend durch hochverdauliches Konzentratfutter ergänzt und ersetzt.

Wir beurteilen diese Entwicklung besonders für die Graswirtschaftsregionen der Alpen als falsch und zeigen einen Lösungsansatz.

## 1 Futterbauliche Standortbeurteilung in den Graswirtschaftsregionen der Alpen

Seit über 30 Jahren beschäftigen wir uns als Futterbauer mit der Frage: Welches Menü verlangen unsere Kühe, damit sie möglichst viel fressen und aus dem Wiesenfutter viel Milch liefern? Zu diesem Zweck haben wir in unserem Land umfangreiche und systematische Untersuchungen über das Ertragsvermögen und über den Verlauf des Nährwertes aller wichtigen Futterpflanzen durchgeführt. Wir haben Hunderte von Arten und Sorten von Gräsern, Klee (und Kräuterarten) analysiert, um Grundfutter möglichst optimal in der Milchviehfütterung einsetzen zu können. Aufbauend auf diesem Zahlenmaterial hat man vor 20 Jahren ein neues Bewertungssystem für Wiesenfutter eingeführt. Die sogenannte „Schätz- und Ernterapport-Methode“, die es erlaubt, das Milchleistungspotential von Grünfutter und konserviertem Futter ohne chemische Analysen zu bestimmen, hat viel zu einer höheren Wertschätzung des betriebseigenen Wiesenfutters beigetragen.

Bei der heutigen mittleren Milchleistung der Herdebuchtiere aller Rassen von rund 6 000 kg pro Kuh und Laktation wird im Mittel weniger als ein Kilogramm zugekauftes Mischfutter pro Tag eingesetzt.

In den vergangenen drei bis vier Jahrzehnten versuchte der Futterbau mit der steigenden Tierleistung (Tierzucht) Schritt zu halten. Diese Anstrengungen ermöglichten es in der Schweiz, weitgehend eine Erhöhung des Kraftfutteranteils in der Ration zu verhindern. So konnte stets rund 75 % der Milch aus dem Grundfutter produziert werden. Ob die Futterpflanzenqualität auch in Zukunft – bei weiter steigenden Milchleistungen pro Kuh – noch entsprechend verbessert werden kann, ist fraglich. Die Grenzen dafür sind zum Teil erreicht oder sogar überschritten. Dies zeigen die folgenden Überlegungen zu den Auswirkungen einer weiteren Erhöhung der Milchleistungen.

## 1.1 Nährstoffkreislauf und Pflanzenbestand der Wiesen

Die zunehmende Verunkrautung von Wiesen ist oft die Folge von zu grossem Streben nach noch gehaltreichem und besser verdaulichem Futter. Wer nur energie- und eiweissreiches Futter produzieren will und deshalb immer häufiger nutzt und intensiver düngt, kann jeden Wiesenbestand und dessen Ertragsfähigkeit zerstören.

Mit höheren Milchleistungen steigen jedoch zwangsläufig die Anforderungen an die Nährstoffkonzentration des Futters. Betriebsfremdes Kraftfutter ersetzt mehr und mehr das betriebseigene Grundfutter. Die Nährstoffkreisläufe der Betriebe werden so angereichert. Belastungen der Luft und des Wassers sind dabei oft die Folgen. Auch die Ertragskraft der Wiesen wird nachhaltig gestört. Zu starke Intensivierung der Wiesenbewirtschaftung durch Düngung und Nutzung führt immer zu sogenannten Sackgass-Beständen, zum „Kollaps“. Nur wenige Kriechpflanzen wie Kriechende Quecke, Gewöhnliches Rispengras, Kriechender Hahnenfuss und Weissklee können sich dieser Situation anpassen.

Aus futterbaulicher und ökologischer Sicht überschreitet eine Rindviehherde eines Betriebes ihre Leistungsgrenze dann, wenn sie leistungsbedingt auf so viel betriebsfremdes Futter – vor allem Kraftfutter – angewiesen ist, dass mehr Pflanzennährstoffe in den Betriebskreislauf gelangen als ihn verlassen. Bei den aktuellen Milchleistungen von 6 000 kg pro Kuh und Laktation streben wir daher eine Grundfutterleistung von mindestens 70 % an, damit sich die Nährstoffkreisläufe nicht „aufschaukeln“.

## 1.2 Unsere Milchkuh – ein Wiederkäuer?

Auch bei der Futteraufnahme durch das Rindvieh gibt es Grenzen. Zu junges und zu wasserhaltiges Futter wird weniger gut gefressen als etwas älteres, auch wenn es nährstoffreicher ist.

Selbst bei den intensiv nutzbaren Futterpflanzen wie Raigräser und Weissklee sind der Nährstoffkonzentration natürliche Grenzen gesetzt. Für Tagesleistungen von 25 kg Milch kann mit bestem Wiesenfutter die geforderte Nährstoffkonzentration in der Ration gerade noch erreicht werden. Laktationskurven von Milchkuhen mit mehr als 6 000 kg zeigen jedoch deutlich, dass die erforderlichen Tagesleistungen zum Teil weit über 25 kg liegen. Es müssen immer mehr Kraftfutter und Spezialfuttermittel eingesetzt werden. Das Rauhfutter verliert seine Rolle als Hauptnährstofflieferant und wird oft zum reinen Pansenfüller degradiert. Die Bindung der Milchviehhaltung an das „Grasland“ entfällt. Die Flächen sind oft nur noch notwendig, um zur Entsorgung der anfallenden Hofdünger zu dienen.

Konsequenzen einer solchen Entwicklung sind bereits bekannt: Abwanderung der Milchproduktion aus dem Graswirtschaftsgebiet in Regionen mit optimalen Bedingungen für den Ackerbau. In den meisten Hügel- und Berggebieten gibt es jedoch keine Alternativen zur Milchwirtschaft. Was geschieht mit dieser Landschaft und ihrer landwirtschaftlichen Bevölkerung?

Es ist auch eine Tatsache, dass Hochleistungstiere vermehrt unter Störungen und Krankheiten (mangelnde Fertilität, Klauenprobleme, Labmagen-Verlagerung, Euterödeme, Pansenacidose, Mastitis,...), leiden.

### **1.3 Der Energieverbrauch**

Die Energiemenge, die wir zur Herstellung und Verteilung unserer Nahrungsmittel einsetzen, wird immer grösser. Eindrücklich ist diese Entwicklung für das Milchproduktionssystem in den USA (nach Angaben aus "Science", Vol. 184, Nr. 4134, Seite 312). Der Energieverbrauch, um eine Kalorie in der Milch zu erhalten, ist zwischen 1910 bis heute dramatisch angestiegen von der einst extensiven Weidewirtschaft bis zur heutigen modernen Milchwirtschaft.

Auch solche Systeme führen wohl bald einmal in die Sackgasse oder zum Kollaps!

### **1.4 Die Ernährung der Weltbevölkerung**

Knapp 10 Prozent der Erdoberfläche sind landwirtschaftlich nutzbar. Diese können kaum vergrössert werden. Dieser mehr oder weniger konstanten Ressource „Boden“ steht eine Vermehrung der Bevölkerung gegenüber, wie es sie in der Menschheits-Geschichte noch nie gab. In einigen Jahren sind 8 bis 10 Milliarden Menschen zu ernähren. 1960 standen noch 40 Aren ackerfähige Landfläche pro Mensch zur Verfügung, im Jahre 2010 werden es noch 20 Aren sein!

In dieser Situation wird es immer verantwortungsloser, Getreide, Soya usw. in grossen Mengen an das Rindvieh zu verfüttern. Kühe sind Wiederkäuer (und keine Schweine!), ihr spezielles Verdauungssystem vermag Gräser, Klee und Kräuter sinnvoll zu verwerten.

Das Rindvieh „veredelt“ Wiesenfutter für den Menschen zu Milch und Fleisch und wird zum „Nutztier“. Sobald Kraftfutter (wie Getreide oder Soya) zur Grundlage der Fütterung wird, ist das gleiche Tier ein „Nahrungsmittelkonkurrent“ des Menschen.

## **2 Schlussfolgerung und Lösungsansatz**

Wenn wir nun alle diese Überlegungen über die ökologischen und agrarpolitischen Auswirkungen einer Milchleistungszucht, durch die das Rohfutter immer stärker durch Kraftfutter verdrängt wird, „zusammenbündeln“, so wird der Ruf nach neuen agrarpolitischen Rahmenbedingungen dringend.

Es kann nicht das Ziel sein, rücksichtslos Produktionskapazitäten zu erweitern und alle Rationalisierungsprozesse zu nutzen, um mit niedrigen Preisen möglichst viel Weltmarktanteile zu erobern. Die Folgen sind bekannt: noch mehr ökologische Schäden, noch stärker überforderte Tiere, noch höhere Produktionsüberschüsse, noch niedrigere Preise in einem bereits heute überversorgten Markt!

### **Lösungsansatz:**

Wir verfügen jedoch über „Möglichkeiten“, um die Zukunft unserer Milchviehhaltung erfolgreich zu gestalten.

In den meisten Regionen der bayrischen, österreichischen und schweizerischen Voralpen könnten die natürlichen Bedingungen, wie Boden und Klima (genügend Niederschläge) für ein üppiges Wachstum von Gräsern, Klee und Kräutern nicht besser sein. In solchen Regionen muss das GRASLAND der Hauptnährstofflieferant in der Fütterung der Milchkuh bleiben. Es ist daher unter diesen Bedingungen zu bedenken, ob es nicht vernünftiger wäre, 8 000 bzw. 10 000 Liter Milch mit zwei Kühen zu produzieren als mit einem einzigen „grossrahmigen“ und schweren Hochleistungstier. Eine Kuh, die pro Jahr 4 000 bis 6 000 Liter liefert, kann noch hauptsächlich mit Wiesenfutter - also artgerecht, das heisst „wiederkäuergerecht“- gefüttert werden.

Wir brauchen daher eine standort- und artgerecht gehaltene Milchkuh, die mindestens 70% ihrer Milch aus den Nährstoffen des Rauhfutters liefert. Für die so produzierte Milch und die daraus entstehenden Produkte (wie Käse, Butter, Joghurt usw.) ist ein spezielles Label (Markenprodukt) zu schaffen, um höhere Preise für die Milchproduzenten zu ermöglichen. Den Konsumenten ist klar zu machen, dass es sich lohnt, Milch und Milchprodukte zu kaufen, die von Kühen stammen, die nicht wie Schweine gefüttert werden.

Es ist unser „Credo“, dass dieser Weg zum Erfolg führt!

### **Anschrift der Verfasser**

J. Lehmann / W. Kessler, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau,  
Reckenholzstrasse 191/211, CH-8046 Zürich, Schweiz.

# **Zusammenfassung des Futterwertes von 42 bodenständigen Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes in Mecklenburg –Vorpommern und Schlußfolgerungen für die Futtereinsatzbegrenzung**

R. BOCKHOLT

## **1 Einleitung**

60% der natürlichen Grünlandflächen in M.–V. befinden sich auf überwiegend tiefgründigen Niedermoorstandorten, die auf Grund der starken Reduzierung der rauhfuttermittelverwertenden Tierbestände (1,25 RGV/ha HFF) nur noch halbintensiv oder extensiv bewirtschaftet werden. Durch die Änderung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen und im Interesse des Natur- und Umweltschutzes wurde der turnusmäßige Umbruch des Niedermoor – Grünlandes mit Neuansaat von Futtergräsern seit 1990 nahezu vollständig unterlassen, so daß bekannte leistungsfähige Futtergräser wie Weidelgräser, Wiesenschwingel, Wiesenlieschgras und Knaulgras im Bestand fehlen. In Folge der Unterlassung von An- und Einsaaten entwickelten sich bodenständige Pflanzengesellschaften. Sie werden in den Wasserstufen 2+/-, 2+ und 3+ (F5 bis F7) weiterhin futterwirtschaftlich als Mähweiden oder als reine Weideflächen genutzt.

## **2 Material und Methoden**

Für die Zusammenfassung standen 1500 Datensätze von insgesamt 42 typischen Pflanzenarten zur Verfügung, wovon ca. 70% von BUSKE (1998) vorgelegt worden sind. Sie wurden unter der Voraussetzung ausreichender Versorgung der Niedermoorböden mit N, P, K, Ca, Mg in 3 Jahren und von mehreren Teilflächen gewonnen.

Die Proben wurden separat gewonnen, vollständig nach der Weender Futtermittelanalyse untersucht, die Energiedichte mit einer Cellulasemethode nach FRIEDEL (1990) geschätzt.

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.

## **3 Ergebnisse**

Die Variationsbreite der Futterwertparameter aller 42 Arten (Abb. 1 und 2) ergibt Trendlinien mit Bestimmtheitsmaßen von 0,43 für die Energiedichte und 0,45 für den Rohproteingehalt.

Die Mindestgehalte für Hochleistungsrinder (6 MJ NEL bzw. 120 g Rohprotein/kg TM) werden im Mittel des Pflanzensortiments in der 1. Woche des Monats Juni bzw. der 1. Woche des



Monats Juli unterschritten. Demnach wirkt der Rohproteingehalt des Futters vom Niedermoorgrünland nicht leistungsbegrenzend, sondern ausschließlich die Energiedichte der bodenständigen Arten.

Tabelle 1: Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes

Kräuter, Leguminosen	Kräuter	Süßgräser	Süß- u. Sauergräser,, Binsen
<i>Ranunculus repens</i>	<i>Lamium album</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>
<i>Cirsium oleraceum</i>	<i>Stellaria media</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Festuca arundinacea</i>
<i>Lotus uliginosus</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Scirpus sylvaticus</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Anthriscus sylvestris</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Carex acutiformis</i>
<i>Caltha palustris</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Carex hirta</i>
<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Carex fusca</i>
<i>Rumex acetosa</i>		<i>Agropyron repens</i>	<i>Carex disticha</i>
<i>Rumex crispus</i>		<i>Glyceria maxima</i>	<i>Juncus conglomeratus</i>
<i>Rumex obtusifolius</i>		<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Juncus effusus</i>
<i>Achillea millefolium</i>		<i>Alopecurus geniculatus</i>	<i>Juncus articulatus</i>
<i>Symphytum officinale</i>		<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Juncus bufonius</i>

Tabelle 2: 9 stufige Boniturskala für Entwicklungsstadien

B.- 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

Die Trendfunktionen für die Energiedichte lassen sich mit linearen Funktionsgleichungen und Polynomen 2. Grades in Abhängigkeit von der Wuchshöhe, den Vegetationsstadien und der Woche ab 1. Mai beschreiben (Tab.3). Dabei wird im Mittel aller 42 Pflanzenarten mit allen 3 Bezugsgrößen ein gleich gutes Bestimmtheitsmaß von  $r^2 = 0,42$  erreicht. Durch Bezugnahme auf einzelne Pflanzenarten, Jahre und Teilflächen werden die besten Ergebnisse erzielt ( $r^2$  bis 0,95;

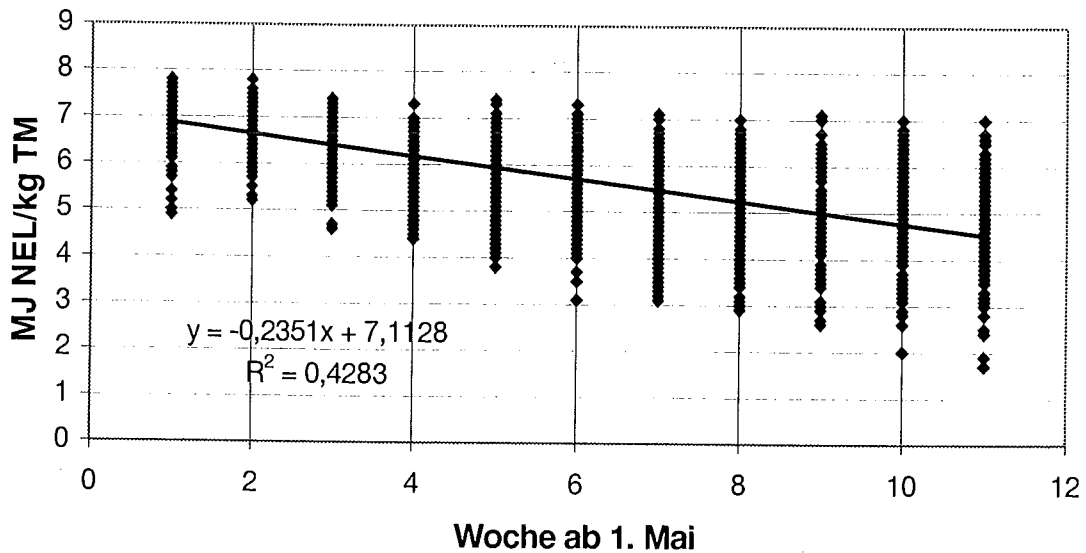


Abb.1: Gesamte Variationsbreite der Energiedichte mit Trendlinie für den 1. Aufwuchs (1.Mai bis 15. Juli)

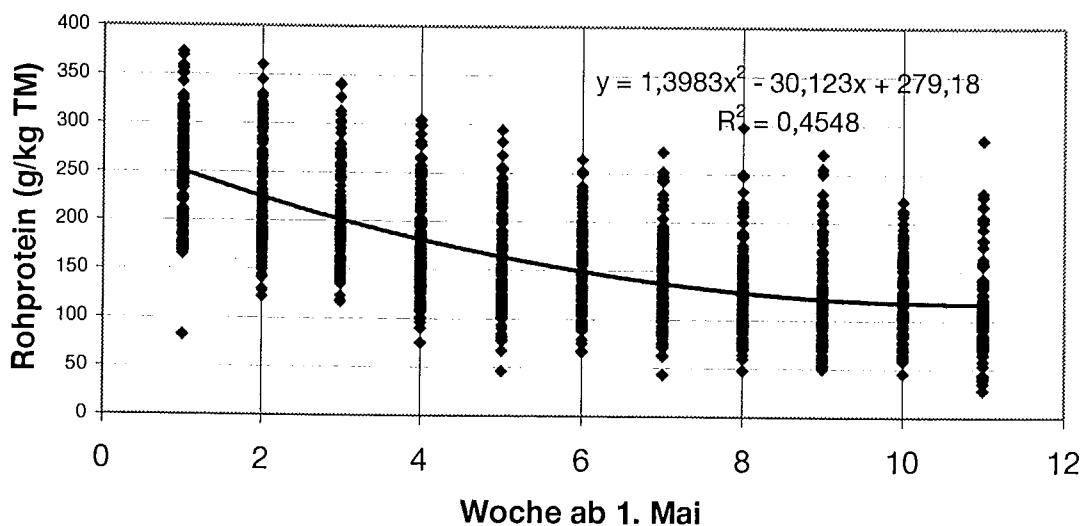


Abb.2: Gesamte Variationsbreite des Rohproteingehaltes mit Trendlinie für den 1. Aufwuchs (1.Mai bis 15. Juli)

BUSKE,1998). 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.

Grundsätzlich nimmt das Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) aller Beziehungsgleichungen von den Röhrichtpflanzen, die im Einzelfall Höhen bis zu 2 m erreichen, über Wiesenpflanzen, die Höhen bis zu 1,50 m erreichen bis zu den Weidepflanzen, die maximal Höhen bis zu 0,9 m erreichen können, also mit geringerer Wuchshöhe und geringerer Variationsbreite der Energiedichte ab (Tab.3, Abb. 3 und 4).

Tab. 3: Einfluß von Wuchshöhe, Vegetationsstadium und Woche ab 1. Mai auf die Energiedichte in MJ NEL /kg TM mit Gleichungen und Bestimmtheitsmaßen

Pflanzengruppen	Wuchshöhe (0,1-2m)	Vegetationsstadium (1-9)	Woche ab 1.Mai (1-11)
Alle Pflanzen (n = 42)	$y = -0,0205x + 6,99$ $R^2 = 0,43$	$y = -0,2744x + 7,08$ $R^2 = 0,43$	$y = -0,2351x + 7,11$ $R^2 = 0,43$
Wuchshöhe bis 2m Typ. Röhrichtgräser (2)	$y = -0,0175x + 7,45$ $R^2 = 0,64$	$y = 0,0094x^2 - 0,46x + 7,84$ $R^2 = 0,77$	$y = 0,018x^2 - 0,479x + 7,87$ $R^2 = 0,62$
Wuchshöhe bis 1,5m Typ. Wiesenpfl. ( 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 0,9m Typ. Weidepfl. ( 18 )	$y = -0,0224x + 6,93$ $R^2 = 0,24$	$y = -0,1128x + 6,72$ $R^2 = 0,15$	$y = -0,1708x + 6,86$ $R^2 = 0,33$

Die Bewirtschaftungsintensität der Niedermoore ist im Praxisbetrieb durch die Wasser- verhältnisse begrenzt und den gegenwärtigen agrarpolitischen Rahmenbedingungen angepaßt.

**Absolutes Naturschutzgrünland der Wasserstufe 4+** (F 8, Sommergrundwasserniveau <40 cm unter Flur), das sehr artenreich ist und marginal als Wiese erhalten wird, kann nicht mehr als Grundlage für eine wirtschaftliche Viehhaltung dienen. Solche Flächen können nicht beweidet werden und sind erst ab Monat Juli befahrbar.

Der Jahresertrag ist nicht planbar und deshalb wertlos für die Landwirtschaft. Die in Verdauungsversuchen geprüfte Futterqualität genügt nicht einmal dem Erhaltungsbedarf für Schafe (TITZE, 1998).

**Auf den Flächen der Wasserstufe 3+** (F 7, Sommergrundwasserniveau 40-60 cm unter Flur), wird die moorschonende Grundwasserregulierung mit dem Ökologischen Landbau und der naturschutzgerechten Grünlandbewirtschaftung kombiniert. Das absolute Düngungsverbot in der naturschutzgerechten Niedermoornutzung birgt aber Widersprüche in sich, weil das Ertragsniveau durch Kalimangel bei Schnittnutzung innerhalb von 2 Jahren bis zur Schnittnwürdigkeit sinkt. Mit der augenblicklich bevorzugten Weidebewirtschaftung, bei der Nährstoffe über die Exkremete zurückführt werden, können sich Pflanzenarten der Feuchtwiesen wie Kohldistel, Wiesenfuchsschwanz, und Rohrglanzgras nicht dominierend entwickeln. Statt dessen stellen sich aus Naturschutzsicht wertlose Feuchtwiesen mit den dominierenden Arten Knickfuchsschwanz, Weißes Straußgras, Rasenschmiele, Wolliges Honiggras und Kriechender Hahnenfuß ein, die bei Weidenutzung nach der in-vitro-Methode von FRIEDEL (1990) Energiedichten von > 6 MJ NEL erreichen. Diese werden von Mutterkühen, Färsen und Weideochsen aus Mangel an beliebteren Futterpflanzen bis zur Sättigung aufgenommen. Die Schnittnutzung solcher Flächen kann erst zum Ende des Blütenstandsschiebens bei Energiedichten von < 6 MJ NEL erfolgen, weil die Hauptbestandesbildner zu früheren

Vegetationsstadien wegen geringer Wuchshöhe und zu geringem Ertragsniveau eine Schnittnutzung nicht lohnen.

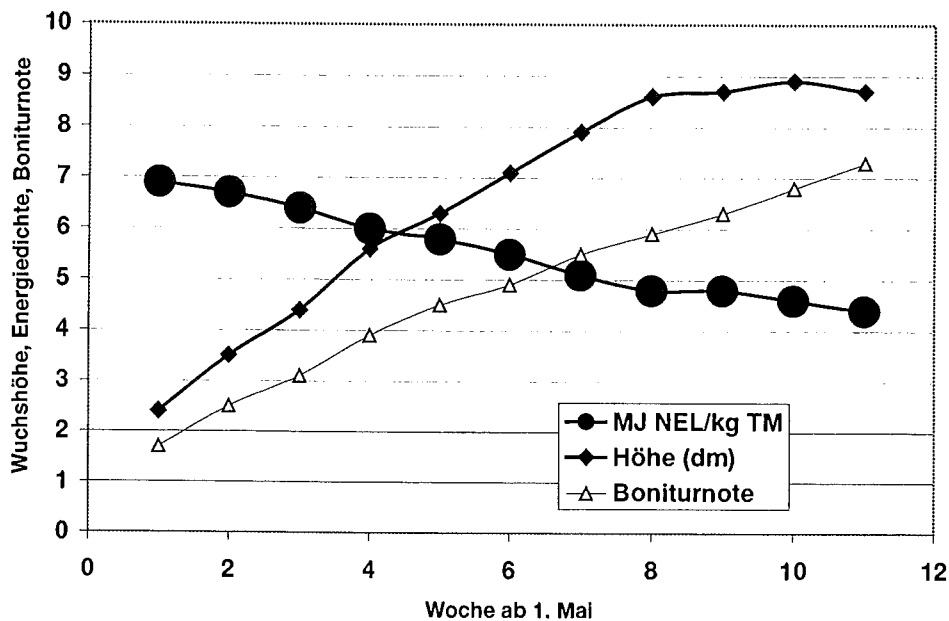


Abb.3: Mittelwerte von 22 bodenständigen Wiesenpflanzen auf Niedermoorgrünland, Verlauf von Wuchshöhe, Energiedichte, Boniturnote

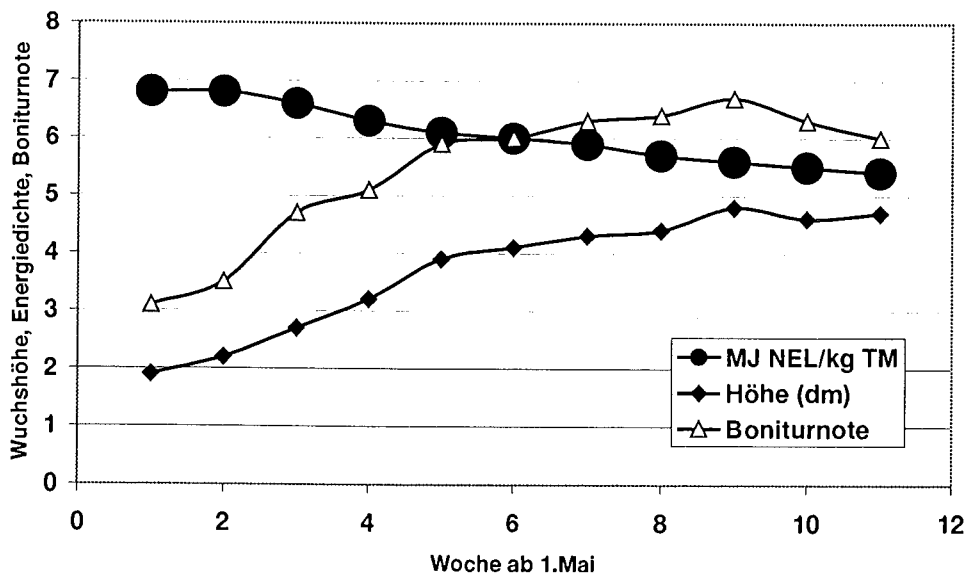


Abb.4: Mittelwerte von 18 bodenständigen Weidepflanzen auf Niedermoorgrünland, Verlauf von Wuchshöhe, Energiedichte, Boniturnote

**Die Flächen der Wasserstufe 2+ und 2+/-** (F 6, F 5, Sommergrundwasserniveau > 60 cm unter Flur), welche sich in den Randlagen der Niedermoorgebiete befinden, sind auf Grund ihrer guten Tragfähigkeit intensiven Weide- und Schnittnutzungssystemen zugänglich. Mit den

Hauptbestandbildnern Gemeine Quecke, Gemeine Rispe, Wiesenrispe (Löwenzahn und Vogelmiere als Kräuter) kann über moorschonende Bewirtschaftung oder Ökologischen Landbau in Verbindung mit Weidehaltung in 4-5 Umtrieben ein noch ansprechendes Ertragsniveau von > 80 dt TM/ha bei durchgängig sehr guter Futterqualität von > 6,3 MJ NEL/ha erreicht werden.

Jedoch reicht auch bei diesen Hauptbestandbildnern die Wuchshöhe nicht aus (Abb. 5 u. 6), um bei Einhaltung von 7- 10 cm Schnitthöhe die rechtzeitige Mahd zur Herstellung wertvoller Welksilage für die Stallfütterung von Hochleistungsrindern vorzunehmen zu können.

#### **4 Schlußfolgerungen für die Futtereinsatzbegrenzung**

Hochleistungsrinder (Milchkühe und Mastbullen) könnten mit den gegenwärtigen bodenständigen Pflanzenarten des gut wasserregulierten Niedermoorgrünlandes (Wasserstufen 2+ und 2+-) nur über Weidehaltung ernährt werden. Nicht nur durch die über in-vitro-Verdaulichkeit ermittelten Energiedichten, sondern auch durch die Milchleistung noch vorhandener traditioneller Weidebetriebe wird bewiesen, daß Grundfutterleistungen von 12 –14 kg Milch auf Quecken-Rispen-Löwenzahn-Grünland möglich sind. Zur Erzeugung hochwertiger Silagen für die Stallfütterung von Hochleistungsrindern müssen die Bestände jedoch durch Einsaaten leistungsfähiger für die Schnittnutzung geeigneter Futtergräser verbessert werden, da mit den bodenständigen Arten vor dem Blütenstandsschieben bei Energiedichten > 6,5 MJ NEL/kg TM zu geringe Wuchshöhen erreicht werden.

#### **Literatur**

- BUSKE, F., 1998: Zu Futterwertparametern von Pflanzenarten extensiv genutzter Niedermoore, Diss. Rostock
- EICH, S. u. R. BOCKHOLT, 1998: Auswirkungen von zeitgemäßen extensiven und halbintensiven Bewirtschaftungsvarianten für Niedermoorgrünland“, FG Grünland / Futterbau; Agrarwiss. Fak. Universität Rostock, Zwischenbericht, DFG-Projekt
- FRIEDEL, K., 1990: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulasemethode.- Wiss. Z. Uni Rostock, Nat. Reihe 39, 78-86
- TITZE, A., 1998: Untersuchungen zum Futterwert und zur Parasitenbelastung von ehemals aufgelassenen schwach entwässerten Niedermoorstandorten.- Vortrag ( LFA , Inst. F. Tierproduktion) am 16.2. 1998 in Rostock

#### **Anschrift der Verfasserin**

Prof. Renate Bockholt, Universität Rostock, Fachgebiet Grünland und Futterbau , Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock.

# Grünlandfütterleistung und Nährstoffspielraum in der Milchproduktion auf Grünland

M. ANGER UND W. KÜHBAUCH

## 1 Einleitung

Die Nährstoffüberhänge sind im milchviehhaltenden Grünlandbetrieb deutlich höher anzusetzen, als im viehhaltenden Ackerbau- oder Gemischtbetrieb (BACH 1987, MÜLLER und EILER 1995, BROWER et al. 1995, ANGER et al. 1997). Während in Ackerbaubetrieben neben den Produkten aus der Tierhaltung durch Verkaufsfrüchte umfangreiche Nährstoffmengen den Betrieb verlassen, können reine Grünlandbetriebe über Milch und Fleisch nur vergleichsweise geringe Nährstoffmengen exportieren. Diese Problematik hat grundlegende Bedeutung für eine - auf den abiotischen Bereich bezogene - nachhaltige Milchproduktion in reinen Grünlandbetrieben. In der Praxis und Beratung fehlt jedoch weitestgehend das Bewußtsein für die vorhandenen engen Nährstoffspielräume, die mit größter Präzision auszunutzen sind. Zielgrößen bzw. Indikatoren nachhaltiger Milchproduktion auf Grünland sind die Grünlandfütterleistung und die Düngereffizienz des eingesetzten Exkrementstickstoffs.

Im folgenden wird ein theoretisches Konzept zur Herstellung und Nutzung des Nährstoffspielraums von Grünlandbetrieben mit Milchproduktion am Beispiel von Stickstoff vorgestellt und anhand von Modellberechnungen für Grünlandbetriebe mit Milchproduktion erläutert. Gleichzeitig werden die Einsparungspotentiale für die anderen Hauptnährstoffe P, K und Mg sowie die N-Verluste kalkuliert.

## 2 Material und Methoden

Es werden Modellberechnungen zur Ermittlung des Nährstoffspielraumes bzw. der Nährstoffbilanz für N, P, K und Mg berechnet für Milchviehbetriebe auf Grünland, in denen unterschiedliche Grünlandfütterqualität und Besatzstärken unterstellt wurden. Nährstoffspielraum (NSPR) ist dann gegeben, wenn die mit den Verkaufsprodukten Milch und Fleisch getätigten Nährstoffexporte (EXP) die Menge der zugekauften Nährstoffimporten (IMP) mit Zukauffutter, Dünger etc. übersteigt (vgl. Formel 1). Das Konzept „Nährstoffspielraum“ verfolgt das Ziel, im Rahmen eines Optimierungsansatzes eine als „naturhaushaltlich verträglich“ definierte Milchproduktion ohne N-Überhänge mit einer hoher Milchleistung zu verbinden (vgl. auch KÜHBAUCH und ANGER 1999, ANGER und KÜHBAUCH 1999).

Die Berechnung der gezeigten Nährstoffbilanzen bzw. Nährstoffspielräume basiert auf Standardwerten für die Milchproduktion im Grünlandbetrieb (ANONYMUS 1993, KTBL 1998, Tab. 1, Formel 2-4). In den Modellbetrieben sollen die über Grünlandfütter erwirtschafteten Nährstoffspielräume jeweils ausschließlich zum Zukauf von Kraftfutter eingesetzt werden. Modellbetrieb 1 erzeugt bei guter Grünfütterqualität 5.000 kg Milch aus dem Grünlandfütter. Im Modellbetrieb 2 liegt bei höheren Futtererträgen und höherem Viehbesatz eine Grünlandfütterleistung von 3.000 kg Milch Kuh<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> vor; bei

gleichen Kenndaten wie in Betrieb 2 wird in Betrieb 3 der Viehbesatz des Betriebes 1 unterstellt. Die Rohproteinkonzentration (XP) des eingesetzten Kraftfutters wurde mit 16 % angesetzt.

Tab. 1: Basisdaten zur Berechnung der Szenarien in den Modellbetrieben

• Nährstoffe in 1.000 kg Milch [a]:	5,6 kg N; 0,9 kg P; 1,2 kg K; 0,11 kg Mg		
• Nährstoffe in 1 Kuh (650 kg LG) [b]:	8,5 kg N; 3,9 kg P; 1,3 kg K; 0,26 kg Mg		
• Remontierung (nach 6 Jahren) [c]:	0,17 Kühe Jahr <sup>-1</sup>		
• Lebendgewicht Kuh <sup>-1</sup> :	650 kg (= 1,3 GV Kuh <sup>-1</sup> ) →		
• Erhaltungsbedarf Kuh <sup>-1</sup> (650 kg LG) [d]:	38 MJ NEL Tag <sup>-1</sup>		
• Energiebedarf kg Milch <sup>-1</sup> (4% Fett) [e]:	3,17 MJ NEL		
• Nährstoffe in 1.000 kg Kraftfutter (Energienstufe 3) [f]:	25,6 kg N (bei 16% % XP); 5,5 kg P; 15,0 kg K; 2,0 kg Mg		
• ermolkene Milch [g <sub>n</sub> ] aus Kraftfutter (= KF; [h <sub>n</sub> ], Energienstufe 3 <sup>1)</sup> :			
	<u>kg KF-Aufnahme Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> [h]</u>	<u>kg Milch</u>	<u>kg KF<sup>-1</sup> [g]</u>
	500	1,86	
	1.000	1,77	
	1.500	1,68	
	2.000	1,60	
	2.500	1,53	
	3.000	1,48	
• Betriebsdaten der Modellbetriebe:		<u>Betrieb 1</u>	<u>Betrieb 2</u>
– Netto-Grünlandertrag (dt T ha <sup>-1</sup> ) [i]		74	80
– Energiedichte (MJ NEL kg <sup>-1</sup> ) [j]		6,3	5,8
– Rohproteingehalt im Grünlandfutter (in %)		18	16
– Grünlandfutterleistung (kg Milch Kuh <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ) [l]		5.000	3.000
– Viehbesatz (Kühe ha <sup>-1</sup> [m] bzw. GV ha <sup>-1</sup> )		1,6 <sup>2)</sup> (2,0)	2,0 (2,6)
			1,6 <sup>2)</sup> (2,0)

<sup>1)</sup> berechnet nach SCHWARZ et al. 1996: mit den Schätzgrößen: Lebendmasse der Kühe, Energiedichte im Grundfutter, Kraftfutter-Aufnahme

<sup>2)</sup> Rechengröße 1,57 Kühe ha<sup>-1</sup>

### Berechnungsformeln:

Nährstoffbilanz bzw. Nährstoffspielraum:

$$\text{NSPR} = \text{EXP} - \text{IMP}, \text{ [mit dem Ziel: NSPR} = 0] \quad (1)$$

Berechnung des Viehbesatzes [m] in Kühe ha<sup>-1</sup>:

$$m = i * j * 100 / (e * l + d * 365) \quad (2)$$

Berechnung des Nährstoffexportes [EXP] in kg Nährstoffe ha<sup>-1</sup>:

$$\text{EXP} = m * (((l + g_n * h_n) * a / 1000) + b * c) \quad (3)$$

Berechnung des Nährstoffimports [IMP] in kg Nährstoffe ha<sup>-1</sup>:

$$\text{IMP} = m * (h_n * f / 1000) \quad (4)$$

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Das vorgestellte Konzept sieht vor, daß die Modellbetriebe den mit der Milchleistung aus Grünland erzeugten Nährstoffspielraum möglichst vollständig in Form von Kraftfutter nutzen und der Rückfluß an tierischen Exkrementen die primäre Düngerquelle für den Betrieb darstellt. Wird in dieser Weise verfahren, so stellt sich für den Nährstoff Stickstoff heraus, daß im Modellbetrieb 1 infolge der hohen Grünlandfutterleistung von 5.000 kg je Kuh ein bereits hoher N-Spielraum von 46 kg N je ha (= z<sub>1</sub>)

zur Verfügung steht (Abb. 1). Mit zunehmendem Kraftfuttereinsatz steigt die individuelle Milchleistung an, gleichzeitig wird aber auch stetig der noch vorhandene N-Spielraum aufgebraucht. Mit der vollständigen Ausnutzung des über den Milchexport aus Grünlandfutter hergestellten N-Spielraums, können fast 1.800 kg Kraftfutter pro Kuh ( $x_1$ ) aufgewendet werden (Abb. 1). Der Schnittpunkt der Kurve für den N-Spielraum mit der 0-Geraden zeigt an, daß der N-Spielraum aufgezehrt ist. Im Modellbetrieb 1 liegt damit eine ausgeglichene N-Bilanz vor. Unter den getroffenen Annahmen können naturhaushaltlich verträglich nahezu 8.000 kg Milch pro Kuh und Jahr erzeugt werden ( $y_1$ ).

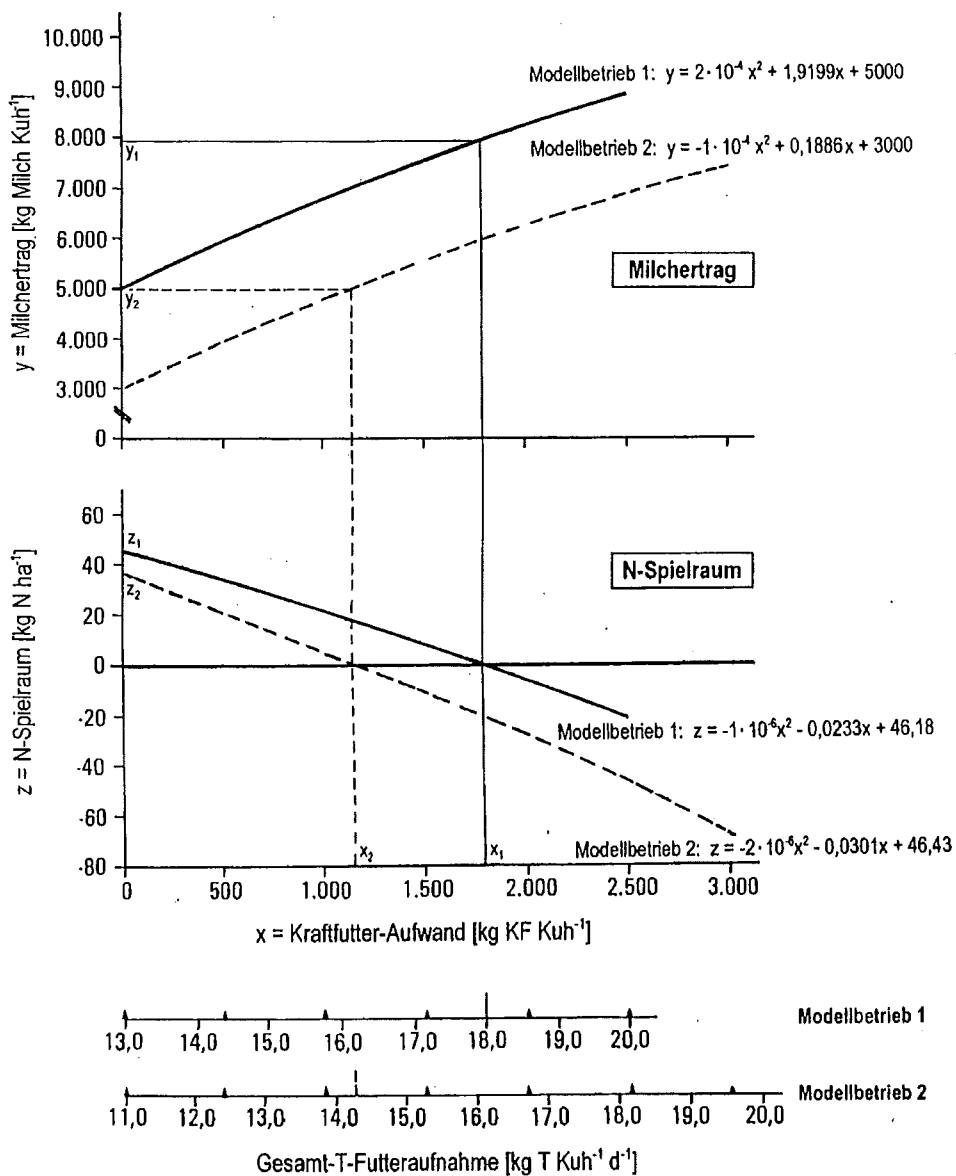


Abb. 1: Kalkulierter Milchertrag pro Kuh und verbleibender N-Spielraum pro Hektar in Abhängigkeit vom Kraftfutter-Aufwand pro Kuh mit Gesamtfuttermenge pro Kuh in den Modellbetrieben 1 und 2 (— Modellbetrieb 1 mit 5.000 kg Milch Kuh<sup>-1</sup> und 1,6 Kühen ha<sup>-1</sup>, ---- Modellbetrieb 2 mit 3.000 kg Milch Kuh<sup>-1</sup> und 2,0 Kühen ha<sup>-1</sup>)



Im Modellbetrieb 2 wird mit 3.000 kg Milch eine niedrige Grünlandfutterleistung unterstellt. Auf dieser Basis ergibt sich mit 36 kg N je ha (=  $z_2$ ) ein geringerer Nährstoffspielraum für Stickstoff als im Betrieb 1. Der zur Verfügung stehende N-Spielraum in Betrieb 2 ist bereits mit etwa 1.150 kg Kraftfutter pro Kuh vollständig ausgeschöpft ( $x_2$ ). Die Gesamtmilchleistung, Milch aus dem schlechteren Grünlandfutter plus Milch aus Kraftfutter, wird dadurch auf nahezu 5.000 kg je Kuh und Jahr begrenzt ( $y_2$ ). Wie die Steigung der Kurven für den N-Spielraum pro ha zeigen, wird mit höherem Viehbesatz in Betrieb 2 der vorhandene N-Spielraum rascher aufgebraucht als im Betrieb 1.

Welche Rückschlüsse ergeben sich aus den Modellberechnungen? Unter der Prämisse, daß der Nährstoffeinsatz in Grünlandbetrieben auf der Basis ausgeglichener N-Bilanzen als naturhaushaltlich verträglich eingestuft wird, ist für die Milchproduktion auf Grünland ein erweiterter Beratungsansatz zu empfehlen: Im Mittelpunkt steht zunächst nicht die Höhe des Grünlandertrages oder der Milchleistung; vielmehr sind in erster Linie die Nährstoffspielräume zu maximieren. Im zweiten Schritt stellt sich die Frage, wie die primäre Nutzung des Nährstoffspielraums erfolgen kann - in Form von Kraftfutter oder Dünger. Erst im dritten Schritt wird die konkrete Futtermittelration selbst zu behandeln sein bzw. die Düngung der einzelnen Grünlandflächen. Bemerkenswert ist, daß unter dem Aspekt des Nährstoffspielraums der Grünlandfutterleistung wieder eine zentrale Rolle zufällt. Die häufig schlechten Qualitäten des Grünlandfutters (WALTER et al. 1998), insbesondere der Futterkonserven Silage und Heu, muß stärkere Beachtung finden.

Umfangreiche Nährstoffspielräume setzen allerdings eine hohe Futteraufnahme der Tiere voraus. Die berechnete mittlere T-Aufnahme von 18,1 kg  $d^{-1}$  in Betrieb 1 unterstreicht (Abb. 1, unten), daß für hohe Milchleistung aus Grünlandfutter plus Kraftfutter die Futteraufnahmekapazität der Kühe ein wesentlich begrenzender Faktor ist (KIRCHGESSNER 1997).

Aus ökonomischen Gründen werden heute im Grünlandbetrieb individuelle Milchleistungen von mindestens 8.000 kg Milch je Kuh gefordert (RICHARZ et al. 1998, KTBL 1998, WALTER et al. 1998). Diese Maßgabe erfüllt Betrieb 1; auf der Basis eines Milchertrages von 12.500 kg Milch je ha liegt mit hoher Grünlandfutterleistung zudem eine weitgehend ausgeglichene N-, P- und Mg-Bilanz vor sowie deutlich geringere K-Überhänge als Betrieb 2 (Tab. 2). Wird der ökonomisch begründete Ansatz mit hoher Milchleistung und reduziertem Viehbesatz jedoch bei einer praxisüblichen Grünlandfutterleistung von 3.000 kg Milch verfolgt (Betrieb 3), setzt dies einen umfangreichen Kraftfuttereinsatz voraus. Die Folge sind erhebliche Nährstoffüberhänge. Die Szenarien dokumentieren, daß sich die günstigen Bilanzsalden bei guter Futterqualität und demzufolge hoher Grünlandfutterleistung nicht nur bezogen auf die Flächenbilanz ergeben, sondern auch auf der Basis der produzierten Milchmenge (Tab. 2). Die hier nicht vorgenommene Bilanzierung der eingesetzten Fremdenergie ist vermutlich für alle Betriebe mit hohem Kraftfuttereinsatz ungünstig einzuschätzen.

Tab. 2: Kalkulierte Szenarien bei konstantem Milchertrag von 12.500 kg Milch ha<sup>-1</sup> in den Modellbetrieben mit Leistungsdaten und Nährstoffbilanzen

Szenarien	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
<b>Leistungsdaten:</b>			
Kuh-GV ha <sup>-1</sup>	1,6	2,0	1,6
Grünlandfutterleistung (kg Milch Kuh <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	5.000	3.000	3.000
Milchleistung (kg Milch Kuh <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	7.962	6.250	7.962
Kraftfutteraufwendung (kg KF Kuh <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	1.817	2.031	3.519
Kraftfutteraufwendung (kg KF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	2.853	4.062	5.525
<b>Nährstoffbilanzen:</b>			
N-Bilanz (kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> [kg 10 t Milch <sup>-1</sup> ])	1 [1]	31 [25]	69 [55]
P-Bilanz (kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> [kg 10 t Milch <sup>-1</sup> ])	3 [3]	10 [8]	18 [14]
K-Bilanz (kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> [kg 10 t Milch <sup>-1</sup> ])	27 [22]	46 [36]	68 [54]
Mg-Bilanz (kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> [kg 10 t Milch <sup>-1</sup> ])	4 [3]	7 [5]	10 [8]

Wesentlicher Bestandteil des Konzeptes Nährstoffspielraum ist die „duale“ Nährstoffnutzung. Zunächst werden die aus dem Grünlandfutter erzeugten Nährstoffspielräume primär in Form von energiereichem Kraftfutter zur Milchproduktion genutzt; mit zunehmendem Kraftfuttoreinsatz steigen aber auch die Nährstoffausscheidungen an, so daß die mit dem Kraftfutter importierten Nährstoffe zum größten Teil ein zweites Mal, nun in Form tierischer Exkremete in die Grünlanddüngung einmünden. Dies setzt jedoch voraus, daß die unvermeidbaren N-Verluste im Betrieb entsprechend dem Stand der Technik minimiert werden; gleichzeitig werden damit abiotische Ressourcen geschützt.

Die hier nicht dokumentierte Kalkulation der unvermeidlichen N-Verluste für die Szenarien zeigt (ANGER und KÜHBAUCH 1999), daß sich durch emissionsenkende Verfahren der Gülleapplikation (z.B. mit dünnflüssiger Gülle oder Schleppschuhtechnik) die Gesamt-N-Verluste in den beiden Betrieben 1 und 2 von 100 auf 61 kg N ha<sup>-1</sup> senken lassen; die verbleibende düngerwirksame Menge an Exkrement-N erhöht sich damit auf nahezu 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Bei umfangreichem Kraftfuttoreinsatz in Betrieb 3 lassen sich geringfügig niedrigere N-Verluste von 8 kg N ha<sup>-1</sup> berechnen, allerdings bei stark erhöhten, naturhaushaltlich nicht verträglichen Nährstoffüberhängen (Tab. 2). Mit der Absenkung der Rohproteingehalte im Kraftfutter auf 12 % XP ergeben sich deutlich geringere Einsparungspotentiale für N-Verluste als mit effizienter Güllewirtschaft (ANGER und KÜHBAUCH 1999).

#### 4 Fazit

Bestehende Konzepte zur Bewertung umweltverträglicher Landbewirtschaftung (z.B. KUL der VDLUFA, ECKERT et al. 1999) erfassen meist unzureichend die besondere Situation des Nährstoffeinsatzes in reinen Grünlandbetrieben mit Milchproduktion. Das vorgestellte Konzept "Nährstoffspielraum" stellt nicht nur einen Bewertungsansatz dar, sondern soll vorrangig als Beratungsansatz verstanden werden. Es zielt ab auf die Herstellung von Nährstoffspielräumen im Grünlandbetrieb durch möglichst hohe tierische Produktion aus dem Grünlandfutter. Dies setzt eine „hohe Kunst“ der Grün-

landbewirtschaftung voraus. Denn je höher die aus dem Grünlandfutter stammende Milch- und Fleischleistung ist um so größer der Nährstoffspielraum, der - je nach Produktionsrichtung, Flächenausstattung etc. - für importierte Futter- und Düngernährstoffe zur Verfügung steht. Die Futterqualität der Grünlandaufwüchse und der innerbetriebliche Umgang mit Nährstoffen erhält damit höchste Priorität für eine naturhaushaltlich verträgliche und zugleich leistungsfähige Grünlandwirtschaft.

Die vorgestellten Modellrechnungen erlauben eine Gewichtung wesentlicher Faktoren für die Nährstoffbilanzierung und N-Verluste. Zur Klassifizierung einer naturhaushaltlich verträglichen Bewirtschaftung sind zukünftig noch Toleranzgrenzen festzulegen durch Überprüfung des Konzeptes unter den Bedingungen der praktischen Grünlandwirtschaft.

### **Literatur**

- ANGER, M., U. HOFFMANN und W. KÜHBAUCH, 1997: Hoftorbilanzen von Grünlandbetrieben des Mittelgebirges. *Verhandl. Ges. f. Ökologie* **27**, 147-153.
- ANGER, M., und W. KÜHBAUCH, 1999: Modellberechnung zur Senkung von Stickstoffverlusten und Nährstoffüberschüssen im Milchviehbetrieb auf Grünland. *Agribiol. Res.* **52**, 85-96.
- ANONYMUS, 1993: Faustzahlen für die Landwirtschaft. Hydro Agri Dülmen GmbH (Hrsg.), 12. Aufl., Landwirtschaftsverl., Münster, 618 S.
- BACH, M., 1987: Die potentielle Nitrat-Belastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. *Göttinger Bodenkundl. Ber.* **93**, 186 S.
- BROWER, F.M., F.E. GODESCHALK, P.J.G.J. HELLEGERS and H.J. KELHOLT, 1995: Mineral balances at farm level in the European Union. *Agricultural Economics Reseach Institute (LEI-DLO)*, The Hague, 141 S.
- ECKERT, H., G. BREITSCHUH und D. SAUERBECK, 1999: Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL) - ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. *Agribiol. Res.* **52**, 57-76.
- KIRCHGESSNER, M., 1997: Tierernährung. 10. Aufl., DLG-Verl. Frankfurt M., 582.
- KTBL, 1998: Taschenbuch Landwirtschaft 1998 / 99. 19. Aufl., Kuratorium für Technik und Bauwesen (KTBL), Landwirtschaftsverl. Münster, 273 S.
- KÜHBAUCH, W., und M. ANGER, 1999: Modellberechnung des Nährstoffspielraums von Grünlandbetrieben mit Milchproduktion. *Agribiol. Res.* **52**, 77-84.
- MÜLLER, J., und T. EILER, 1995: Betriebsbedingte Nährstoffbilanzen am Beispiel des Futterbaubetriebes. In: *Bundesarbeitskreis Düngung (Hrsg.): Nährstoffbilanz im Blickfeld von Landwirtschaft und Umwelt*. Frankfurt a.M., 44-51.
- RICHARZ, W., H. HÖLZMANN, T. GÖBBEL und H. SPIEKERS, 1998: Mitteilungen für Beratung - Rentabilität der Milchviehhaltung im Rheinland - Betriebsergebnisse 1996/97 aus den Arbeitsgemeinschaften Milchviehhaltung. *Landwirtschaftskammer Rheinl.*, Bonn, 50 S.
- SCHWARZ, F.J., U. HEINDL und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zur Schätzung der Grundfutteraufnahme von Milchkühen. *Züchtungskde.* **68**, 65-76.
- WALTER, K., I. HEINRICH und U. BOCKMANN, 1998: Entwicklung der Preise von Grund- und Kraftfutter in der Rinderhaltung. *Ber. Ldw.*, **76**, 87-104.

### **Anschrift der Verfasser**

Michael Anger / Walter Kühbauch, Universität Bonn, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn.

# Einfluß der Höhenstufen im Berggebiet auf die Ertrags- und Qualitätsleistung

K. BUCHGRABER

Die Grünland- und Viehwirtschaftsbetriebe in Österreich liegen zu 70 % in den benachteiligten Gebieten, flächenmäßig sind es sogar 79 %, die unter hängigen, steilen und klimatisch schwierigen Bedingungen bearbeitet werden. Inwieweit sich die Höhenstufen auf die Futtergrundlage und das Bewirtschaftungsniveau auswirken, wurde von der BAL Gumpenstein untersucht.

## Bewirtschaftung im Berggebiet

Die traditionelle Bewirtschaftung des Grünlandes im Berggebiet besteht aus einer standortangepaßten Nutzungsform der Wiesen und Weiden (1 bis 4 Nutzungen/Jahr) und einer auf dem System der Kreislaufwirtschaft basierenden Düngung mit hofeigenem Wirtschaftsdünger. Mineralischer Stickstoff wird auf dem düngungswürdigen österreichischen Grünland nur in einer Menge von  $\emptyset$  20 kg/ha und Jahr eingesetzt, bezogen auf die gesamte Grünlandfläche sind dies nur  $\emptyset$  6 kg/ha und Jahr. Infolge der ÖPUL-Maßnahme "Verzicht auf leichtlösliche Handelsdünger" und der Zunahme der biologischen Wirtschaftsweise ist der Einsatz von mineralischen N-Düngern noch weiter zurückgegangen, damit stellen heute die Wirtschaftsdünger (Stallmist, Jauche, Gülle, Kompost) und die stickstoffbindenden Kleearten die Hauptnährstoffquellen im Grünlandbetrieb dar. Ein kompakter und vielseitiger Grünlandbestand mit einer harmonischen Zusammensetzung von Gräsern, Kräutern und Kleearten kann mit diesem nachhaltigen Nährstoffangebot und den klimatischen Voraussetzungen im Berggebiet eine durchaus gute Leistung liefern. In der flächendeckenden Auswertung von rund 200 Grünland- und Viehbetrieben im Ennstal konnte eine durchschnittliche Milchleistung je ha Grundfutterfläche von 7.030 kg Milch erhoben werden, wobei diese Flächen neben den Wirtschaftsdüngern von durchschnittlich rund 1,5 GVE/ha auch 20 kg mineralischen Stickstoff/ha erhielten.

Als eine weitere externe Nährstoffquelle ist im Grünlandbetrieb das Kraftfutter zu sehen, dessen geringer Einsatz nur einen schwach ausgeprägten Zusammenhang zur Milchleistung je ha Grundfutterfläche darstellt. Im Durchschnitt aller Milchbetriebe werden pro Kuh und Jahr 560 kg Kraftfutter eingesetzt und damit  $\emptyset$  7.030 kg Milch/ha Grundfutterfläche erzielt. Damit ist auch ersichtlich, daß neben der effizienten Anwendung der hofeigenen Dünger auch eine zweite wichtige betriebseigene Ressource im Vordergrund steht, nämlich das Grundfutter von den Wiesen und Weiden. Die Qualität des Grundfutters spielt dabei eine ganz wesentliche Rolle.

In einer Bilanzierung der Nährstoffe (Input - Output) zeigt sich bei diesem Bewirtschaftungsniveau des Berggebietes ein sehr ausgeglichenes ökologisches Bild. Außerdem treten bei dieser Bewirtschaftung unter den in Österreich herrschenden geologischen Gegensätzen eine Vielzahl von Pflanzengesellschaften mit einer hohen Artenanzahl auf.

### Futterertrag in den Höhenstufen

Im allgemeinen gilt der Grundsatz, daß mit zunehmender Höhenstufe infolge kürzerer Vegetationszeiten, kühlerer Temperaturen, den Höhenstufen angepaßter Pflanzengesellschaften und Böden mit geringerem Leistungspotential auch geringere Erträge erwirtschaftet werden.

Die Bewirtschaftung sollte dem Standort angepaßt sein, weder eine Übernutzung (laufend zu hohe Schnittfrequenz oder Überbestoßung) noch eine Unternutzung (laufend zu geringe Schnittfrequenz oder Unterbestoßung) führen langfristig zu stabilen Pflanzenbeständen mit verlässlichen Erträgen und Qualitäten.

In den einzelnen Höhenstufen gibt es im Extensivgrünland wie auch bei den Zweischnittwiesen keine allzugroßen Unterschiede. Die Zwei- und Dreischnittflächen zeigen TM-Erträge von 65 bzw. 80 dt/ha. Die Kultur- und Mähweiden weisen im Talbereich hohe Erträge auf, während diese in den Berg- und Hochlagen massiv zurückgehen. Die Erklärung liegt darin, daß die sogenannten Gunstlagen im Berg- und Hochlagenbereich noch für ausschließliche Schnittnutzung herangezogen werden, während die steileren Flächen für die Beweidung eingesetzt werden.

Mit zunehmender Höhenlage nimmt bei den Dreischnittflächen sowie den Kultur- und Mähweiden der Ertrag stark ab, während die Extensiv- und Zweischnittflächen in diesen Höhenlagen den Ertrag halten können. Das Standortspotential reicht in diesen Höhen für eine Zweischnittnutzung noch aus, während hier mit einer Mähweide (drei Nutzungen) und einer Dreischnittnutzung in der Regel bereits eine Übernutzung vorliegt.

Das Muttergestein "Kalk" bzw. "Kristallin" zeigt sowohl auf die Pflanzenbestände als auch auf den Ertrag einen Einfluß. Im extensiven Grünland sind die Erträge auf Kalkunterlagen besser, während die Nutzungsformen mit höheren Ansprüchen an Wasser und Nährstoffen im Kristallin um etwa 10 % höhere Erträge liefern.

Tabelle 1: Brutto-Ertragslage in dt Trockenmasse/ha und Jahr in den einzelnen Nutzungsformen und Höhenstufen im Berggebiet

	Extensivflächen Einschnittflächen Hutweiden, Streuwiesen	Zweischnittflächen ± Nachweide	Dreischnittflächen ± Nachweide	Kultur- und Mähweiden Feldfutterflächen
Tallagen < 750 m	37,9 ± 15,0	70,2 ± 19,9	89,4 ± 13,8	94,1 ± 14,6
Berglagen von 750 bis 1100 m	32,3 ± 14,8	65,1 ± 11,1	80,3 ± 8,4	68,3 ± 14,1
Hochlagen von über 1100 m	37,6 ± 12,3	68,0 ± 13,5	(78,0 ± 1,0)	48,7 ± 13,1

## Futterqualität und Höhenstufe

Die Futterqualität hängt vom Pflanzenbestand, vom Nutzungsstadium und in weiterer Folge von der Konservierung ab. Hier gibt es große Unterschiede zwischen Extensiv- und Wirtschaftsgrünland.

### Extensivgrünland

Die Einschnittwiesen, Hutweiden und Nachweiden weisen in der Tallage einen Energiegehalt von  $\bar{\emptyset}$  3,7 MJ NEL/kg TM auf, wobei die Verdaulichkeit der organischen Masse bei 51,4 % liegt. Das Ertragspotential der Talstandorte ist für eine extensive Grünlandnutzung meist zu hoch und die Pflanzenbestände werden in kurzer Zeit überständig und damit für die Futternutzung unbrauchbar. Die gleichen extensiven Nutzungsformen in den mittleren Berglagen und in den absoluten Höhenlagen weisen hingegen auf Grund des geringeren Standortpotentials eine wesentlich höhere Nutzungselastizität auf, d.h. die geringere Nährstoffversorgung und die reduzierten Wuchsbedingungen in den Höhenlagen (Temperatur, Vegetationsdauer) führen zum Erntezeitpunkt zu weniger überständigen Beständen. Die Energiegehalte steigen bei diesen extensiv bewirtschafteten Flächen mit der Höhenstufe auf 5,0 MJ NEL/kg TM an, die Verdaulichkeit der organischen Masse liegt über 60 %. Auch im Rohproteingehalt ist diese Zunahme über die Höhenstufen erkennbar (vergleiche *Tabelle 2*).

Tabelle 2: Energie- und Rohproteingehalt sowie Verdaulichkeit des Grünlandfutters im Extensivgrünland im Berggebiet im Jahre 1997

	Nutzungsformen			Höhenstufen		
	1. Aufwuchs	Hutweiden	Nachweiden	< 750 m	750 - 1100 m	> 1100 m
Energiegehalt im Futter in MJ NEL/kg TM	4,7 ± 1,2	4,5 ± 0,3	4,7 ± 0,6	3,7 ± 1,4	4,9 ± 0,9	5,0 ± 0,6
Verdaulichkeit des Futters in % der org. Masse	59,7 ± 11	62,3 ± 3	63,1 ± 5	51,4 ± 14	62,8 ± 8	60,6 ± 10
Rohprotein in g/kg TM	121 ± 25	151 ± 26	151 ± 26	110 ± 31	132 ± 27	139 ± 23

### Wirtschaftsgrünland

Der Vergleich einer Dreischnittfläche vom Talboden bis hinauf in die Höhenstufe um 1100 m und darüber, zeigt - sofern das Standortpotential für eine derartige Nutzungsform ausreicht - daß bei gleichem Nutzungsstadium die Futterqualitäten annähernd gleich bleiben (vergleiche *Tabelle 3*). Die Energiegehalte steigen auf über 5,5 MJ NEL/kg TM und die Verdaulichkeit nähert sich der 70%-Marke. Sofern der Düngungszustand in allen Höhenstufen gleich gut ist, kann auch ein hoher Rohproteingehalt bei rechtzeitiger Ernte erzielt werden. Diesbezüglich ergibt sich ein besonderer Hinweis auf den hohen Rohproteingehalt bei Nachweiden (siehe *Tabelle 3*).

Tabelle 3: Energie- und Rohproteingehalt sowie Verdaulichkeit des Grünlandfutters auf Dreischnittflächen im Berggebiet im Jahre 1997

	Nutzungsformen			Höhenstufen		
	1. Aufwuchs	Folgeaufw.	Nachweide	< 750 m	750 - 1100 m	> 1100 m
Energiegehalt im Futter in MJ NEL/kg TM	6,0 ± 0,4	5,4 ± 0,5	5,4 ± 0,5	5,5 ± 0,5	5,7 ± 0,6	5,6 ± 0,2
Verdaulichkeit des Futters in % der org. Masse	71,8 ± 3	67,9 ± 3	68,4 ± 4	68,8 ± 4	69,8 ± 4	68,9 ± 2
Rohprotein in g/kg TM	158 ± 19	169 ± 24	206 ± 24	173 ± 28	169 ± 28	162 ± 29

## Qualitätsertrag

Das Produkt aus Energiegehalt pro kg TM x dem TM-Ertrag/ha ergibt den Qualitätsertrag:

$$\text{Qualitätsertrag} = \text{TM-Ertrag in kg/ha} \times \text{Energiegehalt in MJ NEL pro kg TM}$$

Nicht nur der Ertrag alleine ist für das Tier im Stall von Bedeutung, sondern vor allem der Futterwert, den dieses Futter aufweist. In *Abbildung 1* sind die Qualitätserträge der einzelnen Nutzungsformen in den unterschiedlichen Höhenstufen dargestellt. Es kommt auch hier zum Ausdruck, daß das Extensivgrünland in den Höhenlagen besser abschneidet als in den Tallagen. Indessen steigt der Qualitätsertrag im Wirtschaftsgrünland in der Tallage gegenüber der mittleren Berglage und Höhenlage deutlich an.

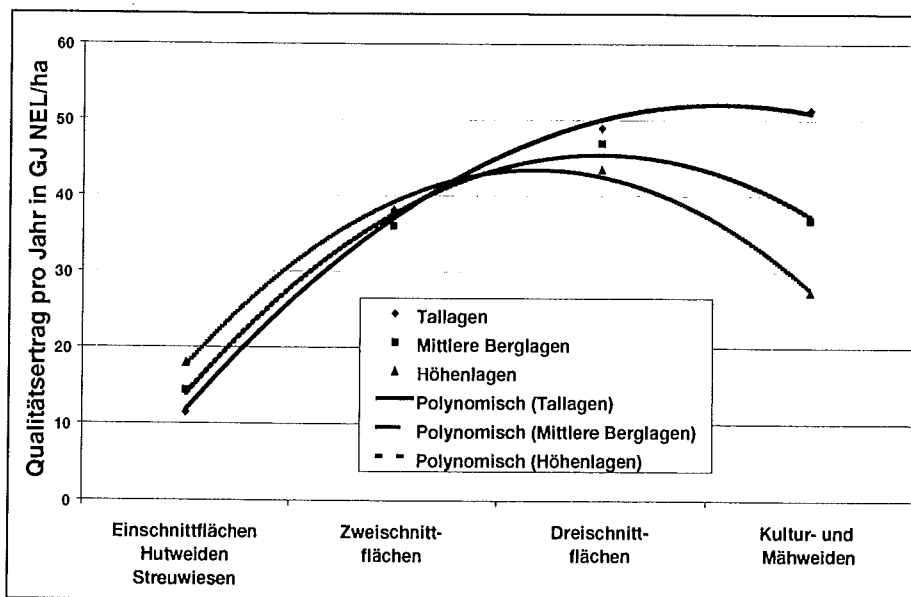


Abbildung 1: Qualitätserträge bei den einzelnen Nutzungsformen im mittleren Ennstal in den einzelnen Höhenstufen im Jahre 1997

## Tierbesatz

Die standortsproduzierte Futtergrundlage ist auf den Betrieben die Basis für den jeweiligen Tierbesatz und in weiterer Folge auch für die Milchlieferleistung. Die landwirtschaftliche Nutzfläche liegt im

Berggebiet durchschnittlich bei 17 bis 21 ha je Betrieb, hier gibt es noch keine großen Unterschiede zwischen den Höhenstufen (vergleiche *Tabelle 4*). Der Tierbesatz je Talbetrieb liegt im Testgebiet (Steirisches Ennstal) durchschnittlich bei 32,5 GVE und jener in der Höhenlage über 1100 m Seehöhe bei durchschnittlich 19,4 GVE. Umgerechnet auf die landwirtschaftliche Nutzfläche ergibt dies einen GVE-Besatz je Hektar von 1,6 (Talbetrieb), 1,2 (Berglage) und 1,0 (Höhenlage). Dieser GVE-Besatz spiegelt die Produktionsleistung der Flächen wider. Dieses natürliche Leistungspotential der Flächen drückt sich auch in der Milchleistung je ha Grundfutterfläche aus (vergleiche *Tabelle 5*). Werden in der Tallage je ha Grundfutterfläche (inkl. Silomais) durchschnittlich 8.185 kg Milch produziert, so sinkt der Milchertrag in der Höhenlage auf 5.509 kg/ha ab. Nachdem dieser betriebsinterne Kreislauf in den Berggebieten kaum durch übermäßige Kraftfuttergaben und Mineraldüngergaben in den letzten Jahren verändert wurde, schlägt sich dies auch in der Höhe der Milchlieferleistung je Betrieb nieder.

Tabelle 4: Tierbesatz je Betrieb und Hektar in den einzelnen Höhenstufen im mittleren Ennstal

Höhenstufe	Landwirtschaftliche Nutzfläche/Betrieb	GVE/Betrieb	ØGVE/ha
< 750 m Tallage	32,5	20,8	1,6
750 - 1100 m Berglage	20,0	16,7	1,2
> 1100 m Höhenlage	19,4	18,8	1,0

Tabelle 5: Milchertrag je Betrieb und pro ha Hauptfutterfläche in den einzelnen Höhenstufen im mittleren Ennstal

Höhenstufe	Milchertrag je Betrieb		Milchleistung pro ha Hauptfutterflächen	
	in kg/Jahr	in %	in kg	in %
< 750 m Tallage	65.896	100	8.185	100
750 - 1100 m Berglage	36.934	56	6.178	75
> 1100 m Höhenlage	34.857	53	5.509	67

## Schlußfolgerungen

In den Bergregionen Österreichs befinden sich die Grünland- und Viehbetriebe in einer "benachteiligten Lage". Die Grünlanderträge, die Tierbestände und die Milchleistung gehen mit der Höhenstufe deutlich zurück, zudem erhöhen sich Arbeitszeitaufwand und die Investitionskosten für die notwendige Technik und Mechanisierung. Dem "direkten" Wettbewerb mit den Gunstlagen am Weltmarkt hält der österreichische Grünland- und Viehbauer nicht stand. Seine benachteiligte Lage erfordert eine besondere Absicherung, damit das Berggebiet in Europa auch in Zukunft noch die multifunktionalen Leistungen für uns alle erbringen kann.

## Anschrift des Verfassers

Univ.Do. Dr. Karl Buchgraber, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein, A-8952 Irdning, Tel.: (03682)22451-277, Fax: (03682)2461488, e-mail: bal.gump@computerhaus.net.



# Optimierung der N-Düngung zu Silomais mit dem Nitrachek-Test und Ausblick auf die Grünlanddüngung

A. NITSCH

## Einleitung

Der Silomais ist aufgrund seines Habitus sehr robust und relativ standfest. Dies hat in der Vergangenheit dazu geführt, dass er mit deutlich höheren N-Mengen bedacht wurde, als er zu seiner optimalen Ernährung brauchte. Rest-Nitratgehalte zur Ernte von deutlich über 100 kg N/ha waren keine Seltenheit. Dadurch hat der Mais eine nicht gerade umweltfreundliche Einstufung vor allem in der nicht-landwirtschaftlichen Bevölkerung erhalten. Maisanbauverbote in Wasserschutzgebieten wurden bereits gefordert. Probleme mit der Tiergesundheit traten auch auf.

Umfangreiche Versuchs- und Beratungsbeispiele belegen aber, dass - wenn der Mais bedarfsgerecht ernährt wird - er zu den umweltfreundlichsten Kulturarten zählt. Der Nitrattest - Nitrachek - ist ein methodisches Beratungsinstrument, das seit über 15 Jahren sehr erfolgreich für eine bedarfsgerechte N-Düngung eingesetzt wird.

Für die Grünlanddüngung ergeben sich mit Hilfe dieses Tests interessante Ansätze zur Düngungssteuerung, dies gilt sowohl für die Düngungshöhe als auch für zeitliche Verteilung sowie für die Bestimmung der Nitratgehalte im Aufwuchs.

## Material und Methoden

- Probeziehung: Ca. 30 Maispflanzen diagonal verteilt vom Schlag ziehen. Ein Stengelstück von 0,5 cm Länge unterhalb des ersten Knotens abschneiden und in Plastiktüte stecken.
- Probenaufbereitung: Tüten in Presse spannen, Saft auspressen und mit 1 ml-Spritze durch Tütenwand 0,1 ml Saft entnehmen. Saft in Trays verdünnen.
- Messung des Nitratgehaltes: Mit Mikroliterspritze ca. 7,8 µl verdünnten Saft auf Nitratteststäbchen auftragen und mit Reflektometer Nitrachek in 60 Sekunden den Nitratgehalt (ppm) bestimmen.
- Meßergebnis mit Düngerempfehlung (Abbildung 1) vergleichen.

Die Probeziehung auf Grünland erfolgt in analoger Weise. Für Düngungsfragen wird Halmbasis beprobt. Für Fütterungsfragen werden repräsentative Muster der Gesamtpflanzen (Hächselgut) beprobt.

## Ergebnisse und Diskussion

In mehrjährigen umfangreichen Versuchen wurden optimale Nitratgehalte für die N-Versorgung der Maispflanzen erarbeitet. Die Abbildung 1 enthält diese Daten. Zusätzlich dazu sind auch in ihr die Düngeempfehlungen eingearbeitet.

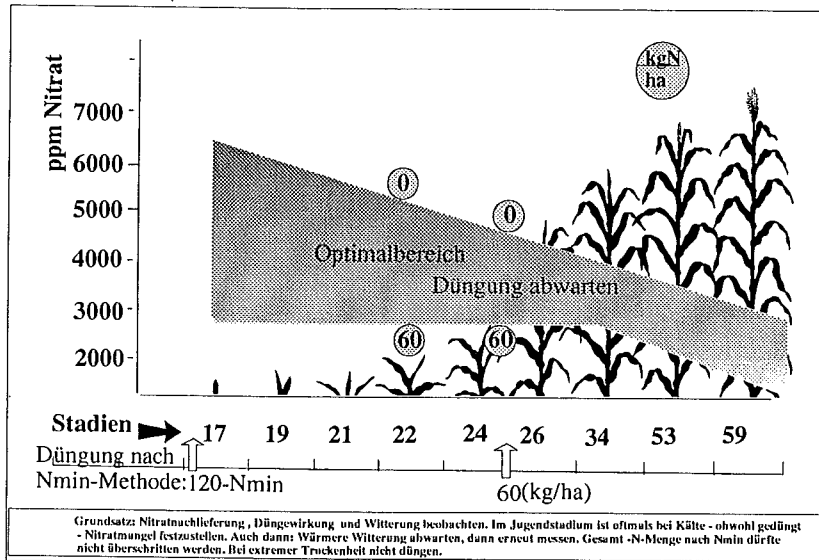


Abbildung 1: Nitratgehalte im Stengelsaft von Mais und Anhaltswerte für die Düngung nach Nitrachek

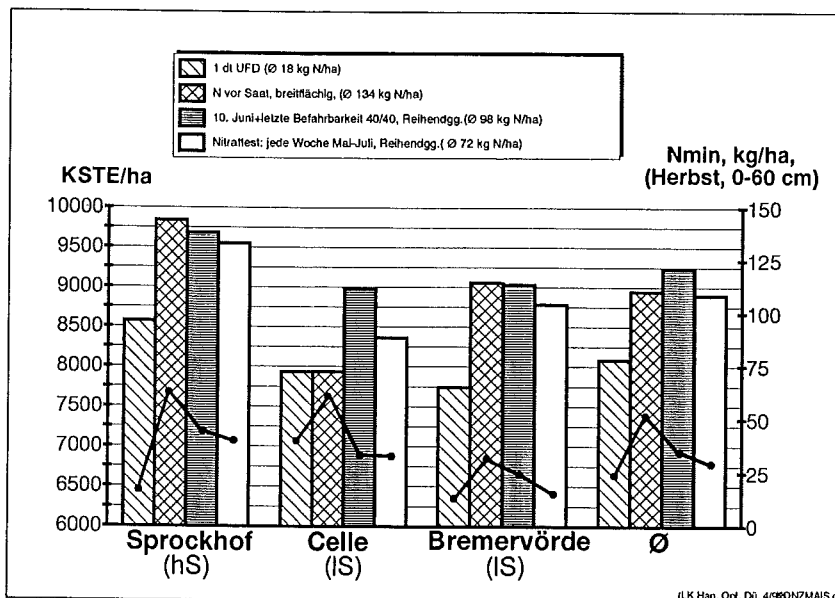


Abbildung 2: N-Düngungskonzepte zu Mais im Vergleich 1989 - 91

Die Anwendung dieser Methode in der Praxis verdeutlicht, wie mit Hilfe dieses Tests die aktuellen N-Mengen - auch im Vergleich zur Nmin-Methode - drastisch reduziert werden können. Im Regelfall sind die N-Bilanzen deutlich negativ. Beeindruckend niedrig sind die Nmin-Werte zur Ernte. In der Abbildung 2 sind die Ergebnisse eines dreijährigen Versuchs von drei Standorten Nordhannovers wiedergegeben.

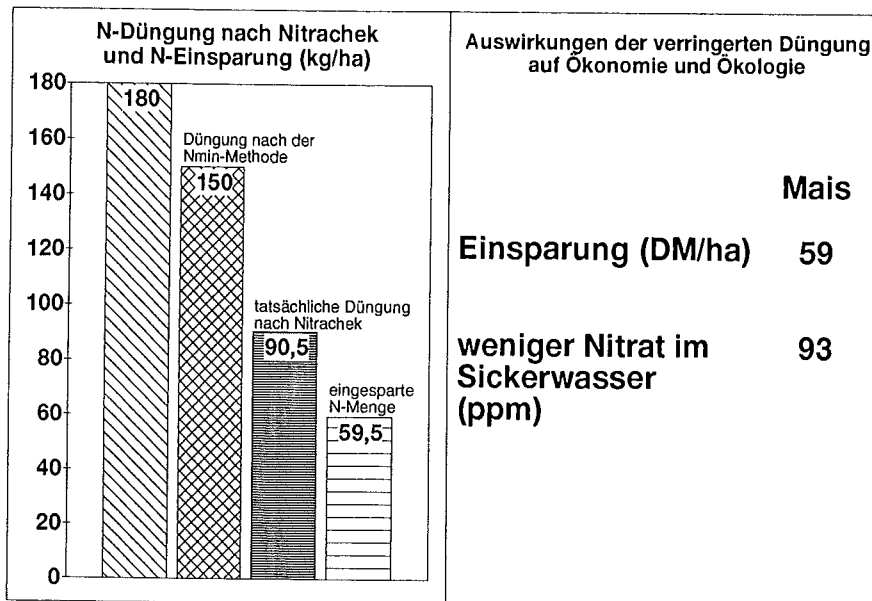


Abbildung 3: N-Düngung zu Mais nach Nitratek und N-Einsparung sowie die Auswirkungen der verringerten Düngung auf Ökonomie und Ökologie

In der Wasserschutzzusatzberatung wird dieser Test sehr erfolgreich eingesetzt, wie es die Abbildung 3 zeigt. Im Durchschnitt wurden hier durch Einbeziehung der N-Mobilisierung während der Sommermonate 59 kg N/ha eingespart, womit rein rechnerisch unter den gegebenen Klimabedingungen 93 ppm Nitrateinwaschungen ins Grundwasser verhindert wurden. Futteranalysen derartiger Maisernten belegen unproblematisch niedrige Nitratgehalte, im Regelfall von < 0,1 % Nitrat in der TS.

In der Gräserdüngung ist es mit Hilfe dieses Tests ebenfalls möglich, die aktuelle N-Versorgung zu erfassen oder auch den Schnitzeitpunkt für möglichst optimale Nitratgehalte festzulegen. Die Abbildung 4 zeigt dazu zwei Düngungsvarianten im Vegetationsverlauf 1990 auf.

Ebenso bestehen recht gute Korrelationen, wenn die durchschnittlichen Nitratgehalte eines Versuchsgliedes als Mittelwert eines Jahres in Beziehung zur Ertragsleistung (dt TM/ha) gestellt werden. Die Abbildung 5 gibt diesen Sachverhalt für die sechs Versuchsglieder in den drei Prüfjahren 1990 bis 1992 wider.

Daraus wird ersichtlich, dass die Regressionen und Korrelationen sehr eng sind, d. h. die Methode ist grundsätzlich brauchbar, und dass niederschlagsreiche Jahre wie 1990 höhere Erträge mit deutlich niedrigerem Nitratgehalt als niederschlagsarme Jahre wie 1992 verursachen.

Das Nitratoptimum liegt bei derartigen Witterungsbedingungen dann schon bereits bei ca. 200 bis 400 ppm im Pflanzensaft. Im „Normaljahren“ mit deutlich schlechterer Niederschlagsverteilung scheint der optimale Nitratgehalt bei ca. 800 bis 1000 ppm in der Halmbasis zu liegen.

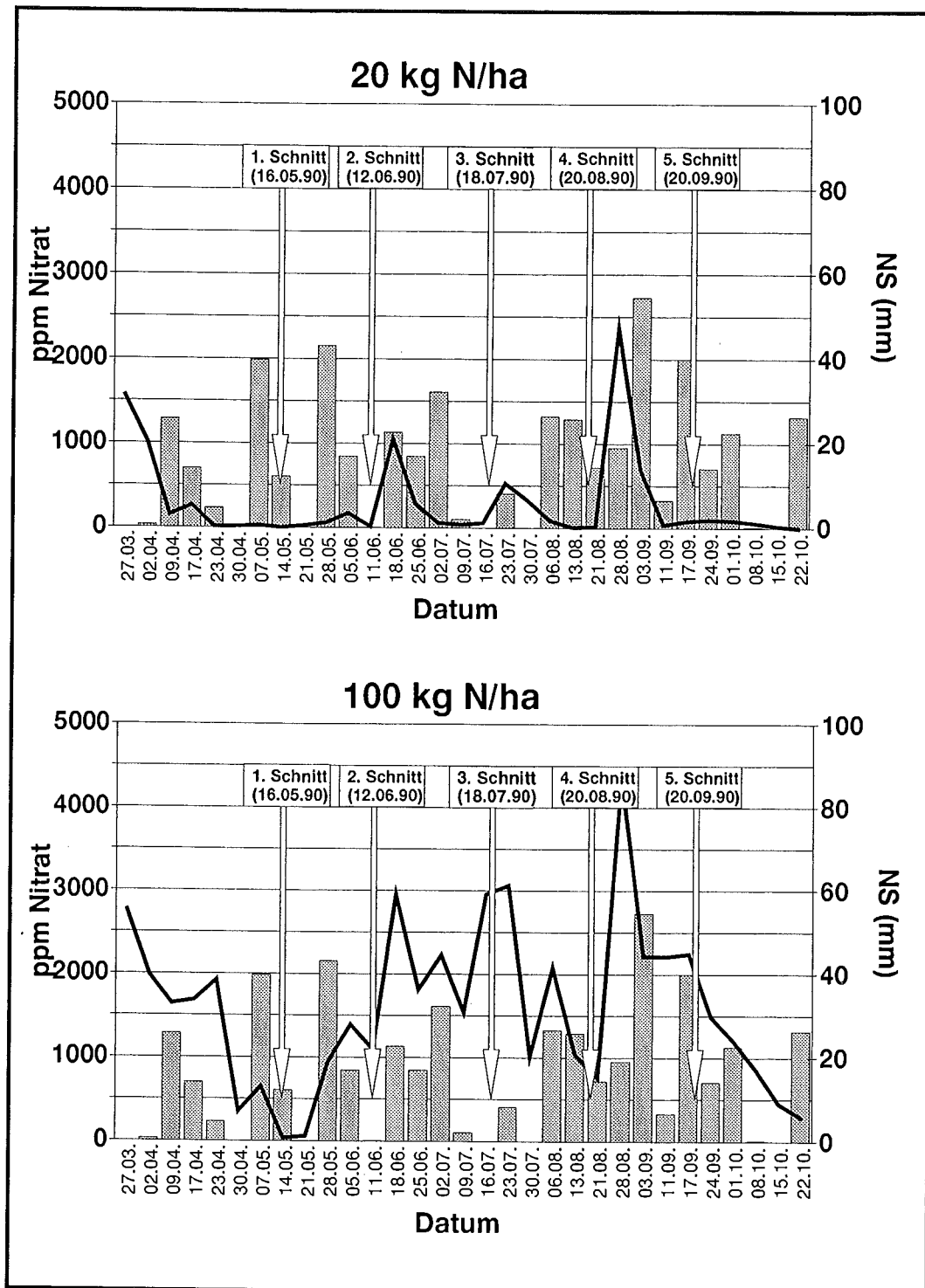


Abbildung 4: Nitratgehalte im Pflanzensaft (ppm Nitrat) und Niederschläge (NS mm) im Vegetationsverlauf. Versuchsfeld Bremervörde 1990

Wegen der extrem starken Witterungseinflüsse auf die jeweilige Schnittleistung können zur Zeit noch keine exakten Düngungsempfehlungen wie beim Mais abgeleitet werden. Als Arbeitshypothese gilt aber vorerst für die optimale Nitratversorgung ein Gehalt von ca. 1000 ppm Nitrat.

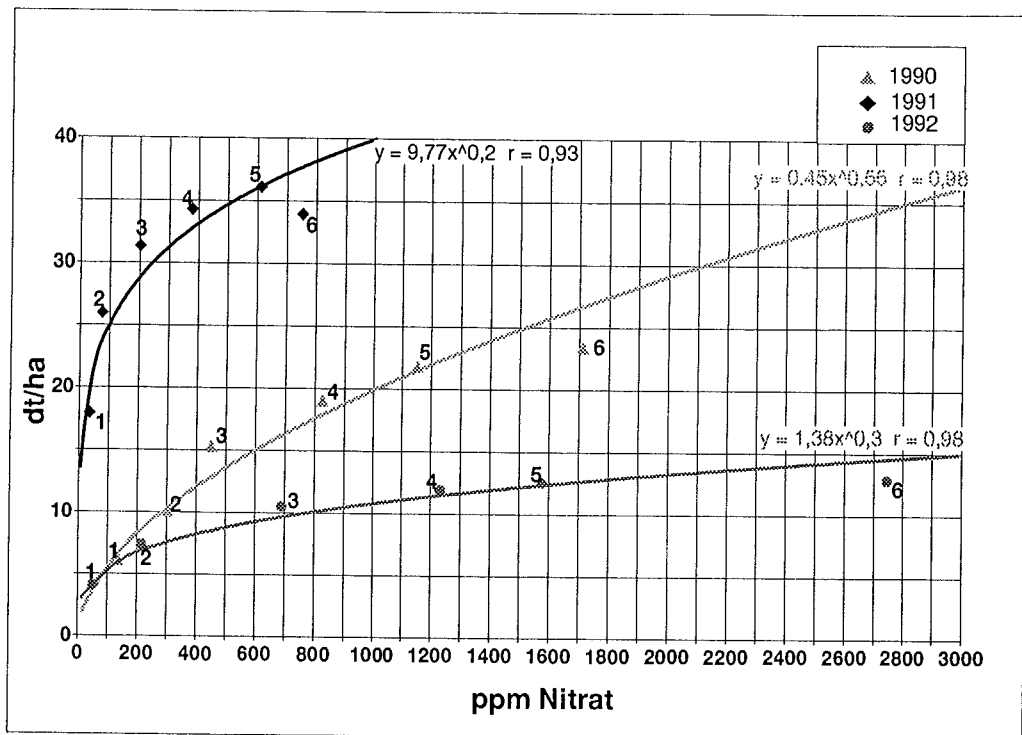


Abbildung 5: Beziehung zwischen der mittleren Nitratversorgung in der Halmbasis der sechs Versuchsglieder und der Ertragsleistung (dt TM/ha) je Schnitt (Versuchsfeld Bremervörde) 1990-1992

Die Zahlen 1 bis 6 sind die jeweiligen Versuchsglieder.  
Versuchsglieder:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 | 0 kg N/ha zu jedem Schnitt   |
| 2 | 20 kg N/ha zu jedem Schnitt  |
| 3 | 40 kg N/ha zu jedem Schnitt  |
| 4 | 60 kg N/ha zu jedem Schnitt  |
| 5 | 80 kg N/ha zu jedem Schnitt  |
| 6 | 100 kg N/ha zu jedem Schnitt |

#### Anschrift des Verfassers

A. Nitsch, Landwirtschaftskammer Hannover, Bezirksstelle Bremervörde, Albrecht-Thaer-Str. 6a, 27432 Bremervörde.

# Gäreigenschaften extensiv bewirtschafteter Grünlandbestände

M. STERZENBACH

## 1 Einleitung

Auf extensiv bewirtschaftetem Grünland stellt die Winteraußenhaltung von Mutterkühen eine der kostengünstigsten Tierhaltungsformen dar (LANGHOLZ 1992, OPITZ v. BOBERFELD 1997). Für die Rentabilität dieses Verfahrens spielen dabei die Kosten der Winterfutterbergung eine entscheidende Rolle. Aufgrund von Bewirtschaftungsauflagen werden bei der Silagebereitung die Gäreignungskriterien meist nicht erreicht (STERZENBACH 1998, OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999), wodurch bei zusätzlich erhöhtem Clostridiengehalt durch Verschmutzung buttersäurehaltige Silagen zu erwarten sind. Ziel dieses Beitrages ist es, eine Ist-Analyse für das Untersuchungsgebiet Lahn-Dill-Bergland und Westerwald zu erstellen. Werden die Gäreignungskriterien nicht erreicht, so erhebt sich die Frage, ob der Siliererfolg durch chemische oder biologische Additive gesichert werden kann.

## 2 Material und Methoden

Im Untersuchungsgebiet mit einer geographischen Ausdehnung von 80\*40km wurden im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 299 „Landnutzungskonzepte für periphere Regionen“ 116 Versuchstandorte angelegt. Auswahlkriterien waren variierende Standort- und Klimaeigenschaften, Landnutzung, vorherrschende Pflanzenbestände sowie Nutzungsintensität der Flächen. Zur Bestimmung der Gäreignungskriterien wurde der Erntetermin des Primäraufwuchses zeitlich gestaffelt, und zwar Mitte Mai (=früher Termin), Mitte Juni (=ortsüblich) und Mitte Juli (=später Termin). Die Aufnahme der Vegetation erfolgte nach der Ertragsanteilschätzung (KLAPP 1929), die pflanzensoziologische Gruppierung wurde nach BRAUN-BLANQUET (1964) vorgenommen. Zur Überprüfung der Silagequalität wurden von 21 Standorten Laborsilagen mit folgenden Varianten angefertigt:

Faktoren	Stufen
1. Erntetermin	1.1 früh, Mitte Mai 1.2 spät, Mitte Juli
2. Silierverfahren	2.1 Kontrolle 2.2 KNO <sub>3</sub> -Zusatz 2.3 MSB-Zusatz 2.4 KNO <sub>3</sub> - und MSB-Zusatz
zwei Wiederholungen je Variante	

Zur Charakterisierung der Gäreigenschaften wurden die wasserlöslichen Kohlenhydrate mit Anthron nach YEMM & WILLIS (1954), die Pufferkapazität nach WEIßBACH (1967) sowie der Nitratgehalt nach der Maastrichter Xylenolmethode (ANONYMUS 1997) bestimmt. Die statistische Auswertung beschreibt die Häufigkeiten, mit denen die Grenzwerte bezogen auf Vorwelkegrade von 30% TS (WEIßBACH et al. 1977) beim Z/Pk-Quotienten unterschritten und die beim NO<sub>3</sub>-Gehalt überschritten wurden; darüber hinaus sind in den Abb. 1 und 2 die Maxima, Minima und Mittelwerte angegeben. Über den pH-Wert (ANONYMUS 1997) sowie den NH<sub>3</sub>-N-Anteil (HONOLD et al. 1991) am Rohprotein-N-Gehalt (ANONYMUS 1997) und Buttersäuregehalt (THEUNE 1979) wurde die Silagequalität beurteilt.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Pflanzensoziologische Auswertung und TS-Erträge

Den größten Anteil nehmen *Arrhenathereten* (40%), *Lolio-Cynosureten* (35%) und *Festuco-Cynosureten* (19%) ein. In geringerem Maße vertreten sind *Polygono-Triseten* (3%) sowie der Verband *Bromion racemosi* (3%). Die untersuchten *Lolio-Cynosureten* und *Arrhenathereten* besitzen meist eine höhere Bewirtschaftungsintensität als die restlichen Pflanzengesellschaften, was sich in höheren TS-Erträgen und in den Inhaltsstoffen widerspiegelt. Die TS-Erträge weisen eine deutliche standortbedingte Variabilität auf, die jedoch hauptsächlich durch das N-Düngungsniveau und den jeweiligen Hauptbestandbildner verursacht wird. Eine direkte Abhängigkeit zur Temperatur ist lage- und jahresbedingt – in dem Höhenlagenbereich von 270 bis 480 m über NN – nicht festzustellen. Die *Festuco-Cynosureten* zeigen die geringsten, die *Lolio-Cynosureten* die höchsten Durchschnittserträge.

#### 3.2 Gäreignung

##### 3.2.1 Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient

Um gärobiologisch einwandfreie Silagen erzeugen zu können, werden in Grünlandaufwüchsen bei Vorwelkegraden von 30%TS Zucker/Pufferkapazitäts-Quotienten von >2,0 (WEIßBACH et al. 1977) benötigt. In Abb. 1 sind für die jeweiligen Z/Pk-Quotienten die Varianzen, Mittelwerte und Unterschreitungshäufigkeiten des Grenzbereiches abgetragen. Es wird ersichtlich, daß es hier einen erntetermin- und jahresbedingten Einfluß gibt. Aufgrund einer Zunahme der Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten und einer Abnahme der Pufferkapazität steigt der Quotient von Erntetermin zu Erntetermin an. 1998 liegen die Z/Pk-Quotienten insgesamt niedriger als 1997, was

durch geringere Zuckergehalte und höhere Pufferkapazitäten hervorgerufen wird. Diese jahreszeitbedingten Unterschiede können jedoch, wie aus Abb. 1 hervorgeht, durch höhere Vorwelkegrade ausgeglichen werden. Liegen TS-Gehalte von 40% vor, so wird bei allen Ernteterminen bei einem Z/Pk-Grenzwert von 0,6 eine hinreichende Gärfähigkeit erreicht. Somit ist dieses Kriterium bei extensiven Grünlandaufwüchsen offenbar nicht begrenzend für den Gärerfolg.

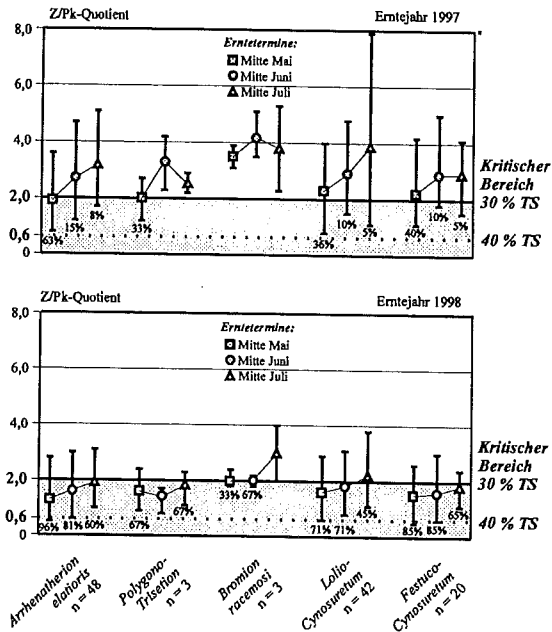


Abb. 1: Zucker/Pufferkapazitäts-Quotienten in Abhängigkeit von Erntetermin, Pflanzengesellschaft, Standort und Jahr

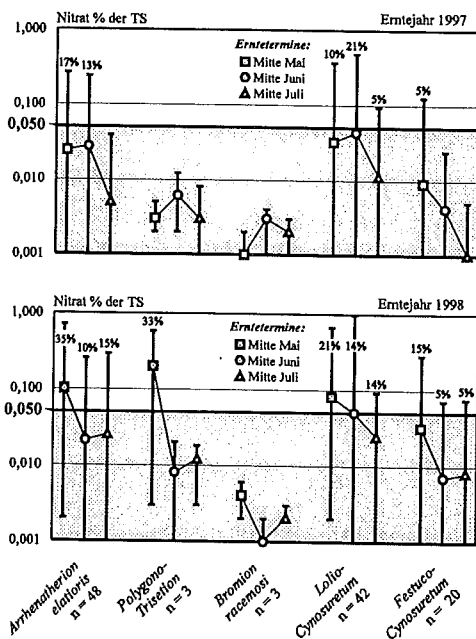


Abb. 2: Nitratgehalte in Abhängigkeit von Erntetermin, Pflanzengesellschaft, Standort und Jahr

### 3.2.2 Nitratgehalt

In Abb. 2 sind Varianzen, Mittelwerte und Überschreitungshäufigkeiten des Nitrat-Grenzwertes abgetragen. Nach WEIBBACH & HONIG (1996) ist für gärbioologisch einwandfreie Silagen ein Mindest-NO<sub>3</sub>-Gehalt von >0,05% in der TS notwendig. Es wird ersichtlich, daß diese Gehalte weitgehend unabhängig von Pflanzengesellschaft, Erntetermin und Jahr nur selten erreicht werden. Mit Fortschreiten der Vegetationszeit nimmt der Gehalt in dem älteren Material ab. Somit sind in den meisten Fällen die Nitratgehalte nicht ausreichend, um gärbioologisch einwandfreie Silagen zu erzeugen, vgl. Abb. 4. Zur Sicherung des Silierprozesses ist somit ein Zusatz von NO<sub>3</sub>-haltigen Additiven offenbar zwingend notwendig.

### 3.3 Silagequalität

#### 3.3.1 pH-Wert

Beim pH-Wert der Silagen ist kein eindeutiger Einfluß der jeweiligen Siliervariante festzustellen, vgl. Abb. 3. Der kritische pH-Wert von 4,5 bei 30% TS (WEIBBACH et al. 1977) wird beim Erntetermin Mitte Mai meist nicht erreicht, was durch niedrige Z/Pk-Quotienten und dadurch geringere Milchsäuregehalte erklärt werden kann. Höhere Quotienten zum 2. Erntetermin bewirken dagegen



vermehrt Silagen mit pH-Werten unterhalb des kritischen Grenzwertes. 1998 liegen aufgrund niedrigerer Z/Pk-Quotienten und Milchsäuregehalte die pH-Werte zu allen Ernteterminen meist oberhalb des kritischen pH-Wertes.

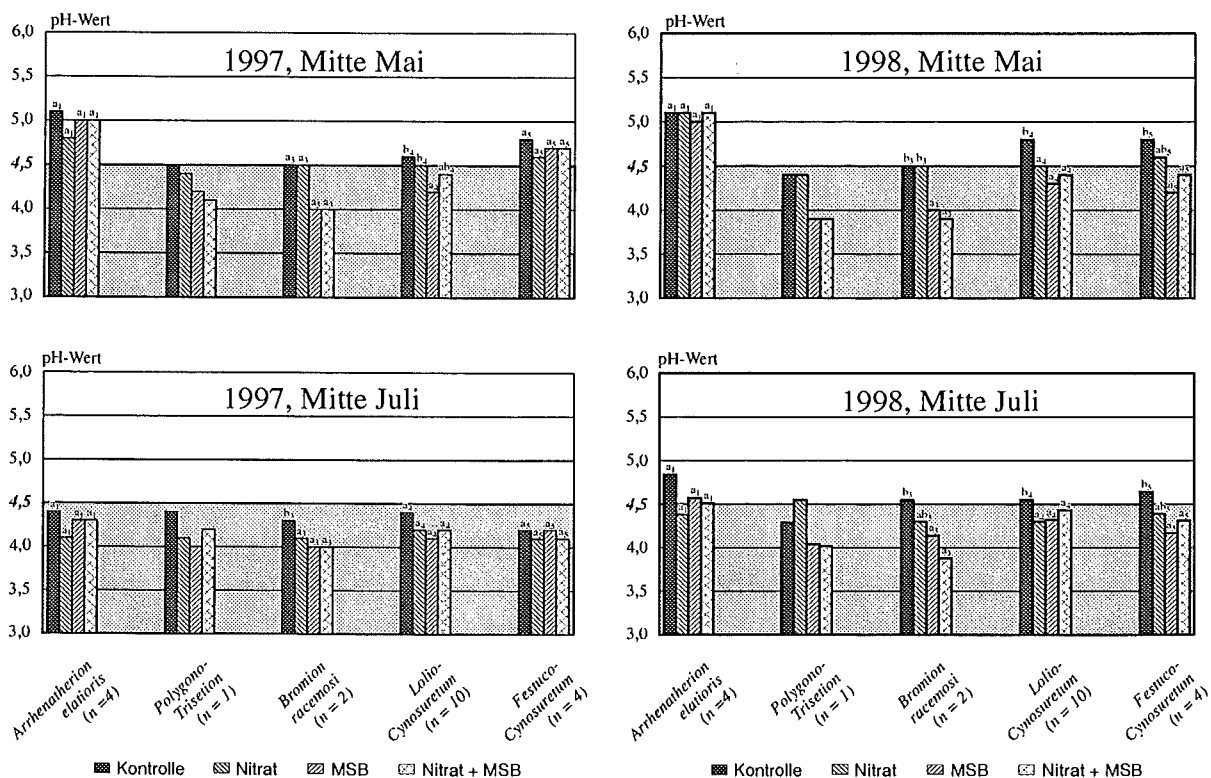


Abb. 3: pH-Werte in Abhängigkeit von Silierzusatz, Pflanzengesellschaft und Jahr

### 3.3.2 Buttersäure

In Abb. 4 sind die Buttersäuregehalte in Abhängigkeit von Pflanzengesellschaft, Silierzusatz, Erntetermin und Jahr abgetragen. Dabei wird ersichtlich, daß die hohen Buttersäuregehalte in der Kontrolle durch Zusatz von Milchsäurebakterienpräparate meist nicht signifikant gesenkt werden. Buttersäurefreie Silagen mit Gehalten < 0,3% in der TS (WEIBBACH et al. 1977) sind dagegen mit nitrathaltigen Additiven, wie Kaliumnitrat, möglich. Somit bestätigt sich im Silierversuch die Einschätzung, daß vor allem der  $\text{NO}_3$ -Gehalt in der Silagebereitung qualitätsbegrenzender Faktor ist.

### 3.3.3 $\text{NH}_3$ -N-Anteil am Rohprotein-N-Gehalt

Auch beim  $\text{NH}_3$ -N-Anteil am Rohprotein-N-Gehalt ist kein signifikanter Einfluß der Siliermittel festzustellen. Insgesamt liegen die Gehalte meist über dem Grenzwert von 8%. Aufgrund der niedrigen Rohproteingehalte im Ausgangsmaterial ist die absolut abgebaute Eiweißmenge jedoch gering; das trifft besonders für das *Arrhenatherion elatioris* zu.

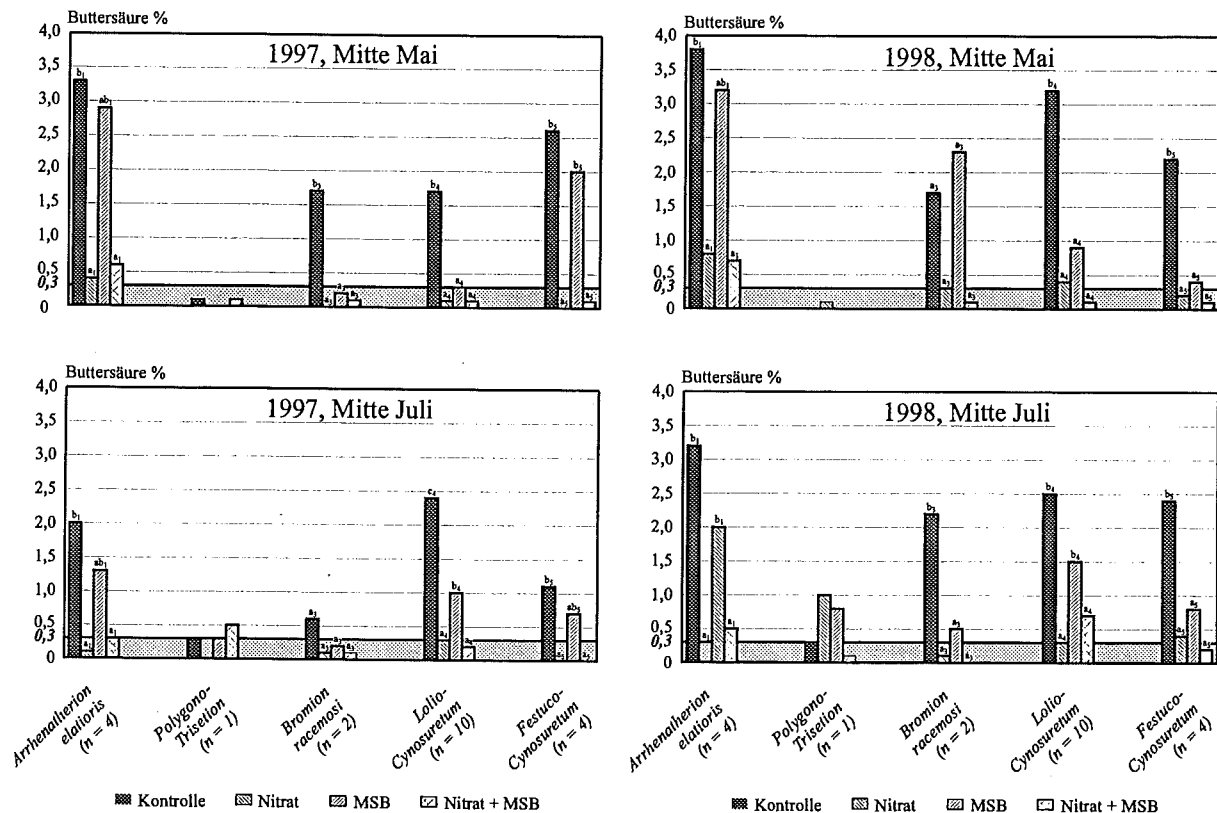


Abb. 4: Buttersäuregehalte in Abhängigkeit von Silierzusatz, Pflanzengesellschaft und Jahr

Außerdem kann festgestellt werden, daß auch hier der  $\text{NH}_3$ -Anteil am Rohprotein-N-Gehalt zum zweiten Erntetermin aufgrund höherer Z/Pk-Quotienten und Milchsäuregehalte niedriger ist als zum ersten.

#### 4 Zusammenfassung

Die Pflanzenbestände weisen in der Bewirtschaftungsintensität eine große Variabilität auf, wobei N-Düngung und Hauptbestandsbildner entscheidend die Ertragsleistung bestimmen. Im Gegensatz zu den Nitratgehalten wirken die Z/Pk-Quotienten auf den Siliererfolg nicht begrenzend. Geringe Z/Pk-Quotienten können durch höhere Vorwelkegrade kompensiert werden. Bei pH-Wert und  $\text{NH}_3$ -N-Anteil am Rohprotein-N-Gehalt ergeben sich keine eindeutigen Einflüsse der jeweiligen Additive. Zur Erzeugung gärobiologisch einwandfreier Silagen ist bei extensiven Grünlandbeständen ein Zusatz von nitrathaltigen Additiven notwendig, um buttersäurefreie Silagen zu erzielen.

## Literatur

- ANONYMUS, 1997: Methodenbuch 3. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Verl. Springer, Wien, New York.
- HONLD, F. & B. HONOLD, 1991: Ionenselektive Elektroden: Grundlage und Anwendung in Biologie und Medizin. Birnhäuserverlag, Basel, Boston, Berlin.
- KLAPP, E., 1929: Thüringische Rhönhutungen. Wiss. Arch. Landw. Abt. A, Arch. Pflanzenbau 2, 704-786.
- LANGHOLZ, H.-J., 1992: Extensive Tierhaltung in Landschaftspflege und als produktionstechnische Alternative. Züchtungskunde 64, 271-282.
- OPITZ v. BOBERFELD, W., 1997: Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Landw. 75, 604-618.
- OPITZ v. BOBERFELD, W. & M. STERZENBACH, 1999: Winteraußenhaltung von Mutterkühen unter den Aspekten Standort, Umwelt und Futterwirtschaft. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 40, Heft 5/6, im Druck.
- STERZENBACH, M., 1998: Zur Variabilität der Gäreigenschaften von Extensiv-Grünland der Region Lahn-Dill-Bergland. Arbeitsgem. Grünland u. Futterbau d. Ges. Pflanzenbauwiss. Bericht 42. Jahrestagung Gießen, 193-195.
- THEUNE, H. H., 1979: Gaschromatographische Bestimmung der kurzkettigen Fettsäuren einschließlich Ethanol und Milchsäure aus Gärfutter. Ein Methodenvergleich. Landwirtsch. Forsch. 26, Kongreßband 1978, 540-547.
- WEIBBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Deutsche Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 92, 211-220.
- WEIBBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE & O. KNABE, 1977: Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Aufl., Hrsg.: Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin.
- WEISSBACH, F. & H. HONIG, 1996: Über die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. Landbauforsch. Völkenrode 46, 10-17.
- YEMM, E.W. & A.J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem. J. 54, 508-514.

## Anschrift des Verfassers

Dipl. Ing.agr. Maik Sterzenbach, Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstr. 23, D-35390 Gießen.

# Steigerung der N-Effizienz im spezialisierten Milchviehbetrieb durch pflanzenbauliche Maßnahmen - ein interdisziplinäres Forschungsprojekt der Universität Kiel

M. WACHENDORF, M. BÜCHTER, B. INGWERSEN, N. JOVANOVIC UND F. TAUBE

## 1 Einführung und Problemstellung

Hoftorbilanzen der Rinderspezialberatung Schleswig-Holstein (ANONYMUS, 1997, 1998) sowie Berechnungen des Lehrstuhls Grünland und Futterbau (TAUBE et al., 1997) zeigen, daß die spezialisierten Milchvieh/Futterbaubetriebe Schleswig-Holsteins vergleichsweise hohe Nährstoffüberschüsse aufweisen, die für das Nährelement Stickstoff deutlich über  $200 \text{ kg N ha}^{-1}\text{Jahr}^{-1}$  betragen können. Diese Überschüsse entstehen aus dem unausgewogenen Verhältnis zwischen Stickstoffinput (hpts. Dünger und Futtermittel  $\approx 250\text{-}300 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) und Output (Milch und Fleisch  $\approx 50\text{-}80 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) solcher Betriebstypen. 85% der Milchkühe in Schleswig-Holstein werden auf Betrieben gehalten, die sich im Landschaftsraum der Geest befinden. Dieser Standort ist durch sehr sandige Böden mit Tongehalten häufig unter 5% gekennzeichnet, woraus eine äußerst geringe Sorptionskapazität für Wasser und Nährstoffe und damit einhergehend ein hohes Auswaschungsrisiko für wasserlösliche Verbindungen (z.B. Nitrat) resultiert.

Anhand von Feldversuchen auf diesem Standort ermittelte BENKE (1992) eine lineare Zunahme der Nitratmengen im Sickerwasser bei steigender N-Versorgung von Grünlandbeständen. Die Verluste aus dem System waren bei Weidenutzung dreimal so hoch wie bei Schnittnutzung, wohingegen die Art der N-Quelle - ob Mineraldünger oder biologische Fixierung durch den Weißklee - keine wesentlichen Unterschiede induzierte. **Vor dem Hintergrund dieser und anderer Sickerwasseruntersuchungen stellt sich die Frage, ob die N-Verluste unter Grünland durch eine kombinierte Nutzung (Schnitt + Weide) reduziert werden können und inwiefern eine Applikation von Rindergülle hierbei interagiert.**

Neben dem Grünlandfutter stellt der Silomais die zweite Säule in der Futterration dieser Betriebstypen dar. Versuchsergebnisse auf den sandigen Böden im mittleren Schleswig-Holstein zeigen, daß N-Düngungsmengen von weniger als  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  ausreichen, um das Ertragspotential des Silomaises auszuschöpfen (TAUBE et al., 1997). Auf dem Dauergrünland reichte im Vergleich dazu die doppelte N-Düngungsmenge nicht aus, um vergleichbare Erträge bei Schnittnutzung zu realisieren. Auch der Einsatz von Ackergras bzw. Ackerklee gras führt insbesondere im Bereich geringer N-Versorgung zu deutlich höheren Leistungen als auf dem Dauergrünland. **Auf Basis dieser Daten stellt sich die Frage, inwieweit die Auswahl der Kulturarten für die Grundfutterbereitstellung, insbesondere im**

**Hinblick auf eine hohe N-Verwertungseffizienz und einen Ausgleich der Nährstoffbilanzen, überdacht werden muß.**

Vor diesem Hintergrund wurde von verschiedenen Instituten der Universität Kiel ein interdisziplinäres Forschungsprojekt initiiert, welches 1997 startete. Es befaßt sich mit der Quantifizierung von N-Flüssen im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb bei verschiedensten Produktionsintensitäten und Managementstrategien. **Übergeordnetes Ziel dieses Projektes ist es, optimierte Produktionsstrategien zur Effizienzsteigerung der Umsetzung des eingesetzten Stickstoffs (Dünger, Futtermittel) in Produktstickstoff (Milch/ Fleisch) abzuleiten.**

## 2 Vorstellung des Forschungsprojektes

Basis der Untersuchungen ist die quantitative Erfassung der wesentlichen N-Flüsse im System Boden-Pflanze-Tier. Abb. 1 gibt einen Überblick über die einzelnen Arbeitsgebiete des Projektes.

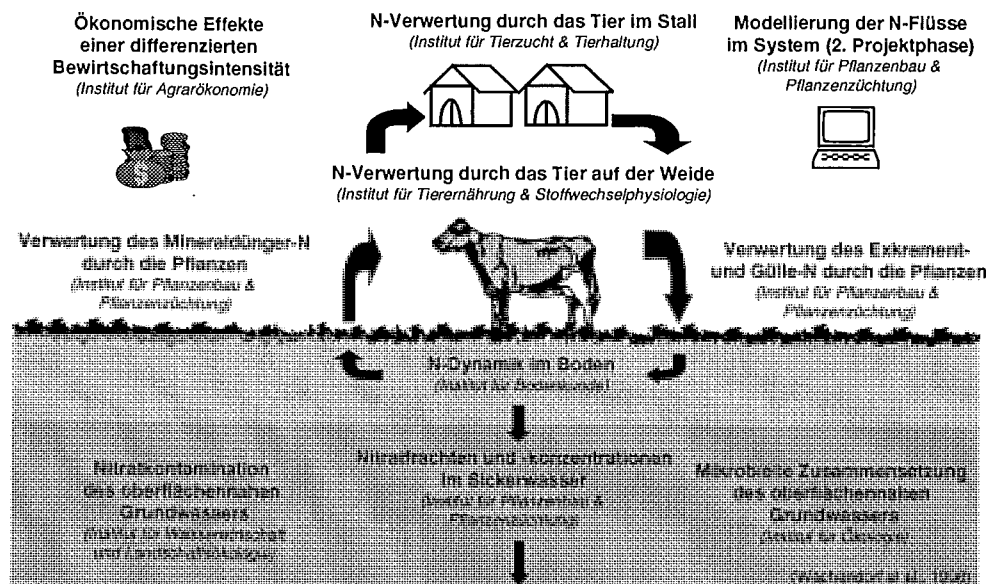


Abb. 1: Organisation der Arbeitsgebiete im Forschungsprojekt Karkendamm „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb“

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

Tierexaktversuch, insbesondere in bezug auf die Abbaubarkeit der Nährstoffe, bewertet werden. Im Folgenden werden die in der ersten Projektphase bearbeiteten Themenbereiche kurz skizziert:

### **Bedeutung der Nährstoffversorgung für die N-Effizienz verschiedener Futterpflanzen (Institut für Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung, Universität Kiel)**

Den Kernbereich des Projektes stellen die insgesamt ca. 4 ha umfassenden Grünland-, Ackergras/Kleegras- und Mais-Parzellenversuche dar. Abb. 2 gibt die einzelnen Versuchsanlagen wieder. In allen Varianten werden TM-, Energie- und N-Erträge sowie alle wesentlichen Futterqualitätsparameter erhoben. Mit Hilfe des Einsatzes von  $^{15}\text{N}$ -Isotopen wird im Grünland- und Maisversuch die Verwertung des Mineraldünger- und Gülle-N sowie die Menge des auf dem Grünland vom Weißklee fixierten N exakt ermittelt. Die Integration einer Untersaatvariante in den Silomaisversuch bietet einerseits die Möglichkeit, Effekte hinsichtlich der Reduzierung der N-Auswaschungsverluste nach der Silomaisernt zu quantifizieren, andererseits aber auch den Konkurrenzeinfluß der Untersaat auf die Entwicklung des Mais zu bestimmen (JOVANOVIC, 1999). Teil des Grünlandversuches sind neben reinen Schnitt- und Weidesystemen (Umtriebsweiden mit Färsen) auch die in der Grünlandpraxis Schleswig-Holsteins weitverbreiteten Mähweidesysteme. Mittels der gewählten Versuchsanstellung lassen sich auch Aussagen darüber ableiten, inwieweit die Ergebnisse der simulierten Weidenutzung, eine kostengünstige Standardmethode in der Grünlandforschung, mit denen einer echten Weidenutzung übereinstimmen (INGWERSEN et al., 1999).

### **Nitrat-Sickerwasserverluste in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung bei Mais und Grünland (Institut für Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung, Universität Kiel)**

Insgesamt sind 500 Saugkerzen als permanente Anlage in die Parzellen des oben beschriebenen Grünlandversuches installiert. Die Steuerung der Anlage erfolgt elektronisch, wobei erst ab einer kritischen Wasserspannung ein Vakuum an die Kerzen angelegt wird. Die Beprobung des Sickerwassers erfolgt wöchentlich. Weitere 300 Kerzen dienen der Untersuchung des Sickerwassers im Maisversuch. Aufgrund der wiederkehrenden Bodenbearbeitung erfolgt der Einbau nur temporär. Die Druckanlegung geschieht wöchentlich mit einer transportablen Pumpe.

### **Grundwasserqualität unter differenziert bewirtschaftetem Dauergrünland (Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie)**

Mittels Steigbrunnen wird in sämtlichen Weide- und Mähweidevarianten die Konzentration des Grundwassers an Nitrat-, Phosphat-, Kalium- und Chloridionen gemessen. Mittels eines Bromidtracers wird die laterale Wasserbewegung ermittelt. Aus dem Vergleich des Nitrat/Chlorid-Verhältnisses zwischen Sicker- und Grundwasser lassen sich Rückschlüsse auf Denitrifikationsvorgänge im Unterboden ziehen.

### **Mikrobiologische Zusammensetzung des Grundwassers unter differenziert bewirtschaftetem Dauergrünland (Institut für Ökologie, Universität Greifswald)**

Basierend auf der Annahme, daß Grundwasser, das unter häufig beweidetem Grünland neu gebildet wird, ein günstiges Milieu für denitrifizierende Bakterien darstellt, wird untersucht, inwieweit die Intensität der Grünlandnutzung das Ausmaß der Denitrifikationsprozesse beeinflusst. Nach der Identifizierung aller im Grundwasser vorkommenden Mikroorganismen kann anhand molekularbiologischer Methoden festgestellt werden, ob und mit welcher Häufigkeit sich Bakterien mit Genen für die Denitrifikation im Grundwasser befinden. Daran schließen sich Untersuchungen an, die die Aktivität der isolierten denitrifizierenden Bakterien ermitteln sollen. Dadurch kann bestimmt werden, um welchen Betrag die Bakterien den Nitratgehalt des Grundwasser absenken. Die Ermittlung der im Stoffwechsel der Bakterien entstehenden gasförmigen Endprodukte (Lachgas bzw. elementarer Stickstoff) geben Aufschluß über weitere ökologische Konsequenzen der Intensität der Grünlandbewirtschaftung.

### **Dynamik der organischen Bodensubstanz und ihre Bedeutung für den Stickstoffhaushalt futterbaulich genutzter Böden (Institut für Bodenkunde, Universität Hamburg)**

Ziel der bodenkundlichen Untersuchungen ist es, Bewirtschaftungseffekte auf das Ausmaß der Festlegung und Nachlieferung von Bodenstickstoff in der Grünlandwirtschaft und im Maisanbau zu ermitteln. Eine vertiefte Kenntnis der Dynamik dieser Prozesse ermöglicht einen sowohl mengenmäßig als auch zeitlich gezielteren Einsatz mineralischer und organischer N-Dünger im Futterbau. Außerdem stellt die Umsetzung des mikrobiell oder in Pflanzenresten gebundenen Stickstoffs zum Ende der Vegetationsperiode eine wesentliche Größe für die Erklärung der Ursachen der Nitratauswaschung dar.

### **Einfluß der Kraftfutterzusammensetzung auf die N-Verwertung durch das Tier auf der Weide (Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Universität Kiel)**

Das Weidefutter zeichnet sich i.d. R. durch ein unausgewogenes Protein/Energie-Verhältnis aus. Gegenstand dieser Untersuchungen ist es, den Einfluß einer variierten Kraftfutterergänzung (schnell versus langsam verfügbare Energie) auf die Milchleistung und N-Verwertung von Kühen auf der Weide (intensiv mit mineralischem N gedüngter Grasbestand versus ungedüngter Kleegrasbestand) zu ermitteln.

### **Einfluß der Rationszusammensetzung auf die N-Verwertung durch das Tier im Stall (Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Universität Kiel)**

Analog zu den Untersuchungen auf der Weide wird in der Winterfutterperiode die Bedeutung einer simultanen Anflutung von energie- und stickstoffliefernden Substanzen für die Proteinbiosynthese im Pansen der Kühe quantifiziert. Zu diesem Zweck werden neben zwei unterschiedlichen Grundfuttermischungen (80% Maissilage + 20% Ackergras/Rotkleegrassilage versus 20% + 80%) alternativ 2 Kraftfuttertypen verabreicht, die sich bei gleicher Energiekonzentration in der Schnelligkeit der Energieverfügbarkeit deutlich unterscheiden.

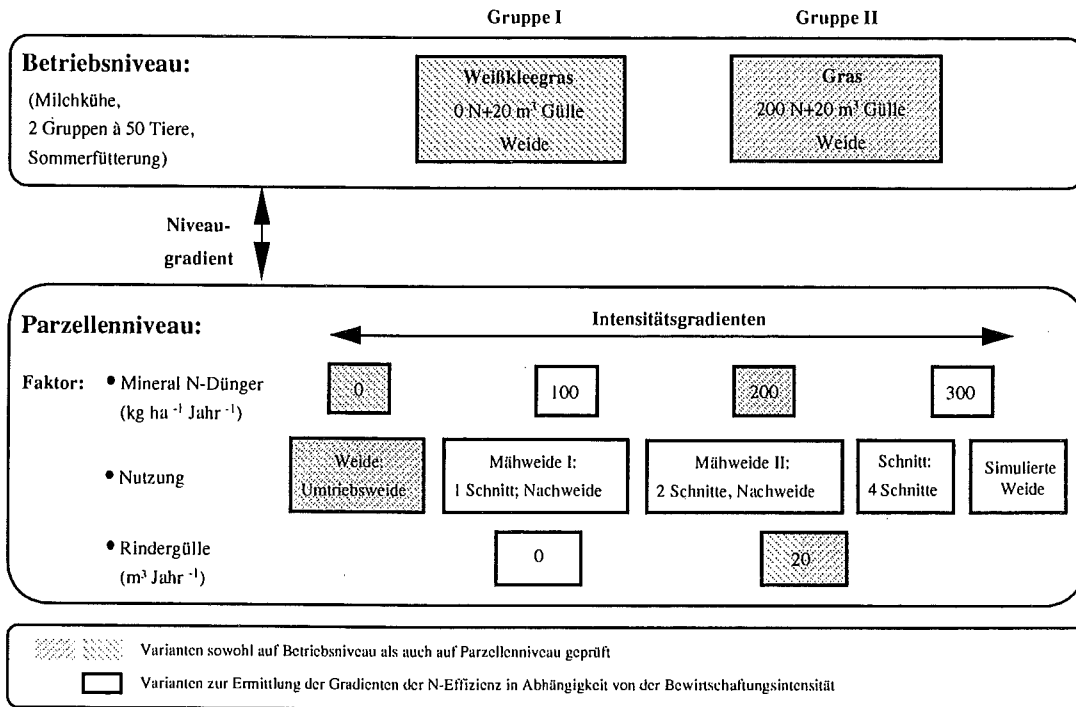


Abb. 2: Versuchsanlage auf dem Dauergrünland im Forschungsprojekt „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb“

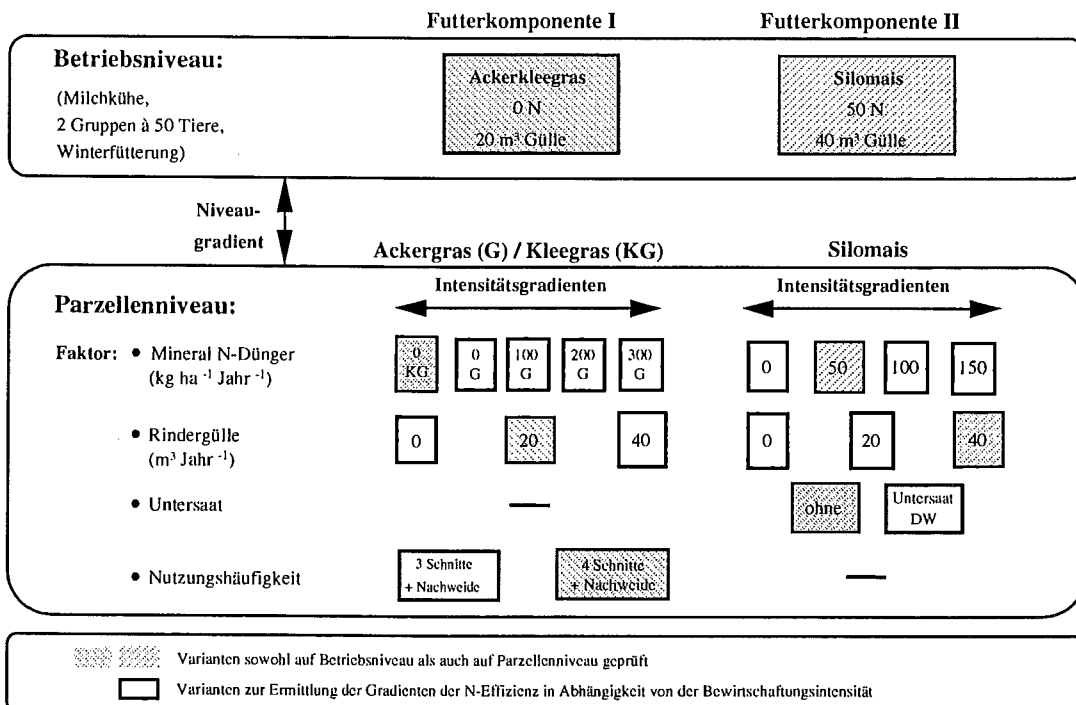


Abb. 3: Versuchsanlage im Feldfutterbau im Forschungsprojekt „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb“



## **Quantifizierung der ökonomischen Effekte der einzelnen Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen (Institut für Agrarökonomie, Universität Kiel)**

Basis der ökonomischen Analysen bilden Daten von insgesamt 40 alternativen Grünland-Produktionsprozessen und über 50 Produktionsprozessen für den Feldfutterbau. Ziel dieser Berechnungen ist es, Szenarien für Betriebe mit gegebener Ressourcenausstattung zu entwickeln, die sowohl dem landwirtschaftlichen Betrieb zur Ermittlung einer optimalen Produktionsstruktur, als auch zur Abschätzung der Konsequenzen von Umweltpolitiken für die Produktion eines Betriebes dienen können.

Die Verknüpfung aller Einzelfragestellungen eröffnet die Möglichkeit, einen weiten Bereich von Produktionsalternativen im Produktionsprozeß Milch hinsichtlich der ökonomischen und ökologischen Effekte zu bewerten und optimale Produktionsintensitäten für die Zukunft zu formulieren. Aufbauend auf den Versuchsreihen der ersten Projektphase sollen vergleichende Untersuchungen optimierter Systeme des Futterbaus einen Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten in der zweiten Projektphase bilden. Desweiteren sollen Erklärungsmodelle hinsichtlich ihrer Treffsicherheit überprüft werden.

### **Literatur**

- BENKE, M., 1992: Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Grünland mittels der Saugkerzen-Methode in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Schnitt/Weide), der Nutzungshäufigkeit, der Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und der Stickstoffdüngung. Diss. der Agrarwiss. Fakultät der CAU.
- INGWERSEN, B., M. WACHENDORF und F. TAUBE, 1999: Vergleich von Umtriebsweiden und „Simulierten Umtriebsweiden“ im Hinblick auf Ertragsleistung, botanische Zusammensetzung und Futterqualität. 43. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Bremen (in diesem Band).
- JOVANOVIĆ, N.-J., M. WACHENDORF und F. TAUBE, 1999: Einfluß einer Grasuntersaat auf den TM- und N-Ertrag von Silomais. 43. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Bremen (in diesem Band).
- TAUBE, F., M. WACHENDORF, J.-M. GREEF und R. WULFES, 1997: Perspektiven semi-intensiver Produktionssysteme in Milchvieh-/Futterbauregionen Norddeutschlands. Ber. Ldw. 75, 586-603.
- WACHENDORF, M., 1998: Stickstoffflüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb - Vorstellung eines interdisziplinären Forschungsprojektes an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel. 1. Hintergrund des Projektes und Zielsetzung. Bauernblatt für Schlesw.-Holst. und Hamburg, 28, 46-47.

### **Anschrift der Verfasser**

M. Wachendorf / M. Büchter / B. Ingwersen / N. Jovanovic / F. Taube,  
Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2,  
24118 Kiel.

# Beziehungen zwischen N-Mineralisation und N-Entzug auf Niedermoorgrünland

H. KÄDING, J. AUGUSTIN, U. MÜNCHMEYER UND W. LEIPNITZ

## 1 Einleitung

Die landwirtschaftliche Nutzung der Niedermoore setzt eine Befahrbarkeit bzw. eine Beweidbarkeit der Flächen voraus. Demzufolge ist die Regulierung der Grundwasserstände eine zentrale Aufgabe. Mit der Entwässerung setzt die Belüftung des Bodens ein und damit wird er dem mikrobiellen Abbau ausgesetzt. Das hat zur Folge, daß Torfsubstanz mineralisiert und die Torfmächtigkeit abnimmt. Der durch Torfmineralisation freiwerdende Kohlenstoff wird größtenteils gasförmig als  $\text{CO}_2$  an die Atmosphäre abgegeben, während der freiwerdende Stickstoff zur Ernährung der Pflanzen dient. Literaturangaben über freiwerdende Stickstoffmengen schwanken erheblich. So werden N-Freisetzungen auf Niedermoorgrünland in Abhängigkeit von Gesamtstickstoffgehalt und Rohdichte zwischen 100 und 1600 kg und im Extremfall bis zu  $3200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  genannt (KUNZE 1984). Im folgenden Beitrag soll geprüft werden, ob ein Zusammenhang zwischen Stickstoffentzug durch die Pflanzen und N-Freisetzung besteht. Eigene Berechnungen zur N-Freisetzung aus dem Boden, ermittelt über den N-Kreislauf, sollen zur Klärung der Problematik beitragen.

## 2 Material und Methoden

Um Daten aus Nährstoffkreisläufen für allgemeingültige Aussagen verwerten zu können, sind langjährige Versuchsreihen erforderlich. Der zur Auswertung genutzte Versuch wurde bereits 1961 auf dem Niedermoorversuchsfeld in Paulinenaue angelegt. Die Versuchsfläche liegt im Havelländischen Luch und ist als mitteltiefgründiges Moor einzustufen. Die mittleren Sommergrundwasserstände schwanken zwischen 40 und 80 cm unter Flur.

Gedüngt werden die Prüfglieder während der gesamten Versuchsperiode in variierten Stufen mit 0-60-120-240-480  $\text{kg N} \cong \text{ha}^{-1}$ . Die Jahres-N-Menge wird bei Dreischnittnutzung jeweils in drei gleich großen Teilgaben verabreicht. Die Grunddüngung beträgt einheitlich 33,5 kg P und 134 kg K  $\cong \text{ha}^{-1} \cong \text{a}^{-1}$ .

Bei bisher 38 Versuchsjahren liegen von 30 Jahren die N-Analysen der Pflanzensubstanz aller Aufwüchse vor.

Die Untersuchungen zur Netto-N-Mineralisierung wurden mittels der Beutel-Inkubationsmethode nach ENO (1960) und RUNGE (1970) durchgeführt. Dabei wurden gestörte Bodenproben aus 0-20 cm und 20-40 cm Bodentiefe entnommen und für ca. 6 Wochen am Standort in der Mitte des zu untersuchenden Horizontes inkubiert. Aus der Differenz zwischen Anfangs- und Endgehalt an anorgani-

schem Stickstoff und der Trockenrohddichte wurden anschließend die Netto-N-Mineralisierungsraten in  $\text{kg N} \cong \text{ha}^{-1} \cong \text{Woche}^{-1}$  errechnet.

### 3 Ergebnisse

Der Stickstoff aus Boden, Luft und Mineraldünger beeinflusst Ertrag und Stickstoffgehalt der Erntesubstanz. Daraus lassen sich Stickstoffentzüge pro Aufwuchs und Jahr errechnen. Die Erzeugungsleistung des gedüngten Stickstoffs ist nach Aufwandmenge und Jahreszeit unterschiedlich. Aufwandmengen von 20 bis 160 kg brachten zum 1. Aufwuchs Mehrerträge zwischen 19,0 und 9,4 kg Trockenmasse je gedüngtem kg N. Bei späteren Schnitten, besonders zum letzten Aufwuchs, geht die Erzeugungsleistung stark zurück.

Geht man von einer ökonomisch sinnvollen Erzeugungsleistung von  $15 \text{ kg TM} \cong \text{kg N}^{-1}$  aus, so können auf dem Niedermoorstandort im Havelländischen Luch zum 1. Aufwuchs bis zu 80 kg N und zum 2. Aufwuchs bis zu 45 kg N eingesetzt werden. Zum 3. Aufwuchs ist jegliche N-Düngung unökonomisch.

Steigende N-Gaben an Mineraldünger erhöhen den Ertrag und die N-Gehalte im Futter und verstärken den N-Entzug durch die Pflanzen (Abb. 1).

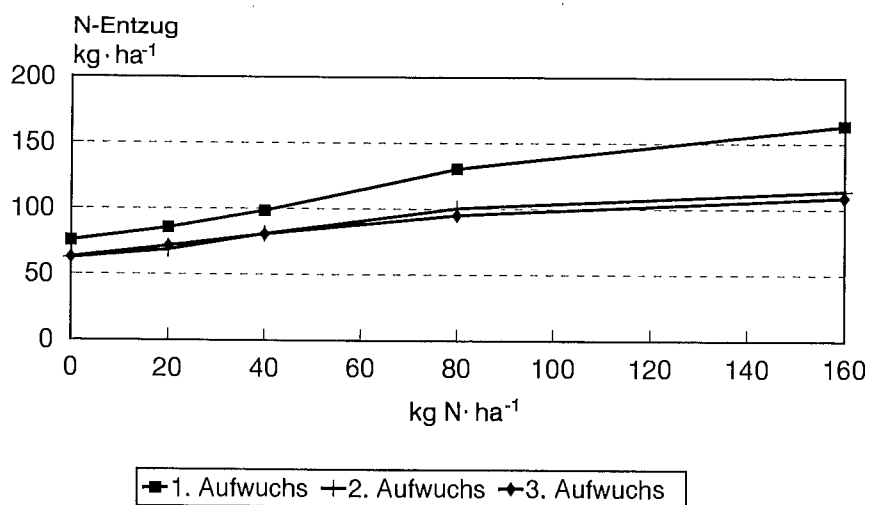


Abb. 1: Stickstoffentzüge zu verschiedenen Aufwüchsen in Abhängigkeit von der N-Zufuhr (x 1961 – 1991)

Die Ertragssteigerungsrate durch Mineraldüngung ist zum 1. Aufwuchs am höchsten, dementsprechend steigt auch der N-Entzug stärker als zu den folgenden Aufwüchsen. Zum letzten Aufwuchs sind zwar die N-Gehalte im Futter gegenüber dem 1. und 2. Aufwuchs geringfügig höher, die Erzeugungsleistung des

Stickstoffs ist aber deutlich geringer und somit steigen mit zunehmender N-Düngung die N-Entzüge weniger stark.

Die Jahresentzüge an Stickstoff steigen von 200 kg bei der ungedüngten Variante auf 326 kg  $\cong$  ha<sup>-1</sup> bei der 3x 80 kg Variante nahezu linear an. Die Ausnutzung des Mineraldüngers ist im Mittel der N-Stufen und Aufwüchse mit 48 % in diesem Bereich fast konstant. Im 1. Aufwuchs ist die Ausnutzung mit 58 % deutlich besser als mit 42 bzw. 43 % im 2. und 3. Aufwuchs. Die höchste N-Düngergabe (3x 160 kg N  $\cong$  ha<sup>-1</sup>) hat deutlich geringere Ausnutzungsraten, sie ist sowieso von der Höhe her für die praktische Düngieranwendung bedeutungslos.

Auf dem ungedüngten Niedermoorgrünland stellt die N-Mineralisation (oxidativer Torfverzehr) die wichtigste N-Inputgröße dar, da nach eigenen Untersuchungen (KÄDING et al. 1994) die jährlichen Einträge durch Niederschläge (8-17 kg N  $\cong$  ha<sup>-1</sup>) und biologische N-Fixierung (Leguminosenanteil am Pflanzenbestand: < 5 %) nur sehr gering sind. Die organischen Stickstoffverbindungen werden bei der Mineralisation in Ammonium umgewandelt und durch Nitrifikation über Zwischenstufen weiter zu Nitrat oxidiert. Diese anorganischen N-Verbindungen können sowohl durch Auswaschungs- und Denitrifikationsprozesse ausgetragen werden als auch dem Aufbau neuer Pflanzensubstanz dienen. Bei Untersuchungen in der Lysimeteranlage und im Freilandversuch konnten nur sehr geringe N-Auswaschungsverluste ermittelt werden (< 5 kg N  $\cong$  ha<sup>-1</sup>  $\cong$  a<sup>-1</sup>, KÄDING 1991). Die Lachgasemissionen, die als Teil der gasförmigen N-Verluste auf der gleichen Versuchsfläche über 3 Jahre ermittelt wurden, liegen bei ca. 2 kg N  $\cong$  ha<sup>-1</sup>  $\cong$  a<sup>-1</sup>. Die N<sub>2</sub>-Verluste können jedoch die Lachgasemissionen um das 10fache übersteigen (AUGUSTIN 1999).

Hieraus wird ersichtlich, daß die durch Auswaschung und Denitrifikation ausgetragenen N-Mengen etwa die gleiche Größenordnung wie die durch Niederschläge und biologische N-Fixierung eingetragenen N-Mengen aufweisen. Unter der Annahme, daß sich innerhalb der 38 Versuchsjahre ein Gleichgewicht zwischen N-Mineralisierung und N-Entzug durch die Pflanzen eingestellt hat, können daher die auf dem ungedüngten Niedermoorgrasland ermittelten Jahresentzüge von 200 kg N  $\cong$  ha<sup>-1</sup> als Netto-N-Mineralisierungsprodukt angesehen werden. Diese N-Mineralisierungsrate ist nach Angaben von SCHEFFER et al. (1988), SCHOLZ und SCHMIDT (1991), KÄDING et al. (1994) für flach- und mitteltiefgründige Niedermoore als untere Grenze anzusehen. Die Tiefgründigkeit des Standortes hat einen deutlichen Einfluß auf die Mineralisationsrate. Tiefgründige Moore haben bei gleichen Grundwasserständen im Gegensatz zu flachgründigen höhere Torfabbauraten, was auch durch höhere Erträge und N-Entzüge zum Ausdruck kommt. Der N-Entzug durch den Pflanzenbestand (Rohproteinertrag) ist also ein Kriterium dafür, daß er mit der Moormineralisation in engem Zusammenhang steht. So wurden im Mittel von 9 Versuchsjahren (1958-1966) in den ehemaligen Paulinenauer Außenstellen bei gleicher Versuchsanstellung folgende Trockenmasseerträge ohne N-

Düngung ermittelt (Tab. 1). Bei einem N-Gehalt im Futter von  $26 \text{ g} \cong \text{kg TM}^{-1}$  ergeben sich daraus folgende N-Entzüge.

Tabelle 1: Einfluß von Torfmächtigkeit auf Trockenmasseertrag und N-Entzug

	Friedländer Große Wiese	Rotes Luch	Rhinluch
Torfmächtigkeit (cm)	220	120	25
Trockenmasseerträge (dt/ha)	90,8	82,7	58,5
N-Entzüge (kg/ha)	236	215	152

Die Versuche der drei Außenstellen wurden unter unterschiedlichen Standortbedingungen durchgeführt. Der Standort Paulinenaue liegt in der Moormächtigkeit (80 cm), im Ertrag (77 dt TM) und im N-Entzug ( $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) zwischen dem Roten Luch und dem Rhinluch.

Der Pflanzenentzug an Stickstoff auf nicht mit Mineraldünger-N versorgten Standorten entspricht etwa der Netto-Mineralisationsrate. Wird zusätzlich mineralischer Stickstoff gedüngt, so sind von der zugeführten Menge (ausgehend vom Wirkungsgrad) 48 % einzusetzen, um auf die N-Freisetzung des Bodens zu schließen.

Aus der Trockenrohddichte von  $36,4 \text{ g} \cong 100 \text{ cm}^{-3}$  und dem N-Gehalt von  $23,2 \text{ g} \cong \text{kg TS}^{-1}$  im Havelländischen Luch errechnet sich ein jährlicher Höhenverlust von 2,37 mm, sofern auf dem schon lange meliorierten Niedermoor keine größeren Schrumpfung und Sackungen mehr stattfinden.

Die Mineralisation der Niedermoorstandorte wird in hohem Maße von Bodenfeuchte und Temperatur beeinflusst (MUNDEL 1976). Deshalb sind die Mineralisationsraten im Sommer/Nachsommer am höchsten und entsprechend außerhalb der Vegetationsperiode am geringsten. Auch während der Vegetationsperiode 1997 war witterungsbedingt die Netto-N-Mineralisierung unterschiedlich (Abb. 2).

Nasse und kalte Jahre bewirken auf Niedermoorgrünland Ertragsdepressionen mit geringem N-Entzug. Hohe Grundwasserstände bewirken eine geringere Belüftung des Bodens und verringern den mikrobiellen Abbau der organische Substanz. Die niedrigere Mineralisationsrate bewirkt gleichzeitig verringerte N-Entzüge.

Neben dem Grundwasserstand bestimmt auch die Lagerungsdichte der Torfe im Oberboden den Torfabbau und damit die Stickstofffreisetzung. Moore die nicht befahren, beweidet oder gewalzt werden sind ebenfalls einer stärkeren Mineralisierung ausgesetzt. Den Einfluß der Lagerungsdichte auf die Stickstofffreisetzung, bedingt durch unterschiedliche Landnutzung, verdeutlichen auch Untersuchungen von MÜNCHMEYER et. al. (1998).

Hohe Nitrat-Gehalte konnten auf den Versuchsflächen im Boden und Grundwasser zu keiner Jahreszeit nachgewiesen werden. Eine Versuchsreihe zum Nitratgehalt im Boden über drei Jahre und Beprobung im

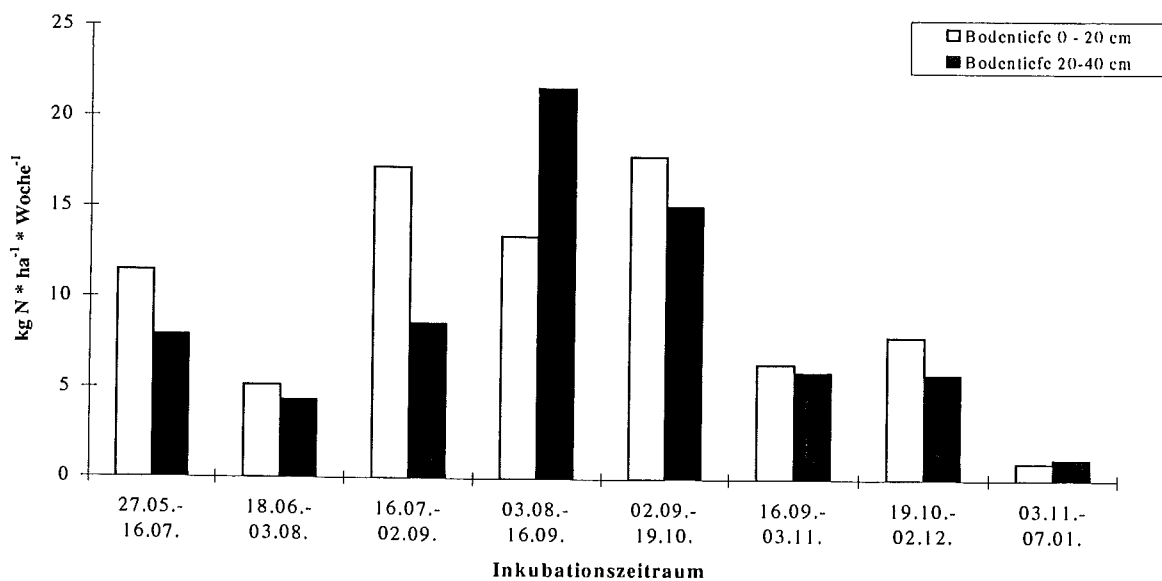


Abb. 2: Netto-N-Mineralisierung im Verlauf des Jahres 1997 auf ungedüngten Niedermoorgrasland

14-tägigen Abstand zeigt keine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit. Offensichtlich findet die Nitrifizierung des Bodenstickstoffs nicht gleichzeitig mit der Mineralisation statt, bzw. der Nitratstickstoff wird schnell immobilisiert bzw. vom wachsenden Pflanzenbestand unmittelbar verwertet (Abb. 3).

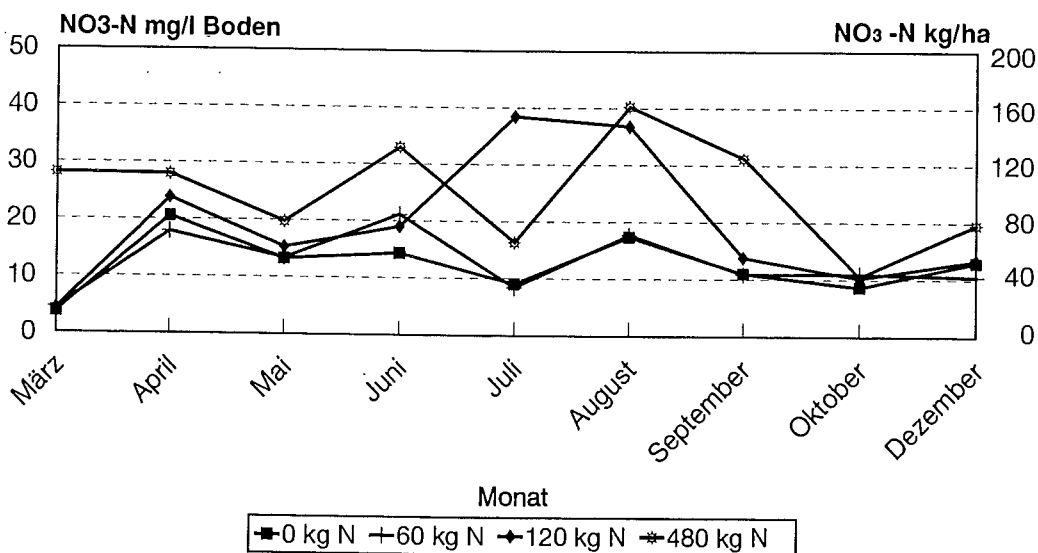


Abb. 3: NO<sub>3</sub>-N-Gehalte im Boden (0-40 cm Tiefe) bei verschiedenen N-Düngungsstufen Mittelwerte der Jahre 1995 - 1997

Geringe mineralische N-Düngergaben ( $3 \times 20 \text{ kg N} \cong \text{ha}^{-1}$ ) erhöhen den Nitratgehalt des Bodens nicht. Bei einer Aufwandmenge von  $3 \times 40 \text{ kg} \cong \text{ha}^{-1}$  deutet sich eine Erhöhung in den Monaten August/September an. Zu diesem Zeitpunkt sind die Mineralisationsraten am höchsten. Selbst bei praxisuntypischen Mengen von  $3 \times 160 \text{ kg} \cong \text{ha}^{-1}$  wurden zwar tendenziell höhere Werte gemessen, sie spiegeln aber die hohen Aufwandmengen nicht wider.

Auch eigene vierjährige Nitratmessungen im Grundwasser unter variierten Stickstoffvarianten zeigten sowohl bei der ungedüngten Variante als auch beim Grabenwasser keine Abhängigkeit von der Jahreszeit (Abb. 4).

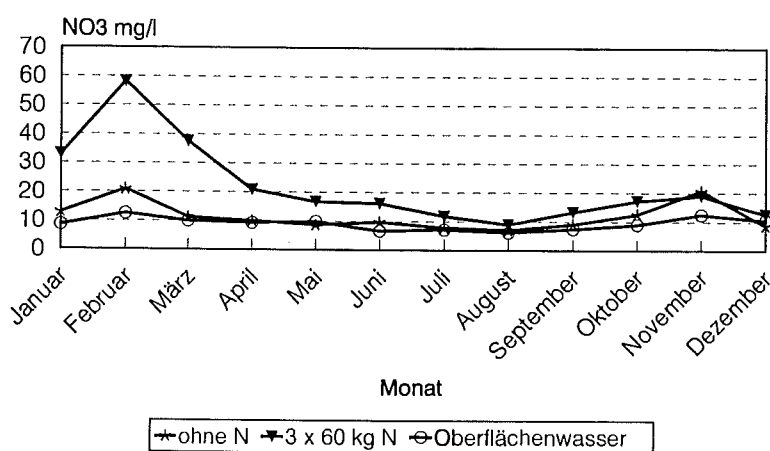


Abb. 4: NO<sub>3</sub>-Konzentration im Grund- und Oberflächenwasser  
Mittelwerte aus 4 Versuchsjahren

Höhere Mineraldüngergaben ( $3 \times 60 \text{ kg N} \cong \text{ha}^{-1}$ ) führten zu ungeklärt höheren Werten vor Vegetationsbeginn. Eventuell sind sie auf die Verlagerung aus dem Vorjahr während der Bodenpassage in größere Tiefen zurückzuführen.

#### 4 Zusammenfassung

Aus vorliegenden Versuchsergebnissen werden Aussagen zum N-Kreislauf auf Niedermoorgrünland bei gestaffelter Stickstoffdüngung gemacht. N-Düngung und Torfmineralisation sind entscheidende Inputgrößen. Die Outputseite wird wesentlich durch Stickstoffentzüge der Pflanzen bestimmt. Die N-Zufuhr durch Knöllchenbakterien, freilebende N-bindende Bakterien und Niederschläge ist anteilmäßig gering. Auch sind die N-Verluste auf Niedermoorstandorten durch Auswaschung und gasförmige Emissionen niedrig. Die Rohproteinträge auf nicht mit Stickstoff gedüngten, aber ausreichend mit Makronährstoff-

fen versorgtem Niedermoor sind Anhaltsgrößen für die Mineralisationsrate und den Höhenverlust des Standortes. Nach Stickstoffdüngung kann, bei einer Ausnutzungsrate von 48 %, ebenfalls auf die Netto-N-Mineralisationsrate geschlossen werden.

## Literatur

- AUGUSTIN, J., W. MERBACH, H. KÄDING, G. SCHALITZ & W. SCHMIDT, (1998): Einfluß von N-Düngung, extensiver Schnitt- und Weidenutzung sowie von Wiedervernässung auf die Lachgas- und Methanemission aus degradiertem Niedermoorgrünland. Ökologische Hefte, 9, Humboldt-Universität zu Berlin, 191-198
- AUGUSTIN, J. (1999): mündliche Mitteilungen
- ENO, F. (1960): Nitrat production in the field by incubating the soil in polyethylene bags. - Soil Science Soc Am. Proc. 24, S. 277-279
- KÄDING, H., G. PETRICH, G. SCHALITZ & W. LEIPNITZ, (1994): Untersuchungen zum N-Kreislauf während der Vegetationsperiode von Niedermoorgrünland. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 38, 315-322
- KUNZE, H., (1984): Bewirtschaftung und Düngung von Moorböden. Niedersächsische Landesanstalt für Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut Bremen
- MÜNCHMEYER, U., D. KOPPISCH, J. AUGUSTIN & W. MERBACH, (1998): Untersuchungen zur Stickstoff-Netto-Mineralisierung unter Wald- und Wiesenstandorten der "Friedländer Großen Wiese" in Mecklenburg-Vorpommern. Pflanzenleistung, Wurzeleistung und Exudation. 8. Borkheimer Seminar zur Ökophysiologie des Wurzelraumes (Ed. W. Merbach) B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig, pp. 13-20
- MÜNCHMEYER, U., S. ANDREAS & J. AUGUSTIN, (1999): Einfluß der Wiedervernässung von stark degradiertem Niedermoorgrünland auf den Verlauf der Stickstoff-Mineralisierung. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, im Druck
- MUNDEL, G., (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 20, 669-679
- RUNGE, M (1970): Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff-Nachlieferung am Standort. Flora, Abt. B; Bd. 159, 233 - 257
- SCHEFFER, B., H. KUNZE & G. RICHTER, (1988): N<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-Bildung in Niedermoorböden (Modellversuch) LUFA VD-Schriftenreihe 28, Kongressband Teil II, 471-480
- SCHOLZ, A. & W. SCHMIDT, (1991): Wasserregulierung zur ökologischen Nutzung von Niedermoorgrünland. Feldwirtschaft 2, 57-59

## Anschrift der Verfasser

Dr. Horst Käding / Dr. Jürgen Augustin / Ulrike Münchmeyer / Dr. sc. Wolfgang Leipnitz,  
Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e. V. (ZALF), Eberswalder Str. 84,  
15374 Müncheberg.



# Einfluß von mineralischer und organischer N-Düngung auf die N-Ausnutzung und N-Auswaschung von Grünland

M. BENKE

## 1 Einleitung

In der Literatur liegen zahlreiche Untersuchungen zur N-Ausnutzung von mineralischer und organischer N-Düngung durch Gras vor (MORRISON et al., 1980; PAIN et al., 1986; UNWIN et al., 1986; DEENEN and LATINGA, 1993). Diese Arbeiten zeigen, dass die N-Ausnutzung von mineralischer N-Düngung deutlich höher als die von organischer N-Düngung ist.

Bei der organischen N-Düngung hat die Gülle-Applikationstechnik einen großen Einfluß auf die N-Ausnutzung. Oberflächige Breitverteilung von Gülle kann zu hohen N-Verlusten durch Ammoniakverflüchtigung führen, wogegen diese Verluste durch Injektion der Gülle in den Boden nahezu vollständig reduziert werden können (BUSSINK et al., 1991). Versuche von VAN DER MEER et al. (1987) zeigen, dass durch Injektion der Gülle in den Boden die N-Ausnutzung im Vergleich zur oberflächigen Breitverteilung meistens verdoppelt wird.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es zu prüfen, ob sich die unterschiedliche N-Ausnutzung von mineralischer und organischer N-Düngung auch auf die Nitratauswaschung auswirkt. Vor diesem Hintergrund wurde der im folgenden beschriebene Versuch angelegt.

## 2 Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden von 1994–1997/98 vom Forschungs- und Studienzentrum für Veredlungswirtschaft Weser-Ems der Universität Göttingen auf einem fakultativen Grünlandstandort in Nordwestdeutschland, in Markhausen, Landkreis Cloppenburg, durchgeführt. Der Versuch ist als zweifaktorielle Spaltanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Die Einzelparzelle ist 72 m<sup>2</sup> groß. Die Varianten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Faktoren und Faktorstufen des Mähgrünlandversuches

Faktoren	Faktorstufen	Abkürz.
1. N-Düngerform / Gülle-Applikationstechnik	1.1 Kalkammonsalpeter	KAS
	1.2 Rindergülle-Breitverteilung	RG-b
	1.3 Rindergülle-Schleppschuh	RG-s
	1.4 Rindergülle-Injektion	RG-i
	1.5 Rindergülle / Kalkammonsalpeter*	RG/KAS
2. N-Düngermenge	2.1 0 kg N/ha	N0
	2.2 160 kg N/ha	N160
	2.3 240 kg N/ha	N240
	2.4 320 kg N/ha	N320

\* Rindergülle zum 1. und 3. Aufwuchs, Kalkammonsalpeter zum 2. und 4. Aufwuchs

Die jährliche Niederschlagssumme beträgt im langjährigen Mittel 783 mm, die Tagesmitteltemperatur 8,7 °C. Die Bodenart ist ein stark humoser Sand. Beim Bodentyp handelt es sich um einen Podsol mit Stauwassereinfluß im Untergrund. Die Versuchsflächen wurden 1975 tiefgepflügt, so dass der Bodentyp als Sandmischkultur anzusprechen ist. Das Grünland wurde 1991 mit einer Standardmischung GIIo angesät und hat einen Anteil von Deutschem Weidelgras von mehr als 60 %.

Das Grünland wird viermal im Jahr geschnitten. Die N-Jahresdüngermenge wird nicht gleichmäßig auf die einzelnen Aufwüchse verteilt, sondern in Einzelgaben von jeweils 80 kg N/ha zum ersten Aufwuchs bzw. den Folgeaufwüchsen appliziert, bis die N-Jahresdüngermenge erreicht ist. Die applizierte Rindergülle hat einen N-Gesamtgehalt von durchschnittlich 2,9 kg N/m<sup>3</sup> (NH<sub>4</sub>-N 56 %) und einen TS-Gehalt von durchschnittlich 5,8 %.

Die Nitratauswaschung wird mit der Saugkerzen-Methode untersucht. Je Parzelle sind 3 keramische Saugkerzen (P80-Tensiometerzellen) in einer Tiefe von 0,75 m im Boden installiert. Bei der Saugkerzenanlage handelt es sich um eine stationäre, vakuumgeregelte Anlage. Diese wird während der Sickerwasserperiode von ca. Mitte Oktober bis Mitte April permanent mit einem Unterdruck von 0,25 - 0,30 bar betrieben. Die Nitratauswaschung wird auf der Basis wöchentlicher Werte als Produkt der gemessenen Nitratkonzentrationen des Sickerwassers und der über die klimatische Wasserbilanz nach HAUDE ermittelten Sickerwassermenge berechnet.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 N-Ausnutzung

Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, dass die scheinbare N-Ausnutzung der KAS-Varianten im Mittel der N-Düngungsstufen mit 73,3 % deutlich höher ist als die der Gülle-Varianten. Doch auch innerhalb der Güllevarianten zeigen sich deutliche Unterschiede. So unterscheidet sich die Variante RG-Injektion mit einer scheinbaren N-Ausnutzung von durchschnittlich 58,6 % noch signifikant von den anderen Gülle-Varianten, die bei einer N-Ausnutzung von ca. 40 % liegen und sich nicht signifikant voneinander unterscheiden.

Tab. 2: Scheinbare N-Ausnutzung von Grünland in Abhängigkeit von der N-Düngerform und N-Düngermenge (Mittel der Versuchsjahre)

N-Dünger- form \ -menge	scheinbare N-Ausnutzung [in %]				Mineraldünger- äquivalent
	N160	N240	N320	Mittelwert	
KAS	74.2 a*	75.5 a	70.2 a	73.3 a	100
RG-b	44.5 c	41.8 c	33.7 d	40.0 c	54.6
RG-s	45.0 c	37.7 c	40.3 c	41.0 c	55.9
RG-i	67.5 b	56.1 b	52.2 b	58.6 b	79.9
RG/KAS	36.3 d	33.5 c	42.9 c	37.6 c	51.3

\* Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant

Diese Ergebnisse werden von anderen Versuchsanstellern bestätigt (VAN DER MEER et al., 1987; DEENEN and LATINGA, 1993).

Der N-Ertrag der N0-Variante lag im Mittel der Versuchsjahre bei 80.8 kg N/ha, was auf die hohe Produktivität dieses leichten Standortes hinweist.

### 3.2 Nitratauswaschung

In Abbildung 1 ist der Einfluß der N-Düngerform auf die Nitratauswaschung dargestellt. Die Unterschiede zwischen den N-Düngerformen sind sehr gering und statistisch nicht abzusichern. Die Nitratauswaschung liegt in einem Bereich zwischen 9.2 und 11.3 kg N/ha und damit auf einem insgesamt sehr niedrigen Niveau. Würde der EU-Trinkwassergrenzwert von 50 mg NO<sub>3</sub>/l mit der Grundwasserneubildung des Versuchsstandortes von 293 mm im langjährigen Mittel zu Grunde gelegt werden, entspräche dies einer N-Auswaschung von 33.1 kg N/ha.

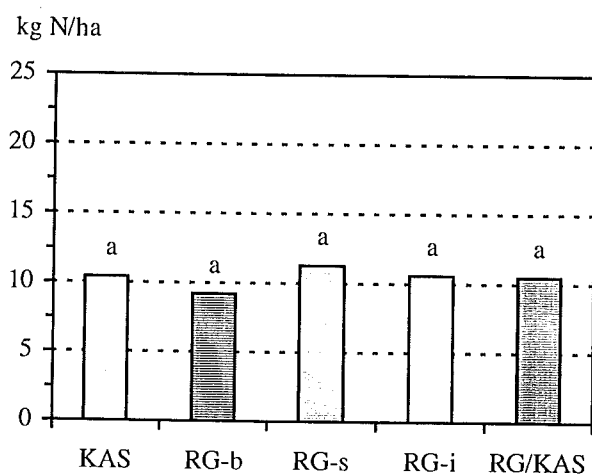


Abb. 1: Nitratauswaschung unter Grünland in Abhängigkeit von der N-Düngerform (Mittel der Versuchsjahre)

Abbildung 2 zeigt, dass im Gegensatz zur N-Düngerform deutliche Unterschiede in der Nitratauswaschung in Abhängigkeit von der N-Düngermenge bestehen. Die N320-Variante weist mit 16.7 kg N/ha die höchste Auswaschung auf, die N160-Variante mit 6.5 kg N/ha die niedrigste. Desweiteren zeigt sich, dass die Auswaschung der N0-Variante mit 9.9 kg N/ha signifikant höher ist als die der N160-Variante bzw. tendenziell höher ist als die der N240-Variante mit 8.5 kg N/ha.

Die N-Auswaschungsverluste, angegeben in % des applizierten Dünger-N, betragen bei der N320-Variante 5.2 %, bei der N160-Variante 4.1 % und bei der N240-Variante sogar nur 3.5 %. Diese Ergebnisse werden von STEENVOORDEN et al. (1986) bestätigt. Auch GARWOOD und RYDEN (1986) führen nach einer Literaturlauswertung von Untersuchungen in Großbritannien bei einer nicht wesent-

lich über dem Ertragsoptimum liegenden N-Düngung bei Schnittnutzung N-Auswaschungsverluste im Bereich zwischen 2 und 10 % des applizierten Dünger-N an.

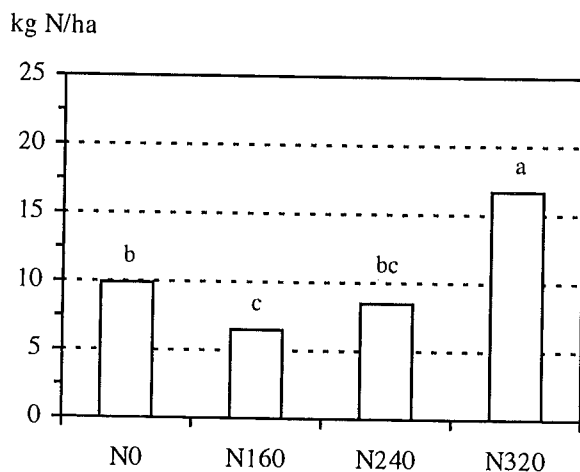


Abb. 2: Nitrat auswaschung unter Grünland in Abhängigkeit von der N-Düngermenge (Mittel der Versuchsjahre)

Abbildung 3 zeigt den Einfluß der N-Düngerform auf die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser. Alle Varianten unterscheiden sich weder von der Höhe der Nitratkonzentrationen noch von der Parallelität des Verlaufs signifikant voneinander. Tendenziell unterscheidet sich die KAS-Variante von den Gülle-Varianten dadurch, dass die Nitratkonzentrationen zu Beginn der Sickerwasserperiode höher sind als die der Gülle-Varianten, während sich im weiteren Verlauf der Sickerwasserperiode die umgekehrte Situation abzeichnet.

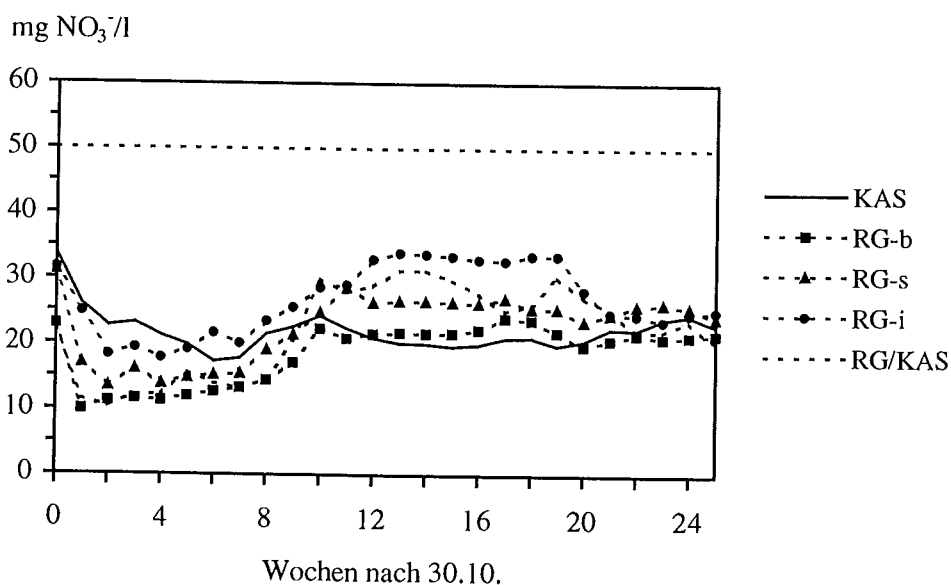


Abb. 3: Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter Grünland in Abhängigkeit von der N-Düngerform (Mittel der Sickerwasserperioden 1994/95-1997/98)

Der Einfluß der N-Düngermenge auf die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser ist Abbildung 4 zu entnehmen. Es zeigt sich, dass die Nitratkonzentrationen der N320-Variante mit durchschnittlich 39.1 mg NO<sub>3</sub>/l deutlich höher sind als die der N0-, N160- und N240-Variante mit durchschnittlich 20.4, 12.8 bzw. 17.2 mg NO<sub>3</sub>/l. Signifikant gesichert sind die Unterschiede der mittleren Verlaufskurven der N320-Variante im Vergleich zu den drei anderen Düngungsvarianten, aber auch die Unterschiede der N0-Variante gegenüber der N160-Variante.

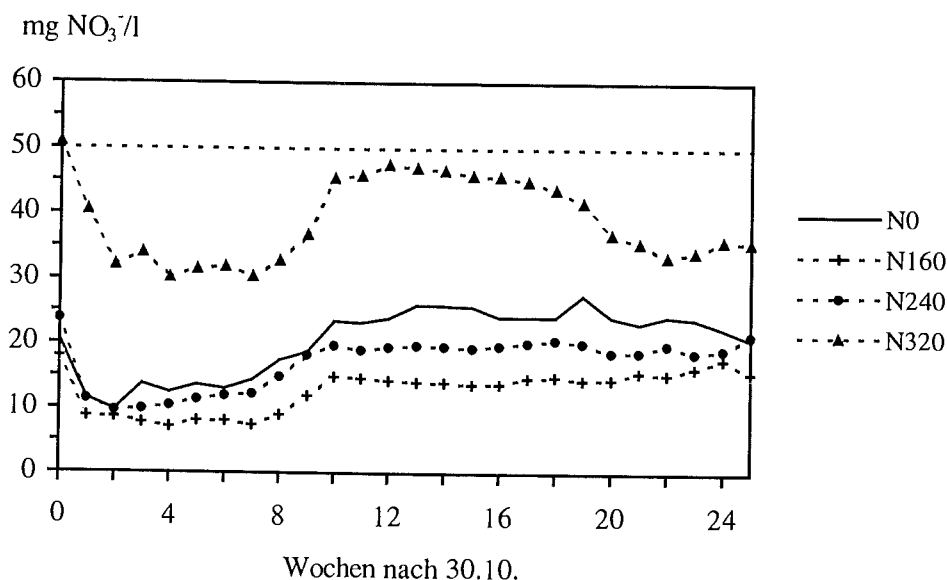


Abb. 4: Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter Grünland in Abhängigkeit von der N-Düngermenge (Mittel der Sickerwasserperioden 1994/95-1997/98)

#### 4 Zusammenfassung

Die festgestellten deutlichen Unterschiede in der scheinbaren N-Ausnutzung von organischer und mineralischer Düngung durch Gras führten zu keinen statistisch gesicherten Unterschieden in der Nitratauswaschung in Abhängigkeit von der N-Düngerform. Dagegen waren die Unterschiede in der Nitratauswaschung in Abhängigkeit von der N-Düngermenge statistisch abzusichern.

Im Mittel der N-Düngerformen, N-Düngermengen und Versuchsjahre betrug die Nitratauswaschung nur 10.4 kg N/ha, wobei unter der N0-Variante bereits 9.9 kg N/ha ausgewaschen wurde. Dies zeigt die hohe N-Ausnutzung durch Gras bei einer nicht wesentlich über dem Ertragsoptimum liegenden N-Düngung.

Durch Gülle-Injektion konnte die N-Ausnutzung im Vergleich zur oberflächigen Breitverteilung deutlich erhöht werden und erreichte 79.9 % des Mineraldüngeräquivalents.

## Literatur

- BUSSINK, D.W. and M.A. BRUINS, 1991: Reduction of ammonia volatilization using different slurry application techniques on grassland. *Meststoffen*, 3
- DEENEN, P.J.A.G. and E.A. LATINGA, 1993: Herbage and animal production responses to fertilizer nitrogen in perennial ryegrass swards. 1. Continuous grazing and cutting. *Neth. J. of Agric. Sci.* 41, 179-203
- GARWOOD, E.A. and J.C. RYDEN, 1986: Nitrate loss through leaching and surface runoff from grassland: effects of water supply, soil type and management. In: *Nitrogen fluxes in Intensive Grassland Systems* (van der Meer and Ennik, eds.), Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, NL, 99-113
- MORRISON, J., M.V. JACKSON and P.E. SPARROW, 1980: The Response of Perennial Ryegrass to Fertilizer Nitrogen in Relation to Climate and Soil. Technical Rep. 27, Grassl. Res. Inst., Hurley, GB
- PAIN, B.F., K.A. SMITH and C.J. DYER, 1986: Factors affecting the response of cut grass to the nitrogen content of dairy cow slurry. *Agric. Wastes* 17, 189-202
- STEENVOORDEN, J.H.A.M., H. FONCK and H.P. OOSTEROM, 1986: Losses of nitrogen from intensive grassland systems by leaching and surface runoff. In: *Nitrogen fluxes in Intensive Grassland Systems* (van der Meer and Ennik, eds.), Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, NL, 85-97
- UNWIN, R.J., B.F. PAIN and W.N. WHINHAM, 1986: The effect of rate and time of application of nitrogen in cow slurry on grass cut for silage. *Agric. Wastes* 15, 253-268
- VAN DER MEER, H.G., R.B. THOMPSON, P.J.M. SNIJDERS and J.H. GEURINK, 1987: Utilization of nitrogen from injected and surface-spread cattle slurry applied to grassland. In: *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops* (van der Meer et al., eds.), 47-71

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden gefördert vom Niedersächsischen Umweltministerium aus Mitteln der Wasserentnahmegebühr. Der Bezirksregierung Weser-Ems und dem Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband (OOWV) sei für die gute Zusammenarbeit gedankt.

## Anschrift des Verfassers

Dr. Matthias Benke, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Sedanstr. 4, 26121 Oldenburg.

# Gräserzüchtung bei der DSV - Deutsche Saatveredelung

U. FEUERSTEIN UND M. NÖLKENSMEIER

## 1 Firmenportrait

Die DSV-Deutsche Saatveredelung Lippstadt-Bremen GmbH zählt mit 380 Beschäftigten und 123 Mio. DM Jahresumsatz zu den führenden landwirtschaftlichen Pflanzenzuchtunternehmen Deutschlands. Gegründet wurde sie 1923 in Landsberg an der Warthe. Seit dem kriegsbedingten Verlust der Landsberger Betriebs- und Zuchtstätten im Jahre 1945 ist Lippstadt der neue Unternehmenssitz der DSV, zu der seit 1966 auch die NFG - Nordwestdeutsche Futter-Saatbau-Gesellschaft in Bremen gehört. Heute zählen zum Unternehmen neben der Zentrale in Lippstadt drei Saatzuchtstationen, eine Versuchsstation, zahlreiche Prüfstellen sowie ein flächendeckendes, regional verteiltes Zweigstellen- und Beratungsnetz mit eigenen Aufbereitungsanlagen, Saatgutlagern und Vertriebsrichtungen. Darüber hinaus unterhält die DSV im In- und Ausland wesentliche Beteiligungen an namhaften Unternehmen der Saatgutbranche. Mit DSV-Polska und DSV-Canada wurden eigene Tochterunternehmen im Ausland gegründet. Weiterhin ist die DSV über bekannte Partnerunternehmen auf allen bedeutenden europäischen und überseeischen Saatgutmärkten vertreten.

## 2 Züchtungsaktivitäten der DSV- Deutsche Saatveredelung

Im Mittelpunkt der unternehmerischen Aktivitäten der DSV steht die Entwicklung neuer Pflanzensorten. Bei Futter- und Rasengräsern, Ölpflanzen, Getreide, Klee und verschiedenen Zwischenfrüchten wird ein sehr breites Artenspektrum züchterisch bearbeitet. Die Saatzucht- und Versuchsstationen in Thüle, Hof Steimke, Leutewitz und Boldebeck verfügen zusammen über 160 ha Zuchtgarten-, Versuchs- und Demonstrationsflächen. Ziel der Züchtungsaktivitäten ist es, der in- und ausländischen Landwirtschaft stetig verbesserte Sorten für eine ökonomisch und ökologisch erfolgreiche Pflanzenproduktion anzubieten. Die Züchter der DSV verfügen über umfangreiche genetische Ressourcen und nutzen ein breites Methodenspektrum, um aus dem breiten Ausgangsmaterial eine möglichst große Formenvielfalt zu schaffen. In systematischen Selektionsschritten werden daraus Sorten mit gewünschten Eigenschaften ausgewählt. Zudem werden biotechnologische Verfahren wie Gewebekulturen oder Markertechniken zur Beschleunigung des Zuchtfortschrittes eingesetzt. Die potentiellen Sortenkandidaten werden einer intensiven Prüfung im In- und Ausland unter den unterschiedlichsten Standortbedingungen unterzogen. Hierfür stehen allein in Deutschland 26 über das gesamte Bundesgebiet verteilte Prüfstellen zur Verfügung. Darüber hinaus

unterhält die DSV noch 69 weitere Prüfstellen in allen wichtigsten Klimazonen Europas und Nordamerikas. Als Ergebnis der züchterischen Arbeit sind derzeit 142 Sorten in Deutschland und 109 im Ausland eingetragen. Kennzeichen aller DSV-Sorten ist die Vorsilbe Li- im Sortennamen.

### **3 Futtergräserzüchtung**

Zu den Arten, die von der DSV im Bereich der Futtergräser bearbeitet werden, gehören Einjähriges Weidelgras, Welsches Weidelgras, Deutsches Weidelgras, Bastard Weidelgras, Wiesenschwingel, Knaulgras, Rotschwingel, Lieschgras, Wiesenrispe und Rohrschwingel. Ziel der Züchtung ist es, Sorten für die Praxis zu entwickeln. Daher sind Eigenschaften wie Ausdauer, Narbendichte und Mooreignung zentrale Merkmale in der Selektion neuer Sortenkandidaten. So wird in Höhenlagen auf Standorten in der Schweiz und im Bayerischen Wald das Regenerationsvermögen der Zuchtstämme nach Schneeschimmelbefall geprüft. In der Eifel und im Nordosten Polens wird außerdem auf Frosthärte bis zu  $-30^{\circ}$  C selektiert. Für die Prüfung auf Rostresistenz wurde eigens in der Dordogne (Südfrankreich) ein Selektionsstandort aufgebaut. Mooreignung, als zentrales Merkmal für die norddeutsche Landwirtschaft, wird in Wachendorf in der unmittelbaren Nähe der Saatzuchtstation Hof Steimke bonitiert. Der Erfolg dieser jahrelangen Selektionsarbeit zeigt sich darin, daß 45 % aller von der Arbeitsgemeinschaft der norddeutschen Landwirtschaftskammern empfohlenen Deutsch Weidelgrassorten mit Mooreignung aus der Züchtung der DSV stammen. Parallel zur Evaluierung der speziellen Sorteneigenschaften finden weiterhin breit angelegte Ertragsfeststellungen statt. In einem zweistufigen Verfahren werden diejenigen Kandidaten ermittelt, die das größte Ertragspotential aufweisen.

Neue Erkenntnisse und Verfahren aus der wissenschaftlichen Forschung werden regelmäßig in die Versuchsanstellung und Züchtung integriert. So beteiligt sich die DSV gegenwärtig in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig an einem Projekt, dessen Ziel es ist, direkt auf dem Feld bei der Ernte wichtige Qualitätsparameter der Futterpflanzen zu erfassen. Mit Hilfe der weiterentwickelten NIRS-Technologie sollen noch während der Ertragsfeststellung Parameter wie Trockensubstanzgehalt, Rohproteingehalt und der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten bestimmt werden. Bei erfolgreichem Abschluß dieses Projektes würden nicht nur erhebliche Energiekosten eingespart, die zur Zeit für die Ofentrocknung ausgegeben werden müssen. Es wäre auch erstmals möglich, die Qualität des Grundfutters systematisch im Zuchtgang zu verbessern.

Die Informationen der verschiedenen Versuchsstandorte fließen unmittelbar nach der jeweiligen Erhebung zur Saatzuchtstation Hof Steimke. Dort werden die Ergebnisse verrechnet und so aufbereitet, daß es für den Züchter jederzeit möglich ist, einen guten Überblick über die laufenden



Versuche zu haben. Da die Versuche in sehr unterschiedlichen Klimaregionen durchgeführt werden, bieten diese Auswertungen auch die Grundlage für die Anmeldung bei den Sortenämtern in den einzelnen Ländern.

Nach erfolgter Anmeldung beginnt die Erhaltungszüchtung. In regelmäßigen Abständen wird Saatgut angezogen, um hochwertiges Ausgangsmaterial für den Sortenaufbau zur Verfügung stellen zu können.

#### **4 Saatgutvermehrung und Vermarktung**

Als größter deutscher Futtergräserproduzent züchtet die DSV nicht nur eigene Sorten, sondern vermehrt sie auch. Zu diesem Zweck arbeitet die DSV sehr intensiv mit ihren Vermehrern zusammen und leistet umfangreiche Anbauberatung. Diese Beratung umfaßt neben der Auswahl der Vermehrungskultur alle acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen von der Aussaat bis zu Ernte. Am Ende der Produktionskette steht die Erzeugung von gesundem, art- und sortenreinem Saatgut mit hoher Keimfähigkeit und Triebkraft. Vermarktet wird das Saatgut als Einzelsorten an nationale und internationale Kunden oder als fertige Mischungen an den regionalen und überregionalen Landhandel sowie Genossenschaften.

Dieses Ziel der höchsten Saatgutqualität erreicht die DSV mit Hilfe ihrer Unternehmensphilosophie der „Integrierten Qualität“. Sie besagt, daß alle Unternehmensbereiche - Züchtung, Vermehrung, Aufbereitung, Vertrieb und Beratung - in ein ganzheitlich orientiertes Qualitätsmanagement integriert sind. Es erlaubt die Einhaltung eines sehr hohen produktionstechnischen Standards. Als sichtbares Zeichen des Erfolges wurde die DSV 1997 DIN EN ISO 9001 zertifiziert.

#### **Anschrift der Verfasser**

Dr. Ulf Feuerstein / Marion Nölkensmeier, Deutsche Saatveredelung Lippstadt-Bremen GmbH,  
Weissenburger Str. 5, 59557 Lippstadt.

# Sortenspezifische Entwicklung und Ertrag von Rotklee

ANJA SCHLONSKI UND GUIDO HAAS

## Einleitung

Als Gemengepartner in Rotklee-Grasgemengen besitzt der Rotklee einen hohen Stellenwert, er gewährleistet den Stickstoff-Import in den Betriebskreislauf und stellt ein wertvolles Futtermittel dar. Für den Organischen Landbau nimmt der Rotklee damit als Ackerfutter-Leguminose eine zentrale Stellung ein. Untersuchungen aus der Schweiz an einem umfangreichen Rotkleesortenspektrum weisen auf deutliche Unterschiede hin (LEHMANN et al. 1998). Für den Versuchsstandort Wiesengut wurde geprüft, ob zwischen Rotkleesorten verschiedener Reifegruppen hinsichtlich Entwicklung und Ertrag nutzbare Unterschiede vorliegen (SCHLONSKI et al. 1999).

## Material und Methoden

In einjährigen faktoriellen Feldversuchen (Blockanlage, 4 Wiederholungen) auf dem Versuchsbetrieb für Organischen Landbau Wiesengut/Hennef wurden 8 Rotkleesorten in den Hauptnutzungsjahren 1997

Tabelle 1: Im Versuch geprüfte Rotkleesorten nach Bundessortenliste (BUNDESSORTENAMT 1997)

Sorte	Tage bis Blüte	Reifegruppe
Renova (2n)	57	früh
Temara	58	
Merviot (2n)	66	mittel
Kvarta	67	
Maro	67	
Titus	67	
Markus	76	spät
Lucrum (2n)	80	

(Blanksaat), 1998 und 1999 (Untersaat) untersucht (Tab. 1). Die Entwicklung der Rotkleesorten (EC-Stadien) wurde mindestens einmal wöchentlich während der Vegetationsperiode (März bis Oktober) ermittelt. Durch einen technischen Versuchsfehler konnte das Erntematerial des 1. Aufwuchses im Jahr 1997 nicht ausgewertet werden. Die Bestimmung der Erträge erfolgte im 1. Aufwuchs der Jahre 1998 und 1999 an einer je Aufwuchs wechselnden für die Einzelparzelle

repräsentativen Stelle von 0,25m<sup>2</sup>. Die Folgeaufwüchse der Jahre 1997 und 1998 wurden parzellenweise beerntet und deren Erntezeitpunkte orientierten sich an dem sortenspezifischen Erreichen der Entwicklungsphase 'Beginn Blüte' (Tab. 2). Die Witterung des Vegetationszeitraumes 1997 (Vegetationsbeginn 4. März) erwies sich als weitgehend durchschnittlich mit einer hohen Niederschlagsmenge im Frühsommer und einer Trockenphase im Spätsommer. Der Vegetationszeitraum 1998 wurde bestimmt durch einen milden Winter (Vegetationsbeginn 10. Februar) und durch hohe Niederschlagsmengen sowie einer stark verringerten Sonnenscheindauer im Frühjahr, Frühsommer und im Herbst. Durch die extreme Witterung 1998 war ein sehr langsames Wachstum festzustellen, so daß nur zwei Folgeaufwüchse beerntet werden konnten.

Tabelle 2: Erntetermine der Rotkleesorten und **Aufwuchsdauer (in Tagen)** je Aufwuchs in den Versuchsjahren 1997, 1998 und 1999

	Gruppierung der Sorten	1. Aufwuchs	2.	3.	4.	5.
'97	Renova, Temara		24.6 (33)	17.7 (23)	12.8 (26)	25.9 (44)
	Merviot, Kvarla, Maro	Ernte aller Varianten 22.5 (79)	3.7 (42)	29.7 (26)	26.8 (28)	25.9 (30)
	Titus, Markus, Lucrum		8.7 (47)	12.8 (35)	25.9 (44)	<b>Abbruch</b>
'98	Renova, Temara, Merviot, Kvarla	1. Zeiternte 8.5 2. Zeiternte 13.5	29.6 (41)	18.8 (50)		
	Maro, Titus, Markus, Lucrum	3. Zeiternte 19.5 (98)	17.7 (59)	25.9 (88)		
'99	Renova, Temara, Merviot, Kvarla, Maro, Titus	1. Zeiternte 8.5 2. Zeiternte 14.5 3. Zeiternte 21.5				

## Ergebnisse und Diskussion

In allen Aufwüchsen der Versuchsjahre zeigte sich innerhalb der frühen bzw. späten Reifegruppe ein

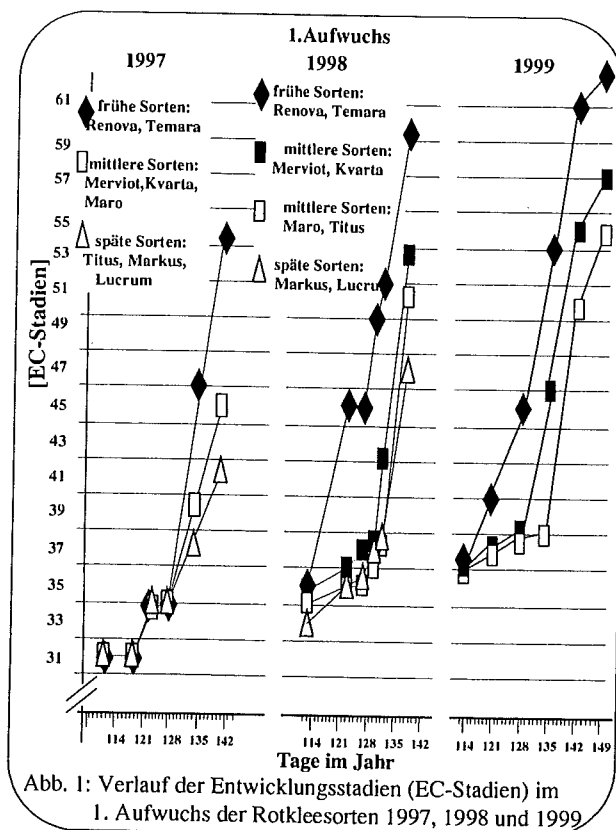


Abb. 1: Verlauf der Entwicklungsstadien (EC-Stadien) im 1. Aufwuchs der Rotkleesorten 1997, 1998 und 1999

einheitlicher Entwicklungsverlauf zwischen den Sorten, weshalb diese zusammengefaßt dargestellt werden (Abb. 1). Die Sorten aus der mittleren Reifegruppe zeigten eine unterschiedliche Entwicklung. Der Reifeverlauf von Titus im Jahre 1997 entsprach dem der späten Sorten, denen er zugeordnet wurde. Im Jahre 1998 und 1999 spaltete sich die mittlere Reifegruppe auf in Merviot und Kvarla sowie Maro und Titus, deren Entwicklungsverlauf sich dem der frühen bzw. späten Sorten anglich. Im **Entwicklungsverlauf des 1. Aufwuchses** war jeweils zum Zeitpunkt der Ernte eine deutliche Differenzierung zwischen den Reifegruppen erkennbar, wobei in allen Versuchsjahren die frühen Sorten eine

schnellere Entwicklung als die mittleren und späten Sorten zeigten (Abb. 1). Mit dem früheren Vegetationsbeginn wiesen die 1. Aufwüchse in den Versuchsjahren 1998 und 1999 eine um 14 Tage früher einsetzende Entwicklung auf, als die der Sorten im Jahr 1997. In den **Folgeaufwüchsen** wurde der sortenspezifische Entwicklungsrhythmus berücksichtigt und erst mit dem Erreichen der Entwicklungsphase 'Beginn Blüte' geerntet. Dadurch ergaben sich unterschiedliche **Wiederaufwuchszeiträume** (Tab. 2), die wiederum zu einer verschiedenen Anzahl an Aufwüchsen führten.

Für die Verwendung der Sorten im Futterbau ist die Frage von Interesse, ob die Rotkleesorten eine unterschiedliche **Nutzungselastizität** aufweisen. Dazu wurde die Zeitspanne zwischen den Entwicklungsphasen 'Blütenköpfchenentwicklung' bis 'Beginn Blüte' ermittelt, in dieser wird von einer günstigen Futterqualität ausgegangen. Im Versuchsjahr 1997 war eine Differenz zwischen den Rotkleesorten Renova, Temara, Merviot und Kvarta mit durchschnittlich 11 Tagen im 2. Aufwuchs und den Rotkleesorten Maro, Titus, Markus und Lucrum mit durchschnittlich >15 Tagen im 2. Aufwuchs zu erkennen. Für das Versuchsjahr 1998 ergab sich durchschnittlich eine 40% höhere Nutzungselastizität als 1997, wobei eine größere Differenz zwischen den frühen (16 Tage im 2. Aufwuchs, 12 Tage im 3. Aufwuchs) und den späten Sorten (22 Tage im 2. und 3. Aufwuchs) zu verzeichnen war.

Hinsichtlich der **Erträge** konnten zwischen den Sorten der drei Zeiternten im **1. Aufwuchs** der Versuchsjahre 1998 und 1999 keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden (Tab. 3). Die Entwicklungsstadien zu den Ernteterminen ergaben, daß die frühen Sorten die fortgeschrittenste Entwicklung aufwiesen (Tab. 3). Die restlichen Sorten ließen eine Abstufung der Reifeentwicklung erkennen (Merviot, Kvarta > Ma-

Tabelle 3: Erträge (dt TM/ha) mit Grenzdifferenz (GD) nach Tukey ( $\alpha = 5\%$ ) und Entwicklungsstadien (EC-Stadien in Klammern) der Zeiternten des 1. Aufwuchs der Versuchsjahre 1998 und 1999

1. Aufwuchs Zeiternte	1998			1999		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
<b>Renova</b>	35 (45)	33 (54)	40 (61)	57 (55)	64 (61)	68 (63)
<b>Temara</b>	38 (45)	31 (51)	34 (61)	52 (54)	68 (61)	79 (63)
<b>Merviot</b>	37 (37)	36 (39)	45 (53)	49 (47)	70 (54)	85 (56)
<b>Kvarta</b>	38 (37)	35 (45)	45 (54)	51 (45)	72 (54)	82 (59)
<b>Maro</b>	40 (35)	38 (37)	47 (51)	50 (38)	75 (48)	73 (55)
<b>Titus</b>	39 (35)	36 (38)	48 (52)	52 (38)	68 (52)	81 (53)
<b>Markus</b>	37 (35)	39 (37)	53 (37)			
<b>Lucrum</b>	34 (36)	35 (39)	39 (52)			

ro, Titus, Lucrum > Markus). Inwieweit die Reifeunterschiede der Sorten zu Differenzen in der Futterqualität führen, wäre durch Analysen zu klären. In den **Folgeaufwüchsen** zeichneten sich deutliche Ertragsunterschiede zwischen den frühen und späten Sorten ab. Im **Versuchsjahr 1997** erreichten Renova und Temara mit 19 dt TM/ha im 2. Aufwuchs die signifikant niedrigsten Erträge. Die restlichen Sorten erreichten ein Ertragsniveau von durchschnittlich 33 dt TM/ha. Im 3. Aufwuchs erreichten die Sorten Renova, Temara, Merviot und Kvarta mit durchschnittlich 20 dt TM/ha einen signifikant

geringeren Ertrag im Vergleich zu den Sorten Titus und Lucrum (38 dt/ha). Die Sorten Maro und Markus nahmen mit 25 dt TM/ha ein mittleres Ertragsniveau ein. Im 4. und 5. Aufwuchs erreichten die frühen Sorten die signifikant höchsten Erträge (28 bzw. 22 dt TM/ha). Der 2. Aufwuchs im **Veruchsjahr 1998** zeichnete sich bei den frühen Sorten durch einen doppelt so hohen Ertrag aus (40 dt TM/ha) wie im Jahr 1997. Mit einem Ertragsniveau von 34 dt TM/ha, das dem von 1997 entsprach, erreichten Merviot, Kvarata, Maro, Titus, Markus und Lucrum einen tendenziell geringeren Ertrag, als die frühen Sorten. Im 3. Aufwuchs erreichten die Sorten Maro, und Markus mit 24 dt TM/ha einen signifikant niedrigeren Ertrag als die frühen Sorten (41 dt TM/ha). Die mittleren Sorten Merviot und Kvarata paßten sich in ihrer Ertragsbildung mit 36 dt TM/ha den frühen und die Sorten Maro und Titus mit 28 dt TM/ha den späten Sorten an.

### **Fazit**

Nutzbare Sortenunterschiede ergaben sich im Reifeverlauf und in der Nutzungselastizität. Dabei ergab sich eine Polarisierung der Sorten. Die Sorten Renova, Temara, Merviot und Kvarata waren gekennzeichnet durch einen kürzeren Aufwuchszeitraum und einer geringere Nutzungselastizität je Aufwuchs und durch ein Potential von 4-5 Aufwüchsen. Die Sorten Maro, Titus, Markus und Lucrum zeichneten sich durch einen längeren Aufwuchszeitraum und einer höhere Nutzungselastizität je Aufwuchs und durch 3-4 Aufwüchse aus. Damit bietet das Sortenspektrum des Rotklees grundsätzlich Möglichkeiten bei Rotkleeertragsgemengen je nach Aufwuchsverhalten der Gräser und deren Nutzungselastizität eine entsprechende Rotkleeorte mit einem ähnlichen Entwicklungsverlauf oder mit ausgleichenden Eigenschaften zu wählen. In welchem Maße sich die aufgezeigten Rotkleeunterschiede im Gemenge mit Gräsern durchsetzen muß noch geprüft werden.

### **Literatur**

- BUNDESSORTENAMT 1997: Beschreibende Sortenliste 1997 für Gräser, Klee, Luzerne. Landbuch-Verlag, Hannover.
- LEHMANN, J., E. MOSIMANN, P. BASETTI 1998: Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 1999-2000. Agrarforschung 5 (10), 1-16.
- SCHLONSKI, A., G. HAAS, U.KÖPKE 1999: Rotkleeertrag im Organischen Landbau: Einfluß von Arten- und Sortenwahl auf Ertrag und Futterqualität. Forschungsbericht, Lehr- und Forschungsschwerpunkt "Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft" an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn, in Vorbereitung.

### **Danksagung**

Das Projekt wurde vom Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

### **Anschrift der Verfasser**

Anja Schlonski / Guido Haas, Institut für Organischen Landbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn.

# Einfluß einer Grasuntersaat auf den TM- und N-Ertrag von Silomais

N. JOVANOVIC, M. WACHENDORF UND F. TAUBE

## 1 Einleitung

Die Untersaat mit Gräsern im Anbau von Silomais hat zum Ziel, den Ansprüchen einer ökologisch verträglichen Produktionstechnik zu genügen. Der Einsatz von Grasuntersaaten im Falle des Maisanbaus in Monokultur stellt einen Lösungsansatz für einen effektiven Bodenschutz hinsichtlich der Reduktion der Nitratverlustpotentiale sowie einer möglichen Bodenerosion dar. In der Literatur liegen Untersuchungen zum Anbau von Grasuntersaaten (STEMANN und LÜTKE-ENTRUP, 1990) sowie zur Bindung der Restnitratmengen durch die Grasuntersaaten (SCHRÖDER et al., 1996) vor. Entsprechende Versuche auf sandigen Standorten in Schleswig-Holstein haben gezeigt, daß durch erfolgreiche Grasuntersaaten N-Mengen bis zu 50 kg ha<sup>-1</sup> vor Auswaschung über Winter geschützt werden können, ohne daß Ertragseinbußen beim Mais auftreten (OTT und TAUBE, 1995). Vor diesem Hintergrund wurde in einem Feldversuch auf der schleswig-holsteinischen Geest der Einfluß einer Untersaat mit Deutschem Weidelgras auf die Ertragsbildung und die N-Aufnahme der Maispflanze bei variiertem Stickstoff- und Gülledüngung untersucht.

Die vorliegende Untersuchung ist Teil des interdisziplinären Forschungsprojektes „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb“, dessen übergeordnetes Ziel es ist, optimierte Produktionsstrategien zur Verbesserung der Effizienz der Umsetzung von eingesetztem Stickstoff (Dünger, Futtermittel) in Produktstickstoff (Milch, Fleisch) für Milchvieh-/Futterbaubetriebe auf norddeutschen Sandstandorten abzuleiten.

## 2 Material und Methoden

Der vorliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsgut Karkendamm der Universität Kiel (schlesw.-holst. Geest; Ø-Ndschlg. 802 mm; Ø-Temp. 8,3; Bodenart/-typ: hS/Podsol; pH 5,6) im Jahr 1997 in Form einer Spaltanlage in vierfacher Wiederholung und folgenden Faktoren angelegt:

1. Gülledüngung (Großteilstück)	2. min. N-Düngung (Mittelteilstück)	3. Untersaat (Kleinteilstück)
1.1 0 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	2.1 0 kg N ha <sup>-1</sup>	3.1 Dtsch. Weidelgras (Fennema)
1.2 20 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	2.2 50 kg N ha <sup>-1</sup>	3.2 ohne
1.3 40 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	2.3 100 kg N ha <sup>-1</sup>	
	2.4 150 kg N ha <sup>-1</sup>	

Da im Versuchsjahr 1997 die Etablierung der Grasuntersaat nicht gelang, werden im folgenden Daten zur Anbautechnik des Jahres 1998 wiedergegeben. Der Silomais wurde langjährig in Monokultur an-

gebaut. Die Maisausaat ('Naxos', S220, Kompakttyp) erfolgte Anfang Mai (12 Pfl. m<sup>-2</sup>) nach 26 cm tiefer Pflugfurche und Saatbettbereitung mit einer Rüttelegge und Reifenpacker. Unmittelbar nach dem Pflügen wurde die Rindergülle (1,8 kg N m<sup>-3</sup>; 0,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> m<sup>-3</sup>; 2,0 kg K<sub>2</sub>O m<sup>-3</sup>) mit Schleppschlauchtechnik ausgebracht und mit dem Grubber eingearbeitet. Die Phosphorgabe wurde in eine Unterfuß- (30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) und in eine Nachdüngung (35 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg ha<sup>-1</sup>) zum 1-Blattstadium von Mais gesplittet. Die Kalidüngung wurde für alle Varianten entsprechend der Verabreichung in der höchsten Güllestufe angeglichen. Die min. N-Düngung (KAS) erfolgte in aliquoten Mengen zum 1-Blattstadium (BBCH-Code 11) und zum 8-Blattstadium von Mais (BBCH-Code 18). Die Untersaat erfolgte zum 2- bis 3-Blattstadium (BBCH-Code 12/13) von Mais (20. Mai) mit einer Aussaatmenge von 6 kg ha<sup>-1</sup> zwischen die Maisreihen. Zur Silomaisernete (Anfang Oktober) wurde die oberirdische Biomasse der Grasuntersaat auf einer Fläche von 0,25 m<sup>2</sup> beprobt. Der N-Gehalt des Pflanzenmaterials wurde anhand einer Schätzung mittels des NIRS-Verfahrens bestimmt.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Zunächst wird der Einfluß der Versuchsfaktoren auf den **TM-Ertrag des Maisbestandes** behandelt (Abb. 1, A+B). Während die Gülle- und die mineralische N-Düngung den Ertrag des Mais erhöht, kommt es durch den Einfluß einer Untersaat zu einer Ertragsreduktion von durchschnittlich 16%. Die Vielzahl der signifikanten Interaktionen deutet allerdings auf ein komplexes Zusammenwirken der Faktoren hin. Generell beeinflusst eine Untersaat sowohl die Wirkung der Gülle (USxG p<0,001) als auch die der N-Düngung (USxN p<0,001) insofern, als ein reduzierter Gülleeinsatz in der Untersaatvariante deutlich stärkere Einbußen beim Maisertrag verursacht (Ertragsdiff. 40m<sup>3</sup> vs. 0m<sup>3</sup> Gülle: +US=35% , -US=16% ). Ebenso hat ein geringerer min. N-Einsatz in Kombination mit einer Untersaat weit größere Ertragseinbußen zur Folge (Ertragsdiff. 150 kg N vs. 0 kg N: +US=46%, -US=25%). Unabhängig von der Untersaat wird die Wirkung des min. N erheblich von der Gölledüngung modifiziert (GxN p<0,001). Während die Ertragsunterschiede zwischen höchster und niedrigster N-Stufe bei 40 m<sup>3</sup> Gülle 17 dt ha<sup>-1</sup> betragen, liegen sie ohne den Einsatz von Gülle bei 84 dt ha<sup>-1</sup>. Ausgehend von der N-Maximalvariante (N-Angebot aus Gülle+min. N=222 kg ha<sup>-1</sup>) mit nur geringen untersaatinduzierten Ertragsunterschieden, verursacht die Untersaat bei reduziertem Gülleeinsatz eine deutlich stärkere Ertragsdepression bei veringertem min. N-Aufwand (USxGxN p<0,05).

Aus den Darstellungen des **N-Ertrags des Mais** (Abb. 1, C+D) läßt sich für das Jahr 1998 eine bodenbürtige N-Nachlieferung von 54 kg ha<sup>-1</sup> (1997: 62 kg ha<sup>-1</sup>) ableiten. Wiederum wirken Gülle- und mineralische N-Düngung ertragserhöhend, während eine Untersaat die vom Mais aufgenommene N-Menge um durchschn. 32 kg ha<sup>-1</sup> reduziert. Sowohl die Göllewirkung (USxG p<0,001), als auch die des min. N (USxN p<0,001) werden durch die Untersaat insofern beeinflusst, als in den Untersaatvarianten mit reduzierten Einsatzmengen von Gülle und N jeweils verhältnismäßig hohe Abnahmen hin-

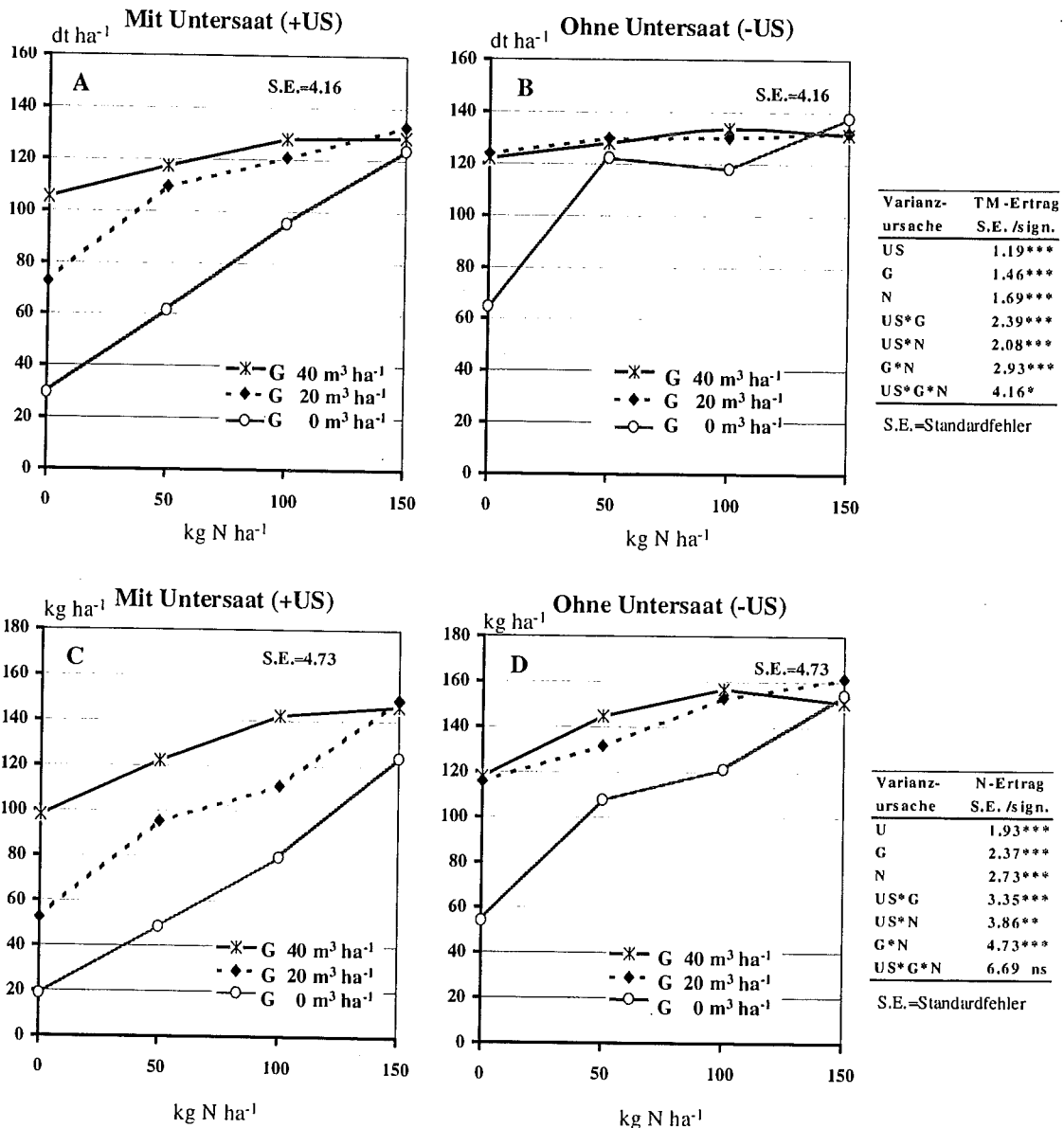


Abb. 1: Einfluß von Gülle (G)- und min. N-Düngung (N) sowie einer Untersaat (US) mit Deutschem Weidelgras auf den TM-Ertrag (A+B) und N-Ertrag (C+D) von Silomais (1998, Karkendamm)

sichtlich des vom Mais aufgenommenen N beobachtet werden. Zwar wird die Wirkung des min. N durch die Gülle beeinflusst ( $G \times N$   $p < 0,001$ ), Effekte der Untersaat auf diese Interaktion sind jedoch nicht vorhanden ( $US \times G \times N$  ns).

Sowohl eine zunehmende Gülle- als auch min. N-Düngung reduzieren den **TM-Ertrag der Untersaat** (ohne Wurzeln) zum Zeitpunkt der Maisernte signifikant (Tab. 1). Die durch den N-Dünger verursachte Abnahme im Ertrag der Untersaat (Ertragsdiff. 150 kg N vs. 0 kg N durchschn. 26%) ist auf allen 3 Güllestufen gleich ( $G \times N$  ns). Der **N-Gehalt der Untersaat** wird durch die verbesserte N-Versorgung einer zunehmenden Gülle- und N-Düngung – sowie durch die verringerte Biomassebildung – deutlich erhöht. Aufgrund der gegenläufigen Veränderungen des TM-Ertrages und N-Gehaltes



Tab. 1: Einfluß einer Gülle- und min. N-Düngung auf Leistungsparameter einer Untersaat mit Dtsch. Weidelgras unter Mais (Karkendamm, 1998)

Faktoren		Abhängige Variable		
Gülle m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	min. Düngung kg ha <sup>-1</sup>	TM-Ertrag dt ha <sup>-1</sup>	N-Gehalt % d. TM	N-Ertrag kg ha <sup>-1</sup>
0	0	21,58	1,42	30,82
	50	18,58	2,01	37,29
	100	16,36	2,52	40,51
	150	16,10	3,27	51,07
20	0	18,64	2,11	39,02
	50	14,20	2,74	38,21
	100	13,11	3,17	40,95
	150	9,11	3,53	32,00
40	0	17,68	1,87	33,82
	50	11,79	3,01	34,87
	100	11,60	3,16	34,76
	150	9,46	3,35	31,23
Varianzursache		S.E./sign.		
Gülle (G)		1.05**	0.08***	2.48 ns
min. Düngung (N)		1.68***	0.09***	2.75 ns
G*N		2.02 ns	0.16 ns	4.77 ns

lassen sich für den **N-Ertrag der Untersaat** zu diesem Zeitpunkt keine Einflüsse des Düngungsmanagements absichern. Somit beträgt die Menge des in der oberirdischen Biomasse festgelegten N ca. 40 kg ha<sup>-1</sup>.

#### 4 Schlußfolgerung und Ausblick

Auf der Basis der vorgestellten einjährigen Versuchsergebnisse lassen sich folgende Aussagen treffen:

- N-Gaben von über 50 kg ha<sup>-1</sup> führen im Maisanbau ohne Untersaat unter den hier gegebenen Standort- und Witterungsbedingungen nicht zu signifikanten Mehrerträgen. Damit werden die Ergebnisse des Vorjahres bestätigt.

- Eine Untersaat mit Deutschem Weidelgras konkurriert mit dem Mais um sämtliche Wachstumsfaktoren. Der Maisertrag wird dabei in Abhängigkeit vom Düngungsmanagement in unterschiedlichem Ausmaß reduziert.

Die Fortführung des Projektes wird Informationen über Aushagerungs- und Anreicherungsprozesse für den langjährigen Anbau von Maismonokulturen liefern. Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhang, inwieweit eine Untersaat nach der Maisernte in der Lage ist, den Gehalt an löslichen N-Verbindungen im Boden sowie Nitratgehalte im Sickerwasser zu reduzieren, bzw. diese Mengen im Folgejahr dem Mais zur Verfügung zu stellen.

#### Literatur

- OTT, H., F. TAUBE, 1995: Untersaaten im Silomaisanbau in Schleswig-Holstein- eine Zwischenbilanz. Bauernblatt für Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 15. 2096-2098.
- STEMANN, G., N. LÜTKE-ENTRUP, 1990: Maisanbau mit Gras-Untersaaten. Mais 18, Heft 2, 1-6.
- SCHRÖDER, J.J., W. VAN DIJK AND W.J.M. DE GROOT., 1996: Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. Netherlands J. of Agric. Sc. 44, 293-315.

#### Anschrift der Verfasser

N. Jovanovic / M. Wachendorf / F. Taube, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel.

# Einfluß des Saadmischungsverhältnisses und der Begleitgrasart auf Ertrag und Futterqualität von Rotklee- und Luzernegras

R. LOGES UND F. TAUBE

## 1 Einleitung

Rotklee gras stellt in zahlreichen ökologisch wirtschaftenden Betrieben Norddeutschlands die Basis der Winterfuttermittellversorgung dar. Die geringere Trockenheitsempfindlichkeit der Luzerne sowie deren größere Ausdauer (SIMON, 1960) lassen den Luzerneanbau als eine Alternative zum Anbau von Rotklee gras erscheinen. In der Literatur liegen jedoch nur wenige Untersuchungen vor, die sich vergleichend mit dem Leistungspotential beider Leguminosenarten - insbesondere unter norddeutschen Klimaverhältnissen - auseinandersetzen. Gerade bei intensiver Schnittnutzung ist bei beiden Leguminosenarten wenig über die Beeinflußbarkeit von Ertrags- und Futterqualitätsparametern durch pflanzenbauliche Steuergrößen bekannt. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen eines mehrjährigen Feldversuchs der Einfluß der Faktoren Leguminosenart, Saadmischungsverhältnis sowie Begleitgrasart auf Ertrag und Futterqualität von Rotklee und Luzerne untersucht. Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres sind im folgenden dargestellt.

## 2 Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde in den Jahren 1995 - 1999 auf dem Versuchsgut Hohen-schulen der Universität Kiel (östliches Hügelland, Bodenart/-typ: sL / lessivierte Braunerde aus Würmgeschiebelehm, Ø-Jahresniederschlag 716 mm (1995 = 638 mm), Ø-Jahrestemperatur 7,8 °C (1995 = 8,7 °C)) im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 192 mit folgenden Faktoren durchgeführt:

1. Leguminosenart:     Rotklee,                             Sorte: 'Maro'             (RK)  
                          Luzerne                             Sorte: 'Daisy'           (LZ)
2. Saadmischungsverhältnis:  
    100 % Leguminose:                             (12 kg/ha RK bzw. 24 kg/ha LZ)  
    67 % Leg. + 33 % Gras:                       (8 kg/ha RK bzw. 16 kg/ha LZ + 10 kg/ha Gras)  
    33 % Leg. + 67 % Gras:                       (4 kg/ha RK bzw. 8 kg/ha LZ + 20 kg/ha Gras)  
    100 % Gras:                                     (30 kg/ha Gras)
3. Begleitgrasart:     Welsches Weidelgras   Sorte: 'Malmi'           (WW)  
                          Deutsches Weidelgras   Sorte: 'Mandat'         (DW)

Im hier dargestellten Versuchsjahr 1995 befanden sich die betrachteten Bestände im 2. Nutzungsjahr. Während des Versuchszeitraumes wurde keine Zudüngung von Stickstoff durchgeführt.

Zu den vier Schnittzeitpunkten wurden folgende Parameter ermittelt:

Trockenmasseertrag, Leguminosenanteil am TM-Ertrag, Verdaulichkeit d. org. Masse (NIRS; n. FRIEDEL und POPPE, 1990), ADF-Gehalt (acid detergent fiber) bzw. ADL-Gehalt (acid detergent lignin) (NIRS; sequentielle Detergentienanalyse n. GOERING und van SOEST, 1970), Rohproteingehalt (NIRS; RP (in % d. TM) = KJELDAHL-N \* 6,25), Energiekonzentration (NIRS; n. MENKE und STEINGASS, 1983; NEL(in MJ/kg TM) = 9,14 - [0,01 \* ADF (in g/kg TM)]), Rohproteinерtrag sowie Energieertrag.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Faktoren Leguminosen- bzw. Begleitgrasart sowie Saatmischung zeigen deutliche Einflüsse auf die Ausprägung der betrachteten Ertrags- und Futterqualitätsparameter der im Versuchsjahr 1995 untersuchten Leguminosen/Grasbestände (Tab. 1, 2 u. 3). Das in diesem Jahr beobachtete überdurchschnittliche Ertragsniveau der Bestände ist mit Sicherheit auf den für den Anbau tiefwurzelter Futterleguminosen günstigen Witterungsverlauf zurückzuführen.

Tab. 1: Einfluß der Leguminosenart auf Ertrags- und Futterqualitätsparameter von Leguminosen/Gras-Beständen (1995)

Leguminosenart	TM-Ertrag (dt TM · ha <sup>-1</sup> )	Leg-Anteil (% d. TM)	IVVOM (% d. OM)	ADF-Gehalt (% d. TM)	ADL-Gehalt (% d. TM)
Rotklee	160,5 <sup>a</sup>	72,1 <sup>b</sup>	77,6 <sup>a</sup>	25,4 <sup>b</sup>	5,7 <sup>b</sup>
Luzerne	158,7 <sup>a</sup>	78,4 <sup>a</sup>	72,1 <sup>b</sup>	28,4 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>
GD 0.05	ns	4,4	0,5	0,3	0,2

Leguminosenart	RP-Gehalt (% d. TM)	NEL-Gehalt (MJ NEL · kg <sup>-1</sup> )	Roh-Asche (% d. TM)	RP-Ertrag (kg · ha <sup>-1</sup> )	NEL-Ertrag (GJ NEL · ha <sup>-1</sup> )
Rotklee	15,9 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	9,4 <sup>b</sup>	2716 <sup>b</sup>	106 <sup>a</sup>
Luzerne	17,5 <sup>b</sup>	6,31 <sup>b</sup>	10,5 <sup>a</sup>	2992 <sup>a</sup>	99 <sup>b</sup>
GD 0.05	0.4	0,03	0,2	149	5

(GD 0,05 = Grenzdifferenz bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit, ns = nicht signifikant)  
Mittelwerte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich

Im Versuchsjahr 1995 wurden im Mittel der Saatmischungen von beiden Leguminosenarten gleiche TM-Erträge erzielt (Tab. 1). Höhere Leguminosenanteile am TM-Ertrag zeigen im Vergleich zum Rotklee eine größere Konkurrenzkraft der Luzerne gegenüber den Begleitgräsern. Geringere ADF- und ADL-Gehalte der Mischungen mit Rotklee führen im Vergleich zu den Luzerne/Gras-Beständen zu höheren Verdaulichkeiten bzw. höheren Energiedichten. Im Gegensatz

dazu, führt der höhere Leguminosen-Ertragsanteil der Mischungen mit Luzerne verglichen mit den Beständen mit Rotklee zu höheren RP-Konzentrationen. Bei gleichen TM-Erträgen werden durch Unterschiede im RP- bzw. NEL-Gehalt von den Mischungen mit Rotklee höhere NEL-Erträge bzw. niedrigere RP-Erträge erzielt.

Leguminosen-Grasmischungen zeigen sich sowohl im TM-Ertrag als auch im Energieertrag den Leguminosenreinsaaten überlegen (Tab. 2). Mit steigendem Leguminosenanteil in der Saatmischung werden steigende RP-Gehalte bzw. steigende RP-Erträge erzielt. Verdaulichkeit, ADF- bzw. ADL-Gehalt sowie die Nettoenergiekonzentration bei den produktionsrelevanten leguminosenhaltigen Saatmischungen variieren im Gegensatz dazu nur geringfügig. Das leguminosenreiche Gemenge erreicht deutlich höhere Energieerträge als die Leguminosenreinsaat.

Tab. 2: Einfluß des Saatmischungsverhältnisses auf Ertrags- und Futterqualitätsparameter von Leguminosen/Gras-Beständen. (1995)

Saatmischungs- verhältnis	TM-Ertrag (dt TM · ha <sup>-1</sup> )	Leg-Anteil (% d. TM)	IVVOM (% d. OM)	ADF-Gehalt (% d. TM)	ADL-Gehalt (% d. TM)
100% Leg.	168,3 <sup>b</sup>	100	73,6 <sup>b</sup>	26,8 <sup>b</sup>	6,8 <sup>a</sup>
67% Leg. + 33% Gras	187,7 <sup>a</sup>	77,7 <sup>a</sup>	73,9 <sup>b</sup>	27,4 <sup>a</sup>	6,2 <sup>b</sup>
33% Leg. + 67% Gras	182,5 <sup>a</sup>	72,8 <sup>b</sup>	73,8 <sup>b</sup>	27,6 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>
100% Gras	49,8 <sup>c</sup>	0	79,9 <sup>a</sup>	24,0 <sup>c</sup>	3,6 <sup>c</sup>
GD 0.05	16,5	4,4	0,9	0,6	0,3

Saatmischungs- verhältnis	RP-Gehalt (% d. TM)	NEL-Gehalt (MJ NEL · kg <sup>-1</sup> )	Roh-Asche (% d. TM)	RP-Ertrag (kg · ha <sup>-1</sup> )	NEL-Ertrag (GJ NEL · ha <sup>-1</sup> )
100% Leg.	21,2 <sup>a</sup>	6,45 <sup>b</sup>	11,2 <sup>a</sup>	3567 <sup>a</sup>	109 <sup>b</sup>
67% Leg. + 33% Gras	18,3 <sup>b</sup>	6,40 <sup>b</sup>	10,5 <sup>b</sup>	3419 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>
33% Leg. + 67% Gras	17,4 <sup>c</sup>	6,38 <sup>b</sup>	10,2 <sup>b</sup>	3167 <sup>b</sup>	116 <sup>ab</sup>
100% Gras	7,8 <sup>d</sup>	6,74 <sup>a</sup>	7,2 <sup>c</sup>	384 <sup>c</sup>	34 <sup>c</sup>
GD 0.05	0,79	0,06	0,4	298	11

(GD 0,05 = Grenzdifferenz bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit, ns = nicht signifikant)  
Mittelwerte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich

Im Versuchsjahr 1995 führte Welsches Weidelgras als Begleitgras zu höheren TM-Erträgen als das Dt. Weidelgras (Tab. 3). Die geringeren Leguminosenanteile am TM-Ertrag weisen das Welsche Weidelgras im Vergleich zum Dt. Weidelgras als deutlich konkurrenzkräftiger gegenüber Futterleguminosen aus. Infolge größerer Anteile an hoch verdaulichem Grasmaterial der Mischungen mit Welschem Weidelgras erreichen diese höhere Energiekonzentrationen im Futter als solche mit Dt. Weidelgras als Begleitgras. Höhere TM-Erträge bei höheren Energiekonzentrationen ermöglichen mit Welschem Weidelgras höhere Energieerträge als mit Dt. Weidelgras. Im Gegensatz dazu verhält sich der RP-Gehalt bzw. der RP-Ertrag. Die

leguminosenverdrängende Wirkung des Welschen Weidelgrases führt im Vergleich zum Dt. Weidelgras über niedrigere RP-Konzentrationen zu niedrigeren RP-Erträgen.

Tab. 3: Einfluß der Begleitgrasart auf Ertrags- und Futterqualitätsparameter von Leguminosen/Gras-Beständen. (1995)

Begleitgrasart	TM-Ertrag (dt TM · ha <sup>-1</sup> )	Leg-Anteil (% d. TM)	IVVOM (% d. OM)	ADF-Gehalt (% d. TM)	ADL-Gehalt (% d. TM)
Dt. Weidelgras	155,2 <sup>b</sup>	83,2 <sup>a</sup>	74,4 <sup>b</sup>	27,3 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>
W. Weidelgras	164,1 <sup>a</sup>	67,3 <sup>b</sup>	75,3 <sup>a</sup>	26,3 <sup>b</sup>	5,6 <sup>b</sup>
GD 0.05	8,3	4,4	0,7	0,3	0,2

Begleitgrasart	RP-Gehalt (% d. TM)	NEL-Gehalt (MJ NEL · kg <sup>-1</sup> )	Roh-Asche (% d. TM)	RP-Ertrag (kg · ha <sup>-1</sup> )	NEL-Ertrag (GJ NEL · ha <sup>-1</sup> )
Dt. Weidelgras	17,8 <sup>a</sup>	6,41 <sup>b</sup>	10,5 <sup>a</sup>	2997 <sup>a</sup>	99 <sup>b</sup>
W. Weidelgras	15,6 <sup>b</sup>	6,51 <sup>a</sup>	9,4 <sup>b</sup>	2712 <sup>b</sup>	106 <sup>a</sup>
GD 0.05	0,40	0,03	0,2	149	5

(GD 0,05 = Grenzdifferenz bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit, ns = nicht signifikant)

Mittelwerte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich

#### 4 Schlußbetrachtung

Durch eine Variation der Faktoren Leguminosenart, Saatmischungsverhältnis und Begleitgrasart lassen sich sowohl Ertrag als auch Futterqualität von Leguminosen/Grasgemengen in weiten Bereichen variieren.

Steht die Erzeugung von RP-reichem Futter im Vordergrund, kann der Luzerneanbau auch in Nord-deutschland auf luzernesicheren Böden eine gute Alternative zum Anbau von Rotklee darstellen.

Ist das Ziel hingegen, energiereiches Futter in rotkleesicheren Lagen zu erzeugen, sollte dem Rotklee der Vorzug gegeben werden.

Im überjährigen Leguminosen/Grasanbau, mit dem Ziel hoher Energie-Erträge, kann das Welsche Weidelgras als Begleitgras eine gleiche bzw. höhere Eignung aufweisen als das Dt. Weidelgras.

#### Literatur

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

GOERING, H. K. und P. J. van SOEST, 1970: Forage fiber analysis (aparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Handbook No. 379, ARS, USDA, Washington D. C., pp 20..

SIMON, W. 1960: Luzerne, Klee und Klee gras. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin.

#### Anschrift der Verfasser

Dr. Ralf Loges / Prof. Dr. Friedhelm Taube, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel.

# Einfluß der Begleitgrasart und des Kleeanteils auf Nichtstrukturkohlenhydratfraktionen in Rotkleeergrasgemengen

U. JAHNS, R. WULFES, A. KORNER UND F. TAUBE

## 1 Einleitung

Der Gehalt an Nichtstrukturkohlenhydraten (NSKH) im Aufwuchs hat einen entscheidenden Einfluß auf die Futterqualität und die Vergärungseigenschaften, zudem auf die Leistungsfähigkeit und Ausdauer mehrjähriger Futterbaubestände, wobei Leguminosen grundsätzlich niedrigere NSKH-Gehalte als Gräser aufweisen (OJIMA u. ISAWA, 1968).

Vorliegende Untersuchungen zur interspezifischen Konkurrenz in Leguminosengrasgemengen weisen einen großen Einfluß des Leguminosenpartners auf das Gras aus, der Einfluß des Grases auf die Leguminose ist jedoch bedeutend schwächer (LEHMANN et al., 1978; OPITZ v. BOBERFELD u. BISKUPEK, 1995).

Zum Komplex der NSKH-Gehalte des Rotkleees unter Konkurrenzbedingungen sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Welchen Einfluß hat die Wahl des Begleitgrases?
- Welchen Einfluß haben unterschiedliche Kleeanteile?
- Wie sind die NSKH in den Organen der Rotkleepflanze verteilt?

## 2 Material und Methoden

Zur Beantwortung der oben aufgeführten Fragestellungen wurden zwei Versuchsfaktoren in einer Spaltanlage mit vierfacher Wiederholung geprüft:

1 Begleitgras	1.1 Deutsches Weidelgras ( <i>Lolium perenne</i> L.), Sorte Mandat (DW)
	1.2 Welsches Weidelgras ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.), Sorte Malmi (WW)
2 Kleeanteil in der Saatmischung	2.1 100 % Rotklee (RK)
	2.2 66 % RK
	2.3 33 % RK
	2.4 0 % RK

Die Bestände wurden im Herbst 1994 auf dem Versuchsgut Hohenschulen der Universität Kiel (Östliches Hügelland, Bodenart sL, 50-55 Bodenpunkte) im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 192 der DFG etabliert (Loges, 1998) und 1995 im ersten Hauptnutzungsjahr einer 4-Schnittnutzung unterzogen. Das daraus entnommene Probenmaterial wurde jeweils zwischen 8 und 9 Uhr morgens geschnitten, gekühlt transportiert und anschließend in Gras und Kleeerfraktionen (Stengel, Blattstiel, Blattspreite, Blüte und nekrotisches Material) getrennt. Nach Trocknung und Vermahlen erfolgte die Schätzung der NSKH-Fraktionen Fructose, Glucose und Stärke mittels des NIRS-Verfahrens, woraus

der Gesamt-NSKH-Gehalt rechnerisch ermittelt wurde. Die hierfür genutzten Schätzgleichungen wurden anhand von Laboranalysen auf wasserlösliche Zucker (Anthron-Methode, VANHANDEL, 1967, modifiziert nach MCALLAN, 1985) und Stärke (enzymatische Bestimmung, BRANDT et al., 1987) erstellt.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

In den Gemengevarianten entwickelten sich über die Vegetationsperiode folgende Kleeanteile:

Tabelle 1: Entwicklung der Kleeanteile (Gew.-%) in den Gemengevarianten über die Vegetationsperiode 1995

Gemengevarianten	33DW/66RK	66DW/33RK	33WW/66RK	66WW/33RK
1. Aufwuchs	41,1	24,7	7,0	3,4
2. Aufwuchs	76,3	63,3	39,1	28,1
3. Aufwuchs	96,1	94,1	72,3	70,1
4. Aufwuchs	80,1	58,1	72,5	70,1

#### 3.1 Rotklee gesamt pflanze

##### 3.1.1 Einfluß des Begleitgrases auf die NSKH-Gehalte des Rotklee

Ein Einfluß des Begleitgrases auf die NSKH-Gehalte des RK ist für den ersten Aufwuchs signifikant gesichert ( $p < 0,05$ ), jedoch tendenziell auch in den weiteren Aufwüchsen zu beobachten.

Tabelle 2: Einfluß der Varianzursache Begleitgras auf die Ausprägung der NSKH-Gehalte der Rotklee gesamt pflanze im ersten Aufwuchs 1995, (Mittel über zwei Ansaatverhältnisse)

Begleitgras	NSKH [% TM]	Fructose [% TM]	Glucose [% TM]	Stärke [% TM]
-	16,79 ab	4,04 a	8,07 ab	4,55 b
DW	18,11 a	4,00 a	8,59 a	5,52 a
WW	15,97 b	3,47 b	7,90 b	4,58 b
GD 0.05	2,12	0,44	0,66	0,90

Im Gemenge mit WW weist der RK geringere NSKH-Gehalte auf als im DW-Bestand. Dieses korrespondiert mit den RK-Anteilen in diesen Gemengen, die beim Begleitgras DW deutlich höher ausfallen als im Gemenge mit WW (Tabelle 1).

Da der RK zum Erreichen maximaler Wachstumsraten ein physiologisch hohes Lichtbedürfnis hat, wirkt sich eine Beschattung durch den Gemengepartner negativ auf den Gehalt an Inhaltsstoffen aus (Haynes, 1980). Der sehr geringe Kleeanteil im sich schnell entwickelnden WW-Bestand läßt somit auf eine schlechtere Lichtausnutzung des RK im Verhältnis zum DW-Bestand schließen, so daß weniger KH synthetisiert werden können.

### 3.1.1 Einfluß des Kleeanteils auf die NSKH-Gehalte des Rotklee

Im Gegensatz zur Varianzursache Begleitgras fällt der Einfluß des Kleeanteils im Bestand deutlich geringer aus (Tabelle 3). Allein der Fructosegehalt ist in der kleearmen Variante statistisch gesichert niedriger, die anderen NSKH-Komponenten bleiben unbeeinflusst.

Tabelle 3: Einfluß der Varianzursache Ansaatverhältnis auf die Ausprägung der NSKH-Gehalte der Rotkleeesamtpflanze im ersten Aufwuchs 1995, (Mittel über zwei Begleitgräser)

Ansaat- verhältnis	NSKH [% TM]	Fructose [% TM]	Glucose [% TM]	Stärke [% TM]
100%RK	16,79 a	4,04 a	8,07 a	4,55 a
66%RK	17,50 a	3,99 a	8,42 a	5,09 a
33%RK	16,59 a	3,53 b	8,07 a	5,00 a
GD 0.05	2,12	0,44	0,66	0,90

## 3.2 Rotkleeaktionen

### 3.2.1 NSKH-Gehalte in den einzelnen Rotkleeaktionen

Die Verteilung der NSKH in der RK-Pflanze zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Einfluß der Varianzursache Fraktion auf die Ausprägung der NSKH-Gehalte 1995, (Mittel über vier Aufwüchse und fünf Varianten)

RK-Faktionen	NSKH [% TM]	Fructose [% TM]	Glucose [% TM]	Stärke [% TM]
Stengel	20,08 a	4,37 a	9,52 a	6,19 a
Blattstiel	15,68 b	2,87 b	8,43 b	4,38 b
Blattspreite	6,10 d	1,09 d	3,06 d	1,95 d
Blüte	10,00 c	2,99 c	3,99 c	3,02 c
Nekro	2,70 e	0,41 e	1,67 e	0,62 e
GD 0.05	1,17	0,21	0,47	0,55

Die NSKH-Gehalte der einzelnen Fraktionen unterscheiden sich deutlich. Die Stengel als Hauptspeicherorgan enthalten etwa dreimal soviel NSKH wie die Blätter. Für alle geprüften Inhaltsstoffe ist die Rangfolge Stengel > Blattstiel > Blüte > Blattspreite > nekrotisches Material abzuschließen.

### 3.2.2 Einfluß des Begleitgrases auf die NSKH-Gehalte der Rotkleeblattspreiten

Das Begleitgras hat nur einen gesicherten Einfluß auf die NSKH-Gehalte der Blattspreitenfraktion.

Tabelle 5: Einfluß der Varianzursache Begleitgras auf die Ausprägung der NSKH-Gehalte der Blattspreitenfraktion im ersten Aufwuchs 1995

Begleitgras	NSKH [% TM]	Fructose [% TM]	Glucose [% TM]	Stärke [% TM]
-	4,52 b	1,11 b	2,38 b	1,17 b
DW	7,56 a	1,55 a	3,38 a	2,80 a
WW	4,36 b	1,01 b	2,48 b	1,04 b
GD 0.05	1,46	0,30	0,51	0,93



Die Blätter weisen im DW-Bestand höhere Gehalte auf als im WW-Gemenge. Dieses dürfte, in Übereinstimmung mit der RK-Gesamtpflanze (vgl. 3.1.1.), auf die im DW-Bestand besseren Photosynthesebedingungen zurückzuführen sein (Haynes, 1980).

Für die anderen Fraktionen sowie für die Varianzursache Kleeanteil ist kein Einfluß abzusichern.

#### **4 Zusammenfassung**

- Ein Einfluß der Begleitgrasart auf die NSKH-Gehalte des RK ist im ersten Aufwuchs abzusichern. Im Gemenge mit WW weist der RK geringere NSKH-Gehalte auf als im DW-Gemenge.
- Der Einfluß des Kleeanteils fällt im Vergleich zu der Varianzursache Begleitgras gering aus, da sich die Kleeanteile der Ansaatmischungen im Mittel des Jahres nur um etwa 10% unterscheiden.
- Die NSKH-Gehalte der morphologischen RK-Fraktionen sinken in der Reihenfolge Stengel > Blattstiel > Blüte > Blattspreite > nekrotisches Material.

#### **Literatur**

- BRANDT, M., A. SCHULDT, P. MANNERKORPI u. T. VEARASILP, 1987: Zur enzymatischen Stärkebestimmung im Darminhalt und Kot von Kühen mit hitzestabiler Amylase. Arch. Anim. Nutr. 37, 455.
- HAYNES, R.J., 1980: Competitive aspects of the grass-legume association. Advances in Agron. 33, 227-261.
- LEHMANN, J., F. BACHMANN u. H. GUYER, 1978: Die gegenseitige Beeinflussung einiger Klee- und Grasarten in bezug auf das Wachstum und den Nährstoff- und Mineralstoffgehalt. Z. Acker- u. Pflanzenbau 146, 178-196.
- LOGES, R., 1998: Ertrag, Futterqualität, N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotkleeegrasbeständen. Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung, Heft 9, Universität Kiel.
- MCALLAN, A.B., 1985: Analysis of carbohydrate in the alimentary tract and its nutritional significance. In: Analysis of food carbohydrate (ed. by G.G. BIRCH). Elsevier applied science publishers, London.
- OJIMA, K. u. T. ISAWA, 1968: The variation of carbohydrates in various species of grasses and legumes. Canadian J. of Botany 46, 1507-1511.
- OPITZ v. BOBERFELD, W. u. B. BISKUPEK, 1995: Zum Einfluß interspezifischer Konkurrenz in einer Kleeegrasmischung auf die Futterqualität. J. Agron. And Crop Science 175, 355-364.
- VAN HANDEL, E., 1967: Determination of fructose and fructose-yielding carbohydrates with cold anthrone. Analytical Biochemistry 19, 193-194.

#### **Anschriften der Verfasser**

U. Jahns / A. Kornher / F. Taube, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel.

R. Wulfes, Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, 24783 Osterrönfeld.

# Tägliche Veränderung des Gehaltes an Nichtstrukturkohlenhydratgehalten in Rotkleeergrasgemengen

R. WULFES, U. JAHNS, A. KORNER UND F. TAUBE

## 1 Einleitung

Die Nichtstrukturkohlenhydrate sind sowohl bei den Gräsern als auch bei den Leguminosen eine bedeutende Stoffgruppe. Sie sind aus ernährungsphysiologischer und siliertechnischer Sicht als positiv zu beurteilen. Hinsichtlich der Fermentierbarkeit kommt insbesondere der Gruppe der wasserlöslichen Kohlenhydrate bzw. der Hexosen besondere Bedeutung zu. Die wasserlöslichen Kohlenhydrate unterliegen oft witterungsbedingten großen Schwankungen, wie vielfach für Gräser nachgewiesen worden ist (WULFES et al., 1993). Vor dem Hintergrund der Weiterentwicklung eines Simulationsmodelles (WULFES et al., 1999) sollen in der vorliegenden Untersuchung die kurzfristigen Veränderungen im Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten in Rotkleeergrasgemengen erfasst werden. Es waren folgende Fragen zu klären:

- Wie verändert sich der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (wKH) in Rotkleeergrasgemengen von Tag zu Tag im Verlauf verschiedener Zuwachsperioden?
- Welchen Einfluß haben die Begleitgrasart und der Kleeanteil im Gemenge auf die Veränderungen des wKH-Gehaltes des Begleitgrases und des Klees?
- Sind die Schwankungen im wKH-Gehalt der Gräser und des Klees über Witterungsfaktoren zu erklären?

## 2 Material und Methoden

Zur Klärung der Versuchsfragen wurden innerhalb eines Feldversuches auf dem Versuchsgut Hohenschulen (sL, 50 – 55 Bodenpunkte) zur Leistungsfähigkeit von Rotkleeergrasgemengen (LOGES, 1998) in ausgewählten Varianten des 1. Hauptnutzungsjahres 1994 in nutzungsrelevanten Aufwuchszeiträumen täglich Probenahmen durchgeführt. Die Gemenge wurden nach Gras- und Klee fraktion getrennt und auf den Gehalt unterschiedlicher Nichtstrukturkohlenhydratfraktionen untersucht (NIRS-Verfahren). Im Rahmen dieser Arbeit wird nur auf den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten bzw. Gesamthexosen eingegangen, wie er sich nach der Anthron-Methode von VAN HANDEL (1967), modifiziert nach MCALLAN (1985), in den Referenzanalysen ergibt (WULFES et al. 1996).

In die Untersuchung einbezogen wurden 4 verschiedene Aufwuchszeiträume während einer Vegetationsperiode, 2 Begleitgrasarten (Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne* L.), Sorte ‚Mandat‘

(DW) und Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam.), Sorte ‚Malmi‘ (WW)) sowie 4 Ansaatverhältnisse für jede Begleitgrasart (100, 67, 33, 0 % Klee im Gemenge). Als Rotkleeorte wurde ‚Maro‘ gewählt. Die Bestände wurden nicht mit Stickstoff gedüngt.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 ist zunächst die Veränderung der Hexosengehalte in der Gras- und Rotklee fraktion im Mittel über alle Varianten für 4 verschiedene Aufwuchsperioden dargestellt. Die Hexosengehalte der Gräser liegen im 1. und 2. Aufwuchs deutlich über denen des Rotklee, während sich im 3. und 4. Aufwuchs die Hexosengehalte beider Fraktionen angleichen. Die Hexosengehalte der Gräser schwanken zwischen den Aufwüchsen (5 – 30 %) und innerhalb der Aufwüchse (ca. 10 %) deutlich stärker als die des Rotklee (5 – 10 % bzw. ca. 5 %). Die kurzfristigen Schwankungen im Hexosengehalt innerhalb aller Aufwüchse lassen deutliche Parallelen zwischen Rotklee und Gras erkennen. Da die Mittelwerte die Fraktionen aller untersuchten Gemenge sowie die Reinsaaten (Gras und Rotklee) einschließen, sind diese kurzfristigen Amplituden nicht auf die unterschiedlichen Ertragsanteile der Untersuchungsproben zurückzuführen, sondern auf die täglichen Witterungsschwankungen. Insbesondere die Temperatur und Einstrahlungsverhältnisse spielen hierbei eine Rolle. Über alle Aufwüchse konnte eine multiple Regression mit diesen Parametern 52 % der Variation der Hexosengehalte der Klee gras gemenge erklären.

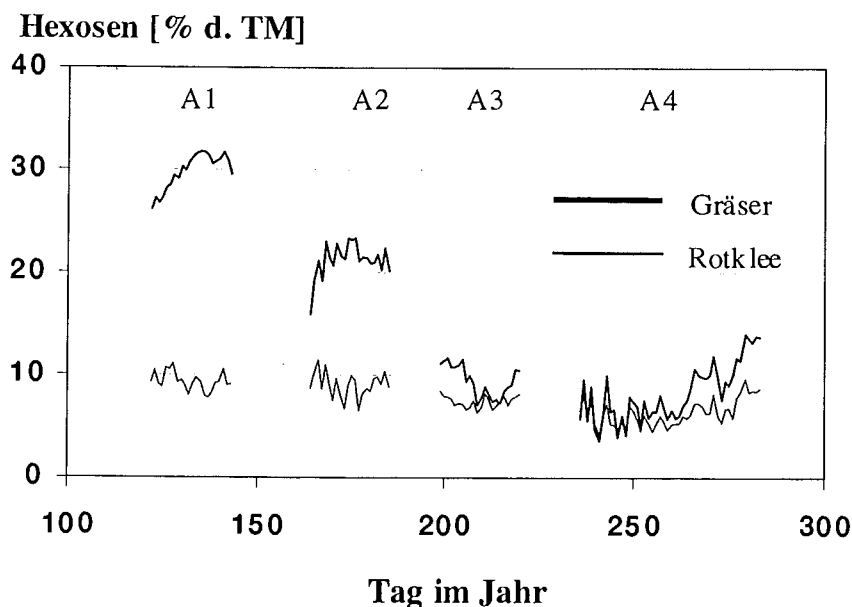


Abbildung 1: Veränderung der Hexosengehalte der Gras- und Klee fraktion in Rotklee gras gemengen im Laufe der Vegetationsperiode (Hohenschulen 1994, jeweils Mittel aller Varianten).

Das Saatmischungsverhältnis übt in Abhängigkeit von der Begleitgrasart differenzierten Einfluß auf die Hexosengehalte insbesondere der Grasfraktionen aus (Abb. 2).

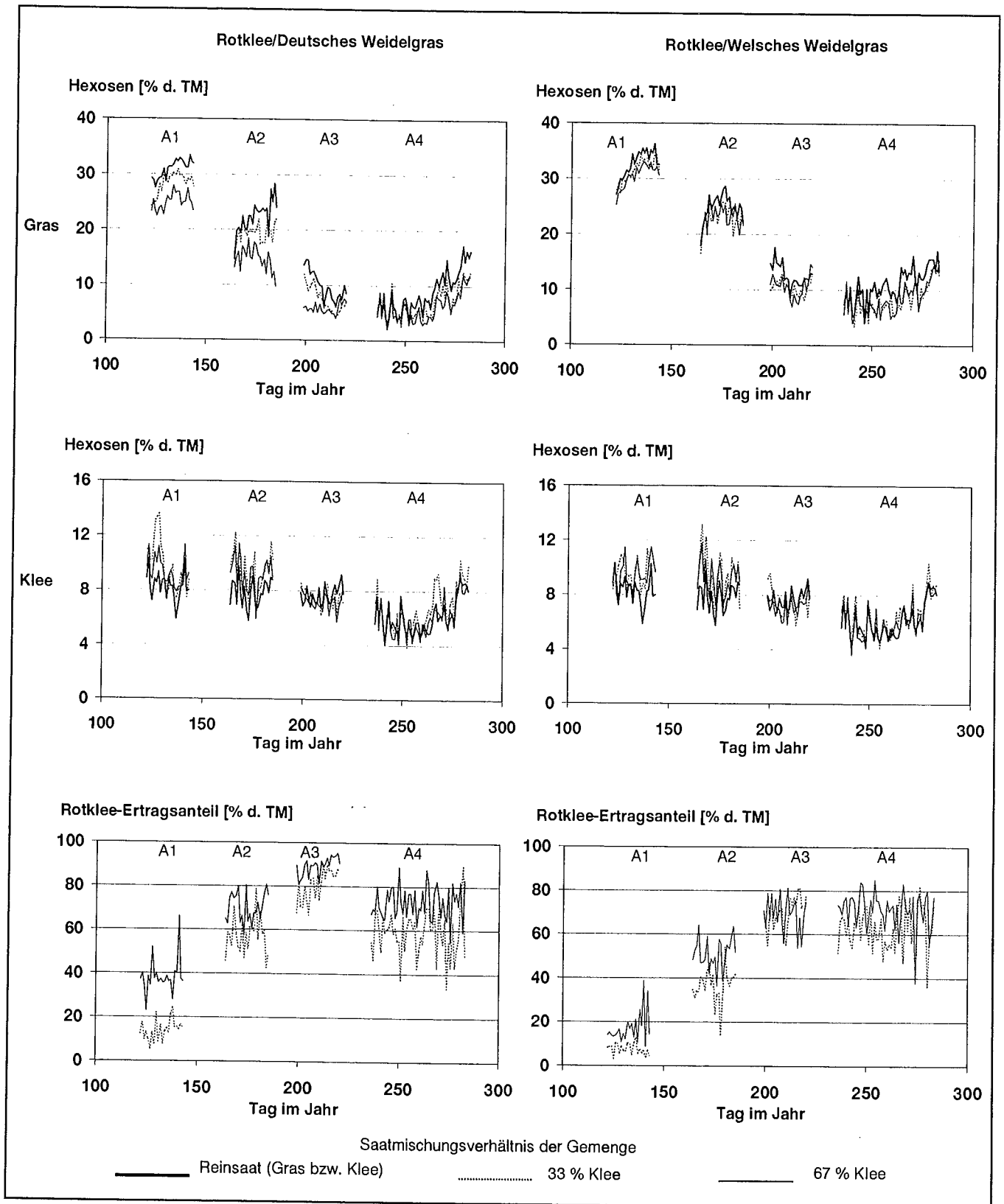


Abbildung 2: Einfluß des Saatmischungsverhältnisses und der Begleitgrasart auf die Veränderung des Hexosengehaltes der Begleitgräser (oben) und des Rotklee (Mitte) sowie des Rotkleeanteils (unten) in Rotkleeertragsanteilen. (Hohenschulen 1994)

Die Grasfraktion der Gemenge mit Deutschem Weidelgras hatte bei hohem Kleeanteil in der Saatmischung niedrigere Hexosengehalte als die der Gemenge mit Welschem Weidelgras, insbesondere im 1. und 2. Aufwuchs. Dies ist auf den realisierten höheren Kleeanteil in den Gemengen mit Deutschem Weidelgras (Abb. 2, unten) zurückzuführen. Eine lineare Regression zwischen Kleeanteil und Hexosengehalt für alle Gemenge belegt diesen Zusammenhang ( $r^2 = 0,80^{***}$  über alle 4 Aufwüchse). Die kurzfristigen Veränderungen der Hexosengehalte im Aufwuchs sind innerhalb der Aufwüchse nahezu parallel in der Gras- und Klee fraktion und unabhängig vom realisierten Kleeanteil (Abb. 2, oben und Mitte). Im Gemenge mit Deutschem Weidelgras führen hohe Kleeanteile im 2. Aufwuchs zu einer Abnahme der Hexosengehalte der Grasfraktion im Vergleich zur Reinsaat. Hier kommt die Beschattung des dann vegetativen Deutschen Weidelgrases durch den sich generativ entwickelnden Rotklee zum Ausdruck (LOGES, 1998).

#### 4 Zusammenfassung

- Schwankungen im Hexosengehalt von Rotklee gras gemengen sind im wesentlichen auf den Graspartner und den realisierten Kleeanteil zurückzuführen.
- Kurzfristige Schwankungen im Hexosengehalt treten in der Gras- und Klee fraktion parallel auf, unabhängig von Begleitgras und Kleeanteil und sind über Witterungsfaktoren erklärbar.

#### Literatur

- LOGES, R., 1998: Ertrag, Futterqualität,  $N_2$ -Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotklee gras beständen. Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung, Heft 9, Universität Kiel 9, pp 262.
- MCALLAN, A. B., 1985: Analysis of carbohydrate in the alimentary tract and its nutritional significance. In: Analysis of food carbohydrate (ed. G. G. BIRCH). Elsevier applied science publishers, London, 269 – 297.
- VAN HANDEL, E., 1967: Determination of fructose and fructose-yielding carbohydrates with cold anthrone. Analytical Biochemistry 19, 193 – 194.
- WULFES, R., A. KORNIHER und F. TAUBE, 1993: Tägliche Veränderung des Gehaltes an wasserlöslichen Kohlenhydraten bei *Lolium perenne L.* und *Dactylis glomerata L.*. 37. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Husum, 81 – 87.
- WULFES, R., P. NYMAN and A. KORNIHER, 1999: Modelling non-structural carbohydrates in forage grasses with weather data. Agricultural systems 60, 1 – 16.
- WULFES, R., A. KORNIHER, S. BAHNEMANN and F. TAUBE, 1996: Prediction of nonstructural carbohydrates in forage grasses and white clover stolons by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). In: Grassland and Land use systems (eds.: G. PARENTE, J. FRAME, and S. ORSI), 671 - 677

#### Anschriften der Verfasser

R. Wulfes, Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, 24783 Osterrönhofeld.  
 U. Jahns / A. Kornher / F. Taube, Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel

# Assimilationsleistung und Respirationskosten von Individuen eines Luzerne-Reinbestandes

M. LÖTSCHER UND H. SCHNYDER

## 1 Einleitung

Individuen einer Art können sich in ihrer Wachstumsrate und in ihrer Plastizität im Streckungswachstum unterscheiden. Eine im Vergleich zu den Nachbarn geringe Wachstumsrate oder ein geringes Streckungswachstum können im Verlauf des Aufwuchses zu zunehmender Beschattung des Individuums führen. In dieser ungünstigen hierarchischen Position ist vermutlich der photosynthetische Kohlenstoff (C)-Gewinn gering und der Respirationsverlust relativ hoch. Dies könnte sich nachteilig auf die Überlebenschancen des Individuums auswirken.

Fragestellung: Äußern sich die Ursachen einer ungünstigen hierarchischen Position eines Individuums im Verhältnis seiner Respirationskosten zu seinem C-Gewinn?

## 2 Material und Methoden

Luzerne- (*Medicago sativa*) Pflanzen wurden in Töpfen ( $\varnothing$  5 cm, 35 cm tief) angezogen und in Phytotronen zu Beständen (55 x 75 cm, 165 Pflanzen) zusammengestellt. Drei Wochen nach der Saat wurden die Bestände geschnitten. Die Phytotrone wurden für den 2. Aufwuchs auf  $375 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PFD während 16 h, 22/18 °C Tag/Nacht und auf 75 % relative Luftfeuchte eingestellt.

In der 4. Woche des 2. Aufwuchses erreichten die Bestände eine durchschnittliche Höhe von 50 cm. Über 95% der Individuen wiesen zu diesem Zeitpunkt eine Höhe von 40 – 60 cm auf. Diese Individuen wurden als dominante Individuen bezeichnet und für die im folgenden beschriebenen Messungen zufällig ausgewählt. Individuen, die kleiner als 40 cm waren, wurden gezielt ausgewählt und als subdominant bezeichnet. Die Individuen wurden im Bestand während einer Photoperiode (16 h) mit einem bekannten  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotopenverhältnis markiert. Während der folgenden Dunkelperiode wurden die Respiration, sowie das  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotopenverhältnis im respirierten  $\text{CO}_2$  von markierten und nicht markierten Individuen gemessen. Anschließend wurden die Individuen geerntet und der C-Gehalt und seine isotopische Zusammensetzung im Pflanzenmaterial bestimmt. Die Respirationssmessung und die Analyse des Pflanzenmaterials ermöglichte die Erfassung von aktuell assimilierten C im respirierten  $\text{CO}_2$  sowie im Pflanzenmaterial (Lötscher und Schnyder 1998).

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Assimilationsrate der Individuen nahm mit der Pflanzenhöhe exponentiell zu (Abb.1a). Bei den dominanten Individuen (> 40 cm) stieg die Assimilationsrate linear mit der Pflanzenmasse (Abb. 1b).

Die subdominanten Individuen wiesen dagegen ähnliche Assimilationsraten auf, obwohl sie sich in ihrer Masse deutlich unterschieden.

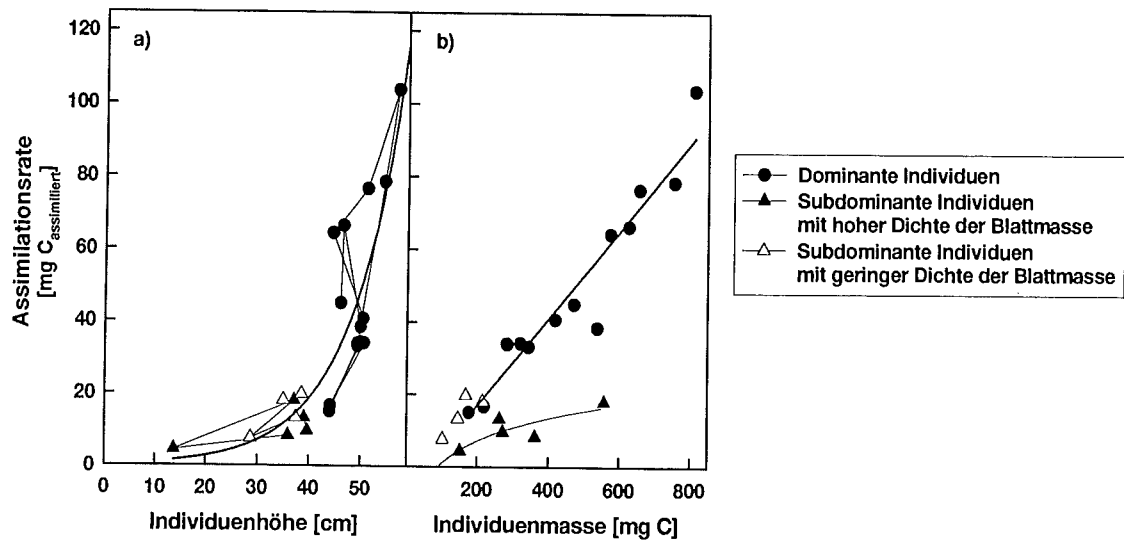


Abb. 1: Während der Photoperiode netto assimilierter Kohlenstoff in Abhängigkeit von der Individuenhöhe (a) und der Individuenmasse (b) bei im Bestand stehenden Luzernepflanzen.

Die subdominanten Individuen ließen sich in zwei Gruppen trennen: Individuen, die im Vergleich mit dominanten Individuen eine ähnliche oder eine deutlich geringere spezifische Assimilationsrate ( $C$  assimiliert pro Individuenmasse) zeigten (Abb. 2a). Eine Ursache für die geringe spezifische Assimilationsrate der letzteren könnte ihre hohe Dichte an Blattmasse sein (Abb. 2b). Diese Pflanzen hatten viele Blätter gebildet, die jedoch wegen des geringen Streckungswachstums der Stengel zum Meßzeitpunkt stark beschattet waren. Dies äußerte sich in einem geringen  $C$ -Gewinn.

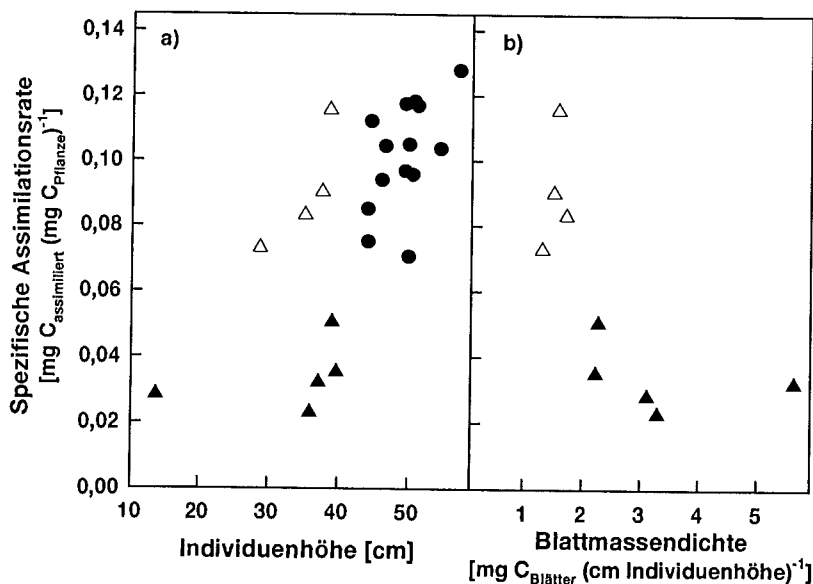


Abb. 2: Spezifische Assimilationsrate in Abhängigkeit von der Individuenhöhe (a) und der Blattmassendichte (b). Legende siehe Abb. 1.

Ein Teil des während der Photoperiode assimilierten C wurde während der folgenden Nacht respiriert. Die Menge des spezifisch respirierten „neuen“ C (C respiriert pro Pflanzenmasse) war proportional zur Menge des spezifisch assimilierten C (Abb. 3a). Im Vergleich zu den dominanten zeigten jedoch subdominante Individuen mit einer geringen Dichte an Blattmasse eine niedrigere spezifische Respirationsrate. Dagegen war die Menge des respirierten „alten“ C unabhängig von der Assimilationsrate und den Dominanzverhältnissen (Abb. 3b).

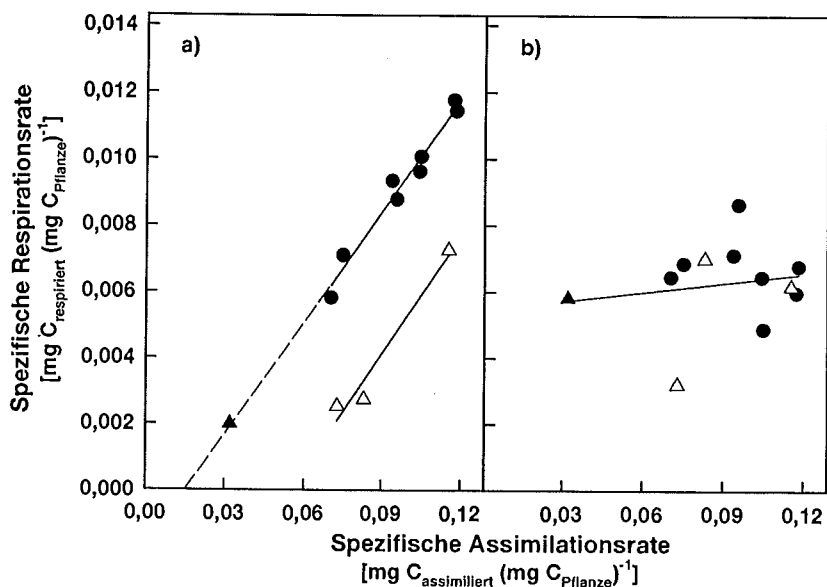


Abb. 3: Spezifische Respirationsrate von aktuell assimiliertem C (a) und „altem“ C (b) in Relation zur spezifischen Assimilationsrate. Legende siehe Abb. 1.

#### 4 Folgerungen

Subdominante Individuen, die bis eine Woche nach Bestandesschluß viel Blattmasse gebildet hatten, aber nicht in die obersten Bestandesebenen vordringen konnten (große Wachstumsrate, geringes Streckungswachstum), assimilierten auf Grund der zunehmenden Beschattung relativ zu ihrer Gesamtmasse wenig C. Die Erhaltung der großen Pflanzenmasse erforderte jedoch hohe Respirationskosten. Das Verhältnis von respiriertem zu assimiliertem C war größer als bei den dominanten Individuen (Abb. 4).

Subdominante Individuen mit einer kleinen Wachstumsrate und einem geringen Streckungswachstum assimilierten relativ zu ihrer Masse gleich viel C wie die dominanten Individuen, hatten jedoch geringere Respirationskosten. Das Verhältnis von respiriertem zu assimiliertem C war kleiner als bei den dominanten Individuen.

Die Ergebnisse deuten auf eine hohe Variabilität im Verhältnis der Respirationskosten zur C-Assimilation bei subdominanten, nicht aber bei dominanten Individuen hin. Unterschiede in der



Wachstumsrate *und* im Streckungswachstum, sowie die Wechselwirkung mit den Nachbarindividuen scheinen die Ursachen für diese Variabilität zu sein.

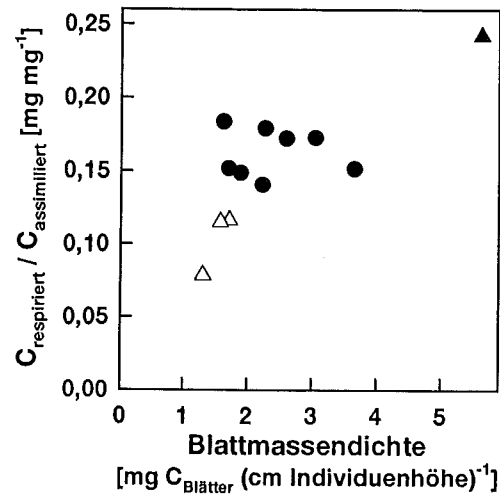


Abb. 4: C respiriert pro Einheit assimiliertem C in Relation zur Blattmassendichte. Legende siehe Abb. 1.

## Literatur

LÖRTSCHER, M. UND SCHNYDER, H. 1998. CO<sub>2</sub>-Gaswechsel von Individuen im Pflanzenbestand. In: 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. 163-166.

## Anschrift der Verfasser

M. Lötscher / H. Schnyder, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, 85350 Freising-Weihenstephan.

# Überwinterung und Wiederaustrieb von Weissklee im Frühling: Grosse Bedeutung der Blattfläche

A. LÜSCHER, B. STÄHELI UND J. NÖSBERGER

## Einleitung

Weissklee (*Trifolium repens* L.) ist die wichtigste Futterleguminose der gemässigten Klimazone. Bedeutende Vorteile des Weisskleees sind seine hohe Futterqualität, die Weidetauglichkeit, die hohe Nutzungselastizität und seine Fähigkeit zur biologischen N<sub>2</sub>-Fixierung. Der Weisskleeanteil in Wiesen und Weiden zeigt jedoch grosse Schwankungen zwischen den Jahren wie auch innerhalb der Vegetationsperiode. Die Gründe für diese Schwankungen sind ungenügend bekannt.

Die mangelnde Frostresistenz des Weisskleees und seine im Vergleich zu den Gräsern hohen Temperaturansprüche für den Wiederaustrieb im Frühling könnten wesentliche Gründe sein für die Schwankungen des Weisskleeanteils. Eine grosse Dichte von Vegetationspunkten des Weisskleees am Ende des Winters und ein schneller Wiederaustrieb im Frühling könnten die Konkurrenzkraft des Weisskleees gegenüber den Gräsern vermutlich beträchtlich steigern.

Mit dem Ziel, die Bedeutung einzelner Prozesse für eine erfolgreiche Überwinterung und einen kräftigen Wiederaustrieb des Weisskleees im Frühling zu verstehen, wurde im Rahmen der COST-Aktion 814 ("Crop adaptation to cool and wet regions in Europe") in 12 europäischen Ländern zusammengearbeitet. Unter klimatisch sehr unterschiedlichen Bedingungen wurde die Sorte AberHerald mit der Kontrollsorte Huia verglichen (COLLINS *et al.*, 1996). Häufig vermochte die Sorte AberHerald einen grösseren Ertragsanteil im Bestand zu erreichen. Im Winter und zu Beginn der Vegetationsperiode zeichnete sich AberHerald durch eine grössere Blattfläche pro Vegetationspunkt aus, weil sie eine höhere Blattbildungsrate aufwies (STÄHELI *et al.*, 1996). Es wurde deshalb vermutet, dass die grössere Blattfläche während der Überwinterung den entscheidenden Vorteil der Sorte AberHerald gegenüber Huia darstellte. Die beiden Sorten unterschieden sich jedoch auch in anderen Eigenschaften deutlich von einander, sodass die Bedeutung der Blattfläche nicht schlüssig beurteilt werden konnte.

Das Ziel des vorliegenden Versuches war es, die Bedeutung der Blattfläche des Weisskleees während des Winters für die Überwinterung und den nachfolgenden Wiederaustrieb im Frühling zu prüfen.

## Material und Methoden

Der Versuch wurde auf der Versuchsstation des Institutes für Pflanzenwissenschaften in Eschikon (550 m ü.M.), in der Nähe von Zürich, auf einer Braunerde mit guter P- und K-Versorgung angelegt.

Im August wurden Stecklinge der beiden Weisskleesorten AberHerald und Huia im Abstand von 60x60 cm in etablierte *Lolium perenne* Bestände oder in unbewachsene Parzellen gepflanzt. Die etablierten Pflanzen wurden von Beginn November bis im folgenden April beobachtet. Zwischen dem 3. November und dem 16. März wurde die Hälfte der Pflanzen siebenmal entblättert, während die andere Hälfte der Pflanzen nicht entblättert wurde. Bei den Entblätterungen wurden alle Blätter, die über das Stadium 0.5 nach CARLSON (1966) heraus entwickelt waren, weggeschnitten. Der Gehalt der Nichtstruktur-Kohlenhydrate in den Weisskleestolonen wurde nach der Methode von FISCHER *et al.* (1997) bestimmt.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Gegen Ende des Winters (13. März) zeigten die häufig entblätterten Pflanzen deutlich weniger Vegetationspunkte als die nicht entblätterten Pflanzen. Dieses Phänomen war durch eine reduzierte Bildungsrate von Vegetationspunkten und gleichzeitig durch eine erhöhte Sterberate der Vegetationspunkte bedingt. Der deutliche Anstieg der Anzahl Vegetationspunkte zwischen November und März bei den nicht entblätterten Pflanzen zeigte, dass sich die Pflanzen während des Winters weiter entwickeln konnten. Auch die Stolonenmasse pro Pflanze zeigte im nicht entblätterten Verfahren in der gleichen Periode einen sehr deutlichen Zuwachs, während die Stolonenmasse der häufig geschnittenen Pflanzen leicht abnahm.

In der Periode des Wiederaustriebs im Frühling zeigten sich ähnliche Verfahrensunterschiede wie im Winter. Die nicht entblätterten Pflanzen erhöhten die Anzahl der Vegetationspunkte und die Stolonenmasse ganz deutlich. Im Gegensatz dazu stagnierten die im Winter häufig entblätterten Pflanzen, obwohl die Entblätterung nicht weitergeführt wurde. Da die Dichte der Vegetationspunkte und Stolonen des Weissklees in einem Bestand ganz wesentlich zur Stabilität der Weisskleepopulation beitragen (COLLINS *et al.*, 1991), sind die oben beschriebenen Resultate von entscheidender Bedeutung. Eine Bewirtschaftung im Herbst, die den Weisskleepflanzen während des Winters und zu Beginn der Vegetationsperiode eine angemessene Blattfläche ermöglicht, kann vermutlich die Weisskleepopulation fördern und so zur Stabilität des Weisskleeanteils im Bestand beitragen.

Das während des Winters deutliche Wachstum der nicht entblätterten Pflanzen deutet darauf hin, dass die Photosynthese und das Wachstum auch bei niedrigen Temperaturen weitergehen. Am Ende des Winters zeigte sich denn auch ein sehr grosser Unterschied in der Konzentration der Nichtstruktur-Kohlenhydrate in den Stolonen. Während die Konzentration in den entblätterten Stolonen auf 5% absank, konnten die nicht entblätterten Stolonen eine Konzentration der Nichtstruktur-Kohlenhydrate von 15% bis 20% aufrechterhalten. Die Photosynthese der Blätter beeinflusste also das Kohlenhydratbudget der Pflanzen während des Winters ganz beträchtlich. Während die nicht

entblättern Pflanzen bei der Menge der Nichtstruktur-Kohlenhydrate eine positive Bilanz aufwiesen, zeigten die häufig entblättern Pflanzen eine stark negative Bilanz (Tab. 1). Weiter konnte festgestellt werden, dass die Beschattung der Weisskleeblätter durch einen etablierten Bestand von *Lolium perenne* den positiven Effekt der Weisskleeblätter auf die Bilanz der Nichtstruktur-Kohlenhydrate der Pflanzen stark hemmte (Tab. 1). Diese Resultate helfen die starke Abnahme der Konzentration der Nichtstruktur-Kohlenhydrate in Weisskleestolonen zu erklären, die während des Winters bei starker Graskonkurrenz gemessen wurde (LÜSCHER UND NÖSBERGER, 1992).

Tabelle 1: Effekte einer häufigen Entblättern während des Winters und der Konkurrenz durch *Lolium perenne* auf die Veränderung der Masse der Nichtstruktur-Kohlenhydrate in Stolonen von *Trifolium repens* Pflanzen über den Winter. (n=20, ±Mittlerer Fehler)

	Nichtstruktur-Kohlenhydrate am 3. November (mg / Pflanze)	relative Veränderung 3. November bis 13. März (%)	
		ohne Entblättern	mit Entblättern
ohne Konkurrenz	55 (±3)	+47	-83
mit Konkurrenz	59 (±3)	-15	-92

Die tiefen Gehalte der Nichtstruktur-Kohlenhydrate, welche grösstenteils Kohlenhydratreserven darstellen, lassen vermuten, dass die Triebkraft der Vegetationspunkte der häufig entblättern Pflanzen beim Wiederaustrieb im Frühling stark reduziert ist. Die Resultate zeigen, dass die im Winter häufig entblättern Pflanzen pro Vegetationspunkt leicht weniger neue Blätter bildeten als die nicht entblättern Pflanzen. Die Blattgrösse der neu gebildeten Blätter war bei den im Winter häufig entblättern Pflanzen sehr stark verkleinert. Die Ertragsbildung der Pflanzen, die im Winter häufig entblättern wurden, war also im darauffolgenden Frühling sehr stark reduziert.

### Schlussfolgerungen

Die Blätter des Weissklee trugen bedeutend zu einer erfolgreichen Überwinterung und zu einem kräftigen Wiederaustrieb im Frühling bei. Sie förderten die Stabilität der Weisskleepopulation, indem sie zu einer Erhöhung sowohl der Anzahl Vegetationspunkte als auch der Menge Stolonen am Ende des Winters beitrugen. Sie stimulierten die Ertragsleistung beim Wiederaustrieb im Frühling über eine erhöhte Zahl Vegetationspunkte und eine gesteigerte Masse neu gebildeter Blätter je Vegetationspunkt deutlich.

## Literatur

- CARLSON, G.E., 1966. Growth of clover leaves - developmental morphology and parameters at ten stages. *Crop Science* 6: 293-294.
- COLLINS, R.P., CONNOLLY, J., FOTHERGILL, M., FRANKOW-LINDBERG, B.E., GUCKERT, A., GUINCHARD, M.P., LÜSCHER, A., NÖSBERGER, J., ROBIN, C., STÄHELI, B., UND STOFFEL, S., 1996. Variation in the overwintering of white clover cultivars in cool and wet areas of Europe. In: *Grassland and Land Use Systems. Proceedings of the 16th General Meeting of the European Grassland Federation, Grado (Gorizia), Italy.* pp 201-204.
- COLLINS, R.P., GLENDINING, M.J., UND RHODES, I., 1991. The relationships between stolon characteristics, winter survival and annual yields in white clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science* 46:51-61.
- 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 pseudostems during regrowth in a free air carbon dioxide enrichment (FACE) experiment. *Plant Cell and Environment* 20: 945-952.
- LÜSCHER, A., UND NÖSBERGER, J., 1992. Overwintering and spring growth of white clover. In: *Proceedings of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti, Finland.* pp 167-170.
- STÄHELI, B., LÜSCHER, A., UND NÖSBERGER, J., 1996. Growth of white clover plants in relation to temperature in winter and spring. In: *Grassland and Land Use Systems. Proceedings of the 16th General Meeting of the European Grassland Federation, Grado (Gorizia), Italy.* pp 309-312.

## Anschrift der Verfasser

A. Lüscher / B. Stäheli / J. Nösberger, Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH-Zentrum,  
Universitätstrasse 2, CH-8092 Zürich

# Nährstoffbilanzen montaner Pflanzengesellschaften des Grünlandes im Harz

U. V. BORSTEL UND A. MAINZER

## 1 Einleitung

Im Vergleich zu anderen Mittelgebirgen haben die Bergwiesen im Harz aufgrund ihrer noch vorhandenen Flächengröße, ihrer Verzahnung mit anderen Biotopen, ihrer Artenausstattung und ihrer vegetationskundlichen Besonderheiten eine bundesweite Bedeutung. Mit Ausnahme kleinerer Vorkommen im Solling beschränkt sich montanes Grünland in Norddeutschland auf die höheren Lagen des Harzes, wo gegenwärtig noch 1.650 ha Bergwiesen vorkommen (BRUELHEIDE et al., 1997).

Bewirtschaftungsverfahren, die den Erhalt und Schutz gefährdeter Grünlandbiotope zum Ziel haben, erfordern ein ausgefeiltes Biotopmanagement, welches insbesondere die agrarökologisch relevanten Nährstoffströme im Auge behält.

Schlagspezifische Nährstoffbilanzen können ein wirksames methodisches Hilfsmittel sein, um biotischen und abiotischen Ressourcenschutz nachhaltig verwirklichen zu können. Bei Agrarförderprogrammen könnten in Zukunft staatliche Transferzahlungen verstärkt an umweltschonende Bewirtschaftungsauflagen gebunden werden. Für deren Nachweis eignen sich schlagspezifische Nährstoffbilanzen.

## 2 Material und Methoden

Im Rahmen eines interdisziplinären Gutachtens, welches im Auftrag der Bezirksregierung Braunschweig erstellt worden ist (SCHWAHN und VON BORSTEL, 1996), bot sich die Möglichkeit, das Grünland der Gemeinde St. Andreasberg im Hochharz agrarökologisch zu bewerten und hinsichtlich der Nährstofffrachten zu bilanzieren.

Die verschiedenen Grünlandgesellschaften umfassen insgesamt 345 ha (**Abbildung 1**). Es handelt sich ausnahmslos um Pflanzengesellschaften, die in Niedersachsen selten und schutzwürdig sind.

Die Bestandsaufnahme zur Berechnung der schlagspezifischen Nährstoffbilanzen umfasste folgende Arbeitsschritte (SCHWAHN und VON BORSTEL, 1997):

- Erstellung von pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen nach KLAPP (1965).
- Kartierung des Grünlandes und Erstellung einer pflanzensoziologischen Flurkarte.
- Ermittlung der Erträge und Futterqualitäten der verschiedenen Vegetationseinheiten.
- Ermittlung der schlagspezifischen Bodenart, des Bodentyps und der Nährstoffgehalte.
- Ermittlung der schlagspezifischen Bewirtschaftungsintensitäten des Grünlandes.

Aus den Werten der Bestandsaufnahme wurden schlagspezifische Bilanzen für N, P und K berechnet.

**Bilanzierungsansatz:** Für die Berechnungen wurde eine vereinfachte Flächenbilanz auf Einzelschlagebene (modifiziert nach BACH, 1987) verwendet. Bezüglich der symbiontischen N-Bindung wurde je Prozent Ertragsanteil Leguminosen eine N-Bindung im Harz von 2 kg/ha als Schätzwert unterstellt. Die Daten für die asymbiontische N-Bindung sowie für den N-Eintrag aus der Luft – im Harz etwa 10 kg N/ha/Jahr (NLÖ, 1996) – sind im vereinfachten Bilanzierungsansatz in der Regel unbekannt und bleiben unberücksichtigt (BACH, 1987).

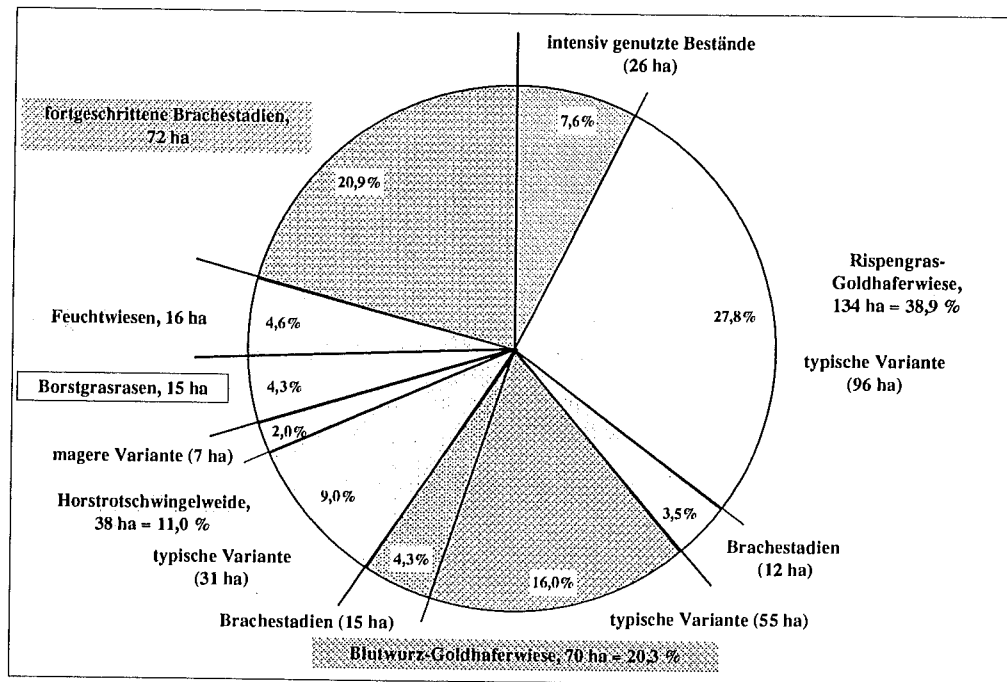


Abbildung 1: Verteilung der Grünlandgesellschaften in St. Andreasberg

### 3 Ergebnisse

Die Verteilung der Grünlandgesellschaften zeigt **Abbildung 1**. Die Nährstoffbilanzsalden der Pflanzengesellschaften in St. Andreasberg für das Wirtschaftsjahr 1993/94 zeigt **Tabelle 1**. Die N-Bilanz zeigt bei der intensiv genutzten Rispengras-Goldhaferwiese sowie bei der typischen Variante der Horstrotschwingelweide einen Überschuss von je 31 kg N/ha; alle anderen Pflanzengesellschaften zeigen negative Bilanzsalden. Phosphat und Kali weisen bei den intensiv genutzten Beständen der Rispengras-Goldhaferwiese (+ 59 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und + 69 kg K<sub>2</sub>O/ha) sowie in abgeschwächter Form auch bei der typischen Horstrotschwingelweide (+ 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und + 83 kg K<sub>2</sub>O/ha) zum Teil erstaunlich hohe Bilanzüberschüsse aus. Der Grund liegt in unsachgemäßer Düngung. Wenn der Betrieb auf eine bis 1994 applizierte Volldüngergabe zu diesen Pflanzengesellschaften verzichten würde, könnten die N-, P- und K-Bilanzen fast ausgeglichen werden, ohne dass Ertragseinbußen zu befürchten wären. Die anderen Pflanzengesellschaften weisen ausgeglichene bzw. negative Bilanzsalden für N, P und K auf.

Tabelle 1: Nährstoffbilanzsalden für einzelne Pflanzengesellschaften (Flächenbilanz) – Situation bis 1993/94

Wirtschaftsjahr 1993/94	Rispengras-Goldhaferwiese				Blutwurz- Goldhaferwiese		Horst- rotschwingel- weide <sup>7) 3)</sup>		Borstgras- rasen	Feucht- wiesen	Mittel- wert für Feld- Stall- Bilanz
	Intensiv genutzte Bestände <sup>2) 6)</sup>	Typische Variante			Typische Variante		Variante		Typische Variante		
	LSG	NSG	ungedüngt	genutzt	Brachestadien	typisch <sup>3)</sup>	mager <sup>4)</sup>				
Fläche (ha)	26,0	9,4	30,6	11,0	8,6	0,9	15,9	1,5	3,8	2,9	110,6
TM-Ertrag (dt/ha) <sup>1)</sup>	40,5	53,3	46,1	35,7	16,4	20,8	33,8	26,3	9,9	34,1	38,3
<b>Stickstoff (kg N/ha)</b>											
Entzug <sup>6)</sup>	108	125	108	81	38	46	95	63	13	57	94
Düngung	119	75	51	0	0	0	48	0	0	0	55
Rückfluss durch Weidetiere	19	0	0	0	0	0	69	37	0	0	15
Symbiotische N-Bindung <sup>5)</sup>	1	3	3	2	3	0	9	3	2	3	3
<b>Bilanz</b>	<b>+ 31</b>	<b>- 47</b>	<b>- 54</b>	<b>- 79</b>	<b>- 36</b>	<b>- 46</b>	<b>+ 31</b>	<b>- 23</b>	<b>- 11</b>	<b>- 54</b>	<b>- 20</b>
<b>Phosphat (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>											
Entzug <sup>6)</sup>	32	40	35	24	9	11	33	23	3	9	29
Düngung	84	53	32	0	0	0	26	0	0	0	37
Rückfluss durch Weidetiere	8	0	0	0	0	0	27	15	0	0	6
<b>Bilanz</b>	<b>+ 59</b>	<b>+ 13</b>	<b>- 3</b>	<b>- 24</b>	<b>- 9</b>	<b>- 11</b>	<b>+ 20</b>	<b>- 9</b>	<b>- 3</b>	<b>- 9</b>	<b>+ 13</b>
<b>Kali (kg K<sub>2</sub>O/ha)</b>											
Entzug <sup>6)</sup>	157	179	155	103	31	49	119	89	10	61	128
Düngung	198	124	110	0	0	0	97	0	0	0	101
Rückfluss durch Weidetiere	29	0	0	0	0	0	105	56	0	0	23
<b>Bilanz</b>	<b>+ 69</b>	<b>- 55</b>	<b>- 45</b>	<b>- 103</b>	<b>- 31</b>	<b>- 49</b>	<b>+ 83</b>	<b>- 34</b>	<b>- 10</b>	<b>- 61</b>	<b>- 4</b>

1) Netto-Erträge  
2) 41,1 RGV-Weidetage  
3) 150 RGV-Weidetage  
4) 80 RGV-Weidetage  
5) 2 kg N je % Ertragsanteil Leguminosen (Quelle: Nährstoffbilanz auf Hoforbasis (Stand 10/95, LWK HANNOVER 1996), verändert)  
6) Nachweide unberücksichtigt  
7) TM-Ertrag geschätzt  
8) Entzüge auf Grundlage der Daten für Netto-TM-Ertrag, Rohproteingehalte und Mineralstoffgehalte

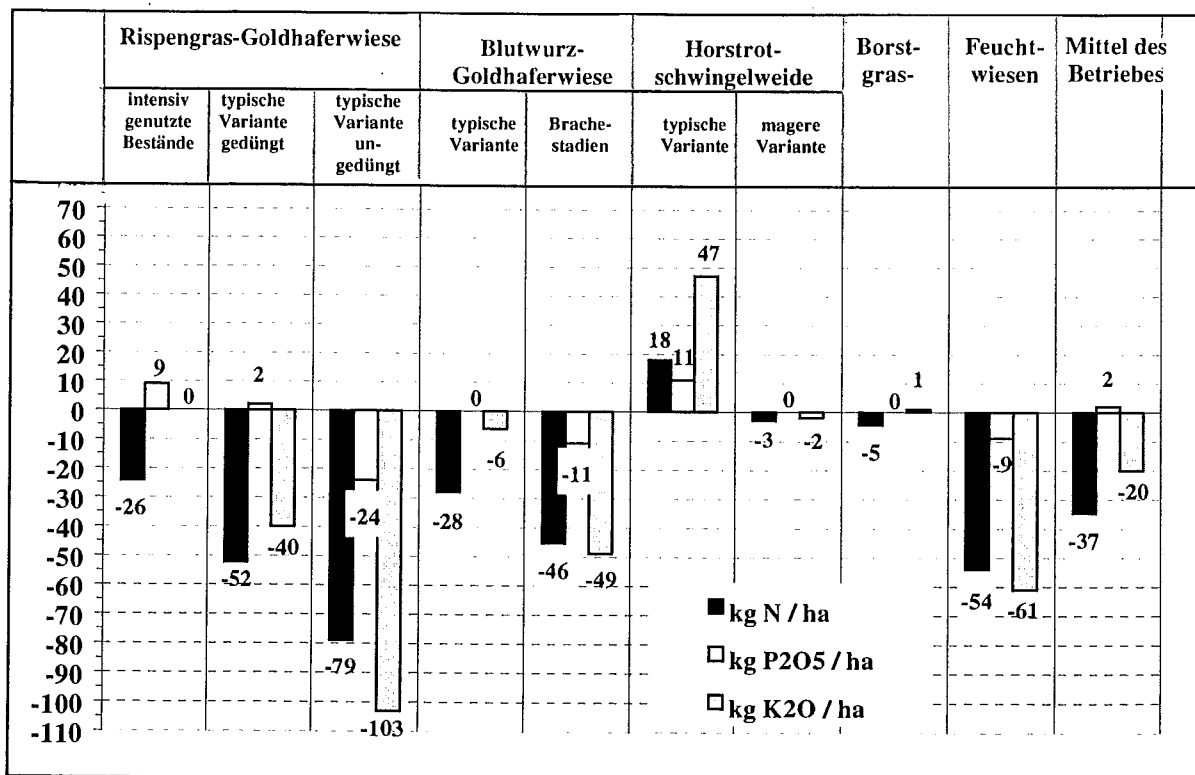


Abbildung 2: Nährstoffbilanzsalden für einzelne Pflanzengesellschaften (Flächenbilanz) – Optimiertes Düngungsregime, 1995/96



Nach einem Beratungsgespräch optimierte der Betriebsleiter seine Düngungsstrategie. Das vorherige Bilanzierungsergebnis für das Wirtschaftsjahr 1995/96 (**Abbildung 2**) zeigt bei der intensiv genutzten Rispengras-Goldhaferwiese fast ausgeglichene N-, P- und K-Bilanzen. Bei der typischen Variante der Horstroschwingelweide konnten die positiven Bilanzsalden fast halbiert werden. Im Mittel aller Grünlandgesellschaften ergeben sich für N und K negative Bilanzsalden, für P eine fast ausgeglichene Bilanz. Der Betrieb wirtschaftet unter den Grenzstandortbedingungen des Harzes mit einem Viehbesatz von nur 0,87 RGV/ha. Der aus der Viehhaltung anfallende organische Dünger reicht aus, um ohne zusätzliche mineralische Ergänzungsdüngung eine bedarfsgerechte, und wie die Bilanzen ausweisen, zugleich umweltschonende Düngung im Gesamtbetrieb zu gewährleisten. Die applizierten organischen Düngermengen gewährleisten ausreichende Erträge, geringe Umweltbelastungen und hochwertige Pflanzengesellschaften.

#### **4 Schlussfolgerungen und Zusammenfassung**

Nährstoffbilanzen erlauben Aussagen zur Umweltverträglichkeit von Bewirtschaftungsverfahren und zur Effizienz der Düngung. Für zu schützendes Grünland ist die biotop- bzw. schlagspezifische Flächenbilanz die zurzeit am besten geeignete Bilanzierungsebene, um umweltrelevante Stoffströme zu bewerten. Hof- und Feld-Stall-Bilanzen sind ungeeignet, weil sie zu wenig Differenzierungsmöglichkeiten bieten. Die Nährstoffbilanzsalden für N, P und K der wichtigsten montanen Grünlandgesellschaften im Hochharz weisen geringe oder nicht erkennbare Belastungen für den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz aus. Da derartige dem Kulturlandschaftsschutz dienende Bewirtschaftungsformen durch die Globalisierungstendenzen in der Agrarpolitik stark gefährdet sind, ist zu wünschen, dass staatliche Förderprogramme derartige Wirtschaftsweisen besser als bisher fördern.

#### **Literatur**

- BACH, M. (1987): Die potentielle Nitratbelastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Göttinger Bodenkundliche Berichte 93, Göttingen.
- BRUELHEIDE, H., F. HEHLGANS, W. BERGNER u. U. WEGENER (1997): Bergwiesen im Harz – Aktueller Zustand, Ziele des Naturschutzes und Erhaltungsmaßnahmen. Ber. Naturhist. Ges. Hannover, 139, 177 – 200, Hannover.
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort, Verlag P. Parey, Berlin, Hamburg.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (1996): Nährstoffbilanz auf Hoforbasis. Unveröffentlichtes Manuskript.
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (1996): Mündliche Mitteilung, März 1996, über den N-Eintrag aus der Luft im Oberharz.
- SCHWAHN, CHR. u. U. VON BORSTEL (1996): Nutzung und Pflege der Bergwiesen bei St. Andreasberg. Interdisziplinäres Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Braunschweig.
- SCHWAHN, Chr. u. U. VON BORSTEL (1997): Möglichkeiten des Zusammenwirkens von Naturschutz und Landwirtschaft bei der Erhaltung montanen Grünlandes, Natur und Landschaft, 72. Jg. Heft 6.

#### **Anschrift der Verfasser**

Dr. Uwe von Borstel / Dipl.-Ing. agr. Arnulf Mainzer, Landwirtschaftskammer Hannover, Johannsenstraße 10, 30159 Hannover.

# Wirkung verschiedener Dünger auf Ertrag, Pflanzenbestand und Bodenfauna auf einem voralpinen Grünlandstandort

R. SCHRÖPEL UND J. BAUCHHENS

## Einleitung und Problemstellung

Der Kalkversorgung von Dauergrünland kommt in Vergleich zum Ackerbau geringere Bedeutung zu, weil die meisten futterbaulich wertvollen Grünlandpflanzen bei schwach saurer Bodenreaktion gedeihen. Außerdem kommt auf Dauergrünland die strukturfördernde Wirkung des Kalkes kaum zum Tragen. Es ist bekannt, daß Kalkgaben nur bei stark saurer Bodenreaktion ertragswirksam sind. Nach den Empfehlungen der LBP ist - je nach Bodenart - eine Erhaltungskalkung innerhalb eines pH-Bereiches von 5,1 bis 6,3 angebracht; liegen die pH-Werte darunter, ist eine Gesundungskalkung empfehlenswert.

In einem Versuchsvorhaben sollte daher geklärt werden, welche Wirkungen regelmäßige Kalkgaben auf einen schwach sauren Grünlandboden haben, insbesondere sollte die Kalkwirkung auf bodenzoologische Parameter geprüft werden.

## Material und Methoden

Als Versuchsfläche diente eine voralpine Mähweide, Bodenkennwerte und Versuchsfaktoren sind nachfolgend dargestellt. Da bodenzoologische Untersuchungen im Vordergrund standen, mußten ausreichend große Versuchspartzellen (400 m<sup>2</sup>) eingerichtet werden. Daher waren echte Wiederholungen nicht möglich, vielmehr wurden für die Ertragsfeststellungen fest eingemessene Streifen in den Partzellen beerntet.

### 1. Kalkung

- Ohne Kalkung
- 20 dt/ha CaCO<sub>3</sub> alle 3 Jahre,  
30 dt/ha CaCO<sub>3</sub> zu Versuchsbeginn

### 2. Düngung

- ortsübliche Düngung 3x20 m<sup>3</sup> Gülle  
+ 40 kg N/ha als KAS
- physiologisch saure Düngung:  
ASS, Superphosphat, 40er Kali
- physiologisch alkalische Düngung:  
KAS, Hyperphos, 40 er Kali

### 3. Bodenkennwerte

Bodentyp: Parabraunerde, bis zum C-Horizont  
entkalkt

Humusgehalt: 9,3 %

Bodenart: uL

Geologisches Ausgangsmaterial:

Würmeiszeitliche Moräne

### 4. Pflanzenbestand

Weidelgras-Weißkleeweide

4 Nutzungen pro Jahr

Untersuchte Parameter: TM-Ertrag,

Pflanzenbestand nach KLAPP-STAEHLIN

Die bodenzoologischen Untersuchungen bezogen sich auf die Regenwurmfauna. Die Fläche einer Stichprobe ist auf Grünlandflächen  $\frac{1}{4} \text{ m}^2$  groß. Die Untersuchung erfolgte nach der Formalin- methode in der Modifikation von BAUCHHENS. Hierbei wurden pro Quadratmeter 40 Liter 0,2 %ige Formalinlösung als Austreibungsflüssigkeit verwendet. Die Lösung wurde dabei in 2 Teilen von je 20 Litern, jeweils zu Beginn der Probennahmen und nach Ablauf von 15 Minuten auf den Boden gegossen. Die Bodenoberfläche innerhalb  $\frac{1}{4} \text{ m}^2$  wurde nach beiden Aufgüssen jeweils 15 Minuten lang nach Regenwürmern abgesucht.

Prüfungszeitraum 1986-1998

## Ergebnisse und Diskussion

Die regelmäßigen Kalkgaben wirkten sich nur bei der Verwendung von physiologisch alkalischen Düngemitteln auf den pH-Wert des Bodens aus, im Durchschnitt mit 0,4 pH-Wert-Punkten. Bei der Verwendung von Gülle oder physiologisch sauren Düngern war eine Auswirkung der Kalkgaben auf den pH-Wert des Bodens nicht feststellbar. (Abb. 1)

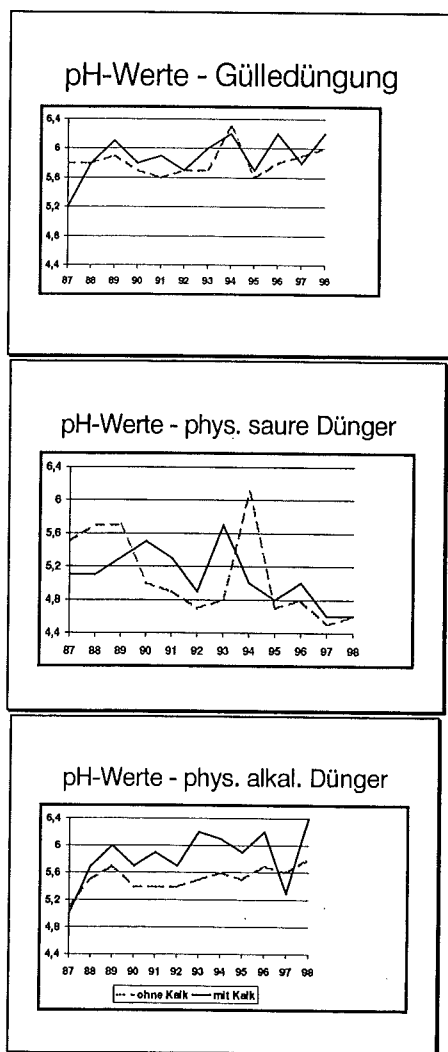


Abb.1: Veränderung der pH-Werte bei unterschiedlicher Düngung

Bei der Verwendung der alkalischen Dünger war außerdem ein tendenzieller Anstieg der pH-Werte im Laufe der Versuchsjahre erkennbar. Dagegen fiel der pH-Wert bei physiologisch saurer Düngung deutlich ab, bis auf 4,5 nach 12 Versuchsjahren; die regelmäßigen Kalkgaben konnten die Versauerung des Bodens nicht verhindern.

Bei der betriebsüblichen Gülledüngung blieben die pH-Werte über die Versuchsdauer konstant zwischen 5,6 und 6. Sie spiegeln die Reaktion des Bodens auf den unterschiedlichen Kalkverzehr der Dünger wider.

Mit den physiologisch sauren Düngern wurde ein Kalkverlust von ca. 600 kg CaO pro ha und Jahr erzeugt, während mit den alkalischen Düngern und Gülle rein rechnerisch kein Kalkverzehr durch die Düngung auftrat. Dennoch bleibt ein Erklärungsbedarf, warum Kalkgaben von umgerechnet 300 kg CaO/ha und Jahr sowohl bei Gülledüngung als auch bei physiologisch saurer Düngung ohne Einfluß

auf die pH-Werte der Böden blieben, wenn allein durch Niederschläge (1300 mm/Jahr) mit einem Kalkverlust von ca. 500 kg CaO zu rechnen war.

Der Pflanzenbestand entspricht dem einer typischen Weidelgras-Weißklee-Weide. Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) war - je nach Variante - mit 50-80 % Ertragsanteil bestandsbildend. Mit durchschnittlich 18 Arten ist der Bestand als artenarm zu bezeichnen.

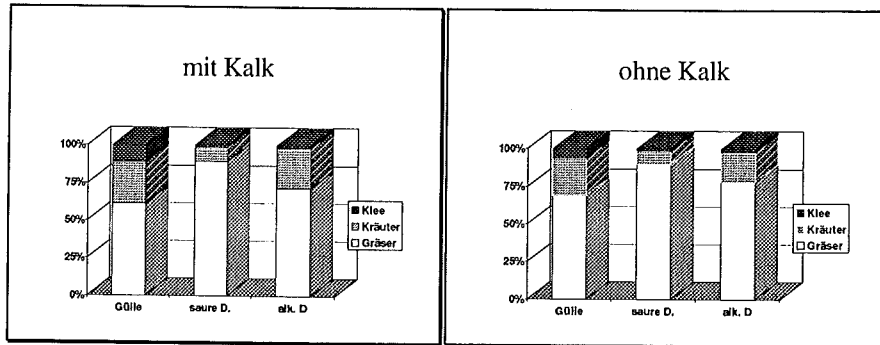


Abb. 2: Veränderungen des Pflanzenbestandes nach 13-jähriger Versuchsdauer

Auffällig nach 13-jähriger Versuchsdauer sind vor allem die grasreichen und damit klee- und krautarmen Bestände der mit physiologisch alkalischen Düngern behandelten Parzellen, unabhängig von den Kalkgaben. Bei Gülledüngung und bei Verwendung physiologisch alkalischer Dünger konnte sich ein ausgewogener Pflanzenbestand etablieren; auch bei diesen Düngern hatten die Kalkgaben einen untergeordneten Einfluß.

Weder die Kalkgaben noch die unterschiedlichen Düngerarten wirkten sich statistisch absicherbar auf den Ertrag aus (Abb. 3). Erstaunlicherweise hatten die in der Gülle enthaltenen Nährstoffe, einschließlich Stickstoff, den gleichen ertragswirksamen Wert wie die entsprechenden Mineraldünger.

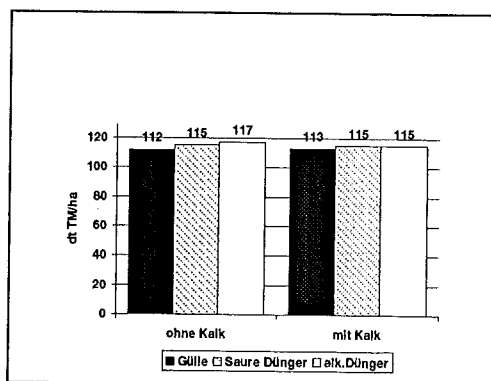


Abb. 3: Erträge im Durchschnitt der 13 Versuchsjahre, GD 5 % = 2,03 dt/ha

Das Ertragsniveau war mit 116 dt TM keineswegs ausgereizt, aus anderen Versuchen am gleichen Standort ist bekannt, daß das Ertragsmaximum bei etwa 140 dt Trockenmasse pro ha und Jahr liegt. Im Versuchsfeld wurden zwischen 100 und knapp 200 Regenwurm-Individuen pro m<sup>2</sup> gefunden. (Abb. 4). Diese Werte liegen deutlich über denen von Äckern. Die Ursachen dafür sind vielfältig: Grünland

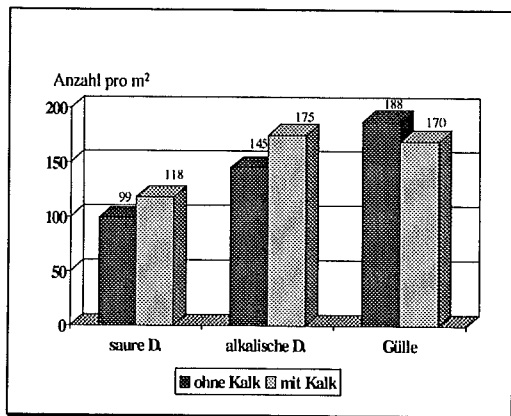


Abb. 4: Individuendichte der Regenwürmer  
Zusammenfassung der Probetermine 1989, 1994, 1995

wird nicht gepflügt, Pflanzenreste bleiben generell auf der Bodenoberfläche liegen, meist wird organisch gedüngt.

Im Versuch konnten im Mittel von 3-jährigen Beprobungen deutliche Unterschiede der Regenwurm-Individuenzahl, bei physiologisch saurer Düngung einerseits und der alkalischen bzw. Gülle Düngung andererseits festgestellt werden. Dagegen waren signifikante Unterschiede der Regenwurm-dichte zwischen den gekalkten und nicht gekalkten Parzellen nicht nachweisbar.

### Zusammenfassung

In einem 12jährigen Versuch wurde die Wirkung unterschiedlicher Dünger mit und ohne regelmäßige Kalkgaben auf einer voralpinen Mähweide geprüft.

Die Kalkungen konnten weder den pH-Wert des Bodens entscheidend verändern, noch war ein Einfluß auf Pflanzenbestand, Regenwurm-Population oder Ertrag nachweisbar. Physiologisch saure Dünger senkten den pH-Wert ab, veränderten den Pflanzenbestand und wirkten sich negativ auf den Besatz von Regenwürmern aus. Offensichtlich unterlagen die Kalkgaben am niederschlagsreichen Standort Kempten der Auswaschung, bevor sie im Boden wirksam werden konnten.

### Literatur

- RIEDER J.B., 1983: Dauergrünland BLV-Verlagsgesellschaft, München
- BAYER. LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU, 1997  
Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland
- BAUCHHENSS, J. (1981): Artenspektrum, Biomasse, Diversität und Umsatzleistung von Lumbriciden auf unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandflächen verschiedener Standorte Bayerns - Bayer. Landw. Jb. 59, 119-124

### Anschriften der Verfasser

Rainer Schröpel, Staatl. LVA Spitalhof, Spitalhofstr. 9, 87437 Kempten.  
Dr. Johannes Bauchhenß, Vöttinger Str. 38, 85453 Freising.

# **Einfluß des Nutzungszeitpunktes und der Stickstoffdüngung auf die Ertragsentwicklung und Futterqualität von Auengrünland**

S. SCHÄFER, M. PETERHÄNSEL UND G. ADOLF

## **1 Einleitung**

Die Flußauenlandschaft wird vielfältiger Weise durch großflächige Dauergrünlandstandorte geprägt. Die spezifischen Standort- und Wachstumsbedingungen der Elbaue führten zur Herausbildung strukturreicher Dauergrünlandflächen. Unregelmäßig wiederkehrende Überschwemmungen und anhaltende Bodenbildungsprozesse führen im Überflutungsbereich der Flußtäler zur Herausbildung ertragreicher Grünlandstandorte. Dem Auengrünland kommt neben der wichtigen ökologischen Funktion vor allem als Futterfläche eine hervorhebenswerte Bedeutung zu.

Im Bereich des Wirtschaftsgrünlandes förderte eine über Jahrzehnte intensive Grünlandbewirtschaftung düngerdankbare und ertragsstarke Pflanzenarten. Die gegenwärtig extensive Bewirtschaftung des Grünlandes und Reduzierung der Nutzungsintensität bewirkt auf Auengrünland sichtbare Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzenbestände. Auch die Ertragsentwicklung und Futterqualität der Grünlandaufwüchse wird hierbei nachhaltig beeinflusst.

Ziel eines Untersuchungsprogrammes war es, den Einfluß des Nutzungszeitpunktes und der Stickstoffdüngung auf die Ertragsentwicklung und Futterqualität von Auengrünland am Beispiel einer Feuchtwiese im Bereich in der Elbaue zu untersuchen.

## **2 Methoden**

Die Untersuchungen erfolgten mittels eines Parzellenversuches auf Feuchtgrünland im Deichvorland der Elbe im Landkreis Wittenberg. Ausgedehnte Feuchtgrünlandflächen, die durch zahlreiche Altwasserarme, Flutmulden und durchzogen werden, prägen das Landschaftsbild diese Auenstandortes. Der Versuchsstandort liegt mit einer Entfernung von 1100 m auf einer ebenen Grünlandfläche am Rande des Überschwemmungsgebietes. Der Auenboden wird in diesem Bereich durch eine schluffreiche Auenlehmdecke verschiedener Mächtigkeit (105 ... 195 cm) charakterisiert, die Sande und Kiese überlagert. Unter dem Einfluß unregelmäßig auftretender Überschwemmungen lassen sich während der Vegetationsperiode stark schwankende Grundwasserstände (1 bis > 220 cm) feststellen. Der Versuchsstandort wurde jährlich einmal während der vegetationsfreien Jahreszeit überschwemmt. Dabei kam es Infolge einer hohen Fließgeschwindigkeit zu keiner bemerkenswerten Ablagerung von Flußsedimenten. Die Nährstoffuntersuchungen der oberen Bodenschichten ließen in den Versuchsjahren eine zunehmende Verarmung an essentiellen Pflanzennährstoffen erkennen,

welche durch eine unzureichende Phosphor- und Kaliumversorgung des kalkarmen Auenbodens charakterisiert werden kann.

Auf zwei ausgewählten Dauergrünlandflächen wurde im Jahre 1991 Parzellenversuche angelegt. Als Anlageform kam eine Blockanlage mit jeweils vier Varianten (36 m<sup>2</sup> Parzellengröße) und vierfacher Wiederholung zur Anwendung. In zwei getrennten Versuchsanlagen wurde der Einfluß eines gestaffelten Schnittzeitpunktes zum ersten Aufwuchs (1.6., 10.6., 20.6., 30.6.) und differenzierter Stickstoffgaben (0, 30, 60, 90 kg N/ha) zu drei Aufwüchsen untersucht. Eine Grunddüngung erfolgte nicht. Im Schnittzeitenversuch wurden zwei Aufwüchse geerntet und im Stickstoffsteigerungsversuch erfolgten drei Nutzungen. Ergebnisse zum TM-Ertrag und zum Gehalt an einzelnen Futterinhaltsstoffen wurden varianzanalytisch ausgewertet.

### 3 Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum ließen die untersuchten Pflanzenbestände sowohl im Schnittzeitenversuch, als auch im Stickstoffsteigerungsversuch bei Unterlassung der N-Düngung eine veränderte Artenstruktur erkennen. Unter diesen Wachstumsbedingungen stieg die Zahl der Pflanzenarten in den nicht gedüngten Beständen auf bis zu 27 Arten an. Dabei konnte vor allem eine Zunahme von Kräutern und Leguminosen festgestellt werden. Bei steigenden N-Gaben ging jedoch der Anteil an Leguminosen und niedrigwüchsigen Pflanzenarten in den Beständen zurück. Lediglich der Große Sauerampfer und andere nitrophile Hochstauden, wie die Ackerkratzdistel, vermochten auf hoch gedüngten Parzellen beachtliche Bestandesanteile zu halten (ADOLF und SCHÄFER, 1998).

Tab.1: Mittlerer TM-Ertrag in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des 1.Aufwuchses

Schnitttermin	1.Aufwuchs		Jahresertrag	
	dt/ha	%	dt/ha	%
1.6.	39,9	100	63,8	100
10.6.	47,7	120	70,0	110
20.6.	52,3	131	69,5	109
30.6.	56,7	142	72,1	113
Mittel	49,2		68,8	

Tab. 2: Mittlerer TM-Ertrag in Abhängigkeit von der N-Gabe (Mittel 1991/98)

Stickstoffgabe	1.Aufwuchs		2. Aufwuchs		Jahresertrag	
	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%
ohne N	41,7	100	21,5	100	66,0	100
30kgN/ha	51,9	124	28,5	132	84,9	129
60kgN/ha	55,6	133	31,9	150	92,9	141
90kgN/ha	54,1	130	32,5	154	92,2	140
Mittel	50,8		28,1		84,0	

Im Mittel der Jahre wurde zum ersten Schnitttermin (1.6.) ohne mineralische N-Düngung ein Ertragsniveau von ca. 40 dt/ha TM erreicht. Jahreszeitliche Einflüsse und das zu Beginn der ersten Nutzung unterschiedliche Entwicklungsstadium der Hauptbestandesbildner (Wiesenfuchsschwanz und Gemeine Quecke), sowie die Dauer der Winterüberschemmungen bestimmten ein unterschiedlich

hohes Ertragsniveau (vgl. Abb.1). Eine Verspätung der Schnittnutzung um 10 ...20 Tage brachte im Mittel der Versuchsjahre einen Massezuwachs im ersten Aufwuchs um teilweise mehr als 20 % bzw. 40 %. Auf nicht gedüngten, krautreichen Parzellen erreichte der Trockenmasseertrag bei spät geschnittenem 1. Aufwuchs (30.6.) mehr als 56 dt/ha TM (Tab.1).

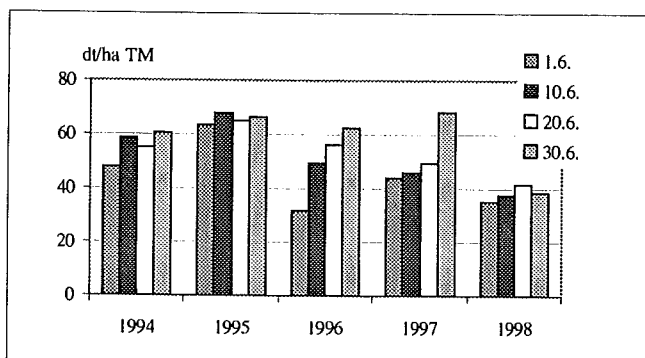


Abb.1: Entwicklung des Jahresertrages (dt/ha TM) in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses in den Jahren 1994 bis 1998

Die Jahressumme an Trockenmasse betrug bei einer Zweischnittnutzung und unterlassener Stickstoffgabe ca. 70 bis 72 dt/ha TM. Bei dreimaliger Mahd und N-Gaben von 60 ... 90 kg N/ha pro Aufwuchs wurden jährlich Trockenmasseerträge von annähernd 93 dt/ha geerntet. Dabei führte diese Düngung im ersten und zweiten Aufwuchs zu Mehrerträgen von 33 .... 54 % gegenüber den Erträgen nicht gedüngter Parzellen. Eine N-Gabe von 90 kg/ha N erzeugte gegenüber der mittleren N-Gabe (60 kg/ha N) sowohl in den einzelnen Aufwüchsen als auch im Jahresergebnis keinen signifikanten Mehrertrag. In den Versuchsjahren 1997 und 1998 konnten auf den Parzellen bei unterlassener Düngung ein Rückgang des Jahresertrages um annähernd ein Drittel gegenüber den gedüngten Pflanzenbeständen festgestellt werden. Diese Erscheinung dürfte hauptsächlich in der eingeschränkten Pflanzenverfügbarkeit einzelner Grundnährstoffe dieses Auenbodens infolge ausbleibender Nährstoffzufuhr und den Entzügen bei jährlich 3-maliger Schnittnutzung begründet liegen.

Die sich vollziehenden Pflanzenbestandesveränderungen und das zur Nutzung erreichte, fortgeschrittene Entwicklungsstadium sind darüber hinaus als Ursache für größere Ertragsdifferenzen heranzuziehen und spiegeln sich auch in der Futterqualität wieder.

Der Netto-Energiegehalt des Futters wurde durch den verspäteten 1. Schnitt deutlich vermindert. Bereits mit dem ersten Nutzungstermin zeigte sich ein zunehmender Rückgang des NEL-Gehaltes (vgl. Abb.2). Bis zum 10.6. schwankte die Futterqualität grasreicher Bestände häufig im Bereich um 5 ... 5,5 MJ NEL/kg TM.



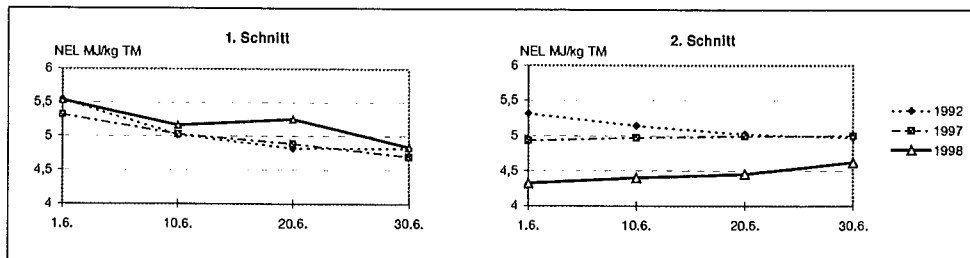


Abb. 2: Einfluß des Schnittzeitpunktes zum 1. Aufwuchs auf die Energiekonzentration (NEL MJ/kg TM) im ersten und zweiten Aufwuchs in den Jahren 1992 bis 1998

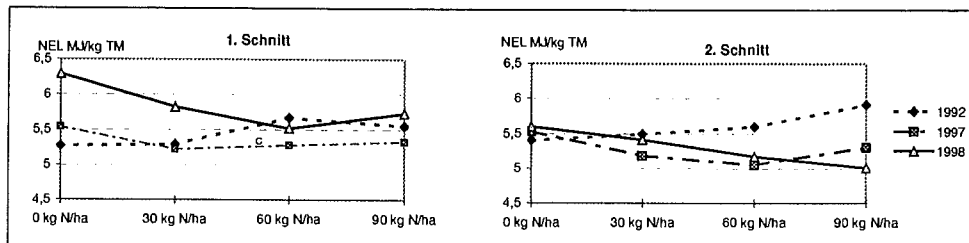


Abb. 3: Einfluß der Stickstoffgabe auf die Energiekonzentration (NEL MJ/kg TM) im ersten und zweiten Aufwuchs in den Versuchsjahren 1992 bis 1998

Mit zunehmender Versuchsdauer und bei fortgeschrittener Abreife der Pflanzenbestände verschlechterte sich auch deutlich die Futterqualität des Folgeaufwuchses. Diese Tatsache ist unter anderen auf einen zunehmenden Anteil ruderaler Pflanzenarten zurückzuführen. Andererseits bewirkte eine Zunahme von Leguminosen und bodenständigen Kräutern bei unterlassener N-Düngung eine deutliche Erhöhung des NEL-Gehaltes des ersten Aufwuchses von mehr als 6 MJ NEL/kg TM. Stickstoffgaben von 60 bis 90 kg/ha vermögen im begrenzten Umfang zum zweiten Aufwuchs einem Rückgang des Netto-Energiegehaltes entgegen zu wirken (Abb. 3).

#### 4 Schlußfolgerungen

- Ertragreiches Auengrünland (< 90 dt/ha TM) unterliegt nach mehrjähriger extensiver Zweischnittnutzung und spätem Nutzungsbeginn einer deutlichen Pflanzenbestandsveränderung.
- Eine Unterlassung der Stickstoffdüngung verminderte den TM-Ertrag des untersuchten Auengrünlandes gegenüber gedüngten um 30 bis 40 %.
- Der Netto-Energiegehalt der extensiv genutzten Grünlandaufwüchse unterschritt zu Nutzungsbeginn (Anfang Juni) den tierphysiologischen Bedarf von 6 bis 5,5 MJ NEL/kg TM.

#### Literatur

ADOLF, G. UND S. SCHÄFER, 1998: Untersuchungen zur botanischen Zusammensetzung von Wiesenfuchsschwanzbeständen an der mittleren Elbe in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses. Arch. Acker - Pfl. Boden, Vol.43, S. 17 –26

#### Anschriften der Verfasser

Dr. Stephan Schäfer, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik, Adam-Kuckhoff-Str.35, 06108 Halle.

Dr. Martina Peterhänsel, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Sachsen-Anhalt, Schiepziger Str.29, 06120 Halle.

Dr. Gotthard Adolf, Bauerngasse 16, 06386 Elsnigk.

# Winterweide mit Fleischrindern: Untersuchungen zur N-Akkumulation im Boden in verschiedenen Weidebereichen

H.-P. KÖNIG, A. SCHÄFER, M. KAYSER, M. BENKE UND J. ISSELSTEIN

## 1 Einleitung

Die ganzjährige Freilandhaltung hat in Deutschland an Bedeutung gewonnen. Eine ökonomisch interessante Alternative zur winterlichen Stallhaltung stellt die Winteraussenhaltung dar (PRIEBE UND ZUBE, 1998). Die Frage der Umweltverträglichkeit der Winteraussenhaltung gewinnt an Bedeutung. Auf Winterweiden halten sich die Tiere als Folge der Zufütterung verstärkt in den Betreuungsbereichen auf. Durch den vermehrten Absatz von Kot und Harn kommt es in diesen Bereichen zu einer Nährstoffanreicherung (OPITZ V. BOBERFELD, 1997), ein wesentlicher Nährstoffeintrag erfolgt über das Zufutter. Fehlende Nährstoffentzüge während des Winters und eine gestörte Grasnarbe, können zur Auswaschung löslicher Nährstoffe in häufig aufgesuchten Bereichen führen. Lösungsmöglichkeiten wären die Einstreu stark frequentierter Bereiche (EBEL UND MILIMONKA, 1998) und ein höheres Angebot an Weidefutter, um den Bedarf an Futterkonservaten zu reduzieren (OPITZ V. BOBERFELD, 1997). Das Weidefutterangebot, der Bedarf an Futterkonserven und damit auch die Nährstoffanreicherung sind von der Besatzdichte abhängig. In Zusammenarbeit mit einem mutterkuhhaltenden Grossbetrieb im Landkreis Diepholz (Niedersachsen) wurde hierzu ein mehrjähriger praxis-naher Weideversuch mit den Faktoren „Besatzdichte“ und „Winteraussenhaltung“ angelegt.

## 2 Material und Methoden

Bei dem Standort handelt es sich um einen humosen Sandboden vom Bodentyp Gleypodsol. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,5 °C und der mittlere Jahresniederschlag 710 mm. Auf drei benachbart liegenden Weideparzellen (4,5 ha, 5 ha und 10 ha) werden die Untersuchungen durchgeführt. Die Faktoren und Faktorstufen können Tabelle 1 entnommen werden. Die Besatzdichte wird über die Grösse der jeweiligen Flächen gesteuert, d.h. die Anzahl der Tiere auf den Flächen einer Wiederholung ist gleich hoch. Die Beweidung erfolgt ganzjährig (Standweide) mit Galloway-Rindern, im ersten Versuchsjahr mit Mastochsen und im zweiten mit Mastbullen. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf den Wintermonaten. Es wurden der Bereich um die Raufen (0-6 m), der Bereich um die Tränken (0-7 m), die beweideten und die unbeweideten Bereiche auf  $N_{\min}$  untersucht. Das Weidefutterangebot wurde ebenfalls an mehreren Terminen erhoben. Für jede Teilfläche wurden die verfütterten Heumengen erfasst. Um die Raufen herum wurde nicht eingestreut.

Tab. 1: Faktoren und Faktorstufen der Versuchsanlage

Faktor	Stufe
1. Besatzdichte	1. niedrig (0,7 GV / ha)
	2. hoch (1,4 GV / ha)
2. Winteraussenhaltung	1. ohne
	2. mit

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 N<sub>min</sub>-Werte der Weiden und der unbeweideten Flächen

Die N<sub>min</sub>-Mengen, die im Boden unter den beweideten und unbeweideten Flächen gefunden wurden, lagen im ersten Winter unter 30 kg N / ha (0-90 cm Bodentiefe; Abb. 1). In beiden Wintern traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Weidebereichen und den unbeweideten Bereichen auf. Auch konnten keine Unterschiede zwischen den Besatzdichten festgestellt werden. Allerdings waren im zweiten Winter die N<sub>min</sub>-Mengen der beweideten Bereiche ab Februar deutlich höher als im ersten Winter. Da die N<sub>min</sub>-Mengen auch in den unbeweideten Bereichen angestiegen sind (ca. 70 kg N / ha), muss es sich hier um einen Jahreseffekt handeln.

#### 3.2 N<sub>min</sub>-Werte der Betreuungsbereiche

In den kleinräumigeren Betreuungsbereichen traten deutlich höhere N<sub>min</sub>-Mengen auf (Abb. 1) als in den Weidebereichen. Im Versuchsjahr 1997/1998 stiegen die Nitrat-N Gehalte im Verlauf des Winters an. Die höchsten Werte wurden ausgangs des Winters um die Raufen herum gefunden (40 kg NO<sub>3</sub>-N / ha). Ähnlich verhielten sich die Ammonium-N Gehalte. Die höchsten Werte fanden sich bereits am vorletzten Probenahmetermin (120 kg NH<sub>4</sub>-N / ha). Bei der letzten Probenahme wurden nur noch 100 kg NH<sub>4</sub>-N / ha gemessen, was auf die mit der Erwärmung des Bodens am Ende des Winters einsetzende Nitrifikation schliessen lässt. Im zweiten Winter wurden vergleichbare Ergebnisse erzielt, allerdings auf einem höheren Niveau (52 kg NO<sub>3</sub>-N / ha im Mrz. bzw. 174 kg NH<sub>4</sub>-N / ha im Feb.). Unterschiede aufgrund der unterschiedlichen Besatzdichten konnten nicht beobachtet werden. Im Tränkebereich wurden zu allen Probe-nahmeterminen signifikant grössere Nitratmengen gefunden als in den anderen Bereichen. Die Ammoniummengen hingegen stiegen nicht so stark an, wie in den Raufebereichen und waren gegen Ende des Winters sogar signifikant niedriger.

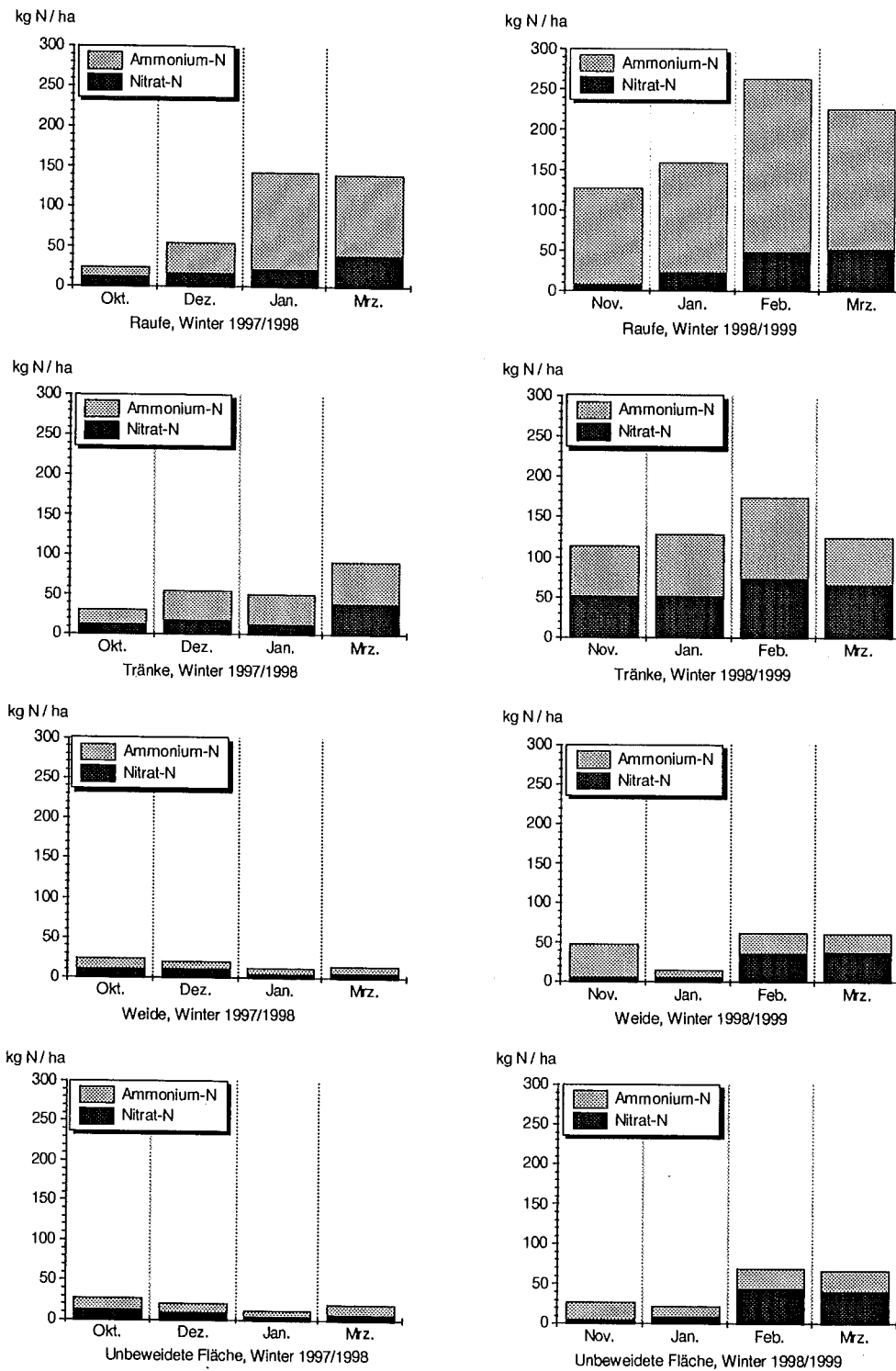


Abb. 1: Mittlere  $N_{\min}$ -Mengen in einer Tiefe von 0 - 90 cm im Bereich der Raufen, der Tränken, der Weideflächen und der unbeweideten Referenzflächen in den Wintermonaten der Jahre 1997/1998 und 1998/1999.

Es ist anzunehmen, dass in den Tränkebereichen während des Winters eine Oxidation von  $NH_4^+$  zu  $NO_3^-$  eher möglich ist, da sich hier keine Futterreste ansammeln und dadurch die Sauerstoffversorgung des Bodens besser sein müsste als unter den Futterresten der Raufenbereiche. Unterschiede zwischen den Besatzdichten traten nicht auf, da bei gleicher Tierzahl und gleicher Wasseraufnahme auch mit der gleichen Verweilzeit zu rechnen ist.

### 3.3 Weidefutterangebot und Futterverbrauch

In beiden Wintern wiesen die Weiden der höheren Besatzdichte weniger Pflanzenmasse auf als die Weiden der niedrigen Besatzdichte. In Tab. 2 sind die zugefütterten Futtermengen dargestellt. Die Tageszunahmen der Ochsen des ersten Winters waren bei der niedrigen Besatzdichte fast 130 Gramm höher. Die Bullen, die im Frühjahr 1998 aufgetrieben wurden, konnten aus technischen Gründen zu Winteranfang nicht gewogen werden, so dass hier nur die Auf- und Abtriebsgewichte vorliegen. Dennoch sind Unterschiede zwischen den Besatzdichten vorhanden, allerdings nicht statistisch gesichert.

Tab. 2: Zugefütterte Futtermengen und Tageszunahmen der Tiere

	Besatzdichte (GV / ha)	Zufütterung Heu (kg TS Tier <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Zufütterung Stroh (kg TS Tier <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Zunahme Lebendgewicht (g Tier <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
Winter 1997/1998	1,4	3,6	1,2	188
	0,7	2,6	0,8	316
Winter 1998/1999	1,3	4,7	0,7	--
	0,8	4,2	0,6	--

### 4 Schlussbetrachtungen

In den reinen Weidebereichen kommt es gegenüber unbeweideten Bereichen nicht zu erhöhten Stickstoffakkumulationen. Bei den Bereichen mit Betreuungsfunktionen hingegen sind die Nährstoffanreicherungen bedeutend. Die niedrigere Besatzdichte zeigte aber nicht die erhofften geringeren N<sub>min</sub>-Konzentrationen um den Raufenbereich obwohl weniger konserviertes Futter verbraucht wurde. Hierzu sind die Besatzdichten 0,7 und 1,4 GV / ha wahrscheinlich nicht unterschiedlich genug. Im Tränkebereich besteht keine Möglichkeit N-Belastungen durch die Besatzdichte (GV / ha) zu regulieren.

### Literatur

- EBEL, G. UND MILIMONKA, A., 1998: Stickstoffflüsse bei Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Giessen, 94-97
- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1997: Winteraussenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Ldw. 75 (1997) 604-618
- PRIEBE, R. UND ZUBE, P., 1998: Winterliche Freilandhaltung von Mutterkühen gestalten. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Giessen, 98-101

### Danksagung

Die Forschungsaktivitäten werden durch die Deutsche Bundestiftung Umwelt gefördert. Für die gute Zusammenarbeit sei an dieser Stelle auch dem Naturschutzbetrieb Freistatt gedankt.

### Anschrift der Verfasser

H.-P. König / A. Schäfer / M. Kayser / M. Benke / J. Isselstein, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstr. 22, 49377 Vechta.

# Nitratauswaschung unter Harnflecken auf Grasnarben mit unterschiedlicher Vorbewirtschaftung

M. KAYSER, M. BENKE UND J. ISSELSTEIN

## 1 Einleitung

Grünland gilt als System mit relativ geringen Austrägen an Nitrat in die Umwelt. Allerdings können auf Weideflächen 2- bis 10-fach höhere Nitratmengen ausgewaschen werden als bei reiner Schnittnutzung (GARWOOD und RYDEN 1986, BENKE 1992). Mit den ungleichmäßig verteilten Exkrementen kehren bei Rinderhaltung bis zu 85% des mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs auf die Fläche zurück; an die 80% des Stickstoffs sind dabei im Harn enthalten, was 180 bis 240 kg N ha<sup>-1</sup> entsprechen kann (GARWOOD und RYDEN 1986). Enthält der Harn durchschnittlich 6-10 g N l<sup>-1</sup> und werden mit einer Ausscheidung (3-5 l) 0,3-0,5 m<sup>2</sup> bedeckt, so entspricht dies einem Eintrag von mehr als 600 kg N ha<sup>-1</sup> (WHITEHEAD 1995). Der Stickstoff im Harn liegt bis zu 90% als Harnstoff vor und wird in der Regel nach 14 bis 30 Tagen zu Nitrat umgewandelt. Dieser Nitrat-Stickstoff kann im folgenden Winter mit dem Sickerwasser verlagert werden. Der Einfluß der Vorbewirtschaftung, d.h. der N-Düngung und der Narbenzusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und den daraus resultierenden Narben-/Bodeneigenschaften auf die Nitratauswaschung unter Harnflecken ist noch nicht ausreichend bekannt.

## 2 Material und Methoden

Die Untersuchung ist als Lysimeterversuch modellhaft angelegt. Im Spätherbst wurden von einem seit vier Jahren betriebenen Schnittversuch Narbenmonolithe mit einheitlich 12 cm Tiefe und einem Durchmesser von 19 cm ausgestochen und in eine bestehende Kleinlysimeteranlage eingesetzt. Unterhalb der Narben befindet sich eine 30 cm starke, etablierte Bodenfüllung aus humosem Sand. Auf die Narben mit unterschiedlicher Vorbewirtschaftung wurde Rinderharn (6,34 g N l<sup>-1</sup>) in Höhe einer N-Gabe von 60 g m<sup>-2</sup> appliziert (Tab. 1).

Tab. 1: Faktoren und Stufen des Versuches

Faktoren	Stufen	Abkürzung
1. Vorbewirtschaftung	1.1 Gras; 0 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	N0
	1.2 Weißklee-Gras; 0 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	N0-Wk
	1.3 Gras; 320 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	N320
2. Harn-Applikation	2.1 0 g N m <sup>-2</sup>	0 g N
	2.2 60 g N m <sup>-2</sup>	60 g N

Der Versuch ist mit sechsfacher Wiederholung angelegt. Die Varianten des Schnittversuches aus dem die Narbenmonolithe entnommen wurden, sind nur mineralisch gedüngt worden. Der Ertragsanteil des Weißklee der N0-Wk-Varianten beträgt etwa 35-40%. Die Lysimeter standen im Freien und wurden bis auf drei Gaben zum Ende des Versuchszeitraumes nicht bewässert.

Die Lysimeter wurden von Anfang Januar bis Mitte Juli beprobt. Das Sickerwasser wurde vollständig aufgefangen; der Aufwuchs insgesamt dreimal beerntet.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Der Vergleich der Varianten und Wiederholungen zeigte eine relativ gleichmäßige Sickerung, die sich erst mit verstärktem Graswachstum im Mai (16. Woche) veränderte. Unmittelbar nach der Harn- bzw. Wassergabe (Kontrolle) kam es zu Sickerung. Es konnte kein Ammonium nachgewiesen werden. Makroporenfluß, wie er oft nach Harn-Applikation beobachtet wird (WILLIAMS und HAYNES 1994), kann nicht ausgeschlossen werden, war aber anscheinend nicht bestimmend. Die Sickerung fand nur bei Sättigung der Bodensäulen nach stärkeren Regenfällen statt.

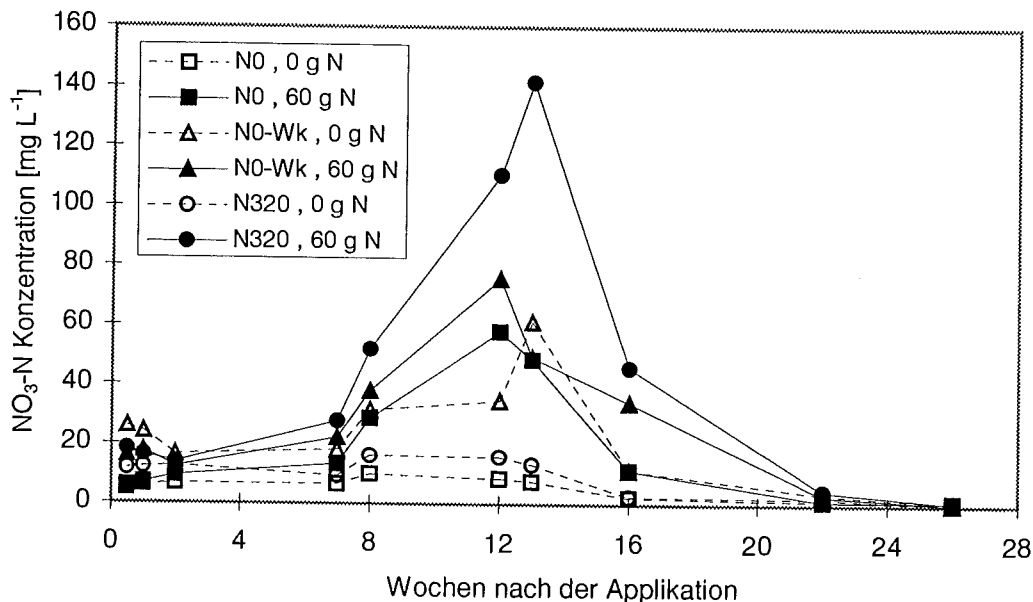


Abb.1: Verlauf der NO<sub>3</sub>-N Konzentrationen

Hohe Sickerwassermengen traten vor allem im April und Mai, d.h. 8 bis 13 Wochen nach der Applikation auf und entsprachen dem Großteil der Niederschlagsmengen. Die mit Harn gedüngten Narben zeigten einen signifikant höheren TM-Ertrag, N-Ertrag und hatten dadurch einen Einfluß auf die Höhe der Sickerung. Die Weißklee-Varianten brachten gesichert höhere TM- und N-Erträge als die Grasvarianten. Bis zur 7. Woche sind die Verläufe der NO<sub>3</sub>-N Konzentrationen nahezu linear und entsprechen dem Niveau vor der Harn-Applikation (Abb. 1). Hydrolyse des Harnstoffs und anschließende Nitrifikation waren durch niedrige Temperaturen verzögert (WHITEHEAD 1995); ein Großteil des Nitrats wurde mit dem Sickerwasser langsam schichtweise verlagert. Die Temperaturen (monatliches Mittel) stiegen von 5,8 °C für die 7. und 8. Woche auf über 9,4 °C für die 12 und 13. Woche an. Das konnte zu verstärkter Mineralisation führen: auch die Varianten ohne Harn zeigten ansteigende NO<sub>3</sub>-N

Konzentrationen, die Werte für NO-Wk ohne Harn stiegen auf ein Niveau über den mit Harn gedüngten Gras NO-Varianten.

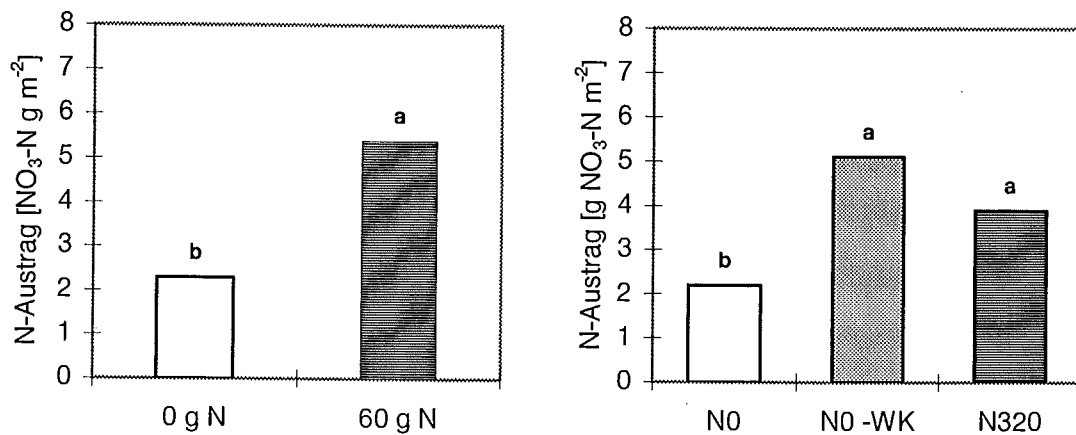


Abb. 2: Kumulativer N-Austrag mit dem Sickerwasser in Abhängigkeit von Harn-Applikation und Vorbewirtschaftung

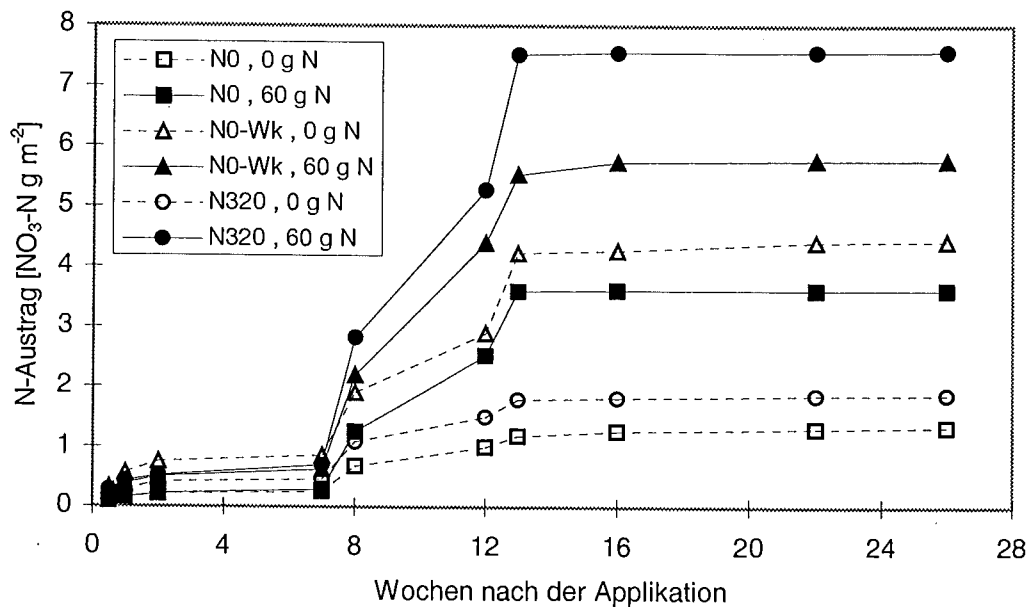


Abb. 3: Verlauf der kumulativen N-Austräge

Ursache dafür kann ein hoher Stickstoffvorrat aus der letzten Vegetationsperiode sein. Möglich ist zusätzlich auch ein Einfluß der unterschiedlichen Bodenstruktur unter Weißklee: das größere Wurzelwerk des Weißklee kann bei der Entnahme der Narben und dem Einsetzen gestört worden sein, was zu einem veränderten Porengefüge, Absterben von feinen Wurzeln, und insgesamt zu erhöhter biologischer Aktivität geführt haben kann; grundsätzlich haben Wurzeln des Weißklee ein engeres C/N-Verhältnis. Der Einfluß der Hauptfaktoren Vorbewirtschaftung und Harn-Applikation auf den N-Austrag ist gesichert (Abb. 2), die Wechselwirkung dagegen nicht (Abb. 3); allerdings deutet die Tendenz auf eine Beziehung hin (signifikant bei  $p < 0.1$ ). Die mit Harn gedüngten N320- und NO-Wk-Varianten erreichen N-Austräge von 7.6 g bzw. 5.8 g NO<sub>3</sub>-N, was einem Anteil von etwa 11% des applizierten Stickstoffs entspricht; ähnliche



Werte fanden auch WILLIAMS und HAYNES (1994) unter Harnflecken. Sie erklären diese relativ geringen Austräge mit einer Kombination der Einflüsse von Ammoniak-Verflüchtigung, Denitrifikation, mikrobieller N-Immobilisation und Aufnahme durch die Pflanze.

Die kumulativen N-Austräge der N0- und N320-Varianten steigen durch die Harn-Applikation um 2.3 g bzw. 5.8 g NO<sub>3</sub>-N, das hohe Niveau des N0-Wk wird dagegen nur um 1.4 g angehoben. Nur ein Teil des ausgetragenen NO<sub>3</sub>-N muß aus dem Harn stammen. Der Weißklee ist offensichtlich im Gegensatz zur mineralisch gedüngten N320-Variante in der Lage, die Effekte der Harn-Applikation abzupuffern. Möglicherweise hat das anders strukturierte Wurzelwerk, die Zusammensetzung und Menge der organischen Substanz einen Einfluß auf die Umsetzungsfaktoren bzw. die Umsetzungs- oder Verlagerungsgeschwindigkeit für N in der Grasnarbe und im Boden.

#### **4 Schlußfolgerungen**

- Mehrjährige differenzierte Graslandbewirtschaftung - verschiedene Pflanzenbestände und variierte N-Düngung - beeinflussen die N-Dynamik und den N-Austrag unter Harnflecken.
- Unter ungedüngten Weißklee grasbeständen führen Harn-Applikationen zu ähnlich hohen N-Austrägen wie unter hoch mit N gedüngten Grasbeständen -
- dagegen wird nach Harn-Applikationen auf ungedüngtes Gras weniger N ausgewaschen.
- Zur Klärung der Ursachen der je nach Vorbewirtschaftung verschiedenen Transformation des Harn-N im Boden bedarf es weiterer Untersuchungen.

#### **Literatur**

- BENKE, M., 1992: Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Grünland mittels der Saugkerzen-Methode in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Schnitt/Weide), der Nutzungshäufigkeit, der Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und der Stickstoffdüngung. Diss. Univ. Kiel.
- GARWOOD, E.A. und RYDEN, J.C., 1986: Nitrate loss through leaching and surface runoff from grassland: effects of water supply, soil type and management. In: H.G. van der MEER und G.C. ENNINK (eds.): Nitrogen fluxes in intensive grassland systems. M. Nijhoff Publ., Dordrecht, 99-113.
- WHITEHEAD, D.C., 1995: Grassland Nitrogen. CAB International, Wallingford.
- WILLIAMS, P.H. und HAYNES, R.J., 1994: Comparison of initial wetting pattern, nutrient concentrations in soil solution and the fate of <sup>15</sup>N-labelled urine in sheep and cattle urine patch areas of pasture soil. *Plant and Soil*, 162, 49-59.

#### **Anschrift der Autoren**

M. Kayser / M. Benke / J. Isselstein, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstr. 22, 49377 Vechta.

# Grünlandnutzung Intensiv – Extensiviert – Ökologisch: Ökobilanz im Allgäu

F. WETTERICH UND G. HAAS

## Einleitung

Mit der Methode der Ökobilanz werden Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Produktion erfaßt, quantifiziert und bewertet (GEIER 1999, GEIER et al. 1998). In einer intensiv genutzten Grünlandregion wurde eine Ökobilanz von Milchviehbetrieben erstellt (WETTERICH und HAAS 1999).

## Material und Methode

Die Untersuchung fand 1998 im nördlichen Oberallgäu (Großraum Kempten) statt. In Anlehnung an das Bayerische Kulturlandschaftsprogramm (nachfolgend Daten in Klammern), an dem nahezu alle ca. 2.800 landwirtschaftlichen Betriebe im Landkreis teilnehmen, wurden je sechs Betriebe in drei Intensitätsgruppen untersucht:

- **Intensiv** (herkömmlich, konventionell, ca. 43% der Betriebe, ca. DM 250/ha)
- **Extensiviert** (seit 2 bis 7a keine mineralische N-Dünger, ca. 46%, ca. DM 400/ha)
- **Ökologisch** (seit 3 bis 20a Ökologischer Landbau, ca. 6%, 450 DM/ha)

Tab. 1: Untersuchungsrahmen der Ökobilanz Allgäuer Grünlandbetriebe

Wirkungskategorie	Kriterium	Umweltindikatoren
Ressourcennutzung		
- mineralische Ressourcen	Verbrauch	Verbrauch an mineralischen P- und K-Düngern
- energetische Ressourcen	Verbrauch	Primärenergieverbrauch
Klima	Treibhauseffekt	CO <sub>2</sub> -, CH <sub>4</sub> -, N <sub>2</sub> O-Emissionen
Böden		
- Grünlandböden	Belastung	Schwermetallanreicherung (Cadmium/Blei)
- Böden anderer Ökosysteme	Eutrophierung, Versauerung	NH <sub>3</sub> -, NO <sub>x</sub> -, SO <sub>2</sub> -Emissionen
Gewässer		
- Grundwasser	Nitratbelastung	N-Düngung, N-Saldo, Nitrataustragspotential
- Oberflächengewässer	P-Eutrophierung	P-Düngung, P-Saldo, Anteil drainierter Fläche
Human- und Ökotoxizität	Toxizität	Herbizid- und Antibiotikaeinsatz, Nitrataustragspotential, Ammoniakemissionen
Biotop- und Artenvielfalt	Naturschutzwert	Grünlandflächen, Saum- und Kleinstrukturen
Landschaftsbild	Ästhetik	Grünlandflächen, Saum- und Kleinstrukturen, Weidevieh, Hofstelle
Tierhaltung	Tiergerechtigkeit	Stall/-einrichtungen, Tierhaltungsmanagement

Der Untersuchungsrahmen wurde an die regionsspezifischen Besonderheiten und im Hinblick auf Zeiteffizienz, Relevanz, Praktikabilität und Machbarkeit angepasst (Tab. 1). Bspw. wurden in den Umweltwirkungskategorien Biotop- und Artenvielfalt, Landschaftsbild und Tierhaltung eigene Bewertungsrahmen entwickelt (Tab. 2).

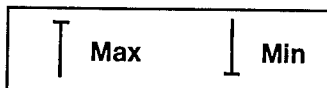
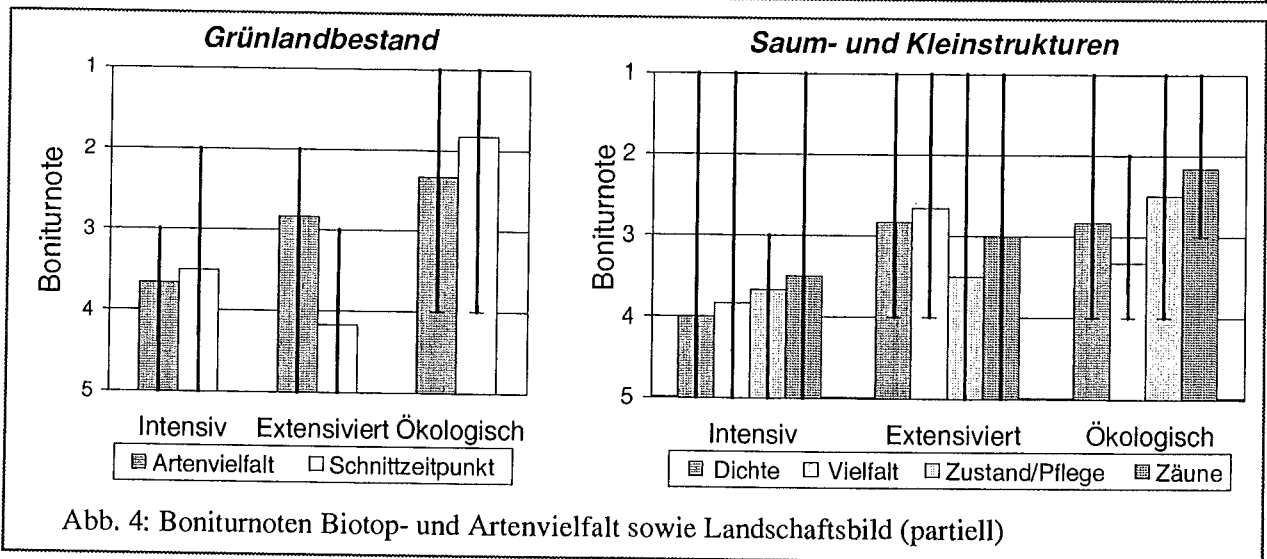
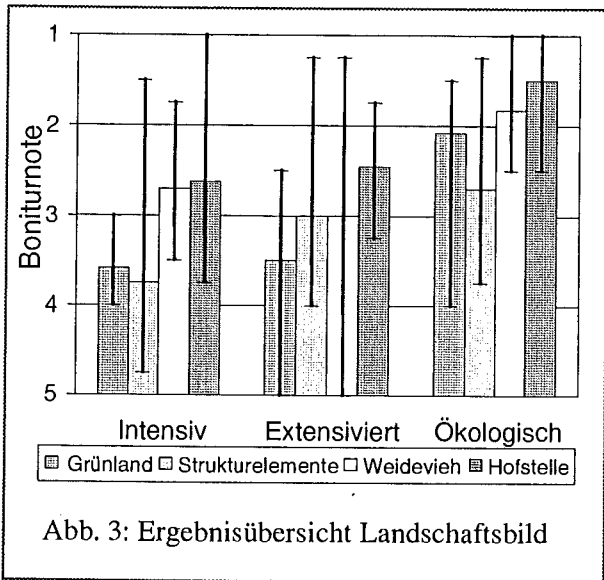
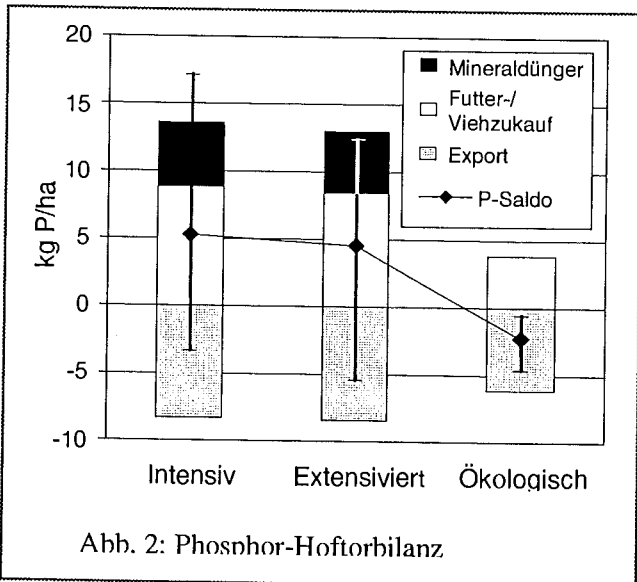
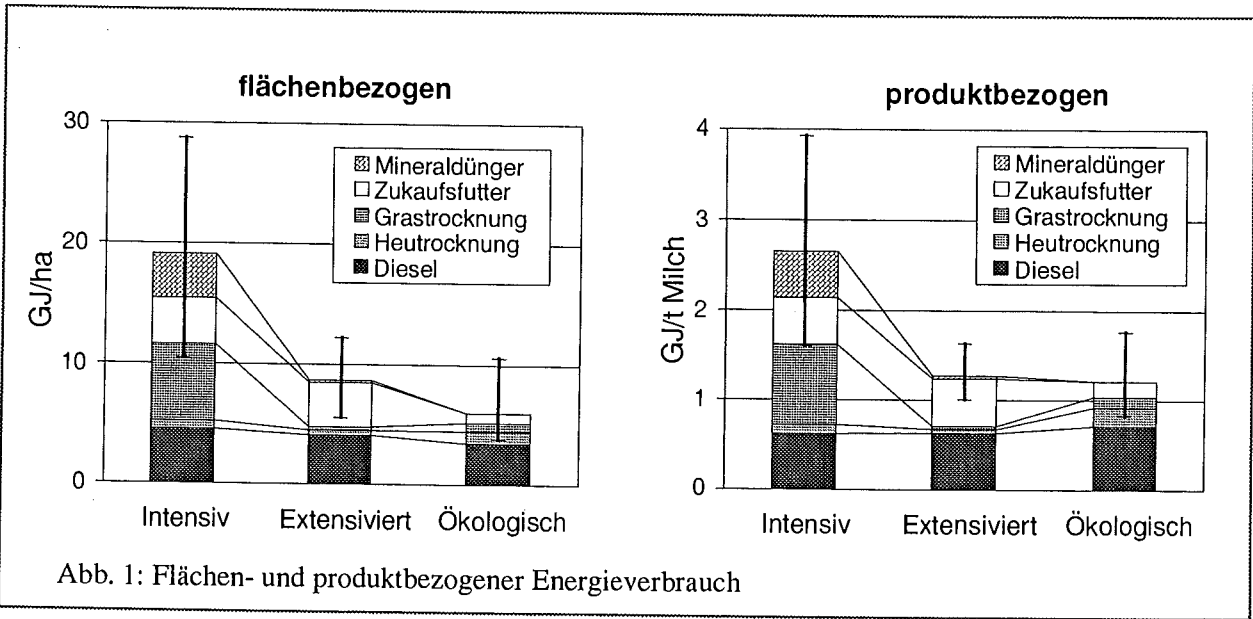
Tab. 2: Bewertungsrahmen für die Umweltwirkungskategorien Biotop- und Artenvielfalt sowie Landschaftsbild (Boniturnoten entsprechen Schulnoten)

		<b>Boniturnote</b>					
		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
<b>Landschaftsbild</b>	<b>Grünlandbestand</b>						
	- Anzahl Arten (Flora)	≤ 22	23 – 25	26 – 28	29 – 31	≥ 32	
	- Zeitpunkt der 1. großflächigen Schnittnutzung	ab 5. Mai	ab 10. Mai	ab 15. Mai	ab 20. Mai	ab 25. Mai	
	<b>Saum- und Kleinstrukturen</b>						
	- Dichte (rel. Häufigkeit)	≈ 0		mittel		hoch	
	- Vielfalt	≈ 0		mittel		hoch	
	- Zustand, Pflege	schlecht		mittel		sehr gut	
	- Zäune	keine		mittlere Dichte, schmal		hohe Dichte, breit	
	<b>Weidevieh</b>						
	- Rinderrasse (Anteil Braunvieh)	≤ 20 %	> 20 %	> 70 %	> 90 %	100 %	
	- Weideperiode Milchvieh (in Monaten)	< 1	< 3	< 5	< 6	≥ 6	
	- Beweidung/Älpung des Jungviehs	ganzjährige Stallhaltung		im Sommer auf der Weide		im Sommer auf der Alp	
	- Hörner, Glocken	Tiere enthornt, ohne Glocken		Tiere mit Hörnern oder Glocken		Tiere mit Hörnern und Glocken	
<b>Hofstelle</b>							
Wohnhaus, Wirtschaftsgebäude, Garten, Umfeld	landschaftsuntypisch				landschaftstypisch		

In der Kategorie Landschaftsbild werden u.a. Pflege und landschaftstypische Gestaltung der landwirtschaftlichen Anwesen (meist optisch exponierte Einzelhof- oder Weilerlagen) sowie die weidenden Rinder bewertet. Optische Anwesenheit (Länge der Weideperiode) sowie traditionell typisches Aussehen (Rasse, Hörner, Kuhglocken) sind in der Untersuchungsregion eine – neben Vielfalt und Schönheit – zu sichernde „Eigenart von Natur und Landschaft“ (s. § 1 Bundesnaturschutzgesetz).

## Ergebnisse und Diskussion (Auszug)

Der **Primärenergieverbrauch** Extensivierter und Ökologischer Betriebe ist im Vergleich zu den Intensiven Betrieben im Mittel aufgrund zumeist unterbleibender mineralischer Stickstoffdüngung



sowie energetisch aufwendiger Graströcknung deutlich geringer (Abb. 1). Während bei flächenbezogener Betrachtung die Ökologischen Betriebe gegenüber den Extensivierten Betrieben einen nochmals geringeren Energieverbrauch aufweisen, besteht bei leistungsbezogener Betrachtung aufgrund einer geringeren Milchleistung der Ökologischen Betriebe dieser Vorteil nicht mehr. Die herkömmliche Grünlandbewirtschaftung führt im Allgäu zur **Phosphoreutrophierung** zahlreicher Seen. Sowohl die Höhe der Phosphordüngung als auch der P-Bilanzsalden sind bei Intensiv und Extensiviert wirtschaftenden Betrieben nahezu identisch und deutlich höher als bei den Ökologischen (Abb. 2). Ursache ist der Einsatz mineralischer P-Dünger und der etwa zweifach höhere P-Import via Zukaufsfutter. Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungssystemen zeigen sich bei hoher Streuung in der **Biotop- und Artenvielfalt**. Die Ökologischen Betriebe weisen spätere Schnittzeitpunkte, etwas höhere Grünlandartenzahlen, längere Weideperiode sowie eine reichere Ausstattung der Betriebsflächen mit Saum- und Kleinstrukturen auf (Abb. 4), was gleichzeitig auch im Bereich **Landchaftsbild** positiv zu bewerten ist (Abb. 3).

## Fazit

Die Förderung der „**Intensiven**“ Betrieben durch das KULAP-Programm ist aus Umweltsicht nicht gerechtfertigt. Positivere Wirkungen der **Extensivierten** gegenüber den Intensiv-Betrieben werden bei Umweltindikatoren festgestellt, die an die Stickstoffdüngung gekoppelt sind (Grundwasser, Energieverbrauch, Klima). In zentralen Bereichen der Kulturlandschaft (Gewässerqualität der Seen, Biotop- und Artenvielfalt, Landschaftsbild), die das Programm namentlich fördern will, werden mit dem Programm Extensiviert vergleichsweise geringe bis keine Fortschritte erzielt. In diesen Kategorien weisen die Betriebe des **Ökologischen Landbaus** ihre größten Vorzüge auf. Dies wird durch das KULAP nur mit geringfügig höheren Prämien honoriert (+ DM 50/ha). Mit einer Ökobilanz können „**ökologische Schwachstellen**“ offengelegt und wirksame **Handlungsansätze** aufgezeigt werden. Aufgeschlossene Landwirte und Berater können damit Maßnahmen zur ökologischen Optimierung der Bewirtschaftung ergreifen. Die **Bewertungsrahmen** sind weiterzuentwickeln. Dabei sind von Seiten der jeweiligen Fachdisziplinen Abstriche hinsichtlich Detail- und Erhebungsintensität vorzunehmen. Effizienz und Machbarkeit sind für die Ökobilanzierung mehrerer Betriebe wesentlich.

## Literatur

- GEIER, U. 1999: Anwendung der Ökobilanzmethode in der Landwirtschaft. Diss. in Vorb., Institut für Organischen Landbau, Bonn.
- GEIER, U., B. FRIEBEN, G. HAAS, V. MOLKENTHIN, U. KÖPKE 1998: Ökobilanz Hamburger Landwirtschaft – Umweltrelevanz verschiedener Produktionsweisen. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- WETTERICH, F., G. HAAS 1999: Ökobilanz Allgäuer Grünlandbetriebe - Intensiv, Extensiviert, Ökologisch. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin.

## Anschrift der Verfasser

Frank Wetterich / Guido Haas, Institut für Organischen Landbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn.

# Extensive Grünlandnutzung auf Niedermoor

W. LEIPNITZ, H. KÄDING UND A. FISCHER

## 1 Einleitung

Im Wirtschaftsjahr 1990/91 hatte das Land Brandenburg mit die höchste Stilllegungsfläche aller Bundesländer. Etwa 50.000 ha Grünland wurden nicht mehr landwirtschaftlich genutzt als Folge des starken Rückganges der Tierbestände. Extensivierung und Landschaftspflege waren eine notwendige Konsequenz. Geeignete Pflegekonzepte und Untersuchungen zum Einsatz von Schafen in der Landschaftspflege waren gefragt. Infolge Intensivierungsmaßnahmen der letzten Jahrzehnte waren artenarme Grünlandbestände entstanden.

## 2 Material und Methoden

Der Paulinenauer Landschaftspflegeversuch wurde im Jahre 1992 auf einer sandunterlagerten, 80 cm mächtigen Niedermoortorfaufgabe angelegt. Hier werden die Veränderung der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, der Pflanzenertrag, der Nährstoffentzug mit der Pflanzenmasse bzw. die Nährstoffrückführung und der Nährstoffgehalt im Boden bestimmt. Die Versuchsanlage besteht aus 20 Großparzellen von je 1000 m<sup>2</sup> Größe und zwei Koppelweiden von 0,8 bzw. 1 ha Größe, die bis 1995 als Standweiden genutzt wurden. Von den Großparzellen werden 2 der natürlichen Sukzession überlassen. Von 9 Parzellen wird der erste Aufwuchs mechanisch gepflegt, der zweite von Schafen abgeweidet. Weitere 9 Parzellen werden nur mechanisch gepflegt (mulchen bzw. mähen mit Entfernen des gemähten Gutes). Die Erntezeiten liegen im Juni bzw. im Juli, auf zweimal genutzten Parzellen auch im September.

Die Ertragsermittlung erfolgt auf zufällig ausgesuchten 2 m<sup>2</sup> großen Probeflächen bei 4facher Wiederholung. Die Ertragsanteilschätzung der Pflanzenbestände wird auf der Gesamtparzelle durchgeführt. Die Zeitspanne für die Vegetationsaufnahme der einzelnen Jahre liegt zwischen dem 10. Mai und 5. Juni. Es werden 9 Großparzellen und 50 % der beiden Koppelweiden nicht gedüngt, 9 Großparzellen und die restliche Weidefläche werden gedüngt mit Aufwandsmengen von 60 kg N, 20 kg P und 100 kg K/ha. Die ungedüngten und gedüngten Großparzellen werden zeitlich parallel genutzt, die beiden Koppelweiden ebenfalls. Auf den Koppelweiden werden Schafe der Rassen Skudde und Merinofleischschaf gehalten bei einer Besatzstärke von 1,5 GV/ha.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die beiden Sukzessionsflächen (ohne Düngung; 100 kg K /ha) zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Quecke (*Agropyron repens*) aus, der von 1992 bis 1998 von 30% bis 60% asymptotisch

anstieg. Ab dem Jahre 1995 siedelten sich vereinzelt nitrophile Hochstauden (*Cirsium arvense* und *Urtica dioica*) an. Ab 1996 bildeten sich schon größere Flecken. Im Juli nahmen beide Arten zusammen Deckungsgrade von 40 ... 50 % ein. Die Sukzession förderte eine Verbreitung auf den Nachbarparzellen. Um die Vermehrung zu begrenzen, wurden die Sukzessionsflächen erstmals 1996 gemäht. Der Einfluß der Kalidüngung auf die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes ist nicht überzeugend. Auch auf anderen Großparzellen haben sich die nitrophilen Hochstauden ausgebreitet, insbesondere auf der etwas höher gelegenen, locker-humosen Parzelle II/14, wo die Anteile an *Urtica dioica* 75 % und an *Cirsium arvense* 5 % ausmachten. Im Jahre 1996 wurde die Fläche viermal - statt zweimal - als Mähweide genutzt. Seit 1998 vermehren sich Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*) und die Weiche Trespe (*Bromus mollis*) beachtlich.

Auf den beiden Schafweiden breiteten sich die nitrophilen Hochstauden bis zum Jahre 1995 ebenfalls stark aus und bildeten große Teppiche. Mit der Umstellung auf eine 4teilige Koppelweide im Jahre 1996 und einer konsequenten Durchführung des Nachmähens sind diese Arten zurückgedrängt worden.

FRECKMANN (1932), WEHSARG (1935) und KLAPP (1954) schreiben, daß die Große Brennessel und die Ackerkratzdistel bevorzugt auf den locker-humosen, stickstoffreichen, stark zersetzten und etwas höher gelegenen Stellen angetroffen werden. Beide Arten bilden weitverzweigte unterirdische Ausläufer. Sie werden zunächst durch Samenflug eingeschleppt und keimen bei günstigen Bedingungen noch im Sommer. Kommt die Große Brennessel bereits herdenweise vor, hat sie gegen andere Grünlandpflanzen ein dicht beschattetes Bollwerk geschaffen. Der darunter liegende Moorboden ist unbewachsen.

Die Pflanzenbestände auf den Großparzellen und Schafkoppeln sind noch artenarm. Sie bestehen hauptsächlich aus *Agropyron repens*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis* und *Festuca pratensis*. *Alopecurus geniculatus* und Einzelexemplare von *Thalictrum flavum* im positiven Trend und *Juncus articulatus* sind seit 1993 hinzugekommen. Für den futterwüchsigen Niedermoorstandort war ein zweimaliges Ernten angezeigt auch im Hinblick auf eine schnellere Pflanzenbestandsumschichtung. Diese Maßnahme sorgte dafür, daß *Agropyron repens* im Vergleich zur einmaligen Nutzung sich um 35 % weniger ausbreitete. Bei einmaliger Nutzung betrug ihr Anteil im Mittel 56 %, bei zweimaliger Nutzung 37 %.

Der Pflanzenertrag des Niedermoorstandortes ist hoch. Trockenmasseerträge von über 80 dt/ha werden geerntet. Um die witterungsbedingten Ertragsschwankungen in den einzelnen Jahren auszuschalten, ist der Trend des Ertragsniveaus der ungedüngten und gedüngten, zweimal genutzten Mäh- und Mulchparzellen in der Abbildung 1 dargestellt. Schließlich interessiert, wie eine Maßnahme über einen Zeitraum von 7 Jahren wirkt.

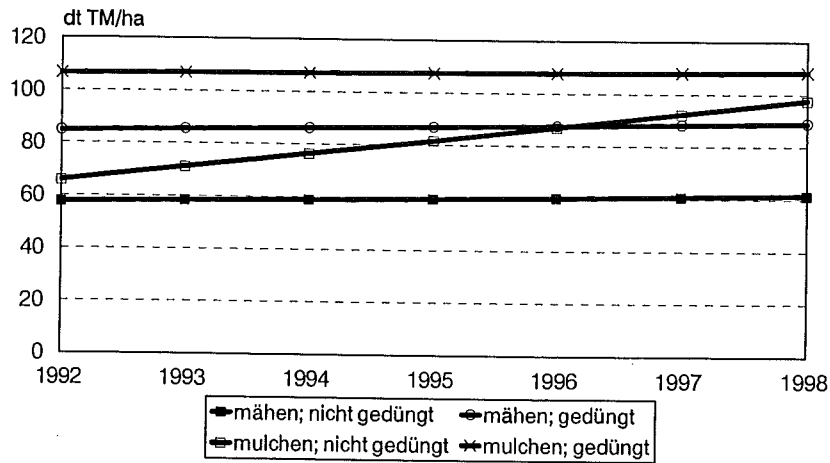


Abb. 1: Trend der Trockenmasseerträge für die Jahre 1992 bis 1998

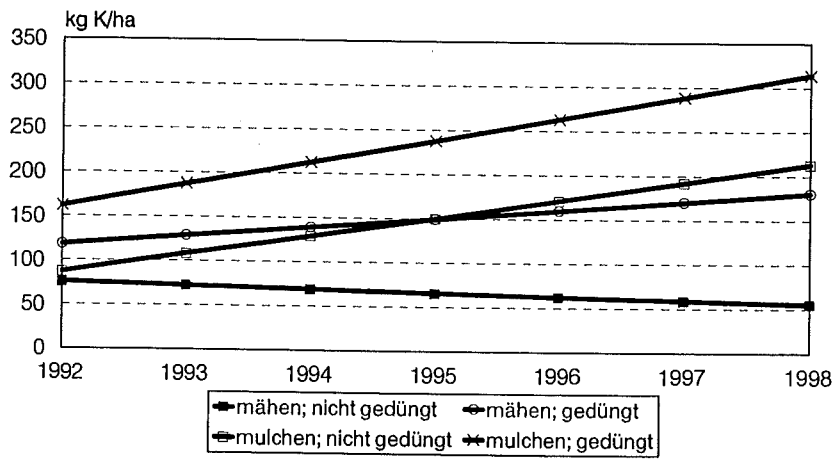


Abb. 2: Trend des Kaliumentzuges bzw. der Kaliumrückführung der Jahre 1992 bis 1998

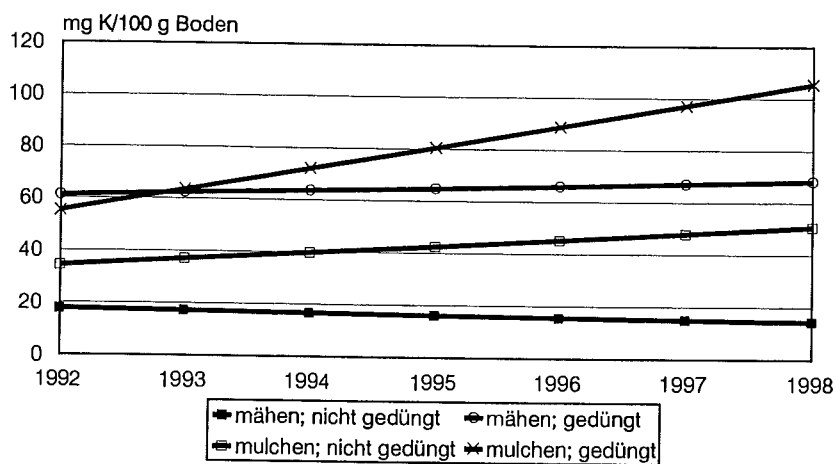


Abb. 3: Pflanzenverfügbare Kaliumgehalte im Boden in der Schicht 0 - 10 cm



Wegen des starken Auftretens von *Cirsium arvense* mußten im Jahre 1996 Varianten getauscht werden. Die Varianten Julimahd und Junimulchen sind davon betroffen. So können nur noch die Varianten Junimahd und Julimulchen von Versuchsbeginn an bis zum Jahre 1998 verglichen werden. Der Kaliumentzug durch die Pflanzen nach Mahd und die Rückführung nach Mulchen sind im Trend gegenläufig. Ein Zusammenhang zum Trockenmasseertrag über die Jahre besteht nicht. Der Aushagerungseffekt infolge Mähens mit anschließendem Entfernen des Erntegutes von der Fläche ist im Trend am Beispiel des Kaliumgehaltes im Boden erkennbar. Ein deutlicherer Rückgang war erwartet worden. Auf der ungedüngten Mulchparzelle war kein Trend vermutet worden. Die Ergebnisse weichen teilweise von denen bei KÄDING (1996) und Schuppenies (1995) veröffentlichten ab.

Schafe eignen sich für die Pflege des Niedermoorgrünlandes. Skudden weiden den Grasbestand bei gleicher Besatzstärke besser ab als Merinofleischschafe, auch rohfaserreiche Grasbestände. Sie grasen im breiten Gehüt und sind lauffreudig. Merinofleischschafe haben dagegen eine signifikant niedrigere Lokomotion. Sie weiden häufig in der Gruppe auf engem Raum und beißen die Grünlandpflanzen stark selektiv ab. Beide Rassen bevorzugen das gedüngte Weidegras. Mit dem Management Koppelweide in Verbindung mit dem Nachmähen des Weiderestes sind die nitrophilen Hochstauden in ihrer Ausbreitung wirkungsvoll gestört worden. Gleichzeitig ist im Vergleich zur Standweide ein Beitrag zur Weidehygiene im Hinblick auf Endoparasiten geleistet worden.

#### **4 Zusammenfassung**

Vom Paulinenaue Landschaftspflegeversuch werden 7jährige Ergebnisse mitgeteilt. Dabei handelt es sich um Veränderungen bei den Pflanzenbeständen, insbesondere bei der natürlichen Sukzession, um Mitteilung der Trends

- bei den Trockenmasseerträgen,
- der Kaliumentzüge bzw. Kaliumrückführung,
- des Kaliumgehaltes im Boden

der nicht gedüngten sowie der gedüngten Mäh- und Mulchvarianten.

#### **Literatur**

- FRECKMANN, W., 1932: Wiesen und Dauerweiden. Berlin
- KÄDING, H., 1996: Auswirkungen variiertes Kaliumdüngung auf Niedermoorgrünland. Arch. Acker- Pfl. Boden, **40**, 205 – 215
- KLAPP, E., 1954: Wiesen und Weiden. Berlin
- SCHUPPENIES, R., 1995: Die Bedeutung der Kaliumdüngung auf Niedermoorgrünland. Tagungsband AG Grünland und Futterbau Ges. Pflanzenbauwiss. S. 71 - 76
- WEHSARG, O., 1935: Wiesenunkräuter. Berlin

#### **Anschriften der Verfasser**

- W. Leipnitz, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Forschungsstation Paulinenaue, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue.
- H. Käding / A. Fischer, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue.

# Leistungsfähigkeit der Mutterkuhhaltung im Mittelgebirge

J. SCHELLBERG, A. LELLMANN UND H. HÜGING

## Einleitung

Mutterkuhhaltung hat sich in den Mittelgebirgslagen in den vergangenen Jahren zu einem lohnenden Produktionszweig entwickelt. So wurden zum Beispiel im Regierungsbezirk Trier im Jahr 1996 insgesamt 18.000 Mutter- und Ammenkühe gezählt. Auch wenn die Mutterkuhhaltung im Vergleich zur Milchviehhaltung ein extensives Produktionsverfahren darstellt, so ist doch der Produktivität des Grünlands hinsichtlich Menge und Qualität des Aufwuchses sowie der Weideführung besonderes Augenmerk zu schenken. Die Fleischleistung der Kälber und Absetzer ist nämlich vor allem von der Futterraufnahme und Milchleistung der Mutterkuh und der, während der Weideperiode zunehmenden Nahrungsaufnahme des Kalbes abhängig. Beides wird bestimmt durch die Qualität des auf der Weide aufgenommenen Futters.

Ziel der vorliegenden zweijährigen Untersuchungen war es, in Vorbereitung eines mehrjährigen Weideexperimentes die Leistungsfähigkeit der Umtriebsweiden und der Mutterkuhherde auf dem Versuchsgut Rengen/Daun in der Hocheifel zu prüfen.

## Material und Methoden

Der Standort Versuchsgut Rengen liegt in der Hocheifel auf einer Höhenlage von 405 bis 507 m ü. NN. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen 811 mm, das Jahresmittel der Temperatur 7,5 °C. Das Versuchsgut Rengen stellt derzeit von einer Dreirassen-Kreuzung mit Rotbunt/Schwarzbunt x Aberdeen Angus x Charolais/Limousin auf eine reinrassige Limousinherde um. Die Abkalbung erfolgt vorrangig in den Wintermonaten, so daß der nachfolgenden Weideperiode für die Aufzucht der Kälber besondere Bedeutung zukommt.

Während der Weideperiode 1997 und 1998 wurde in den Umtriebsweiden die den Weidetieren angebotene Futtermenge und der anschließende Weiderest mit Hilfe von Weidekörben ermittelt. Die Lebendgewichtszunahme während der Weideperiode wurde durch Wiegen bei Weideauf- und -abtrieb errechnet.

## Ergebnisse

### Leistung der Mutterkuhweiden und Futterausnutzung

Die Menge des von der Herde aufgenommenen Futters betrug in den Jahren 1997 und 1998 insgesamt ca. 135.000 kg bzw. 145.000 kg (Tab. 1). Umgerechnet auf 1 GVE mit 500 kg Lebendgewicht waren dies 12,9 kg und 14,1 kg (jeweils pro GVE und Tag) in den genannten Jahren. Rechnet man dieser Futteraufnahme einen Weiderest von maximal 20% zu, so müssen auf einer Umtriebsweide ca. 16 kg bis 17 kg Futtertrockenmasse für eine Großvieheinheit mit 500 kg Lebendgewicht pro Tag bereitgestellt werden. Dies entspricht bei Weidereife mit 20 cm Wuchshöhe einer Futterfläche von ca. 100 m<sup>2</sup> pro Weidetag, denn die bodennahe Futtermasse bleibt für die Rinder unerreichbar.

In dieser zweijährigen Untersuchung ging auf den Weiden mit durchschnittlich 9,2 % bzw. 5,2 % Weiderest in den Jahren 1997 und 1998 nur ausgesprochen wenig Futter verloren. Diese geringen Weidereste waren nur durch einen frühen Auftrieb der Tiere und eine „scharfe“ Weideführung zu erzielen.

Für die Zuteilung der Futterfläche an Mutterkühe schwerer Rassen oder Kreuzungen von 650 kg Lebendgewicht mit einem Kalb von 80-100 kg ist zu beachten, daß diese entsprechend mehr Futterfläche benötigen, nämlich ca. 150 m<sup>2</sup> pro Tier und Tag. Dies entspricht einer Tierzahl von ca. 70 Kühen mit je einem Kalb der genannten Gewichtsklasse auf einem Hektar pro Tag.

Tab. 1: Kenndaten zur Leistungsfähigkeit der Mutterkuhhaltung auf dem Versuchsgut Rengen/Hocheifel

	Jahr	
	1997	1998
Weidefläche [ha]	23,2	38,3
Weideertrag [dt Trockenmasse / ha]	36,6	25,9
Ø Weiderest [%]	9,2	5,2
Herdengröße bei Auftrieb [GVE*]	53,8	61,1
Herdengröße bei Abtrieb [GVE]	72,3	84,8
Weidedauer** [Kuhtage bei 500 kg LG]	10487	10303
Futteraufnahme insgesamt [kg Trockenmasse]	135.050	145.040
Ø Futteraufnahme pro GVE [kg Trockenmasse / GVE·Tag]	12,9	14,1
Lebendgewichtszunahme der Herde [kg]	9.233	7.755
Ø Lebendgewichtszunahme pro GVE** [kg / GVE]	171,6	126,9
Futterausnutzung I [kg Futter / kg Lebendgewichtszunahme]	14,6	18,7
Futterausnutzung II [g Lebendgewichtszunahme / kg Futter]	68	53

\* 1 GVE = 500 kg Lebendgewicht

\*\* Werte bezogen auf die Wiegung und Herdengröße bei Weideauftrieb

Eine gewisse Unsicherheit in der Berechnung der Futterzuteilung ergibt sich aus zwei Tatsachen: erstens nimmt das Lebendgewicht der Kälber und damit auch deren Futteraufnahme wäh-

rend der Vegetationsperiode zu. Der überwiegende Teil des Futters wird zu Beginn der Weideperiode dagegen ausschließlich von den Kühen aufgenommen. Deren Futterbedarf sinkt zwar theoretisch während der Laktation mit abnehmender Milchleistung, gleichzeitig müssen tragende Mutterkühe aber auch das in der Kuh heranwachsende Kalb mit ernähren. Der Futterbedarf der Kuh wird später dadurch entlastet, daß die saugenden Kälber mit zunehmendem Alter und Lebendgewicht mehr Weidefutter statt Milch aufnehmen. Zweitens ist der Futterwuchs nicht sicher vorauszubestimmen, namentlich während einsetzender Sommertrockenheit.

Die durchschnittlichen Tageszunahmen der Kälber in der Mutterkuhherde auf dem Versuchsgut Rengen betrug bei ausschließlichem Weidegang 1020 g pro Tier und Tag im Jahr 1997 und 1070 g im Jahr 1998 (Tab. 2). Die Herde liegt damit im oberen Drittel dessen, was von anderen Grünlandstandorten und mit anderen Rassen oder Kreuzungen in Deutschland berichtet wird. Kälber aus der Mutterkuhhaltung auf Dauergrünland nehmen deshalb stark zu, weil sie ihren Energie- und Eiweißbedarf zu einem erheblichen Teil aus der Milch der Mutterkuh decken können. Das bedeutet aber auch, daß zusätzlich eine Kuh zu ernähren ist, um diese Tageszunahmen erreichen zu können. Dieser Umstand ist schon daran erkennbar, daß nicht wie bei der intensiven Rindermast im Stall mit energiereichem Mastfutter nur 7-8 kg TM pro kg Tageszunahme einzusetzen sind, sondern bei der Mutterkuhhaltung weitaus mehr, nämlich ca. 14,6 kg im Jahr 1997 bzw. 18,7 kg pro GVE und Tag im Jahr 1998 (Tab. 1). Dies entspricht einer Lebendgewichtszunahme von 68 g bzw. 53 g pro eingesetztem kg Futtertrockenmasse.

Tab. 2: Gewichte und Zunahmen der Kälber bzw. Absetzer der Rengener Mutterkuhherde (Rotbunt x Aberdeen Angus x Charolais/Limousin) bei Weidegang

	Jahr					
	1997			1998		
	Minimal	Maximal	Mittel	Minimal	Maximal	Mittel
Geburtsgewicht [kg]	33	48	<b>40</b>	34	53	<b>42</b>
Gewicht bei Weideauftrieb [kg]	33	130	<b>68</b>	35	135	<b>73</b>
Gewicht bei Weideabtrieb [kg]	70	350	<b>230</b>	95	310	<b>227</b>
Tageszunahme [g]	620	1440	<b>1020</b>	750	1330	<b>1070</b>

Auf Grünlandbetrieben mit ausreichender Fläche spielt der vergleichsweise hohe Futteraufwand für die Aufzucht von Kälbern und Produktion von Absetzern eine untergeordnete Rolle, denn meistens steht ausreichend Fläche und damit auch qualitativ gutes Futter in genügender Menge zur Verfügung.

## **Schlußfolgerungen**

Mutterkuhhaltung auf Mittelgebirgsstandorten ist durchaus konkurrenzfähig, wenn es gelingt, über das Weidemanagement gute Futterqualität bereitzustellen und so eine hohe Futteraufnahme von Kuh und Kalb zu erzielen. Voraussetzung ist jedoch, daß die sogenannten fixen Kosten für Stallplatz und Maschinen gering gehalten werden. Zusätzlich erweist sich als ökonomisch vorteilhaft, wenn man die Futterkosten senken kann, also den Einsatz von Zukauffutter so weit als möglich unterläßt.

Mehrjährige Erfahrungen auf dem Versuchsgut Rengen wie auch diese vorliegende zweijährige Untersuchung zeigen, daß man Mutterkuhherden ausschließlich mit Weidefutter und Grassilage ernähren kann, und nur ausnahmsweise Getreide und Mineralstoffe zum Einsatz kommen müssen. Eine Leistungssteigerung sollte vornehmlich über frühen Weideauftrieb und das Angebot von jungem Futter angestrebt werden.

Die vorliegende Untersuchung ist als Vorexperiment für eine mehrjährige Studie zum Nährstoffkreislauf auf Grünland angelegt. So sind die experimentellen Befunde Voraussetzung für die Planung der zukünftigen Versuchsanlage. Darüber hinaus geben die Gewichte der Absetzer einen Anhalt für die mit dem Verkauf dieser Tiere exportierten Nährstoffe. Unter der Annahme, daß pro 100 kg Lebendgewicht ca. 1,7 kg Stickstoff, ca. 0,9 kg Phosphor und ca. 0,25 kg Kalium den Mutterkuhbetrieb verlassen, und daß ausschließlich mit Weidegang insgesamt 9.233 kg bzw. 7.755 kg Fleisch produziert werden, müssen auf der in den Jahren 1997 und 1998 angebotenen Weidefläche von 23,2 ha bzw. 38,3 ha lediglich 6,7 bzw. 3,5 kg Stickstoff pro ha, 3,5 bzw. 1,8 kg Phosphor pro ha und 1,0 bzw. 0,5 kg Kalium pro ha ergänzt werden.

Auch wenn die Ergänzung der Nährstoffe mit Verlusten verbunden ist und außerdem von zusätzlichen Faktoren abhängt (z.Bsp. Wechsel von Schnitt- und Weidenutzung von Jahr zu Jahr), belegt diese überschlägige Rechnung, daß es sich bei der Mutterkuhhaltung um ein beinahe geschlossenes Bewirtschaftungssystem handelt, daß in dieser Hinsicht der Milchviehhaltung - auch bei weitgehender Ausnutzung des Grünlandfutters - überlegen ist.

## **Anschrift der Verfasser**

J. Schellberg / A. Lellmann / H. Hüging, Universität Bonn, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn.

# Gänseäsung in überwinternden Zwischenfrüchten

H. HÜBERT, J. SCHELLBERG UND M. BRÜHNE

## Einleitung

Von Oktober bis März überwintern am Unteren Niederrhein zwischen Duisburg und der Niederländischen Grenze bis zu maximal 190.000 arktische Bläß- und Saatgänse. Waren es Anfang der 60er Jahre noch ca. 1000, so stieg ihre Zahl bis zu Beginn der 80er Jahre an. Die Ursache für diesen Anstieg ist aber nicht eine Zunahme der Gesamtpopulation, sondern eine innereuropäische Verlagerung der Überwinterungsgebiete. Ein wichtiger Faktor der zu dieser Verlagerung geführt hat, ist die Intensivierung der Landwirtschaft, welche eine Steigerung der Nahrungsqualität für die Gänse zur Folge hatte. Als typische Pflanzenfresser nutzen die Gänse fast ausschließlich landwirtschaftliche Nutzpflanzen zur Nahrungsaufnahme. Hierbei kann es zu Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen kommen. Daher werden seit dem Winter 1981/82 die durch Gänsefraß verursachten Schäden vom Land Nordrhein-Westfalen finanziell entschädigt. Die Summe der gezahlten Entschädigungen ist seitdem stark angestiegen und hat 1996 mit 3,5 Mio. DM ihren vorläufigen Höhepunkt erreicht. Dies kann aber nur teilweise mit dem Anstieg der Gänsezahlen begründet werden, da diese Zahl seit Mitte der 80er Jahre mehr oder weniger konstant ist.

Aufgrund der zunehmenden Entschädigungszahlungen wurde 1996 auf Initiative des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft in NRW vom Naturschutzzentrum im Kreis Kleve, der Biologischen Station im Kreis Wesel und der NABU Naturschutzstation in Kranenburg in

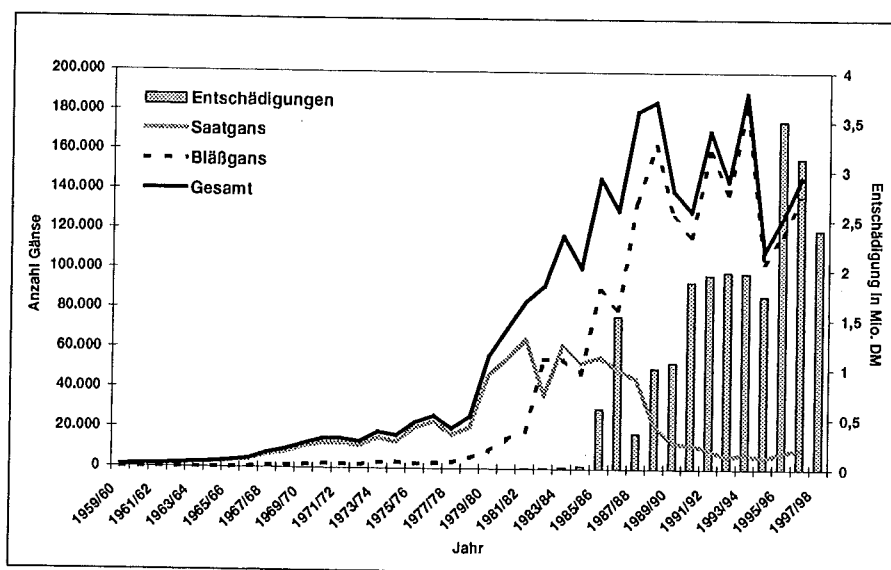


Abb. 1: Entwicklung der maximalen Gänserastbestände und der Entschädigungszahlungen

Zusammenarbeit mit den Kreisstellen Kleve und Wesel der Landwirtschaftskammer Rheinland ein Forschungsprojekt begonnen, mit dem die Frage geklärt werden soll, ob durch die gezielte Anlage von Äsungsflächen für die überwinterten arktischen Wildgänse eine Minderung der Fraßschäden auf den übrigen landwirtschaftlichen Kulturen erreicht werden kann.

## Untersuchungsmethoden

Im Überwinterungsgebiet wurden fünf Kernbereiche ausgewählt, die jeweils ein von den Gänsen als Schlafplatz genutztes Gewässer und die umliegenden Bereiche, welche traditionell als Nahrungsflächen dienen, einschließen. In diesen Kernbereichen werden den Landwirten Vertragspakete für die Bereitstellung von Äsungsflächen angeboten (siehe Tab.1). Im gesamten Überwinterungsgebiet und auf den Äsungsflächen wurden die Gänse mehrmals wöchentlich gezählt.

Tab. 1: Ausgewählte Bewirtschaftungspakete und Ausgleichszahlungen

	Paket	Bewirtschaftung	Bedingungen	Zahlung/ha
<b>Stoppelsaat</b>	<b>G1</b>	Welsches Weidelgras	Einsaat im September!! evtl. Pflegeschnitt im Herbst	315,00 DM
<b>Untersaat</b>	<b>MU1</b>	Untersaat bei <b>Silomais</b>	evtl. Pflegeschnitt im Herbst; Bearbeitung ab 15.1.	500,00 DM
	<b>MU2</b>	Untersaat bei <b>Silomais</b>	evtl. Pflegeschnitt im Herbst; Bearbeitung ab 15.2.	600,00 DM
<b>Nichtbearbeitung</b>	<b>G4</b>	Welsches Weidelgras stehen lassen	evtl. Pflegeschnitt im Herbst; Bearbeitung ab 15.1.	250,00 DM
	<b>G5</b>	Welsches Weidelgras stehen lassen	evtl. Pflegeschnitt im Herbst; Bearbeitung ab 15.2.	350,00 DM
	<b>NB1</b>	Nichtbearbeitung nach <b>Körnermais</b> und Zuckerrüben (statt Wintergetreide) im Frühjahr Einsaat von Sommergetreide (=> Deckungsbeitragsdiff.)	keine Herbstdüngung und Kalkung; Umbruch nach Rüben bereits Ende Dezember nach Absprache möglich	350,00 DM
	<b>NB2</b>	Nichtbearbeitung nach <b>Körnermais</b> und Zuckerrüben (statt Umbruch und Winterfurche)	keine Herbstdüngung und Kalkung; Umbruch nach Rüben bereits Ende Dezember nach Absprache möglich	(je nach Schwere der Böden) 100-200 DM
<b>Sonderpakete</b>	<b>GP</b>	Grünlandpflege	Herbstdschnitt und evtl. Nachweide	Nach Vereinbarung auf landeseigenen Flächen

## Ergebnisse

Beispielhaft werden im folgenden die Ergebnisse des Kernbereiches Bienen-Grietherbusch dargestellt. Dort sind die ersten Gänse Anfang Oktober eingetroffen, das Überwinterungsmaximum wurde am 17.12.1998 mit 47.696 Gänsen erreicht.

Insgesamt konnten in diesem Gebiet Verträge für einen Flächenumfang von 81 ha abgeschlossen werden. Insgesamt 37,6 ha entfielen auf Flächen auf denen Welsches Weidelgras eingesät wurde oder einjährig genutztes Weidelgras nicht umgebrochen wurde. Da beide Varianten ähnlich beweidet wurden, werden diese zusammengefaßt dargestellt.

Auf den besten Weidelgrasflächen lagen die Beweidungsintensitäten zwischen 6 bis und 4773 Gänseäsungstagen/ha. Im Durchschnitt betrug in den Weidelgras-Vertragsflächen die Beweidungsintensität 1620 Gänseäsungstage/ha. Legt man zugrunde, daß eine Gans von den 10,5 Stunden, die sie pro Tag im Durchschnitt auf einer Nahrungsfläche verbringt, ca. 8 Stunden für die Nahrungsaufnahme nutzt und dabei 30 Gramm Trockenmasse aufnimmt (MOOIJ 1996), so haben die Gänse von den Weidelgras-Vertragsflächen über den ganzen Winter verteilt durchschnittlich mindestens 3,9 dt TM/ha abgeweidet. Bei einem Trockensubstanzgehalt des Weidelgrases von 20% entspricht dies einer Frischmasse von 19,5 dt/ha.

Gleichzeitig haben die Gänse im Durchschnitt über 170.000 Kotstangen/ha bzw. 156 kg Kottrockenmasse/ha auf den Flächen zurückgelassen. Dies entspricht 5,2 kg N, 1 kg P und 2,5 kg K, welcher durch die Gänse auf die Fläche zurückgeführt wird. Da die Gänse in der Regel mehrere Stunden auf einer Fläche verweilen und die aufgenommene Nahrung das Verdauungssystem innerhalb von 45-90 Minuten passiert und den Körper wieder verläßt kommt es nicht zu einem nennenswerten Nährstoffexport (MOOIJ 1996).

Die Weidelgrasflächen wurden von den Gänsen über den gesamten Zeitraum ihrer Anwesenheit genutzt. Dabei ist ein Zyklus von ca. 4 Wochen zu erkennen. Das heißt, die Flächen wurden von den Gänsen einige Tage beäst und dann durchschnittlich 1 Monat nicht mehr aufgesucht (s. Abb. 2).

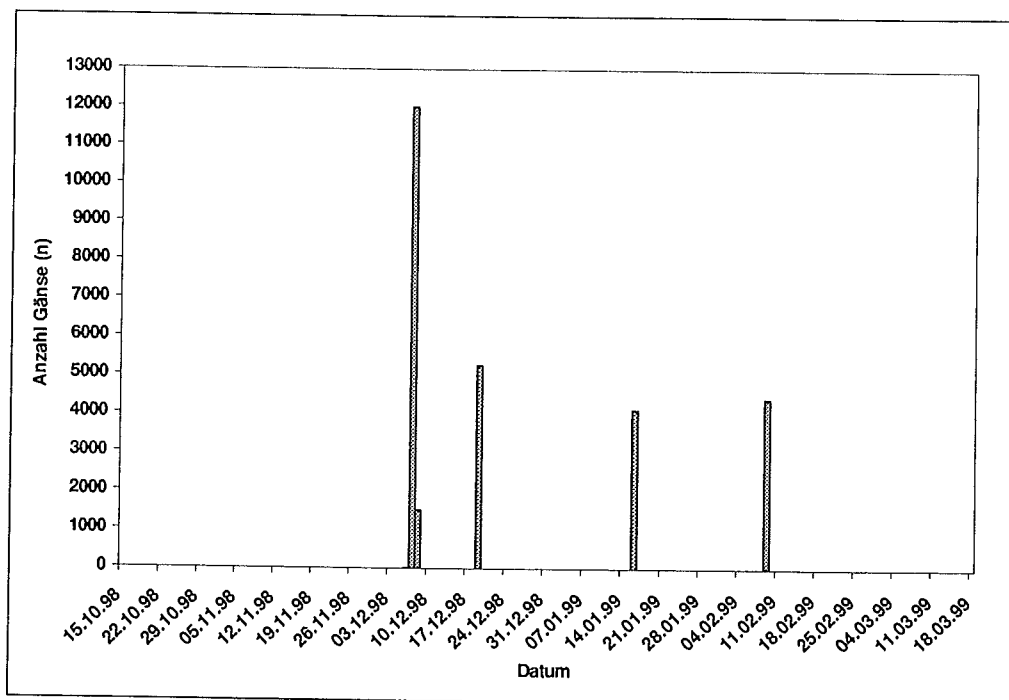


Abb. 2: Typischer Beästungsrythmus einer Weidegrasfläche im Verlauf eines Winters



In dieser Zeit hat der Weidelgrasbestand bei Tagesmitteltemperaturen von über 10°C wieder neue Masse gebildet, so daß den Gänsen wieder frischer Aufwuchs zur Verfügung stand. Diese Art des Weideverhaltens der Gänse ist auch aus anderen Untersuchungen bekannt (MOOIJ 1996, WILLE 1995).

Auf allen Äsungsflächen zusammen konnten an den einzelnen Zähltagen von sehr wenigen Tieren bis zu 86,6% des Gesamtgänsebestands gezählt werden. Im Durchschnitt konnte mit den 81 ha Vertragsflächen für ca. 10% der Gänse im Kernbereich Nahrungsfläche zur Verfügung gestellt werden.

### **Schlußfolgerungen**

Die Vorteile des Anbaus von überwinternden Zwischenfrüchten wurden im Rahmen dieses Projektes durch einen ökologischen Aspekt, nämlich die Bereitstellung von zusätzlicher Nahrungsfläche für arktische Wildgänse ergänzt. Die Wahl der Nahrungsflächen für arktische Wildgänse kann durch das Liegenlassen von Ernteresten oder die Einsaat von Ackergras in gewissem Umfang gelenkt werden. Inwieweit dadurch die Schäden auf anderen landwirtschaftliche Kulturen vermindert werden, läßt sich aufgrund der vielen Faktoren, die dabei eine Rolle spielen nach 2 Untersuchungsjahren noch nicht sicher beurteilen.

Bisher hat die Verwirklichung von Naturschutzzieleen oft eine Einschränkung der landwirtschaftlichen Produktion in den jeweiligen Gebieten zur Folge gehabt. Das hier vorgestellte Projekt soll nicht nur den am Unteren Niederrhein überwinternden arktischen Wildgänsen, sondern auch den hiesigen Landwirten dienen. Den Landwirten wird die Möglichkeit angeboten durch den Anbau von Zwischenfrüchten aktiv an der Schadensminderung mitzuwirken, wodurch die Akzeptanz des Gänse-schutzes in der Landwirtschaft erhöht werden kann. Das Projekt könnte damit spürbar zu einer Entkrampfung der verhärteten Positionen im Gänse-schutz am Unteren Niederrhein beitragen, denn eine Lösung des Konfliktes ist nur durch eine enge Kooperation zwischen Landwirtschaft und Natur- bzw. Gänse-schutz möglich.

### **Literatur**

- MOOIJ, J.H. (1996): Ecology of geese wintering at the Lower Rhine area (Germany). PhD. Thesis. Landbouwwuniversiteit te Wageningen
- RUTSCHKE, E. (1987): Die Wildgänse Europas. Aula, Wiesbaden
- WILLE, V. (1995): Störwirkungen auf das Verhalten überwinternder Bäss- und Saatgänse (*Anser albifrons* und *A. fabalis*), Diplomarbeit an der Universität Osnabrück, 106 S.

### **Anschriften der Verfasser**

- H. Hübert / J. Schellberg, Institut für Pflanzenbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn.
- M. Brühne, Naturschutzzentrum im Kreis Kleve e.V., Niederstraße 3, 46459 Rees-Bienen.

# **Untersuchungen zur Bestimmung des Ertragsausfalles verursacht durch Nonnengänse und andere Wasservögel auf Grünland im Untereifelgebiet ( Ergebnisse aus Grünlandfeldversuchen 1997 - 98 )**

H. ROHDE

## **1 Einleitung**

Aufgrund des drastischen Anstiegs der Anzahl von im Herbst und Frühjahr rastenden Nonnengänsen (*branta leucopsis*) an der Untereifel hat die Landwirtschaftskammer Hannover ab Herbst 1996 mit entsprechenden Schadensuntersuchungen im Grünland begonnen.

## **2 Problemstellung**

Aus fachlicher Sicht ergaben sich folgende Gründe, um mit der Anlage von Grünlandfeldversuchen den Schadensumfang genau zu ermitteln:

- Vergrämung oder Bejagung sind in Niedersachsen untersagt
- Streichung sämtlicher finanzieller Ausgleichszahlungen (Erschwernissausgleich)
- Flächen befinden sich in Privatbesitz innerhalb von Naturschutzgebieten
- aktuelle Ergebnisse zum Thema waren nicht erhältlich, spekulativ oder veraltet
- der Schaden durch grasende Nonnengänse stieg in folge des extrem kalten Winters im Frühjahr 96 ungewöhnlich stark an
- Futterengpässe mit entsprechenden wirtschaftlichen Auswirkungen waren die Folge auf besonders betroffenen Milchviehbetrieben
- eine veränderte Gesamtsituation bezüglich des Verhaltens der Gänse im Untersuchungsgebiet verglichen mit anderen Regionen oder älteren Berichten

## **3 Methoden**

Nach Auswahl von 5 repräsentativen Referenzflächen (67 ha) wurden Standard - Weideversuchsmethoden angewendet um Grün- und Trockemasseerträge zu messen. Ferner wurden Mischproben zur Messung von Energie-, Protein- und Rohfasergehalten erstellt. Jede Untersuchungsfläche wurde ab Herbst mit 6 Schutzkäfigen ausgestattet (6 Wiederholungen / Fläche) . Die Größe beträgt 2,75 m Län-

ge x 1,5 m Breite = 4,13 m<sup>2</sup>. Die Verteilung der Käfige erfolgte per Zufall. Die nicht geschützten Vergleichsflächen wurden im Abstand von 2 bis 20 m von den Käfigparzellen beerntet. In Grünland unter alleiniger Schnittnutzung werden die Käfige nach dem Weiterzug der Gänse entfernt. Unter Weidenutzung wird die Anzahl der Käfige bei Weideauftrieb verdoppelt.

Die Beerntungstermine richten sich zeitlich nach dem Nutzungsregime des Bewirtschafters. Gemäht und gewogen wird dabei mit einem Parzellenvollernter bei einer Schnitthöhe von 6 bis 8 cm. Die Anzahl der Schnitte beträgt i.d.R. 4 ausnahmsweise 3.

#### 4 Ergebnisse

Durchschnittsverlust in dt TM / ha 1997:

$$23 \text{ dt TM / ha } (- 25 \%) \text{ GD } 5 \% = 7,6 \text{ dt TM}$$

Verteilung auf die Beerntungen 1997:

1. Schnitt = 16 dt TM / ha (- 53 %) GD 5 % = 4,6 dt TM

2. Schnitt = 4,3 dt TM / ha (- 14 %)

3. Schnitt = 2,7 dt TM / ha (- 8 %)

4. Schnitt = kein Unterschied

Durchschnittsverlust in dt TM / ha 1998:

$$33 \text{ dt TM / ha } (- 30 \%) \text{ GD } 5 \% = 18,1 \text{ dt TM}$$

Verteilung auf die Beerntungen 1998:

1. Schnitt = 20,6 dt TM / ha (- 70 %) GD 5 % = 10,7 dt TM

2. Schnitt = 6,2 dt TM / ha (- 20 %)

3. Schnitt = 2,1 dt TM / ha (- 7 %)

4. Schnitt = 1,7 dt TM / ha (- 9 %)

In beiden Versuchsjahren ist die Ertragsdifferenz des Gesamtertrages und des jeweils ersten Schnittes signifikant. Innerhalb des Untersuchungsgebietes nimmt die Ertragsminderung zu je kürzer die Entfernung ist zwischen Elbufer und Ermittlungsfläche.

Es wird deutlich, dass der Ertragsverlust der 1. Nutzung am höchsten ausfällt und mit den Folgenutzungen nicht kompensiert wird. Bestenfalls findet bis zum Spätsommer eine Regenerierung vor allem der im Frühjahr stark geschwächten Futtergräser ( *lolium perenne* und *lolium multiflorum* ) statt.

Für die wirtschaftliche Bewertung des Schadens wird mit Hilfe untersuchter Mischproben der Energieertrag in Mega Joule Netto Energie Laktation berechnet. Die durch Gänsebeweidung entgangenen Energieeinheiten wurden mit 0,40 DM je 10 MJ pauschal bewertet.

Gesamtverlust 1997: 41.000 DM (400 - 862 DM / ha) 9.000 - 22.000 DM je Betrieb.

Gesamtverlust 1998: 51.000 DM (316 - 1083 DM / ha) 10.000 - 27.000 DM je Betrieb.

## **5 Zusammenfassung**

Die Ergebnisse aus 1997 wurden in 1998 bestätigt. Die Tendenz zu einem leichten Anstieg des Schadens muß durch die Ergebnisse 1999 belegt werden, sonst ist diese Aussage nicht gesichert. Bisher verfügen wir über eine sichere Datenbasis um jährlich auftretende Futterverluste durch Nonnengänse auf Grünland im Untereifelbereich zu bewerten. Die Daten beziehen sich auf konventionell durch Milchviehbetriebe bewirtschaftete Flächen. Nach Ablauf des dritten Untersuchungsjahres sind weitere Auswertungen notwendig. Unsere Feldversuchsmethoden sind bei derzeitigem Stand der Untersuchungen nicht geeignet weitergehende Fragen wie z.B.:“ Warum ist Schaden so hoch oder so niedrig ?“ zu beantworten. Für Erklärungen im Bereich bezüglich Anzahl, Verweildauer, und Flächenauswahl also des Verhaltens der Nonnengänse fehlt uns die Datengrundlage.

### **Anschrift des Verfassers**

H. Rohde, Landwirtschaftskammer Hannover, Bezirksstelle Bremervörde, Albrecht-Thaer-Str. 6a, 27432 Bremervörde.

# Vergleich der Ertragsleistung, der botanischen Zusammensetzung sowie der Futterqualität von Umtriebsweiden und „Simulierten Umtriebsweiden“

B. INGWERSEN, M. WACHENDORF und F. TAUBE

## 1 Einleitung

Die experimentelle Erfassung der Ertragsleistung von beweidetem Dauergrünland ist mit einem hohen Arbeits- und Kostenaufwand verbunden. Oftmals wird deshalb in der Versuchsanstellung auf eine „reale“ Beweidung verzichtet und statt dessen die Leistung der geprüften Varianten durch eine Schnittnutzung erfaßt, die in ihrer Nutzungsfrequenz einer echten Beweidung entspricht. Hierbei wird jedoch nicht berücksichtigt, daß sich Tritt und Verbiß auf die Leistungsfähigkeit der Narbe auswirken (YARROW and PENNING, 1994; WOLEDGE, REYNERI, TEWSON and PARSONS, 1992). Auch die durch das Absetzen von Exkrementen erzielte Rückführung von Nährstoffen, die außerdem punktuell sehr hohe bis toxisch wirkende Mengen ausmacht, wird hierbei nicht einkalkuliert (BAKER and WILLIAMS, 1987). Bei langjährigen Versuchsreihen können solche kumulativen Effekte die erzielten Ergebnisse verzerren. Die vorliegende Untersuchung ist Teil des interdisziplinären Forschungsprojektes „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb“, dessen übergeordnetes Ziel es ist, optimierte Produktionsstrategien zur Verbesserung der Effizienz der Umsetzung von eingesetztem Stickstoff (Dünger, Futtermittel) in Produktstickstoff (Milch, Fleisch) für Milchvieh-/Futterbaubetriebe auf norddeutschen Sandstandorten abzuleiten.

## 2 Material und Methoden

Standort ist der Versuchsbetrieb Karkendamm der Universität Kiel, ca. 50 km südlich von Kiel gelegen (niedere Geest, Ø-Jahresniederschlag 802 mm, Ø-Jahrestemperatur 8,3 °C, Bodenart/-typ: hS/ tief umgebrochener Podsol-Gley). Bei den Beständen handelt es sich um eine 1996 angesäte Grünlandnarbe (Standardmischung GII +Weißklee). Im Laufe des Jahres 1997 wurde die Fläche zweimal mit Weißklee nachgesät ( $3 \text{ kg ha}^{-1}$ ), da der Weißklee nur in geringen Ertragsanteilen und sehr heterogen verteilt vorhanden war. Die Witterung verlief in beiden Jahren 1997 und 1998 sehr unterschiedlich (1997 lange Trockenperioden, 1998 durchgängig feucht-kühle Witterung). Durchgeführt wird der Versuch mit folgenden Versuchsfaktoren und Faktorstufen:

1. **Nutzungsform:** Weidenutzung, Simulierte Weidenutzung
2. **Gülldüngung:**  $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ ,  $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$
3. **Stickstoffdüngung :** 0, 100, 200,  $300 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$

Die Weidenutzung erfolgt durch Färsen (ca. 400 kg LG) als Umtriebsweide (2tägige Beweidungsperioden, ØBesatzdichte 94 RiGV ha<sup>-1</sup>), die Parzellengröße beträgt 1500 m<sup>2</sup>. Nach jeder Beweidung werden die Flächen mit einem Sichelmäher auf 5cm Schnitthöhe nachgemäht. Die entsprechenden Varianten der Simulierten Weiden werden nach Abtrieb der Tiere von den korrespondierenden Weideflächen schnittgenutzt. Somit ist im Ertrag der Simulierten Weiden der ungestörte Zuwachs während der Beweidung der analogen Weidevarianten enthalten. Der Freßzeitzuwachs in den Weidevarianten wird anhand der Ergebnisse früherer Versuchsserien geschätzt, wobei  $\Delta TM_w = 0,5 \cdot \Delta TM_s$  (mit  $\Delta TM_w$ : täglicher Zuwachs der Weidevariante;  $\Delta TM_s$ : täglicher Zuwachs einer ungestörten Schnittvariante zur Weidereife). Zu jedem Aufwuchs werden die Trockenmasse- und Energieerträge, die Kleeanteile am Trockenmasseertrag und mittels der NIRS-Analyse die Rohproteingehalte erfaßt. Die aufgeführten Weideerträge sind Netto-Erträge, die sich aus dem Brutto-Ertrag (vor Auftrieb) abzüglich Weiderest ergeben und den Ertrag darstellen, der für die Bewertung der Weideleistung relevant ist. Der angestrebte Weiderest liegt zwischen 15 und 20 % des Bruttoertrages.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Bei der Auswertung der Daten ergab sich, daß sowohl der Hauptfaktor Gülle als auch die Mehrzahl der Wechselwirkungen mit dem Faktor Gülle keine gesicherten Zusammenhänge erkennen ließ. Aus diesem Grund wird im folgenden nicht weiter auf diesen Versuchsfaktor eingegangen.

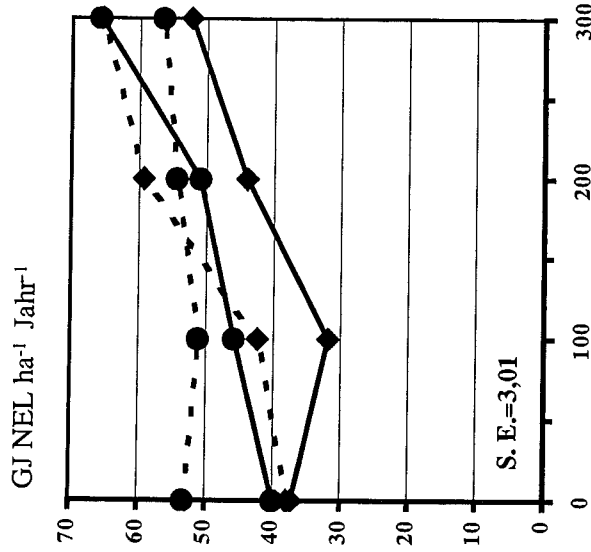
Tabelle 1: Varianzursachen und Signifikanzniveaus der Parameter

Interaktion	Energieertrag (GJ NEL ha <sup>-1</sup> )	Kleeanteil (% d. TM)	Rohproteingehalt (% d. TM)
Nutzungsform*Jahr	P<0,001	P<0,01	P<0,01
Stickstoff*Jahr	N. S.	N. S.	P<0,001
Nutzungsform*Stickstoff	N. S.	P<0,001	P<0,01
Nutzungsform*Stickstoff*Jahr	P<0,01	N. S.	P<0,01

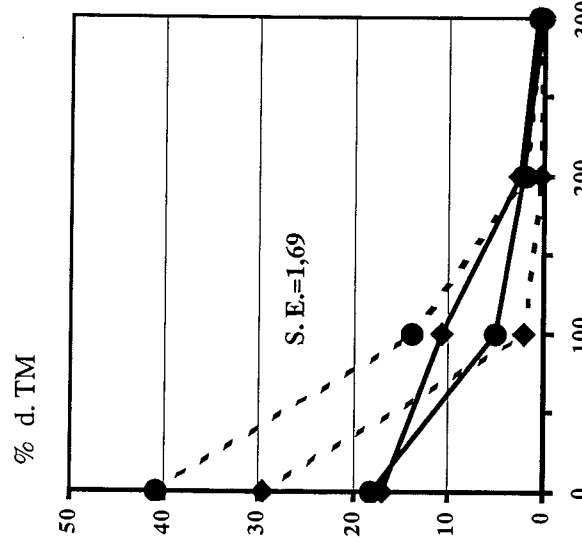
Beim **Energieertrag** ergibt sich für das Nutzungssystem Simulierte Weide im Mittel der übrigen Faktoren ein 14% höherer Ertrag als für das System Weide (p<0,001). Auch kann ein Jahreseffekt mit um 13% höheren Erträgen für das Jahr 1998 abgesichert werden (p<0,001). In den einzelnen Jahren sind die ertraglichen Differenzen von Simulierter Weide zu Weide unterschiedlich stark ausgeprägt: 1997 liefert die Simulierte Weide um 24%, 1998 um 6% höhere Erträge (p<0,05). Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, sind es besonders die ungedüngten Bestände der Simulierten Weiden, die 1998 höhere Erträge liefern.

Dies läßt sich anhand der **Ertragsanteile des Weißklee**s im Bestand erklären. Diese zeigen zwischen den Systemen gesicherte Unterschiede von durchschnittlich ca. 6,6% (p<0,001). Gesicherte Unterschiede zwischen den Jahren bestehen nicht, aber in den einzelnen Jahren sind die Differenzen zwischen den beiden Nutzungssystemen unterschiedlich stark ausgeprägt.

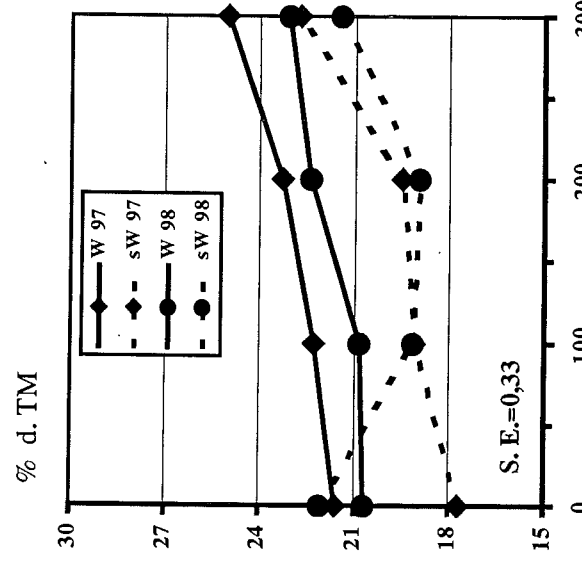
### Energie-Ertrag



### Kleeannteil



### Rohproteingehalt



### Mineralische N-Düngung (kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹)

Abb.1: Energieertrag, Kleeertragsanteil und Rohproteingehalt der Systeme Weide (W)/ Simulierte Weide (sW) in den Jahren 1997 und 1998 in Abhängigkeit von der mineralischen Stickstoffdüngung (Mittel der Güllestufen) (S.E. = Standardfehler des Mittelwerts)

So liegt der Anteil an Weißklee in der Simulierten Weide 1997 nur um 0,3%, 1998 dagegen um 7,8% höher als in der Weide ( $p < 0,01$ ). In Abbildung 1 sind die Kleeanteile in den Nutzungssystemen in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung für beide Jahre dargestellt. 1998 werden in den ungedüngten Beständen der Simulierten Weiden Anteile von nahezu 40% erreicht, die sich in den hohen Energieerträgen dieser Varianten widerspiegelt. In beiden Nutzungssystemen fällt mit steigender N-Düngung der Kleeanteil deutlich ab. Während die ungedüngten Weidebestände nur 18% Weißklee aufweisen, liegt der Wert der Simulierten Weiden deutlich darüber (35,1%,  $p < 0,001$ ).

Der **Rohproteingehalt** der Weiden liegt im Mittel um 2,3% höher als in der Simulierten Weiden ( $p < 0,001$ ). Zwischen den Jahren bestehen keine gesicherten Unterschiede. Wie schon bei den Energieerträgen ist diese Differenz 1997 ausgeprägter als 1998 (1997 3,6%, 1998 1,3% höher als im System Weide,  $p < 0,001$ ). Während im Jahr 1997 die Veränderung der Rohproteingehalte beider Systeme in Abhängigkeit von der N-Düngung nahezu parallel verläuft, kommt es 1998 in den ungedüngten Beständen zu einer Verschiebung, die vermutlich auf die höheren Kleeanteile in der Simulierten Weide zurückzuführen ist.

#### **4 Schlußfolgerung**

Die Ertragsanteile des Weißklee entwickeln sich in den Nutzungssystemen Weide und Simulierte Weide unterschiedlich. Besonders in den ungedüngten Varianten werden in den Simulierten Weiden höhere Ertragsanteile erzielt. Die Rohproteingehalte liegen im System Weide deutlich über dem der Simulierten Weiden. Hier spielt die Nährstoffrücklieferung durch die Exkreme der Tiere eine wichtige Rolle (die geschätzte Rücklieferung durch die Weidetiere liegt in Abhängigkeit von der Prüfvariante zwischen 160-330 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>, entsprechend 90% des eingesetzten Stickstoffs). Die vorliegende Untersuchung belegt, daß die Übertragbarkeit der mittels Schnittsystemen erfassten Leistungsdaten von Grünlandbeständen auf Weidesysteme aufgrund deutlicher Unterschiede im Ertrag, in der Bestandeszusammensetzung und in der Futterqualität nicht vorbehaltlos gegeben ist.

#### **Literatur**

- BAKER, M. J. and W. M. WILLIAMS, 1989: White Clover. CAB International, Wallingford.
- WOLEDGE J., A. REYNERI, V. TEWSON and J. PARSONS, 1992: The effect of cutting on the proportions of perennial ryegrass and white clover in mixtures. Grass and Forage Science, Vol. 47, 169-179.
- YARROW N. H. AND P. D. PENNING, 1994: Managing grass/clover swards to produce differing clover proportions. Grass and Forage Science, Vol. 49, 496-501.

#### **Anschrift der Verfasser**

B. Ingwersen / M. Wachendorf / F. Taube, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel



# Zur Wirkung der Schwefeldüngung auf Niedermoorgrünland (Ertragswirkung, S- Gehalte, S- Entzüge in einzelnen Varianten)

S. EICH, L. BELAU und R. BOCKHOLT

## 1 Einleitung

In Norddeutschland sind die Schwefeldepositionen von  $35 \text{ kg*ha}^{-1}$  auf  $15 \text{ kg*ha}^{-1}$  im Jahr zurückgegangen, so daß sich auf Mineralböden bei verschiedenen Kulturarten eine S- Unterversorgung eingestellt hat (BLOEM 1994). Auch in Hinsicht auf das Grünland gewinnt diese Problematik an Bedeutung, denn der S- Bedarf liegt über dem von zunehmend düngedürftigen Getreidebeständen. Damit ist eine positive Reaktion des Grünlandes auf eine Schwefeldüngung zu vermuten. Im Rahmen eines 5jährigen Versuches war unter anderem die vergleichende Prüfung von schwefelhaltigem Thomassulfatkali von Interesse, das im Gegensatz zu chloridhaltigen Kalidüngern im Ökologischen Landbau zugelassen ist. Durch den Einsatz von Thomassulfatkali wurden neben P und K auch beträchtliche Mengen an Schwefel zugeführt, deren Wirkung hinsichtlich Ertrag, Nährstoffentzug und Gehalte in der Pflanze als Begleiterscheinung quantifiziert wurde.

## 2 Material und Methoden

Der 3-faktorielle Versuch wurde im Jahr 1994 in der Moorversuchsstation Klein Markow der Universität Rostock angelegt. Es handelt sich hier um ein Durchströmungsmoor der Torfart Riedtorf und des Bodentyps Mulm. Die Grundwasserganglinie beträgt 0 bis 75 cm. Der Gehalt an OS beträgt auf der Sanddeckkultur 19,8 %, auf der Schwarzkultur hingegen 29,2 % (0-30 cm). Der Gesamtschwefelgehalt liegt bei 0,13 % auf der Sanddeckkultur und bei 0,57 % auf der Schwarzkultur (0-30 cm).

Tabelle 1: Prüffaktoren

Faktor	Faktorstufen
Moorkultur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Niedermoor – Sanddeckkultur</li><li>• Niedermoor – Schwarzkultur</li></ul>
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zweischnittnutzung</li><li>• 4malige Beweidung mit Schafen</li></ul>
Düngung	<ul style="list-style-type: none"><li>• ohne Düngung</li><li>• PK - mit Kalichlorid (Triplesuperphosphat, 60er Kali)</li><li>• PKS - mit Kalisulfat (Thomassulfatkali)</li><li>• NPK - mit Kalichlorid (Triplesuperphosphat, 60er Kali, KAS)</li></ul>

⇒ Das Düngungsniveau wurde für den geschätzten Entzug von 50-70 dt/ha TM berechnet und auf  $30 \text{ kg*ha}^{-1}$  P,  $90 \text{ kg*ha}^{-1}$  K und  $120 \text{ kg*ha}^{-1}$  N (in 2 Gaben) bemessen. Über das Thomassulfatkali wurden in dieser Variante  $80 \text{ kg*ha}^{-1}$  S zugeführt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Auswirkungen auf den Ertrag

Deutliche Differenzen zugunsten der schwefelhaltigen PK- Düngung konnten lediglich bei zweimaliger Schnittnutzung auf Sanddeckkultur festgestellt werden. Hier wurden im Mittel  $8 \text{ dt*ha}^{-1}$  TM mehr geerntet als in der PK- Variante mit Kalichlorid (Tab. 2). Eine statistische Sicherung der Unterschiede war jedoch nicht möglich. Zum Ende des Versuches hat sich das Ertragsniveau beider Varianten angeglichen.

Auf der Schwarzkultur zeigten sich keine Vorteile der Schwefeldüngung, auch nicht bei Beweidung.

Eine Ertragerhöhung durch Schwefel bei Einsatz von ASS im Vergleich zu KAS hat auch PASDA (1998) beobachtet, wobei jedoch hinsichtlich der Ertragsreaktion auf eine S- Düngung eine starke Abhängigkeit vom Versuchsjahr festgestellt wurde.

Tabelle 2: TM- Erträge in Abhängigkeit von den Prüffaktoren (Einfaktorielle Varianzanalyse mit Newman-Keuls-Test; Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

Nutzung TM in $\text{dt*ha}^{-1}$	Sanddeckkultur						Schwarzkultur
	1994	1995	1996	1997	1998	Mittel	Mittel ('94-'98)
<b>Schnittnutzung</b>	n.s.	+	+++	+++	+++	++	+++
ohne Düngung	91 a	107 a	78 a	79 a	67 a	84 a	<b>33 a</b>
PK (Kalichlorid)	88 a	113 ab	101 b	105 b	95 b	<b>100 b</b>	88 b
PKS (Kalisulfat)	101 ab	126 ab	113 bc	107 b	94 b	<b>108 bc</b>	89 b
NPK (Kalichlorid)	99 ab	134 c	125 c	112 b	97 b	114 c	94 b
<b>Weidenutzung</b>	n.s.	n.s.	n.s.	++	++	+++	+++
ohne Düngung	67 a	68 a	74 a	97 a	70 a	<b>75 a</b>	<b>57 a</b>
PK (Kalichlorid)	75 a	77 a	82 a	114 ab	91 bc	88 ab	74 b
PKS (Kalisulfat)	71 a	77 a	85 a	113 ab	82 ab	86 ab	75 b
NPK (Kalichlorid)	84 a	90 a	88 a	130 b	101 c	99 b	83 b

#### 3.2 Schwefelgehalte und Entzüge

##### 3.2.1 Schwefelgehalte im Pflanzenmaterial

Allgemein war im Versuchsverlauf ein stetiger Rückgang der S- Gehalte im Pflanzenmaterial zu beobachten. In Abhängigkeit von der Düngung haben sich wiederum auf der Sanddeckkultur signifikante Differenzen gezeigt (Tab. 3). Sowohl bei Zweischnitt- als auch bei 4maliger Weidenutzung lagen die S- Gehalte der Sulfatvariante signifikant über denen der Chloridvariante.

Eine Erhöhung der Energiegehalte wie bei PASDA (1998) konnte mit der Methode nach FRIEDEL (1990) jedoch nicht festgestellt werden.

Auf der Schwarzkultur zeigte sich generell kein vorteilhafter Einfluß der S- Düngung.

Tabelle 3: S- Gehalte des Primäraufwuchses in Abhängigkeit vom Nutzungsregime

S-Gehalte in g*kg <sup>-1</sup> TS	Zweischmittnutzung			4malige Beweidung		
	1994	1997	Mittel 4 J.	1994	1997	Mittel 4 J.
<b>Sanddeckkultur</b>			+++			+++
ohne Düngung	3,6	3,2	3,3 a	5,2	4,0	4,1 a
PK (Kalichlorid)	3,1	2,7	3,2 a	5,0	4,4	4,1 a
PK (Kalisulfat)	3,9	3,2	3,7 b	5,7	5,1	4,7 b
NPK (Kalichlorid)	4,1	3,0	3,7 b	5,4	5,2	4,8 b
<b>Schwarzkultur</b>			+++			+
ohne Düngung	4,3	4,9	4,8 b	5,2	4,3	4,4 b
PK (Kalichlorid)	4,1	3,9	3,7 a	4,8	4,4	4,0 ab
PK (Kalisulfat)	4,4	3,1	3,9 a	4,6	5,1	4,4 b
NPK (Kalichlorid)	5,2	3,4	4,1 a	4,3	5,3	4,6 b

### 3.2.2 Schwefelentzüge

Die aus dem Ertrag und den Gehalten im Pflanzenmaterial resultierenden S- Entzüge entsprachen insgesamt gesehen dem in der Literatur angegeben Bedarf von 30-40 kg\*ha<sup>-1</sup> (PASDA 1998). Nur bei Beweidung wurden Werte von 60 kg\*ha<sup>-1</sup> erreicht, wobei die Rückführung von Schwefel über Exkremente zu beachten ist.

Auf der besandeten Fläche erhöhte die S- Düngung der Sulfatvariante im Vergleich zum Kalichlorid den Entzug im Mittel um 8-11 kg\*ha<sup>-1</sup> (Tab. 4). Auf der Schwarzkultur hingegen war die Variante ohne Düngung mit deutlich niedrigeren Werten auffallend (im Mittel 15-41 kg\*ha<sup>-1</sup>). Diese sind auf den erheblich geringeren Ertrag infolge von Kalimangel zurückzuführen.

Tabelle 4: Mittlere S- Entzüge in Abhängigkeit vom Nutzungsregime

Nutzung (Entzüge in kg*ha <sup>-1</sup> )	Zweischmittnutzung		Weidenutzung	
	Besandung	Schwarzkultur	Besandung	Schwarzkultur
ohne Düngung	33	15	48	41
PK (Kalichlorid)	32	34	47	51
PK (Kalisulfat)	40	32	58	56
NPK (Kalichlorid)	41	34	61	60

## 4 Diskussion und Zusammenfassung

Die Mineralisierung der OS spielt eine große Rolle in Bezug auf die Schwefelversorgung des Pflanzenbestandes. Unter den Bedingungen der Zweischmittnutzung auf Sanddeckkultur war sie am geringsten, was deutlich niedrigere N<sub>min</sub>- Werte dieser Variante bewiesen haben. Damit wurde auch weniger S freigesetzt, woraus die positive Wirkung einer zusätzlichen S- Düngung resultieren könnte.

Die Bedeutung der S- Freisetzung auf Moorstandorten bestätigen auch KUBSCH et al. (1994). In Untersuchungen zeigten sich hohe Depotschwefelgehalte im Torf, die bis zu  $200 \text{ g*kg}^{-1}$  TS erreichten und bei Mineralisierung freigesetzt werden. Dabei wurden mit abnehmender Mächtigkeit der Torfschicht auch die Gehalte an Depotschwefel geringer. In Sandschichten waren diese Gehalte generell erheblich niedriger. Auf Ackerflächen fanden KUBSCH et al. (1994) Werte um  $1,5 \text{ g*kg}^{-1}$  TS. BELAU (1998) ermittelte für Ackerböden in 3jährigen Lysimeter- und Parzellenversuchen im Mittel  $0,2 \text{ g*kg}^{-1}$  TM (0-20 cm). Dies unterstreicht die Bedeutung der Moorböden im Hinblick auf die Schwefelversorgung der Pflanzenbestände. Um diesen quantitativ einschätzen zu können, ist die Bestimmung des Gesamtschwefelgehaltes im Pflanzenmaterial ausreichend (BLOEM 1994).

Demzufolge ist für die Niedermoore festzustellen, daß eine ausreichende natürliche Schwefelversorgung gegeben ist. Lediglich auf Sanddeckkulturen wurde eine S- Düngung ertragswirksam. Auf Schwarzkulturen jedoch zeigte sich kein positiver Einfluß auf den Ertrag, auch nicht bei Beweidung. Hinsichtlich der S- Gehalte im Pflanzenmaterial sind signifikante Differenzen auf der Sanddeckkultur sowohl bei Schnitt- als auch bei Weidenutzung aufgetreten. Generell ist der Pflanzenbestand als ausreichend versorgt einzuschätzen.

### **Literatur**

- BELAU, L.; H. GALL & P. KAHLE (1998): Schwefelgehalte in Böden des Jungpleistozäns und S- Entzüge durch landwirtschaftlich genutzte Fruchtarten. Arch. Acker- Pfl. Boden., 1998, Vol. 42 pp. 375-386
- BLOEM, E., S. HANEKLAUS & E. SCHNUG (1994): Prognose von Schwefelmangel auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 7, 237-240
- FRIEDEL, K. (1990): Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Zellulosemethode. - In: Wiss. Z. Uni Rostock 39 (1990) 8, S. 78-86
- KUBSCH, G., A. FISCHER & D. HEINZ (1994): Untersuchungen zur Schwefelbelastung auf entwässerten Moorstandorten im Raum Altensalzwedel/Dambeck. Arch. Acker- Pfl. Boden., 1994, Vol. 38 pp. 423-440
- PASDA, G. (1998): Muß Grünland in Deutschland mit Schwefel gedüngt werden? AG Grünland u. Futterbau d. Ges. f. Pfl.-bauwiss., 42. Jahrestagung 1998 in Gießen, S. 50-55

### **Anschrift der Verfasser**

S. Eich / L. Belau / R. Bockholt, Universität Rostock, Fachbereich Agrarökologie, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock.

# Zum Einfluß der Bewirtschaftungsintensität auf den Lichtgenuß und Ertragsanteil von Weißklee in einem Weißklee-Gras-Gemenge

A. MILIMONKA und K. RICHTER

## 1 Einleitung

In Systemen extensiver Landwirtschaft gewinnt auf dem Grünland der Weißklee als Stickstoffquelle an Bedeutung. Die durch den Weißklee fixierte N-Menge und damit auch der zu erwartende N-Transfer wird unter anderem von stark nutzungsabhängigen Parametern wie dem Ertragsanteil (WEISSBACH 1995), der Lichtversorgung (ERIKSON & WHITNEY 1982), vom Kohlenhydratstatus und dem N-Bedarf der Leguminose (KESSLER et al. 1988, DAVIDSON et al. 1990, SERESINHE et al. 1994) beeinflusst. Eine gute Stickstoffversorgung fördert im Gemenge gegenüber dem Klee- das Graswachstum. OPITZ VON BOBERFELD (1983) fand keine signifikante Wechselwirkung Weißkleeanteil \* N-Düngung. Er folgerte, daß die Nutzungsfrequenz optimal auf den Weißklee abgestimmt war.

Die Nutzungshäufigkeit und damit im wesentlichen Bestandeshöhe und Lichtangebot scheinen den Ertragsanteil und die Biomassebildung des Weißklee maßgeblich zu beeinflussen. Bei extensiver Grünlandbewirtschaftung (z.B. Mutterkuhweiden) ergeben sich bei der Konservatfutterproduktion und durch Unterbeweidung längere Aufwuchsperioden. In diesen Perioden ist zu erwarten, daß der Weißklee stark beschattet und in den Narben stark zurückgedrängt wird. SCHWANK et al. (1986) fanden unabhängig von der Nutzungshäufigkeit einen wachsenden Weißkleeanteil mit zunehmenden Werten der sunlit fractional area (Flächenanteil mit voller Sonneneinstrahlung in einer bestimmten Bestandesschicht). Das läßt erwarten, daß der Weißklee auch bei extensiver Bewirtschaftung des Grünlandes (ohne N-Düngung, geringe Nutzungsfrequenz) ein ausreichendes Lichtangebot vorfinden kann. Im nachfolgend beschriebenen Experiment sollte der Einfluß der Nutzungshäufigkeit und der N-Düngung auf die Lichtinterzeption des Grases oberhalb des Weißklee und den Ertragsanteil des Klee untersucht werden.

## 2 Material & Methoden

Der Versuch wurde in den Jahren 1996 bis 1998 am Versuchsstandort Berge durchgeführt. Die mittlere Niederschlagsmenge beträgt am Standort 503 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur 8,8 °C. Die in einer Spaltanlage mit 4 Wiederholungen geprüften Faktoren und Stufen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Im Beitrag werden nur die relevanten Ergebnisse der Gemenge für die Faktorstufen a2 und a3 zusammengefaßt vorgestellt. Vor den Ernten und im letzten Versuchsjahr 1 bis 2wöchentlich wurde im Gemenge die Lichtinterzeption des Grases oberhalb der Kleeblätter in fünffacher Wiederholung je Parzelle mit einem Stab-Septometer (80 cm) von Delta-T Devices

ermittelt. Mit der Ertragsanteilschätzung wurden die Ertragsanteile des Weißklee geschätzt. Zusätzlich zur in der Tabelle 1 genannten Abstufung des Faktors B erfolgten noch Messungen in einem 7...10 Tage nach der Stufe b1 geernteten Bestand (Zusatzprüfglied, ZP).

Tabelle 1: Faktoren und Stufen des Versuches

Faktor	Stufe
A Art/ Gemenge	a1 Gras (30 kg/ha, jeweils mehrere Sorten von <i>Festuca pratensis</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Phleum pratense</i> )
	a2 Weißklee-Gras (2/28 kg/ha)
	a3 Weißklee-Gras (6/24 kg/ha)
	a4 Weißklee (Milkanova, 20 kg/ha)
B Nutzungshäufigkeit	b1 3mal
	b2 5mal
	b3 7mal
C N-Düngung	c1 0 kg/ha
	c2 180 kg/ha

### 3 Ergebnisse

Die Weißkleeanteile wiesen zwischen den geprüften Faktoren und Stufen deutliche Unterschiede auf (Tab. 2). In ihrer Hauptwirkung führte die Applikation von Stickstoff im Jahresmittel in allen Jahren zu signifikant geringeren Klee-Anteilen. Dieser Einfluß konnte mit einer zunehmenden Nutzungsfrequenz abgeschwächt werden, er blieb aber erhalten. Ohne Stickstoffdüngung war der Nutzungseinfluß weniger stark wirksam. Der Weißklee-Anteil ging im Vergleich zur 7fach genutzten Narbe bei 3maliger Nutzung ohne N-Düngung um ca. 30 % zurück. Durch die N-Applikation verringerte sich der Klee-Anteil bei reduzierter Nutzungsfrequenz um mehr als 60 %.

Tabelle 2: Ertragsanteile (EA) Weißklee in % und Lichtinterzeption (LI) des Grases oberhalb des Klees in % bei differenzierter Bewirtschaftung, Jahresmittelwerte

Nutzungshäufigkeit	3 <sup>*)</sup>	ungedüngt			3 <sup>*)</sup>	gedüngt			LSD (B*C) α=5%	
		3	5	7		3	5	7		
EA	1. Jahr	12	15	19	20	4	5	7	14	3,0
	2. Jahr	9	19	26	23	2	6	11	12	3,0
	3. Jahr	4	13	17	23	2	2	5	9	1,8
LI	1. Jahr	17	14	10	8	32	22	16	9	2,8
	2. Jahr	40	19	11	11	48	25	15	12	3,0
	3. Jahr <sup>**) </sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*) 3 Schnitte aber 1. Schnitt 7-10 Tage später; \*\*) zum letzten Aufwuchs Meßgerät defekt

Eine wesentliche Ursache scheint in der Beschattung des Weißkleees zu liegen. Wird der Weißklee einem sinkenden Lichtangebot ausgesetzt, nahm sein Ertragsanteil exponentiell ab (Abb. 1). Das dem Weißklee zur Verfügung stehende Lichtangebot wird wesentlich von der durch das Gras oberhalb des Weißkleees interzeptierten Lichtmenge gesteuert. Mit zunehmender Nutzungsfrequenz in der Hauptwirkung wurde die Lichtkonkurrenz des Grases signifikant verringert (Tab. 2). Der die Lichtkonkurrenz des Grases reduzierende Effekt einer häufigen Nutzung trat bei N-Düngung stärker hervor. Ohne N-Düngung konnten zwischen 5 und 7maliger Nutzung keine Unterschiede festgestellt werden.

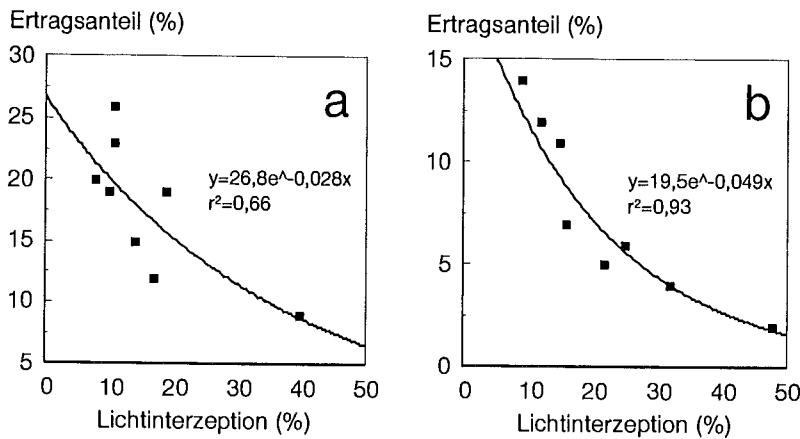


Abbildung 1: Ertragsanteile (%) des Weißkleees vs Lichtinterzeption Gras oberhalb Klee  
a) ohne N-Düngung und b) mit N-Düngung; Jahresmittelwerte

Die im dritten Versuchsjahr durchgeführten Verlaufsmessungen der Lichtinterzeption ließen auf gleicher Düngungsstufe kaum differenzierte Lichtinterzeptionswerte zwischen den Stufen der Nutzungshäufigkeit erkennen. Die Stickstoffdüngung führte an 2 der geprüften Termine zu signifikanten Unterschieden (Abb.2b). Ohne N-Düngung traten unterschiedlich hohe Lichtinterzeptionen erst mit unterschiedlich

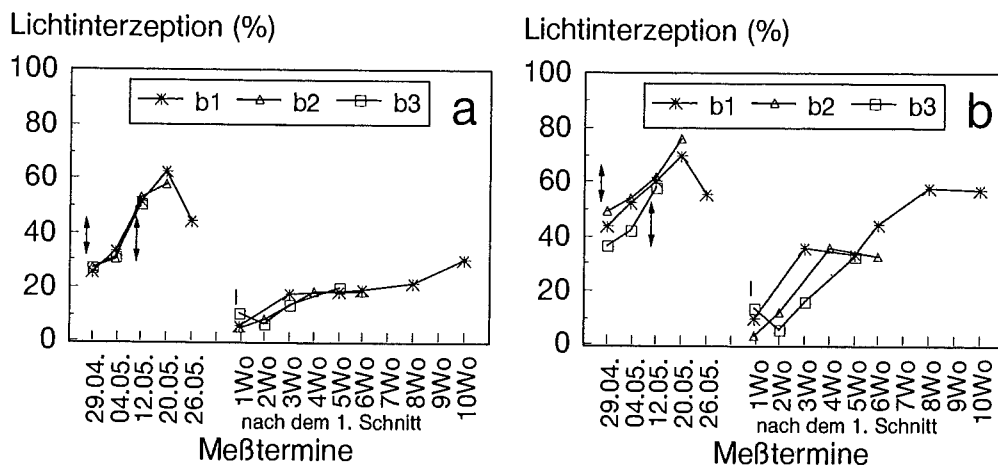


Abbildung 2: Verlauf der Lichtinterzeption des Grases oberhalb Weißklee während des 1. und 2. Aufwuchses; a) ohne und b) mit N-Düngung; Pfeile = Grenzdifferenz

langen Wuchszeiten auf (Abb. 2a). Zum ersten Aufwuchs veränderten sich die Interzeptionswerte mit der Zeit noch recht deutlich. Die resultierenden Ertragsanteile aber unterschieden sich kaum (Tab.3). Durch die bei der 3Schnittvariante (ZP) zum 1.Aufwuchs um 1 Woche verlängerte Aufwuchsperiode stieg die Lichtinterzeption ohne/ mit N-Düngung wieder auf 60 bzw. 75 % (Daten nicht gezeigt). Diese stärkere und längere Beschattung führte zu Weißklee-Anteilen von nur noch 5 bzw. 2 %. Im 2. Aufwuchs resultierten gleiche absolute Differenzen zwischen den Lichtinterzeptionswerten der 3 und 5 bzw. 7fach genutzten Narben in einer wesentlich stärkeren Abstufung der Weißklee-Anteile. Offenbar ist neben der Höhe der Lichtinterzeption auch die Länge der Beschattung für die Ausbildung des Ertragsanteils von Bedeutung.

Tabelle 3: Ertragsanteil (%) des Weißkleees in den ersten beiden Aufwüchsen im 3. Versuchsjahr

Nutzungshäufigkeit	ungedüngt			gedüngt			LSD (B*C) $\alpha=5\%$
	3	5	7	3	5	7	
1. Aufwuchs	13	10	10	4	4	4	2,7
2. Aufwuchs	14	23	21	1	6	9	3,3

#### 4 Zusammenfassung

In mit Stickstoff gedüngten Weißklee-Gras-Narben interzeptiert das Gras oberhalb des Kleees mehr Licht und drängt den Weißklee in der Narbe stark zurück. Durch ein Erhöhen der Nutzungsfrequenz kann diesem Einfluß des Stickstoffs entgegen gewirkt werden. Ohne N-Düngung kann der Weißklee auch bei 3facher Nutzung noch ausreichend Licht erhalten, um Ertragsanteile um 15 % zu erreichen. Bei dieser Nutzungsfrequenz (3 Schnitte) scheint die Länge der 1. Aufwuchsperiode den Klee-Anteil wesentlich zu beeinflussen. Die Nutzung sollte spätestens mit Erscheinen der Blütenstände erfolgen. In extensiv bewirtschafteten Weidesystemen kann bei entsprechend früher Nutzung zum 1. Schnitt und regelmäßigem Wechsel von Mahd- und Weideteilflächen zum Erhalt hoher, die N-Versorgung der Weidenarbe stabilisierende Weißkleeanteile beigetragen werden.

#### Literatur

- DAVIDSON, I. A.; CULVENOR, R. A.; SIMPSON, R. J., 1990: Effect of previous defoliation regime and mineral nitrogen on regrowth in white clover swards: Photosynthesis, Respiration, Nitrogenase activity and growth. *Annals of Botany*, Vol. 65, 665 - 679
- ERIKSEN, F. I.; WHITNEY, A. S., 1982: Growth and N fixation of some tropical forage legumes as influenced by solar radiation regimes. *Agronomy Journal*, Vol. 74, 703 - 709
- KESSLER, W.; BOLLER, B. C.; NÖSBERGER, J., 1988: Einfluß des Lichtangebotes auf das Wachstum und die biologische Stickstoff-Fixierung von Weißklee (*Trifolium repens* L.). *J. Agronomy and Crop Science*, 160, 250 - 259



- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1983: Zum Einfluß von *Trifolium repens* L. auf die Anfangsentwicklung perennierender Mischbestände in Abhängigkeit von Saatgutmischung, N-Aufwand und Zeit. *Z. Acker- und Pflanzenbau*, 152, 68 - 79
- SCHWANK, O.; BLUM, H.; NÖSBERGER, J., 1986: The influence of irradiance distribution on the growth of white clover (*Trifolium repens* L.) in differently managed canopies of permanent grassland. *Annals of Botany*, 57, 273 - 281
- SERESINHE, T.; HARTWIG, U. A; KESSLER, W.; ..., 1994: Symbiotic nitrogen fixation of white clover in a mixed sward is not limited by height of repeated cutting. *J. Agronomy and Crop Science*, 172, 279 - 288
- WEIBBACH, F., 1995: Über die Schätzung des Beitrages der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierung durch Weißklee zur Stickstoffbilanz von Grünlandflächen. *Landbauforschung Völkenrode*, 45, H. 2, 67 - 74

#### **Anschrift der Verfasser**

A. Milimonka / K. Richter, Humboldt-Universität Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstr. 42, 10099 Berlin,

# **Pflanzenbestände und Futterqualität einer Mähstandweide bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität**

H. GIEBELHAUSEN UND K. RICHTER

## **1 Einleitung**

Die Mutterkuhhaltung hat sich in Deutschland zu einem Zweig der Rindfleischerzeugung entwickelt. Als Weideverfahren hat sich die Stand-/ Mähstandweide durchgesetzt. Im Vergleich zur Koppel- und Umtriebsweide stehen hier den Weidenarben durch den nahezu ständigen Verbleib der Tiere auf der Fläche kaum längere Perioden zur Bestandesregeneration zur Verfügung. Es ist zu erwarten, daß die Narben auf den höheren Nutzungsstreß mit Veränderungen der botanischen Zusammensetzung, des Massenwachstums sowie ihrer Futterwertparameter reagieren (KLAPP 1971, VOIGTLÄNDER & JACOB 1987, OPITZ von BOBERFELD 1994). Um ungünstige Einflüsse auf die Pflanzenbestände abzuwenden, wird eine differenzierte Bewirtschaftung zum Erhalt der Narben bedeutsam. Auf einem Niederungsstandort im Havelland des Landes Brandenburg wurde daher auf einer Mähstandweide mit Mutterkühen die Wirkung von Nachsaat, unterschiedlicher Düngung und Besatzstärke auf die botanische Zusammensetzung und ausgewählte Futterwertparameter der Grünlandnarben untersucht. Der Weideversuch wurde vom FG Grünlandsysteme der Humboldt-Universität, der Landesanstalt für Landwirtschaft, Abteilung Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue, und dem Verband zu Förderung extensiver Grünlandwirtschaft e. V. (Grünlandverband) konzipiert und seit 1995 gemeinsam durchgeführt.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Standort, Pflanzenbestände und Versuchsvarianten**

Der grundwasserbeeinflusste Versuchsstandort befindet sich nordwestlich von Berlin in der Gemarkung Ebereschenhof, einer Übergangslage zwischen dem Niedermoorgebiet Havelländisches Luch und der Nauener Platte. Die Weideflächen weisen bei wechselndem Mikrorelief sowohl humos-sandige Substrate als auch Niedermoorboden auf. Die kontinentale Prägung des Klimas kommt mit 8,8 ° C im Jahresdurchschnitt sowie einer Niederschlagsmenge von nur 503 mm zum Ausdruck. Der mittlere Grundwasserstand in der Vegetationszeit lag von 1996-1998 bei 91 cm (53 ... 140 cm) u. GOF und damit im Grenzbereich für eine sichere Wasserversorgung der Grünlandbestände.

Zu Versuchsbeginn dominierten auf den trockeneren Teilflächen mit sandigen Böden Wiesenrispe, Quecke, Ackerkratzdistel, Löwenzahn, während im Übergangsbereich bis zu den feucht-nassen Torfsenken Rohrglanzgras, Schwaden- und Seggen-Spezies, Wiesenfuchsschwanz und Rasenschmiele hohe Anteile einnahmen. Je nach Relief, Wasserverhältnissen wurden Dauerbeobachtungsquadrate (DQ) eingerichtet und die Narbenzusammensetzung im Frühjahr, Sommer und Herbst nach KLAPP/STÄHLIN geschätzt. Die Probenentnahme zur Bestimmung der Gehalte an Rohprotein und

Gerüstsubstanz erfolgte von den DQ ab Mai bis Juli in vierzehntägigem Abstand und ab August bis Oktober monatlich. Die der ADF-Gehalte des Futters wurde nach VAN SOEST & MARCUS (1964) bestimmt und die Energiedichte (ED) nach der Funktion von KIRCHGESSNER & KELLNER (1981):  $NEL \text{ (MJ/kg TS)} = 9,23 - 0,105 * ADF \text{ (\%)} \text{ geschätzt}$ . Tabelle 1 zeigt die konzipierten Bewirtschaftungsvarianten des Weideversuches.

Tabelle 1: Stufen der Bewirtschaftungsintensität im Weideversuch Ebereschenhof

Stufen	Besatzstärke (GV/ha)	Bewirtschaftung	
		Nachsaat	Düngung
a1 (Koppel 2)	1,4	ohne	ohne
a2 (Koppel 4)	1,1	mit	PK-Düngung (26/80 kg/ha)
a3 (Koppel 5)	1,8	mit	NPK-Düngung (120/26/80 kg/ha)

Die Nachsaat von Deutschem Weidelgras (18 kg/ha; 4 Sorten) und Weißklee (2 kg/ha) erfolgte im April 1995 mit einem Schlitzsägerät in den krümligen Boden. Nachfolgend werden die Bestandesentwicklungen der 1. Aufwüchse repräsentativer DQ und die Futterwertergebnisse der Koppeln 4 und 5 vorgestellt. Eine Ergebnisdarstellung aller Versuchskoppeln erfolgte von GIEBELHAUSEN & BAECK (1999).

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Wirkung der Nachsaat auf die Pflanzenbestände

Durch die Nachsaat von Deutschem Weidelgras und Weißklee konnten die Pflanzenbestände der ständig beweideten Teilflächen sowohl der Koppel 4 mit dem geringeren Tierbesatz und PK-Düngung als auch der Koppel 5 mit erhöhter Besatzstärke und NPK-Düngung in ihrer Zusammensetzung deutlich verändert werden (Tab. 2). Während sich auf Koppel 4 der Weißklee in den Narbenlücken gut zu etablieren vermochte, entwickelte sich auf der intensiver bewirtschafteten Koppel 5 das konkurrenzstarke Weidelgras ab 1997 zum Hauptbestandesbildner. Die Ausbreitung der nachgesäten Arten war mit einem unerwartet starken Rückgang der Wiesenrispe verbunden, die der zunehmenden Konkurrenz und dem ständigen Narbenverbiß durch die Mutterkühe offenbar nicht gewachsen war. Die Bestandesverbesserungen beider Koppeln bewirkten in Verbindung mit der Düngung eine Ertragserhöhung, die zur Steigerung der Tierleistungen pro Hektar im Vergleich zur nicht nachgesäten und ungedüngten Koppel 2 führte (PRIEBE & HENNING 1999).

Auch auf den nicht nachgesäten, feuchteren sowie im Frühjahr nicht weidefähigen Mähteilflächen der Koppel 4 und 5 traten erhebliche Bestandesveränderungen ein. So sanken die Anteile der 1995 auf Koppel 4 dominanten Schwadenarten von 60 % auf weniger als die Hälfte im Jahre 1999 ab.

Tabelle 2: Einfluß der Nachsaat in Abhängigkeit von Düngung und Tierbesatz auf die Pflanzenbestände von Weideteilflächen einer Mähstandweide. Ebereschenhof 1995 bis 1999, Ertragsanteile in %

Ausgangsbestand	Pflanzenarten	1995	1997	1998	1999
Wiesenrispe/ Quecke mit Nachsaat und PK-Düngung (Koppel 4)	Wiesenrispe	61	13	17	20
	Quecke	8	10	15	6
	Dt. Weidelgras	0	15	10	18
	Weißklee	1	40	13	24
	Löwenzahn	5	2	5	3
	Sonstige Arten	25	20	40	29
Wiesenrispe/ Quecke mit Nachsaat und NPK-Düngung (Koppel 5)	Wiesenrispe	47	10	12	12
	Quecke	18	2	5	4
	Dt. Weidelgras	0	50	60	53
	Weißklee	0	15	8	6
	Löwenzahn	5	3	2	3
	Sonstige Arten	30	20	13	22

Demgegenüber stiegen die Anteile der Seggenarten auf etwa 40 % an. Rohrglanzgras, 1995 Hauptbestandbildner der Mähteilfläche von Koppel 5, wurde durch sommerliche Beweidung und infolge häufiger Sommertrockenheit fast völlig aus dem Bestand verdrängt und durch Gemeine Risppe sowie Wiesenrispe ersetzt. In 5 Jahren veränderten sich die Bestände mit vormals hohen Anteilen massewüchsiger Obergräser zu mehr weidetoleranteren Risppe- und Seggenbeständen. Diese Entwicklungen werden sowohl auf den Verbiß- und Tritteinfluß der Weidetiere als auch auf die hohen Nährstoffentzüge durch oft zu späte Mahd der 1. Aufwüchse zurückgeführt. Ein ausreichender Nährstoffersatz hat daher für den Erhalt der Ertragsfähigkeit von Mähteilflächen auf Mähstandweiden mit Mutterkühen große Bedeutung.

### 3.2 Futterqualität verschieden bewirtschafteter Mähstandweiden

Zur Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfes für Erhaltung, Trächtigkeit und etwa 10 bis 12 kg Milch in der Säugeperiode müssen auch für Mutterkühe Grundnormen der Futterqualität im Weidefutter und in den Konservaten zur Winterfütterung gesichert werden. Den Tieren der Versuchskoppeln 4 und 5 konnte im Weidefutter eine gute bis sehr gute Futterqualität angeboten werden (Tab. 3).

Insgesamt war das Weidefutter von Koppel 4 gegenüber Koppel 5 etwas protein- und energieärmer, dafür jedoch struktureicher. Ab Juli unterschieden sich die Qualitätswerte zwischen den untersuchten

Weideflächen deutlicher zu Ungunsten der weidelgrasärmeren nicht mit Stickstoff gedüngten und mit

weniger Tieren besetzten Koppel 4. Für die Weidetiere war dies nicht nachteilig, da sie aus einem reichlichen Futterangebot mit noch guter Qualität selektieren konnten. Auch zu Beginn der Weideperiode wies das kräuter- und weißkleereichere Weidefutter von Koppel 4 ebenso gute Protein- und Energiegehalte auf wie das der weidelgrasreichen Narbe auf Koppel 5.

Tabelle 3: Futterqualität von Weideteilflächen einer Mähstandweide in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand. Ebereschenhof Koppel 4 und 5, Mittelwerte von 1995 bis 1998

Pflanzenbestand	Parameter	ME	Monat					
			Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
Wiesenrispe/ Quecke mit Nachsaat und PK-Düngung (Koppel 4)	XP	% i.d. TS	17,5	15,6	14,9	16,3	14,6	13,2
	ADF	% i.d. TS	26,2	28,4	31,6	31,2	32,0	31,2
	ED	MJ NEL/kg TS	6,48	6,25	5,91	5,96	5,73	5,97
Wiesenrispe/ Quecke mit Nachsaat und NPK-Düngung (Koppel 5)	XP	% i.d. TS	18,7	14,7	17,0	17,3	18,1	21,2
	ADF	% i.d. TS	24,9	28,1	30,2	29,7	26,1	29,0
	ED	MJ NEL/kg TS	6,22	6,29	6,03	6,17	6,49	6,19

#### 4 Zusammenfassung

Nachsaat von Deutschem Weidelgras und Weißklee verbesserte die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände sowie die Ertragsfähigkeit und Futterqualität von Mähstandweiden. Deutschem Weidelgras verdrängte jedoch auf der intensiver bewirtschafteten Fläche die standorttypische Wiesenrispe. Auf der weniger intensiv bewirtschafteten Weidefläche etablierte sich der Weißklee gut; auch hier ging der Anteil der Wiesenrispe zurück. Offenbar benötigt Wiesenrispe auf Stand-/Mähstandweide bei mehr kontinental geprägtem Klima längere Ruhephasen zur Regeneration. Narbenentwicklung und Ertrag der Mäheteilflächen werden maßgeblich vom Nährstoffentzug und den Möglichkeiten der Ersatzdüngung bestimmt. Treten Unkräuter/Ungräser wie Disteln, Ampfer, Rasenschmiele u.a. auf, so muß teilflächenbezogen nachgemäht werden.

Die zitierte Literatur liegt bei den Autoren vor.

#### Anschrift der Verfasser

H. Giebelhausen / K. Richter, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstr. 42, 10115 Berlin.

# Standortgerechte Milchproduktion aus Sicht des Futterbaus

W. KESSLER UND C. STUTZ

Auf verschiedenen Milchproduktionsbetrieben wurde untersucht, wie sich die Nährstoffflüsse im Grünland in Abhängigkeit der Milchleistung, der Futtergrundlage und Fütterung des Milchviehs verändern. Sobald auf einem Graswirtschaftsbetrieb mit ausschliesslich Milchproduktion und eigener Aufzucht mehr als 20 % des durch die Tiere aufgenommenen Phosphats aus betriebsfremdem Futter stammte, reicherte sich Phosphat im Nährstoffkreislauf des Betriebes an. Somit müsste die Milchproduktion hauptsächlich auf betriebseigenem Futter basieren, was die Frage nach der in Graslandregionen anzustrebenden bzw. möglichen Milchleistung aufwirft.

## 1 Einleitung

Während der letzten Jahrzehnte konnte der Futterbau der Milchleistungssteigerung in der Viehzucht und den damit verbundenen höheren Ansprüchen der Tiere erfolgreich begegnen durch Intensivierung der Wieslandbewirtschaftung, Verbesserung der Futterkonservierung und bessere Gestaltung der Fütterung. Dies ermöglichte, dass das Milchvieh in der Schweiz bis heute vorwiegend mit betriebseigenem Rauhfutter und wenig Kraftfutter gefüttert werden konnte.

Der anhaltende Fortschritt in der Tierzucht verlangt Energiedichten in der Futtermittellieferung, die immer weiter über dem Potential des Wiesenfutters liegen. Die Tiere müssen mit mehr Kraftfutter gefüttert werden. Mit den zugeführten betriebsfremden Futtermitteln gelangen zusätzliche Nährstoffe in den Nährstoffkreislauf, was sich auf Grünlandbetrieben auf die Nachhaltigkeit des Futterbaues und die Umwelt auswirken kann.

In der vorliegenden Arbeit untersuchten wir aus Sicht des gesamtbetrieblichen Nährstoffhaushaltes, wo die Grenzen der Intensivierung auf Grünlandbetrieben mit Milchvieh liegen.

## 2 Material und Methoden

Auf neun Milchproduktionsbetrieben (mit und ohne Schweinehaltung bzw. Ackerbau) verschiedener Regionen der Schweiz wurden 1997 die Nährstoffsituation im Futterbau erfasst und analysiert und danach Veränderungen im Bereich Tierhaltung/Fütterung simuliert. Zum Zeitpunkt der Erhebungen wiesen alle Betriebe einen ausgeglichenen Nährstoffhaushalt (Anfall/Bedarf; LBL, 1995 b) auf. Der Nährstoffkreislauf der Betriebe wurde unterteilt in mehrere Stationen (Milchvieh inkl. Aufzucht, Stall/Hofdüngerlager, Wiesland, Rauhfutterlager, Schweinehaltung, Ackerbau). Die Flüsse zwischen

den Stationen sowie die Zu-/Wegflüsse von und nach ausserhalb des Betriebes wurden auf der Basis von Normen und Richtwerten sowie von Literaturangaben bilanziert (Import/Export).

Die Berechnungen wurden angestellt für Herdenleistungen von durchschnittlich 5000 kg, 6000 kg und 7000 kg pro Kuh und Jahr (Nutzungsdauer 4 Jahre, fixes Milchkontingent). Die Wiesenlandfläche wurde jeweils nach dem Futterbedarf des Milchviehs (inklusive Aufzucht) korrigiert.

Die Fütterung wurde unter Berücksichtigung eines beschränkten Grundfutter- und Gesamtverzehrvermögens nach Energie, Protein und Mineralstoffen bedarfsgerecht gestaltet (RAP, 1994; LBL, 1995 a). Sie erfolgte mindestens mit Grün- und Dürffutter, ergänzt durch Kraftfutter. Die Berechnung der standortgerechten Milchleistung pro Tier und des Milchertrages pro Fläche basierte auf Rationen mit 85 % Wiesenfutter (Grünfutter, Dürffutter und Grassilage) und 15 % Kraftfutter.

### 3 Resultate und Diskussion

#### 3.1 Standortgerechte Milchproduktion aus Sicht der Nährstoffflüsse

Der Einfluss der Milchleistung und der Fütterung auf die Nährstoffflüsse wird nachfolgend am Beispiel der Phosphatflüsse eines ausgewählten Grünlandbetriebes dargestellt.

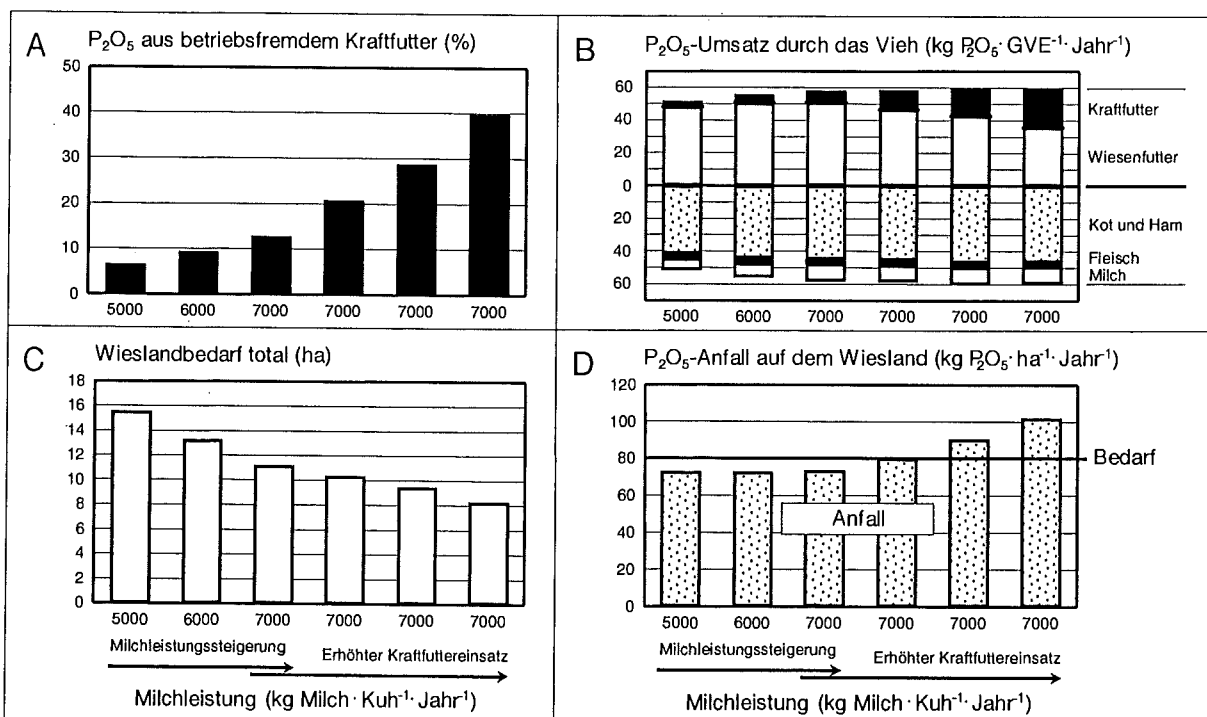


Abbildung 1: A: Beitrag des betriebsfremden Kraftfutters am Phosphatumsatz beim Milchvieh  
 B: Jährlicher Phosphatumsatz einer Grossvieheinheit (Milchvieh inkl. Aufzucht)  
 C: Gesamter Wiesenlandbedarf zur Fütterung des Milchviehs (inkl. Aufzucht)  
 D: Anfall an Phosphat in Wirtschaftsdüngern und Bedarf pro Hektare Wiesenland in Abhängigkeit der Milchleistung und des Kraftfuttermittels auf einem Milchwirtschaftsbetrieb im schweizerischen Mittelland (600 m ü. M., kein Ackerbau).

Nur rund 20 % der durch die Tiere aufgenommenen Phosphatmenge verlassen in tierischen Produkten (Milch und Fleisch) den Betrieb, der Rest bleibt in den Wirtschaftsdüngern (Abb. 1, B). Bei steigender Milchleistung und erhöhtem Fremdfuttereinsatz (Abb. 1, A) reduziert sich die zur Fütterung des Milchviehs benötigte Wieslandfläche (Abb. 1, C). Auf dieser entsteht im Verhältnis zum Düngebedarf (WALTHER ET AL., 1994) ein Phosphatüberschuss, sobald Fremdfutter mehr als 20 % zum Phosphatumsatz der Tiere beiträgt (Abb. 1, A und D).

### **Konsequenzen für die Milchproduktion**

- *Graswirtschaftsbetriebe ohne Ackerbau:* Dem Milchvieh sollte neben betriebseigenem Rauhfutter nicht mehr als 15 % (auf Basis der Trockenmasse) betriebsfremdes Kraftfutter verfüttert werden.
- *Graswirtschaftsbetriebe mit Schweinehaltung:* Müssen auf dem Wiesland zusätzlich zu den Wirtschaftsdüngern aus der Rindviehhaltung solche aus der Schweinehaltung ausgebracht werden, wird der für die Rindviehfütterung tolerierbare Fremdfutteranteil noch kleinerer.
- *Graswirtschaftsbetriebe mit Ackerbau:* Nährstoffe, die den Bedarf des Wieslandes übersteigen, können im Ackerbau eingesetzt werden. Es bestehen kaum Fütterungseinschränkungen.

### **3.2 Standortgerechte Milchleistung aus Sicht des Futterbaus**

Mit Futter von intensiv nutzbaren Wiesen können höhere Milchleistungen erzielt werden als mit solchem von wenig intensiv nutzbaren (Tab. 1). Wegen tieferer Futtererträge bei kürzerer Vegetationszeit sind in höheren Lagen um 1200 m ü. M. weniger hohe Milcherträge pro Fläche möglich als in den tiefer gelegenen Gunstlagen (500 m ü. M.; Tab. 1).

Tabelle 1: Standortgerechte Milchleistung und Milchertrag/ha in Abhängigkeit der Höhenlage, berechnet für einzelne Wiesentypen bzw. als Durchschnitt für einen Betrieb (Annahmen: ausgewogene Wiesenbestände; milchbetonte Kuhrasse, 5 Jahre Nutzungsdauer).

	Jährliche Milchleistung/Kuh (kg)		Jährlicher Milchertrag (kg/ha)	
	500 m ü. M.	1200 m ü. M.	500 m ü. M.	1200 m ü. M.
<i>Fläche Bewirtschaftung</i>				
- intensiv	6 450	5 850	14 250	10 150
- mittelintensiv	5 550	5 450	9 300	6 900
- wenig intensiv	5 200	4 800	6 000	4 250
<i>Betriebsdurchschnitt*</i>	6 500	5 900	12 200	8 820

\*) Bei: 50 % Mähweiden intensiv, 50 % Mähwiesen (25 % intensiv, 15 % mittelintensiv, 10 % wenig intensiv)

Unter Annahme einer aus verschiedenen Wiesentypen zusammengesetzten Wieslandfläche ergeben sich für Betriebe in diesen beiden Höhenlagen unterschiedliche anzustrebende Milchleistungen wie auch unterschiedliche mögliche Milcherträge pro Hektare Wiesland (Tab. 1).



Sowohl die Ertragsfähigkeit als auch die Qualität des Wiesenfutters hängen stark von standortabhängigen natürlichen Faktoren ab. Diese Faktoren setzen innerhalb des Graswirtschaftsgebietes der Milchleistungssteigerung und dem Milchertrag pro Wieslandfläche die Grenzen.

#### **4 Schlussfolgerungen**

Unter den ökologischen Rahmenbedingungen der Schweiz dürften die Milchwirtschaftsbetriebe je nach Produktionsbedingungen eine der folgenden Richtungen einschlagen:

- *Ackerbaugesbiet:* System mit Hochleistungskühen und Mischrationen mit viel Kraftfutter
- *Graswirtschaftsgebiet:* System mit weniger leistungsfähigen Tieren und grasbetonten Rationen

Um die Bewirtschaftung und Erhaltung des Dauergrünlandes (in der Schweiz 70 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche) insbesondere im Hügel- und Berggebiet sicherzustellen, muss die Milchproduktion aus Wiesenfutter konkurrenzfähig sein.

Die Ziele der Viehzucht sollten überprüft und je nach betrieblicher Futterbasis differenziert werden.

Im Hinblick auf eine umweltverträgliche landwirtschaftliche Produktion sind Graslandssysteme in Bezug auf ihre Nachhaltigkeit (und Tiergerechtigkeit) zu vergleichen und zu optimieren.

#### **Literatur**

- LBL, LANDWIRTSCHAFTLICHE BERATUNGSZENTRALE, 1995 a. Fütterungsplan für Milchkühe. LBL, CH-8315 Lindau.
- LBL, LANDWIRTSCHAFTLICHE BERATUNGSZENTRALE, 1995 b. Gesamtbetrieblicher Nährstoffhaushalt. Formular (5. Aufl.), LBL, CH-8315 Lindau.
- RAP, FORSCHUNGSANSTALT FÜR VIEHWIRTSCHAFTLICHE PRODUKTION, POSIEUX, SCHWEIZ (Hrsg.), 1994. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. (3. überarb. Aufl.), 328 S.
- WALTHER U., MENZI H., RYSER J.-P., FLISCH R., JEANGROS B., KESSLER W., MAILLARD A., SIEGENTHALER A. F., VUILLOUD P. A., 1994. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung 1 (7), Sonderbeilage, 40 S.

#### **Anschrift der Verfasser**

W. Kessler / C. Stutz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau  
Reckenholzstrasse 191/211, CH-8046 Zürich, Schweiz.

# Selenversorgung des Weideviehs mit selenhaltigen Mineraldüngern

F. LORENZ UND H.-J. BOEHNKE

## 1 Einleitung

Selen ist ein essentieller Nährstoff für Mensch und Tier. Es ist Bestandteil des Enzyms Glutathion-Peroxidase, das Entgiftungsreaktionen von Peroxiden katalysiert und deshalb vor allem in stark beanspruchtem Gewebe wie z. B. den Muskeln oder der Milchdrüse von Bedeutung ist. Selenmangel kann bei Rindvieh zu Lahmheit (Festliegen), zu Euterentzündung und zu Fruchtbarkeitsstörungen führen.

Selenmangel wird besonders häufig auf der Weide bei Rindern beobachtet, die ohne Beifütterung bleiben. Die Untersuchung des Selengehaltes im Blut von 1.974 Rindern in Weser-Ems aus den Jahren 1995 und 1996 (BOEHNKE *et al.* 1997) ergab im Mittel bei ¼ der landwirtschaftlichen Betriebe eine ausreichende Selenversorgung, bei der Hälfte jedoch eine teilweise ungenügende bzw. allgemein mangelhafte Selenversorgung und bei einem weiteren Viertel sogar Selenmangel bei allen Tieren.

Nach einer Literaturübersicht von BRUB (1998) werden Se-Gehalte im Futter zwischen 0,05 und 0,3 mg Se kg<sup>-1</sup> TS<sup>-1</sup> zur Deckung des Selenbedarfs angegeben. Im allgemeinen wird von einem erforderlichen Gehalt von 0,1 mg Se kg<sup>-1</sup> TS<sup>-1</sup> ausgegangen. Zwischen Mangel und Toxizität liegt nur ein enger Konzentrationsbereich. Eine dauerhafte Aufnahme von 2 mg Se kg<sup>-1</sup> TS<sup>-1</sup> erscheint noch tolerabel, 5 mg Se kg<sup>-1</sup> TS<sup>-1</sup> und mehr wirken toxisch (BRUB 1998; COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION 1980).

Die beiden gängigen Verfahren zur Behebung von Selenmangelsituationen sind die tierärztliche Applikation (Injektion im akuten Fall) und die Fütterung selenangereicherter Mineralstoffmischungen und Milchleistungsfutter. Auf der Weide können zwar auch Leckschalen zur Selenversorgung beitragen, jedoch ist die Salzaufnahme aus Leckschalen von Tier zu Tier höchst unterschiedlich, so daß eine ausgewogene Zufuhr meistens nicht bei allen Tieren gewährleistet ist.

Die Selenversorgung über die Düngung und somit über das Grundfutter könnte zu diesen Verfahren eine Alternative darstellen, denn im Gras enthaltene Nährstoffe gelangen gleichmäßig in alle Tiere. Seit dem Frühjahr 1999 wird ein Mehrnährstoffdünger (NPK 21-6-10 mit Mg, Schwefel, Natrium und Bor) als Weidedünger mit einem Selenzusatz von 0,0018% (18 Gramm Selen pro Tonne als Natriumselenat [Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>], einer gut von den Pflanzen aufnehmbaren Form) angeboten. 1998 wurde die Wirkung des Düngers auf die Selengehalte im Grünlandaufwuchs und auf die Selengehalte im Blut von Weiderindern in Exakt- und Weideversuchen überprüft.

## 2 Düngewirkung in Feldversuchen

Die Exaktversuche wurden auf drei Sandböden (ein humusarmer und zwei humose) in Weser-Ems angelegt. Die Wirkung des Weidedüngers auf die Selengehalte im Grünlandaufwuchs wurde im Vergleich zu Kalkammonsalpeter getestet. Drei Schnitte wurden geerntet, wobei aber nur zu den ersten beiden Nutzungen der selenhaltige Weidedünger und zum dritten Schnitt ebenfalls Kalkammonsalpeter ausgebracht wurde. Die insgesamt verabreichten N- und Se-Gaben sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. Zum ersten Schnitt wurde zusätzlich eine Rindergüllegabe von 20 m<sup>3</sup>/ha ausgebracht. Jedes Versuchsglied wurde viermal wiederholt, die Parzellen waren randomisiert.

Tabelle 1: Versuchsaufbau des Selendüngungsversuches zur Schnittnutzung (Gabe von 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> Rindergülle nur zum 1. Schnitt)

	Gülle zum 1. Schnitt	N-Gabe (kg ha <sup>-1</sup> ) zum			Selengabe (g ha <sup>-1</sup> ) zum		
		1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Mit Kalkammonsalpeter	ohne	110	70	40	-	-	-
	20 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	80	70	40	-	-	-
Mit selenhaltigem Weidedünger	ohne	110	70	40	9,4	6,0	-
	20 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	80	70	40	6,9	6,0	-

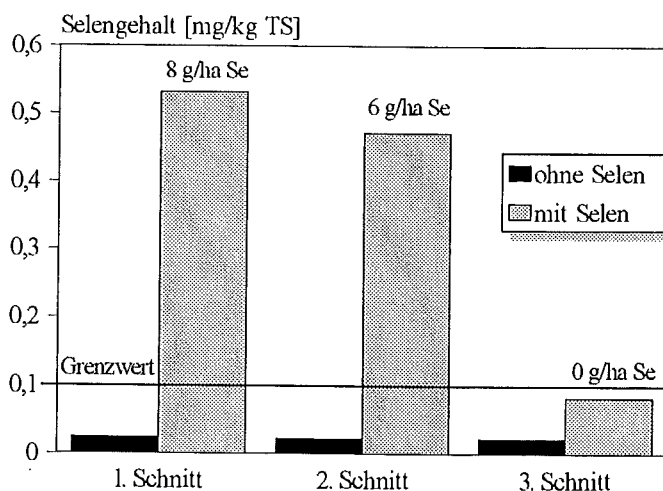


Abb. 1: Selengehalte im Grünlandaufwuchs auf Sandboden bei Schnittnutzung (Exaktversuch 1998).

Abbildung 1 zeigt die Selengehalte im Aufwuchs eines der drei Standorte im Mittel der Versuchsvarianten ohne und mit Gülle. Die Ergebnisse ähnelten sich auf allen drei Standorten sehr. Ohne Selendüngung blieben die Selengehalte bei allen drei Schnitten erheblich unter dem Grenzwert von 0,1 mg Se pro kg Trockenmasse. Durch die Selendüngung wurden die Selengehalte bei den ersten beiden

Schnitten sehr deutlich angehoben. Die Selendüngung hatte allerdings eine sehr geringe Nachwirkung. Unterblieb die Düngung wie beispielsweise beim dritten Schnitt, so sanken die Gehalte fast wieder auf das Ausgangsniveau ab. Eine Nachwirkung tritt nur in sehr geringem Umfange ein, weil das Selen im Boden recht bald in eine relativ schlecht pflanzenverfügbare Form (Selenit) umgewandelt wird (Halbwertszeit 23 – 28 Tage; STÜNZI 1989). Der Dünger wirkt also vor allem bei der Nut-

zung, zu der er verabreicht wurde. Die Höhe der Gehalte im Gras ist von der Düngermenge abhängig. Die Gülledüngung hatte keinen Einfluß auf die Selengehalte im Aufwuchs.

### 3 Düngewirkung im Weideversuch

Die Wirkung der Selendüngung auf die Selengehalte im Blut von Weiderindern wurde in einem Weideversuch überprüft. Hierzu wurden zwei Hochmoorweiden ausgewählt. Die Grunddüngung erfolgte auf beiden Flächen betriebsüblich, jedoch wurde die Stickstoffdüngung auf einer Weide mit Kalkammonsalpeter durchgeführt, während die andere Weide mit dem selenhaltigen Weidedünger gedüngt wurde. Die Weide wurde während der Vegetationszeit fünfmal gedüngt. Die aufgebrachten N-Mengen betragen ca. 60 kg ha<sup>-1</sup> bei der ersten und jeweils ca. 40 kg ha<sup>-1</sup> N bei den Folgenutzungen; mit dem Weidedünger wurden zusätzlich 5,4 g ha<sup>-1</sup> Selen bei der ersten und 3,6 g ha<sup>-1</sup> Selen bei den Folgenutzungen zugeführt. Bei den Tieren handelte es sich um Färsen, die auf der Weide belegt wurden und bei Versuchsbeginn ca. 400 kg wogen. Die Rinder wurden während des gesamten Sommers ausschließlich über die Weide ernährt und erhielten keine Beifütterung über Mineral- oder Kraftfutter.

Tabelle 2: Selengehalte im Grünlandaufwuchs eines Weideversuches

Nutzung	Probenahmetermin	Selengedüngte Fläche	Nicht selengedüngte Fläche
		mg Se je kg TS	mg Se je kg TS
1	7. Mai 1998	0,10	0,03
2	4. Juni 1998	0,44	0,02
3	24. Juli 1998	0,12	0,01

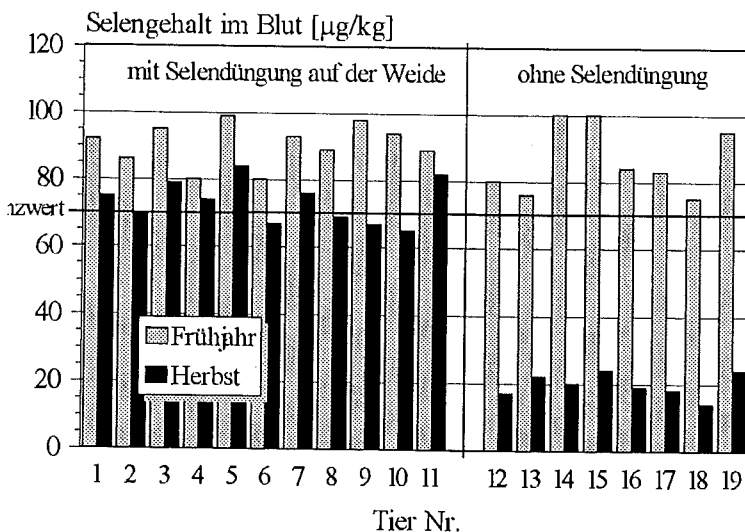


Abb. 2: Selengehalte im Blut zweier Gruppen von Weiderindern im Frühjahr und Herbst 1998. Die Versuchsgruppe weidete auf einer Grünlandfläche, die mit einem selenhaltigen Mehrnährstoffdünger gedüngt worden war, während auf der Weide der Kontrollgruppe kein mit Selen versehener Dünger ausgebracht wurde.

Der Aufwuchs wurde zu drei Nutzungen beprobt (Tabelle 2). Mit Selendüngung lagen die Gehalte bei der ersten und dritten Nutzung knapp über 0,1 mg Selen je kg TS, bei der zweiten Nutzung deutlich darüber. Wie sich die Selendüngung auf die Selengehalte im Blut ausgewirkt hat, zeigt Abbildung 2. Hier sind die Selengehalte der Kontrollgruppe auf der Weidefläche ohne Selendüngung und auf der Weidefläche mit Selendüngung miteinander verglichen worden. Die Blutproben wurden am 9. April 1998 und am 6. Oktober 1998 gezogen. Zur Probenahme im April lagen die Blutgehalte aller Tiere über dem unteren Grenzwert für optimale Blutgehalte (70 µg Se je kg Blut), bedingt durch selenhaltige Mineralfuttermittel in der Winterfütterung. Im Herbst wurde bei den Tieren, die auf der selengefügten Weidefläche gegrast hatten, Selengehalte gemessen, die sich in Höhe des Grenzwertes bewegten. In der Kontrollgruppe ohne Selen waren die Selengehalte mit Werten um 20 µg Se je kg Blut drastisch in den Mangelbereich abgesunken.

#### 4 Schlußfolgerung

Die Versuche haben gezeigt, daß mit einem selenhaltigen Mehrnährstoffdünger die Selengehalte sowohl im Grünlandaufwuchs als auch im Blut von Weiderindern in optimale Bereiche angehoben werden können. In der Praxis ist die Düngung von Jungtierweiden ein sinnvoller Einsatzbereich. Auf Milchkuhweiden ist der Einsatz nicht notwendig, denn hier erfolgt die Mineralstoffzufuhr in der Regel im Melkstand oder auf dem Futtertisch. Die Einsatzmengen sollten sich stets am N-Bedarf der einzelnen Nutzungen orientieren, der für Weiden in Weser-Ems je nach Standort und Intensität der Nutzung zwischen 30 und 60 kg ha<sup>-1</sup> N je Nutzung liegt. Dann besteht keine Gefahr, daß Selen im Aufwuchs über ein sinnvolles Maß hinaus angereichert wird. Von Seiten der Düngemittelindustrie sollte geprüft werden, ob für Standorte mit guter P- und K-Versorgung nicht auch mit Selen supplementierte Stickstoffeinzeldünger angeboten werden können.

#### Literatur

- BOEHNKE, H. J., A. KLASINK u. J. EHLERS (1997): Selengehalte im Blut von Rindern im Weser-Ems-Gebiet sowie Effekt einer Se-Düngung der Weideflächen auf den Se-Gehalt im Aufwuchs und im Blut von Weiderindern auf einem extremen Selenmangel-Standort. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* **104**, 534-536.
- BRUB, A. (1998): Untersuchungen zum Haushalt und zum Transfer von Selen im System Boden/Pflanze an einigen nord- und ostdeutschen Standorten. Dissertation, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 113 S.
- COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION (1980): Mineral Tolerance of Domestic Animals. National Academy of Sciences, Washington, 577 S.
- GISSEL-NIELSEN, G. (1987): Forbedring af afgrødernes selenindhold. En oversigtsartikel. *Landbrugets informationskontor* **8** (1), 3-11.
- STÜNZI, H. (1989): Applikation von Selen auf Dauerwiesen. 2. Die Selengehalte, nach einer Frühjahrsgabe von 20 g Selen pro Hektar als Selenat. *Schweiz. Landw. Fo.* **28** (3/4), 149-160.

#### Anschriften der Verfasser

- Dr. Frank Lorenz, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUF) der LWK Weser-Ems, Postfach 2549, D-26015 Oldenburg.
- Dr. Hans-Joachim Boehnke, Institut für Tierzucht, Tierhaltung und Tiergesundheit (ITT) der LWK Weser-Ems, Postfach 2549, D-26015 Oldenburg.

# Räumliche Analysen zum Einfluß der Standortheterogenität auf die Grünlandnarbe mit einem Geo-Informationssystem (GIS)

TH. FRICKE UND G. SPATZ

## Einleitung

Die Artenzusammensetzung und Produktivität des Grünlandes wird neben der Nutzung in bedeutendem Maße durch die Qualität der Standortfaktoren beeinflusst. Dabei liegen sie nicht als homogene Bedingungen für die einzelnen Nutzflächen vor, sondern variieren innerhalb jeder Fläche mehr oder weniger stark. Geologie, Boden und Relief nehmen hierbei mit ihren Einflußfaktoren wie Hangneigung, Wasser- und Nährstoffgehalten eine dominierende Rolle ein.

Mit der Möglichkeit über Geo-Informationssysteme (GIS) Grünlandstandorte nicht nur punktuell oder entlang von Gradienten, sondern ganzflächig zu betrachten und zu analysieren, eröffnen sich zur Darstellung ökologischer Zusammenhänge zwischen Grünlandvegetation bzw. Grünlandproduktion und Standort neue Dimensionen. Neben der eigentlichen Analyse komplexer ökologischer Beziehungen stellen sich auch Fragen zur Methodik der möglichst realitätsnahen Erfassung von Standortheterogenität sowie zur Auswertung mit multivariaten Methoden.

Folgende Aspekte sind im Einzelnen von Bedeutung:

- Welche Standortfaktoren nehmen einzeln oder als Faktorenkomplex Einfluß auf die Grünlandvegetation bzw. -produktivität?
- Lassen großräumig vorhandene digitale Daten Rückschlüsse auf diese Grünlandaspekte zu?
- Welche multivariaten Methoden eignen sich in Verbindung mit GIS zur Ermittlung komplexer Beziehungen zwischen Standort- und Grünlandaspekten?

Nachfolgend soll am Beispiel einer Grünlandneuansaat die mögliche Vorgehensweise für räumliche Analysen der Wechselwirkungen zwischen Grünland und Standort erläutert werden.

## Datengrundlagen

Als Untersuchungsfläche für das geplante Vorhaben dient ein 16,5 ha großes Teilstück einer Grünlandneuansaat auf dem Versuchsgut Frankenhausen der Universität Gesamthochschule Kassel. Der Standort liegt in der Hofgeismarer Rötenske 10 km nördlich von Kassel in einer Höhenlage von 219 bis 251 m bei 650 mm Jahresniederschlag und Hangneigungen bis zu 22 %. Die geologische Grundlage bildet der obere Buntsandstein (Röt) der vor allem in Senken von Löß und Kolluvien überlagert wird. Während in den Senken tiefgründige Kolluvisole und Parabraunerden vorkommen,

stehen an den Kuppen tonige Pelosole an. Der Standort verfügt demnach bezüglich des Bodens und Reliefs über eine große Heterogenität, deren Auswirkung auf den Bestand der Grünlandneuanfaat innerhalb einer größeren Fläche, ohne daß Nutzungsunterschiede vorliegen, überprüft werden kann.

Die Grünlandaspekte werden anhand der Vegetation (Klapp'sche Ertragsanteil-schätzung) zum ersten Aufwuchs sowie mit der Ernte der Biomasse (Trocknung bei 105 °C) und der Messung der Bestandeshöhe erfaßt. Als Standortfaktoren werden die Grundnährstoffe, C/N-Verhältnisse und Horizontbeschreibungen der Böden vor Ort erfaßt und durch vorhandene digitale Daten der Bodenschätzung (Acker- bzw. Grünlandzahlen, Zustandsstufen, Entstehung und Bodenart) und des Geländereiefs über das digitale Höhenmodell des Hessischen Landesvermessungsamtes (im GIS interpoliert zu: Höhenstufen, Hangneigung, Exposition) ergänzt (siehe Abbildung 1).

Die Felddaten werden entlang eines 50 m Rasters und zusätzlich an exponierten Punkten in Probeflächen mit einer Größe von 1 m<sup>2</sup> im Frühjahr/Sommer 1999 erhoben (siehe auch Abb. 2). Zur flächenhaften Analyse werden die Punktdaten mit dem Programmschritt „Potential Mapping“ in SPANS-GIS 7.0 als gewichtete Mittel unter Berücksichtigung der Nachbarpunkte, deren Werthöhe und Distanz bei linearem Verhalten, zu Karten interpoliert.

### **Auswertungsstrategien**

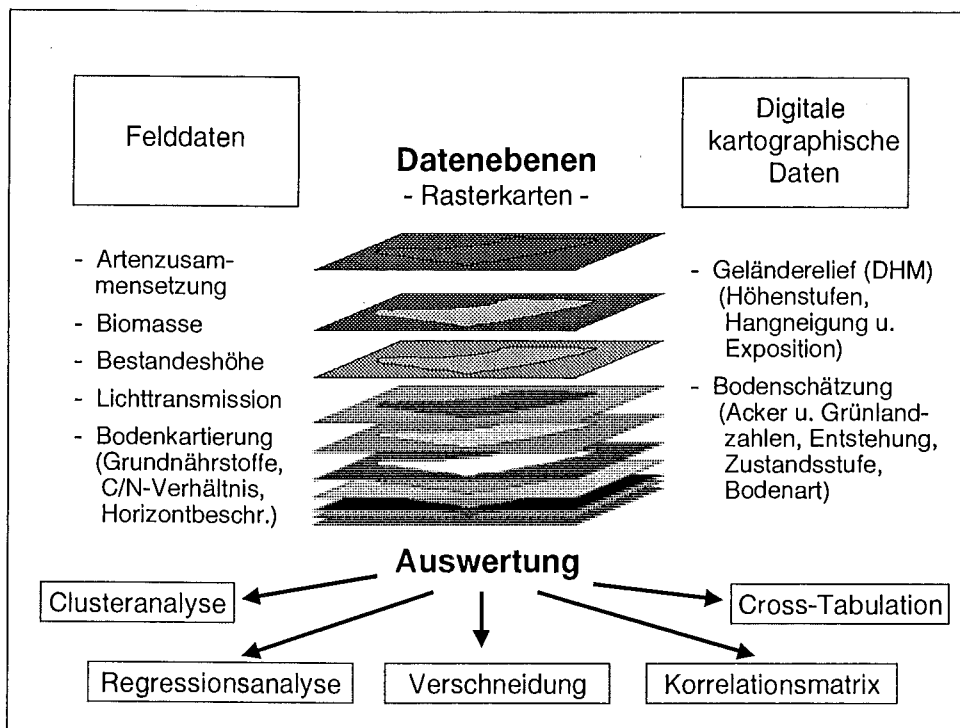
Zur flächenhaften Ermittlung der Beziehungen zwischen Grünland und Standort stehen über Geo-Informationssysteme und Statistikprogramme verschiedene Möglichkeiten mit unterschiedlichen Schwerpunkten zur Verfügung. Abbildung 1 zeigt hierzu eine Übersicht von einfließenden Datenebenen und Methoden.

Durch **Verschneidung** erstellte Karten lassen visuelle Interpretationen der Vielfalt und Verteilung von Merkmalskombinationen zu, wie z.B. der Kopplung des Biomasseertrages an die Verteilung der Bodennährstoffe. Die **Cross-Tabulation** ergänzt diesen Schritt durch die quantitativen Angaben der Flächengrößen gemeinsamer Geometrien, wie zum Beispiel dem Anteil bestimmter C/N-Verhältnisse in den einzelnen Ertragsstufen. Diese Daten können nachfolgend zur Ermittlung von mittleren Kenngrößen einzelner Faktoren für Zonen gleicher Wertstufen (z.B. Biomassen) genutzt werden.

Für GIS-externe statistische Analysen ist eine Datenextraktionen aus den kartographischen Datenebenen über virtuelle Stichprobenbildung notwendig. Als Elemente der Stichproben gelten Positionen innerhalb der Untersuchungsfläche mit zugehörigen Werten der Standortfaktoren und Grünlandaspekte. Die Dichte und Verteilung der Stichprobe kann, verschiedenen Kriterien folgend, variieren. In Verbindung mit der flächenhaften Analyse gilt es hier insbesondere die möglichst realitätsnahe Wiedergabe der digitalen Karten zu erreichen.

Über den Weg der Datenextraktion zu Statistikprogrammen kann mit **Korrelationsanalysen** die Stärke der Beziehungen von Grünlandvegetation und Standort und über **Regressionsanalysen** deren

funktionaler Zusammenhang beschrieben werden. Ergänzend kann die **Clusteranalyse** zur Gruppierung in der Faktorausstattung ähnlicher Standorte eingesetzt werden. Diese Bereiche lassen sich anschließend im GIS durch Rückführung der Ergebnisse kartographisch präsentieren.

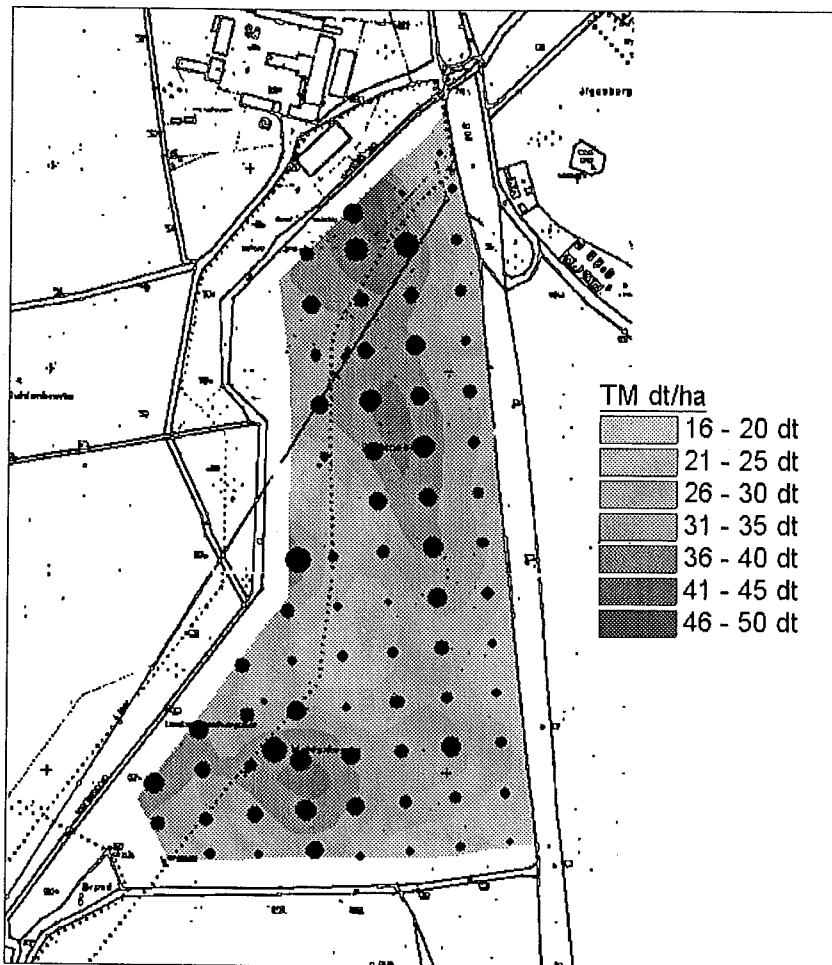


**Abb. 1** Zusammenstellung der erhobenen und digital vorhandenen Datenebenen und der Auswertungsverfahren zur Ermittlung funktionaler Beziehungen zwischen Standortfaktoren und Grünlandvegetation/-produktion.

Für die Datenhaltung, -aufbereitung und Analyse wurden die Softwarepakete von SPANS 7.0, IDRISI 2.0 und SPSS 6.0 verwendet.

Als Beispiel für den Aufbau einer Datenebene ist in Abbildung 2 die Untersuchungsfläche mit den Rasterbeprobungspunkten exemplarisch anhand des Trockenmasseertrages dargestellt. Der Ertrag variiert erwartungsgemäß über die Fläche und ist nach ersten Beobachtungen niedriger auf den Tonkuppen mit Pelosolen und höher sowohl in den Senken mit Kolluvisolen als auch in Bereichen stärkerer Lößauflagen. Von den angestrebten Analysen werden hierzu genauere Aussagen erwartet.





**Abb. 2:** Biomasse (TM in dt/ha) des ersten Aufwuchses 1999 auf dem Mühlberg der Domäne Frankenhäusen. Die proportionalen Punkte geben die Erträge im Beprobungsraster an. Die Graustufenkarte zeigt die interpolierten Punktdaten.

## Zusammenfassung

Die räumliche Variabilität von Standortfaktoren und deren Einfluß auf die Artenzusammensetzung und Produktivität des Grünlandes wird an einer 16,5 ha großen Neuansaat des Versuchsgutes Frankenhäusen der Universität Kassel untersucht. Im Raster erhobene Daten zu Bodenfaktoren und Grünlandaspekten werden mit einem GIS interpoliert und, ergänzt mit vorhandenen Bodenschätzungs- und Reliefkarten, über GIS-Funktionen und multivariate Statistik analysiert. Die einfließenden Datenebenen und die Konzeption der Analyse werden vorgestellt.

## Anschrift der Verfasser

Th. Fricke / G. Spatz, Universität Gesamthochschule Kassel, Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie, Nordbahnhofstraße 1 a, 37213 Witzenhausen, Email [fricke@spatz@wiz.uni-kassel.de](mailto:fricke@spatz@wiz.uni-kassel.de).

# Nachprüfung der Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras in Saatgutmischungen mit Hilfe der Elektrophorese

J. GRÄBLER, S. C. KRUSE, I. PARADIES-SEVERIN UND U. V. BORSTEL

## 1 Einleitung und Problemstellung

### 1.1 Bedeutung einer Saatgutkontrolle von landwirtschaftlichen Gräsermischungen

Saatgutmischungen für das Grünland stellen hohe Anforderungen an die Ertragsleistung und Futterqualität des daraus produzierten Grundfutters.

Bei den im Handel angebotenen Saatgutmischungen kommt es hin und wieder zu Reklamationen bezüglich der Artenzusammensetzung und der Sortenechtheit der eingemischten Sorten, da vermutet wird, daß diese von der Deklaration abweichen. Weil hochwertige Sorten einen höheren Preis haben, wird teilweise versucht, diese über das Einmischen billiger, leistungsschwacher Sorten zu ersetzen.

Im Sinne einer Qualitätssicherung ergibt sich daher die Notwendigkeit für eine Nachprüfung, wodurch für die Landwirte beim Saatgutkauf ein erhöhtes Maß an Sicherheit und Vertrauen in die Produktqualität geschaffen wird.

Im Saatgutverkehrsgesetz sind zwar an die Herstellung und das Inverkehrbringen von Saatgutmischungen gesetzliche Anforderungen bezüglich der Sortenechtheit und der Übereinstimmung von Deklaration und Inhalt gestellt (Saatgutverordnung), die Zusammensetzung von Grünlandmischungen wird im Rahmen der Saatgutverkehrskontrolle aufgrund der Personalknappheit und des hohen Untersuchungsaufwandes jedoch nur stichprobenhaft überprüft.

In Niedersachsen wurde daher 1995 die **Freiwillige Mischungskontrolle Niedersachsen (FMN)** geschaffen, in der die von den norddeutschen Landwirtschaftskammern empfohlenen Standardmischungen einer besonderen Qualitätskontrolle unterliegen. Mitglieder der FMN sind die vier wichtigsten niedersächsischen Mischungsfirmen und die Landwirtschaftskammern Hannover und Weser-Ems. Die Mischungen werden auf korrekte Mischungszusammensetzung und Sortenechtheit der Mischungskomponenten kontrolliert und erhalten das Gütesiegel „Kontrollierte Qualität“.

## 2 Verfahren zur Bestimmung der Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras

Die Nachprüfung konzentriert sich in erster Linie auf das Deutsche Weidelgras, das wegen seiner großen Anbaubedeutung mit einer großen Sortenvielfalt am Markt vertreten ist.

## 2.1 Nachkontrollanbau

Die FMN führte die Überprüfung der Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras in Mischungen bis 1998 im **Feldkontrollanbau** durch, einem Verfahren, das in Nordrhein-Westfalen entwickelt wurde (BERENDONK, 1995). Bei dieser Methode werden etwa 200 Einzelpflanzen einer Mischung in Parzellen angebaut und der Beginn des Ährenschiebens bonitiert. Als Vergleichsmuster für die Sortenechtheit dienen Standardmuster des Bundessortenamtes. Die Auswertung erfolgt durch Vergleich der aus den Boniturdaten abgeleiteten Häufigkeitsverteilungen (Abb. 1).

Nachteile des Verfahrens:

- Nur die Reifegruppe einer Sorte kann bestimmt werden
- Innerhalb der Reifegruppen sind Sortenabweichungen nicht nachweisbar
- Lange Versuchsdauer (Ergebnisse liegen erst im Folgejahr vor)

Ein Ergebnis aus dem Nachkontrollanbau zeigt in Abb. 1, dass in der frühen Reifegruppe ein höherer Anteil einer frühen Sorte eingemischt wurde.

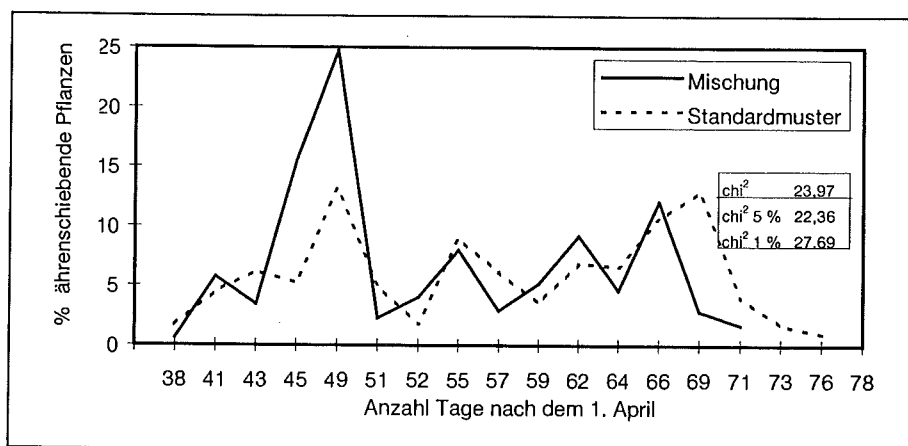


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Boniturdaten „Zeitpunkt des Ährenschiebens“ der zu prüfenden Mischung und der authentischen Muster (Standardmuster)

## 2.2 Elektrophorese: Saatgutkontrolle im Labor

Eine schnellere und kostengünstigere Überprüfung der Sortenechtheit ist mit Hilfe der **Elektrophorese** möglich. Bei dieser biochemischen Methode dienen sortenspezifische Proteinbandenmuster zur Identifizierung der Sorten. Die Methode eignet sich auch zur Nachprüfung von Deutschem Weidelgras in Saatgutmischungen; die elektrophoretischen Bandenmuster von Sortenmischungen sind ebenso wie die der einzelnen Sorten reproduzierbar und voneinander unterscheidbar.

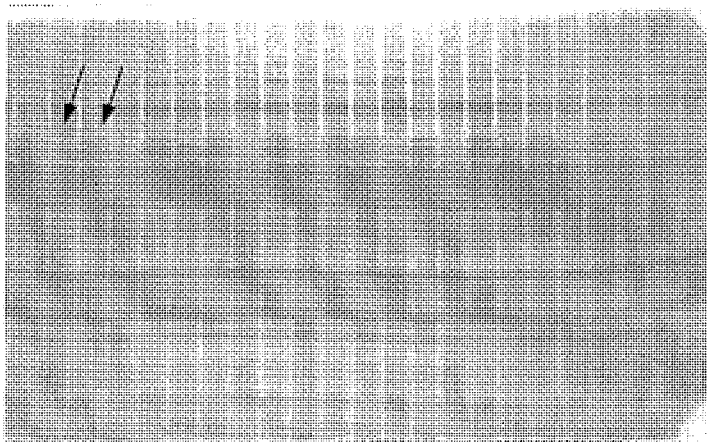
Vorteile des Verfahrens:

- Im Gegensatz zum Nachkontrollanbau sind auch innerhalb der Reifegruppen Sortenunterschiede nachweisbar
- stark verkürzte Untersuchungsdauer (1 - 2 Wochen), kostengünstige Untersuchung

### 3 Material und Methoden

Die **Elektrophorese der Speicherproteine** erfolgt mit dem Verfahren „**SDS-PAGE**“ (Natriumdodecylsulfat-Polyacrylamidgel-Elektrophorese).

Verfahrensablauf: Die Speicherproteine einer gemahlene Mehrkornprobe werden extrahiert, auf ein als Trägermaterial dienendes Polyacrylamidgel aufgetragen und im elektrischen Feld aufgrund ihrer unterschiedlichen Molekülgröße aufgetrennt. Nach Anfärben der zunächst farblosen Proteine zeigen sich sortenspezifische, charakteristische Bandenmuster. Beim visuellen Vergleich mit einem entsprechenden Standardreferenzmuster des Bundessortenamtes kann die Sortenechtheit einer Deutschen Weidelgras-Sorte festgestellt werden. Bei Verwendung einer authentischen Vergleichsmischung aus Standardmustern des Bundessortenamtes kann die Echtheit der eingesetzten Mischungskomponenten



einer Mischung mit Deutschem Weidelgras überprüft werden. Darüberhinaus besteht die Möglichkeit, die Bandenmuster mit einem Laser-Densitometer auszuwerten, um subjektive Einflüsse beim Vergleich von sehr ähnlichen Bandenmustern auszuschließen (insbesondere bei Unterschieden in den Bandenintensitäten).

Abb. 2: Elektrophoretische Bandenmuster einer Prüfmischung mit verschiedenen Sorten von Deutschem Weidelgras und der nach der Deklaration erstellten authentischen Vergleichsmischung. Die zwei Proben sind im Wechsel aufgetragen. Die Pfeile kennzeichnen den Unterschied zwischen den Bandenmustern; die Prüfmischung entspricht nicht der Deklaration.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Die Elektrophorese als routinemäßiges Prüfverfahren

Die elektrophoretische Untersuchung von Sorten des Deutschen Weidelgrases in Saatgutmischungen wurde als Forschungsarbeit an der Universität Hohenheim entwickelt (HEIDENREICH, 1997) und als gemeinsames Projekt mit der Landwirtschaftskammer Hannover zur Praxisreife als routinemäßige Prüfmethode geführt.

Die Praxistauglichkeit der Methode wurde geprüft, indem die im Nachkontrollanbau untersuchten Saatgutmischungen zusätzlich elektrophoretisch untersucht und die Ergebnisse miteinander verglichen wurden. Sowohl in der Nachprüfung von Einzelsorten als auch in der Nachprüfung der Sortenmischungen zeigten sich gute Übereinstimmungen. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen vergleichend die Ergebnisse einer Nachprüfung mit den zwei dargestellten Methoden. Unterschiede zwischen der Prüfmischung und der Vergleichsmischung waren mit beiden Methoden eindeutig nachweisbar.

Aufgrund der Projektergebnisse führt die „Freiwillige Mischungskontrolle Niedersachsen“ seit Juni 1998 die Nachprüfung der Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras mit der Elektrophorese der Speicherproteine durch. Die Untersuchungen werden routinemäßig in der LUFA Hameln durchgeführt.

#### **4.2 Perspektiven**

Nach den derzeit geltenden rechtlichen Regelungen müssen Beanstandungen der Sortenechtheit auf der Grundlage der elektrophoretischen Überprüfung von Züchtern und Saatgutfirmen nicht anerkannt werden. Als Prüfmethode für die Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras ist die Elektrophorese daher zunächst nur von den Mitgliedern der FMN anerkannt.

Es wird aber angestrebt, das Elektrophoreseverfahren als anerkanntes Prüfverfahren zu etablieren. Dies setzt voraus, daß die elektrophoretisch erfassten Merkmale zur Sortenunterscheidung in die Registerprüfung des Bundessortenamtes aufgenommen werden. An der Umsetzung dieses Ziels wird zur Zeit gearbeitet.

#### **5 Zusammenfassung**

Mit dem Verfahren der Elektrophorese der Speicherproteine von Sorten des Deutschen Weidelgrases steht seit Mitte 1998 eine routinemäßige Prüfmethode zur Verfügung, mit der die Sortenechtheit der in Gräsermischungen verwendeten Sorten Deutschen Weidelgrases überprüft werden kann. Die Elektrophorese liefert Ergebnisse schnell und kostengünstig und ist eine Alternative zum bisherigen zeitaufwendigen Feldkontrollanbau.

#### **Literatur**

- BERENDONK, C. (1995): Methodik der Überprüfung der Sortenzusammensetzung des Deutschen Weidelgrases in Grünlandmischungen im Feldkontrollanbau und Erfahrungen aus Nordrhein-Westfalen. VDLUFA-Schriftenreihe 40, Kongressband 1995, 357-360
- HEIDENREICH, S.C. (1997): Untersuchungen zur Nachprüfung von Sortenmischungen des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.) am Saatgut mittels Elektrophorese der Speicherproteine. Diss. Univ. Hohenheim
- KUNHARDT, H., RUTZ, H.-W. (1997): Sorten- und Saatgut-Recht. 7. Aufl., Verlag Alfred Strothe, Hamburg

#### **Anschriften der Verfasser**

- Dip.-Ing.agr. Jürgen Gräßler / Dr. Uwe von Borstel, Landwirtschaftskammer Hannover, Johannsenstr. 10, 30171 Hannover.
- Dr. Sylvia C. Kruse, Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik, 70593 Stuttgart.
- Dr. Inge Paradies-Severin, LUFA Hameln, Finkenborner Weg 1A, 31787 Hameln.

# Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen

B. KLEEFISCH

## 1 Boden-Dauerbeobachtungsflächen

Die Niedersächsische Landesregierung hat am 05.01.1990 die Einrichtung eines Boden-Dauerbeobachtungsprogramms für Niedersachsen beschlossen, um für das Umweltmedium Boden über ein Monitoringsystem zur frühzeitigen Risikovorhersage als Grundlage für eine nachhaltige Daseinsvorsorge zu verfügen. Diese Entscheidung fußt auf einem Beschluß der Niedersächsischen Landesregierung vom 25.06.1985, die Informationsgrundlagen zum Bodenschutz durch

- den Aufbau eines Bodenkatasters
- Schwerpunktmäßige Sonderaufgaben für Problembereiche
- Anlegung von Versuchsflächen

zu verbessern.

In Ausführung des Kabinettsbeschlusses zu a) und b) baut das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) seit 1985 das Niedersächsische Bodeninformationssystem NIBIS auf, in dem umfangreiche Datenbestände über die Verbreitung und die Eigenschaften der Böden digital zusammengestellt sind. Diese Daten beschreiben jedoch in erster Linie den Ist-Zustand der Böden beim Zeitpunkt der Bodenkartierung. Neben der Bodenkartierung sind Langzeituntersuchungen erforderlich, da jeder Boden

- natürlichen Entwicklungs- und Alterungsprozessen,
- Einflüssen durch Art und Intensität der Bodennutzung sowie
- weiteren anthropogenen Umweltwirkungen
- unterliegt, die zu einer Beeinträchtigung seiner ökosystemaren Funktionen führen können.

Für die landwirtschaftliche Bodennutzung bildet ein gesunder, leistungsfähiger Boden die Grundlage und die Voraussetzung für die Erzeugung qualitativ hochwertiger Nahrungs- und Futtermittel. Die Veränderung der Bodeneigenschaften kann zu einer Beeinträchtigung seiner Leistungsfähigkeit, bezogen auf die auf ihm wachsenden Pflanzen und damit der Nahrungskette, führen.

Waldböden befinden sich in einem vergleichsweise naturnahen Zustand, sie sind aber zum Teil durch atmosphärische Schadstoffeinträge erheblich belastet. Da diese Böden in besonderem Maße auf Veränderungen der Umweltsituation reagieren, können weitere Belastungen empfindliche Beeinträchtigungen der Waldökosysteme bis hin zu ihrem Zusammenbruch bewirken.

In weiten Teilen Niedersachsens ist die Grundwassergüte durch hohe Einträge von Nähr- und Schadstoffen in die Böden gefährdet. Veränderungen in den Bodeneigenschaften können die Filterfunktion des Bodens beeinträchtigen und damit zu Grundwasserbelastungen führen.

Die aus der Veränderung der Bodeneigenschaften resultierenden negativen Auswirkungen wurden bisher oft erst nach Jahren sichtbar. Sie sind dann - wie bei Schwermetallbelastungen durch Immissionen - weitgehend irreversibel.

### **1.1 Ziele der Boden-Dauerbeobachtung**

Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) dienen der langfristigen Erfassung von belastungs- und nutzungsspezifischen Einflüssen auf den Boden und bilden damit eine wichtige Voraussetzung für die Ableitung von Vorsorgemaßnahmen. Für landwirtschaftlich genutzte Böden bedeutet dies die Erhaltung der Böden als Grundlage für die Nahrungsmittelproduktion.

Durch die räumliche Anbindung von Versuchs- oder Szenarioflächen (s. u.) können BDF als Plattformen der umweltbezogenen Bodenforschung der Landesbehörden und der Universitäten entwickelt werden. Hier lassen sich z. B. Konzepte der nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodennutzung entwickeln und praxisnah erproben.

Dauerbeobachtungsflächen im Wald dienen besonders durch die Verknüpfung mit Vorlaufprogrammen der Waldschadensforschung der Untersuchung des Wasser- und Stoffhaushaltes von Wäldern als Grundlage für die Entwicklung von nachhaltigen Managementstrategien für Waldökosysteme.

Hinsichtlich des Grundwasserschutzes sind Boden-Dauerbeobachtungsflächen eine notwendige Ergänzung zum Gewässerüberwachungsnetz (GÜN) des Landes. Die BDF helfen hier, indem sie in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Standorten die Schadstoffeinträge in das System Boden erfassen, die Veränderung aufgrund der Wechselwirkungen zwischen Schadstoffen, Boden und Bodenwasser festhalten und schließlich den Stofftransport mit dem Sickerwasser in das Grundwasser messen. Durch die Koppelung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen mit anderen Landesumweltmeßnetzen ergibt sich somit ein umfassenderes Umweltmonitoring.

Die auf den BDF gewonnenen Daten dienen weiterhin der Ableitung von Hintergrund- und Vorsorgewerten für die Zwecke des Bodenschutzes. Sie sind darüber hinaus eine Datenbasis für die Beurteilung schwieriger Belastungssituationen und Katastrophenlagen.

Anhand der Langzeitbeobachtungen läßt sich auf den BDF der Erfolg umweltpolitischer Vorsorgemaßnahmen des Bodenschutzes kontrollieren.

Im Rahmen des Umweltmonitorings können die Boden-Dauerbeobachtungsflächen als Grundraster für weitere Meßnetze und Kataster (z. B. Bodenbelastungskataster) in Anspruch genommen werden.

Durch die Abstimmung mit den Dauerbeobachtungsprogrammen anderer Bundesländern werden länderübergreifende Auswertungen sichergestellt.

## **2 Versuche zur Prognose von Bodenveränderungen**

Der Werte der Boden-Dauerbeobachtung für die Umweltbeobachtung steht außer Frage. Trotzdem entsteht aus der rückschauenden Betrachtungsweise die Gefahr, daß der statistische Nachweis einer Veränderung erst dann möglich wird, wenn ein Gegensteuern nicht mehr möglich ist, mithin der Zeitpunkt einer noch möglichen Frühwarnung versäumt wurde. Wenn die Verfahren trotz dieser Gefahr zum Einsatz kommen, basiert dies auf der Annahme, daß die Veränderungen, die mit dem Verfahren der Merkmalsdokumentation beobachtet werden, auf niedrigem Niveau ablaufen. Weiterhin wird angenommen, daß die Veränderungsrate so klein ist, daß bei der nächsten Wiederholungsuntersuchung noch kein kritischer Bodenzustand erreicht wird. Nähert sich der Zustand einer kritischen Grenze, muß häufiger untersucht werden, was letztlich zur Prozessbeobachtung führt (z. B. Waldökosystem-Beobachtung). In dieser Situation tritt allerdings die Frage nach der Trendbehaftung der Reihe hinter die Frage zurück, ob und wie häufig ein kritischer Systemzustand erreicht bzw. überschritten wird. Letzteres erfordert dann in jedem Fall unverzügliche Gegenmaßnahmen.

### **2.1 Idee der Szenario-Versuche**

Um repräsentative Ergebnisse zu erzielen wird beim Betrieb land- und forstwirtschaftlich genutzter Boden-Dauerbeobachtungsflächen die ortsübliche Nutzung gefordert. Bodenveränderungen, die sich z. B. aus einem Wechsel der ortsüblichen Nutzung ergeben, wären aus o. g. Gründen u. U. erst sehr spät erkennbar. Für Entwicklungen, deren Bodenwirksamkeit bereits heute zu vermuten ist, wäre ein Warten auf die Ergebnisse der Merkmalsdokumentation kaum zu rechtfertigen.

Aus diesem Grund wird die Frühwarn-Funktion der Boden-Dauerbeobachtung durch die Ergänzung ausgewählter Boden-Dauerbeobachtungsflächen um **Szenario-Versuche** optimiert. Auf den angegliederten Versuchspartellen können - anders als auf den ortsüblich bewirtschafteten BDF - Bodenbe- und Bodenentlastungen gezielt eingestellt werden. Hierdurch können bodenschutzbezogene Szenarien durchspielt werden, d. h. hier können Entwicklungen verfolgt werden, die eintreten würden, wenn Bodenschutzmaßnahmen großflächig in der Landschaft umgesetzt würden oder wenn derzeitige Bodenbelastungen künftig noch stärker wirken würden.



Da daß Maß der Versuchseinstellung variierbar ist, kann auf den Be- und Entlastungsvarianten durch aktive Trendverstärkung ein „Zeitraffer-Effekt“ erzielt werden, der dann eine schnellere Ableitung von umweltpolitischen Maßnahmen erlauben soll.

## 2.2 Ein Beispiel

Um unter den standörtlichen Bedingungen der adsorptionschwachen Böden in nordwestdeutschen Wassergewinnungsgebieten aktuell diskutierte Nutzungsszenarien durchzuspielen, wurden bei vergleichbaren Bodenverhältnissen im direkten Umfeld der BDF010-L Achim-Uesen (ca. 20 km östlich von Bremen) insgesamt 8 Szenario-Parzellen eingerichtet:

- Grünland unter Weidenutzung mit reduzierter Stickstoffdüngung
- Grünland unter Schnittnutzung mit reduzierter Stickstoffdüngung
- Grünland unter Schnittnutzung ohne Stickstoffdüngung
- Ackernutzung, ortsübliche Stickstoffdüngung, jedoch 60 % des Stickstoffs aus Gülle
- Ackernutzung, stark reduzierte Stickstoffdüngung
- Ackernutzung ohne Stickstoffdüngung
- Brache ohne Einsaat, frei Sukzession
- Brache mit Begrünung

Der Versuch wurde in 1996 / 1997 eingerichtet, wobei die BDF selbst und alle Szenario-Parzellen mit Saugsondenanlagen zur Sickerwassergewinnung ausgerüstet wurden. Eine bodenhydrologisch-meteorologische Meßstation erfaßt im Rahmen der BDF-Prozessdokumentation die für die Modellierung des Bodenwasserhaushalts erforderlichen Parameter, erste Ergebnisse werden zum Ende des Jahres erwartet.

Weitere BDF sollen künftig um Szenario-Versuche zu Fragestellungen wie z. B. Bodenversauerung, Boden-Substanzverlust (Torfschwund) und Moor-Regeneration ergänzt werden.

## Literatur

KLEEFISCH, B & KUES, J (Hrsg.) (1997): Das Bodendauerbeobachtungsprogramm von Niedersachsen - Methoden und Ergebnisse. - Arbeitshefte Bodenkunde **2/97**, 122 S. - Hannover

KLEEFISCH, B. (1998): Ergänzung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) um Szenario-Versuche - Mittl. Dt. Bodenkdl. Gesell., **87**, 307-310; Oldenburg

## Anschrift des Verfassers

Dr. Bernd Kleefisch, Bodentechnologisches Institut Bremen des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung , Friedrich-Mißler-Str 46-50, 28211 Bremen, Tel.: 0421 20346-43, Fax.: 0421 20346-10, email: bernd.kleefisch@bgr.de.

# Mikrobiologische Kenngrößen von Grünlandböden

H. HÖP E R

## 1 Einleitung

Der Boden ist Lebensraum von Organismen. An den meisten in Böden ablaufenden Prozessen sind Bodenmikroorganismen und Bodentiere maßgeblich beteiligt. Dennoch werden bodenbiologische Parameter in der Bodenbewertung nur sporadisch eingesetzt. In der Regel läßt sich aus ihnen keine Ertragswirksamkeit ableiten, so daß sie für den Landwirt nur von untergeordnetem Interesse sind. Im Zuge der Verabschiedung des Bundes-Bodenschutzgesetzes gilt es jedoch, Parameter zur Beschreibung der Bodenfunktionen (§2 BBodSchG) zu entwickeln. Dies gilt vor allem für die Bodenfunktionen "Boden als Lebensraum" und "Boden als Stofftransformator".

Die **mikrobielle Biomasse** umfaßt die Gesamtheit aller im Boden lebenden Mikroorganismen. Sie speichert und mobilisiert Nährstoffe für die Pflanzen. Die **Bodenatmung** ist ein allgemeiner Aktivitätsparameter für aerobe Böden. Mißt man die Bodenatmung nach einer Vorinkubation, in der leicht verfügbare Kohlenstoffverbindungen abgebaut werden, erhält man die Basalatmung, d.h. die Bodenatmung, bei der die mikrobielle Biomasse nicht wächst. Dieses entspricht der Energiemenge, die die mikrobielle Biomasse zum Substanzerhalt und zur Aufrechterhaltung ihrer Stoffwechselfunktionen benötigt. Bezieht man die Basalatmung auf eine Einheit mikrobieller Biomasse ergibt sich der **metabolische Quotient** ( $qCO_2$ ). Dieser ist ein Maß für die Energieeffizienz der mikrobiellen Biomasse. Unter ungünstigen Lebensbedingungen erhöht sich die zur Aufrechterhaltung einer Einheit mikrobieller Biomasse benötigte Energiemenge: der metabolische Quotient steigt.

Die vorgestellten Ergebnisse wurden im Rahmen des Boden-Dauerbeobachtungsprogrammes Niedersachsen (KLEEFISCH und KUES, 1997) gewonnen. Es werden hier Größenordnungen für die o.g. mikrobiologische Kennwerte in Grünlandböden und die Abhängigkeit dieser Parameter von bodenphysikalischen und chemischen Bodeneigenschaften dargestellt.

## 2 Material und Methoden

Im Boden-Dauerbeobachtungsprogramm wurden 16 Grünlandflächen eingerichtet, darunter 4 auf Moor, 4 auf Marschböden und 3 auf Auenböden. An jeder Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) werden jährlich einmal, zu Winterausgang, 4 Kernflächen (256 m<sup>2</sup>) in den Schichten 0-10 und 10-20 cm beprobt. Im Jahr der Einrichtung wurden Profilgruben angelegt und horizontbezogen beprobt. Es wurden die mikrobielle Biomasse mit der Methode der Substrat-induzierten Respiration und die Basalatmung bei 22 °C gemessen (HEINEMEYER et al. 1989, HÖPER et al. 1997).

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Gehalte an **mikrobieller Biomasse** sind in Moor- und Tonböden am höchsten und in Sandböden am niedrigsten (Tabelle 1). Beim Vergleich der Moor- mit den Mineralböden ist die geringere Dichte der Moorböden zu berücksichtigen, so daß bei der Ermittlung von Vorräten in 0-10 bzw. 10-20 cm die Moorböden etwa in der Größenordnung von Sandböden liegen. Es ergibt sich ein deutlicher Tiefengradient, der sich schon beim Vergleich der Schichten 0-10 und 10-20 cm zeigt. Moorböden weisen in dieser unteren Schicht aufgrund der hohen Kohlenstoffgehalte und der guten Durchlüftung noch sehr hohe mikrobielle Biomassen auf. Für Mineralböden ist die mikrobielle Biomasse in den oberen Schichten vor allem mit dem Gesamtstickstoffgehalt eng korreliert ( $R^2=0,65$ ). Dies ist ein Unterschied zu Ackerböden, bei denen ein enger Zusammenhang mit dem Ton- und Sandgehalt der Böden besteht (HÖPER et al., 1998). Der hohe Humusgehalt unter Grünland und die Humusqualität (enges C/N-Verhältnis) überlagern hier den Einfluß der Körnung.

Tabelle 1: Mikrobielle Biomasse [ $\text{mg C kg}^{-1}$  Boden], Basalatmung bei 22 °C [ $\text{mg CO}_2\text{-C kg}^{-1}$  Boden  $\text{h}^{-1}$ ] und metabolischer Quotient [ $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}$  Biomasse-C  $\text{h}^{-1}$ ] in Grünlandböden. Ergebnisse 1998. Mediane und untere Quartile (25 % der Werte liegen unterhalb des unteren Quartils)

	mikrobielle Biomasse		Basalatmung		metabolischer Quotient	
	Median	unt. Quartil	Median	unt. Quartil	Median	unt. Quartil
<u>Moorböden (5 BDF, à 4 Werte pro Schicht)</u>						
0-10	1021	928	2,55	1,74	1,96	1,69
10-20	684	535	2,31	1,56	3,52	2,79
<u>Tonböden (8 BDF)</u>						
0-10	1069	716	0,87	0,64	0,80	0,66
10-20	268	163	0,33	0,21	1,14	0,82
<u>Schluffböden (2 BDF)</u>						
0-10	506	463	0,69	0,60	1,34	0,98
10-20	278	197	0,26	0,24	1,17	0,70
<u>Sandböden (1 BDF)</u>						
0-10	365	349	0,58	0,53	1,64	1,51
10-20	117	116	0,24	0,21	2,02	1,76

In Abbildung 1 sind beispielhaft Tiefenprofile der mikrobiellen Biomasse in einem Moor- und einem Mineralboden aus der horizontbezogenen Probenahme dargestellt. Es zeigt sich, daß das Niedermoor unterhalb des Wurzelfilzes (0-5 cm) etwa gleich hohe Gehalte an mikrobieller Biomasse bis in den oberen reduktiven Torfhorizont (nHr, 60-75 cm) enthält. Dies weist auf das aerobe Milieu und gute Bedingungen für den mikrobiellen Torfabbau hin. Dagegen zeigt das Biomasseprofil der Brackmarsch eine starke Abnahme der Gehalte mit der Bodentiefe. Unterhalb von 35 cm sind die Werte sehr niedrig und liegen nur noch bei etwa 20 bis 40 mg C pro kg Boden.

Die Vorräte an mikrobieller Biomasse in 1 m Tiefe liegen in der Brackmarsch bei ca. 3800 kg Biomasse-C pro ha. Im Niedermoor ergeben sich trotz gleich hoher Gehalte im Oberboden und höherer Gehalte im Unterboden, aufgrund der geringeren Lagerungsdichte, geringere Vorräte an mikrobieller

Biomasse von ca. 2400 kg C ha<sup>-1</sup> (Abb. 1). In der Brackmarsch sind 1,65 % und im Niedermoor 0,27 % des organischen Kohlenstoffs in mikrobieller Biomasse gebunden. Legt man für die mikrobielle Biomasse ein C/N-Verhältnis von 6,8 und ein C/P-Verhältnis von 13,3 zugrunde (JÖRGENSEN, 1995), ergibt sich, daß in der mikrobiellen Biomasse zwischen 350 und 560 kg N pro ha bzw. zwischen 180 und 290 kg P pro ha und 1 m Tiefe gebunden sind.

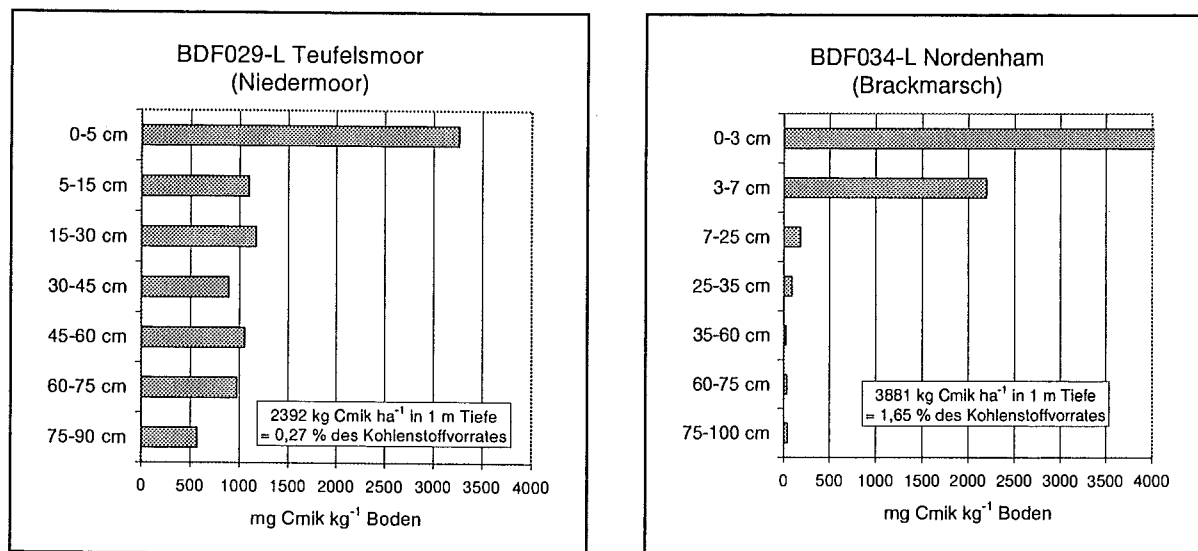


Abbildung 1: Tiefenprofile der mikrobiellen Biomasse in ausgewählten Moor- und Mineralböden

Der metabolische Quotient ( $qCO_2$ ) ist in Moorböden am höchsten (Tabelle 1). Sandböden haben ebenfalls im Vergleich zu Ton- und Schluffböden einen höheren  $qCO_2$ . In der Regel nimmt der  $qCO_2$  mit der Bodentiefe zu (Tabelle 1, Abbildung 2). In Mineralböden ergibt sich jedoch in Tiefen unterhalb 40 cm eine höhere Bestimmungsungenauigkeit, da hier niedrige Werte der Basalatmung auf niedrige mikrobielle Biomassen zu beziehen sind und damit die Streuung der Meßergebnisse stärker ins Gewicht fällt. Der  $qCO_2$  in den Schichten 0-10 und 10-20 cm ist negativ, wenn auch schwach, mit dem pH-Wert korreliert ( $R^2=0,35$ ). Ein hoher  $qCO_2$  zeigt relativ ungünstige Lebensbedingungen für Mikroorganismen (niedrige pH-Werte, Nährstoffmangel v.a. in Hochmooren, geringerer physikalischer Schutz in grobporigen Sandböden gegen Trockenheit und Predation) an.

#### 4 Ausblick

Es wurden bodenmikrobiologische Kennwerte in Abhängigkeit von der Hauptbodenart vorgestellt. Das Bodendauerbeobachtungsprogramm in Niedersachsen liefert wichtige Erkenntnisse zur zeitlichen und räumlichen Variation der Werte. Ein vorläufiges Referenzsystem zur Ermittlung von Sollwerten für Grünlandböden in Abhängigkeit des Humusgehaltes, des pH-Wertes und des Tongehaltes wird z. Zt. entwickelt.

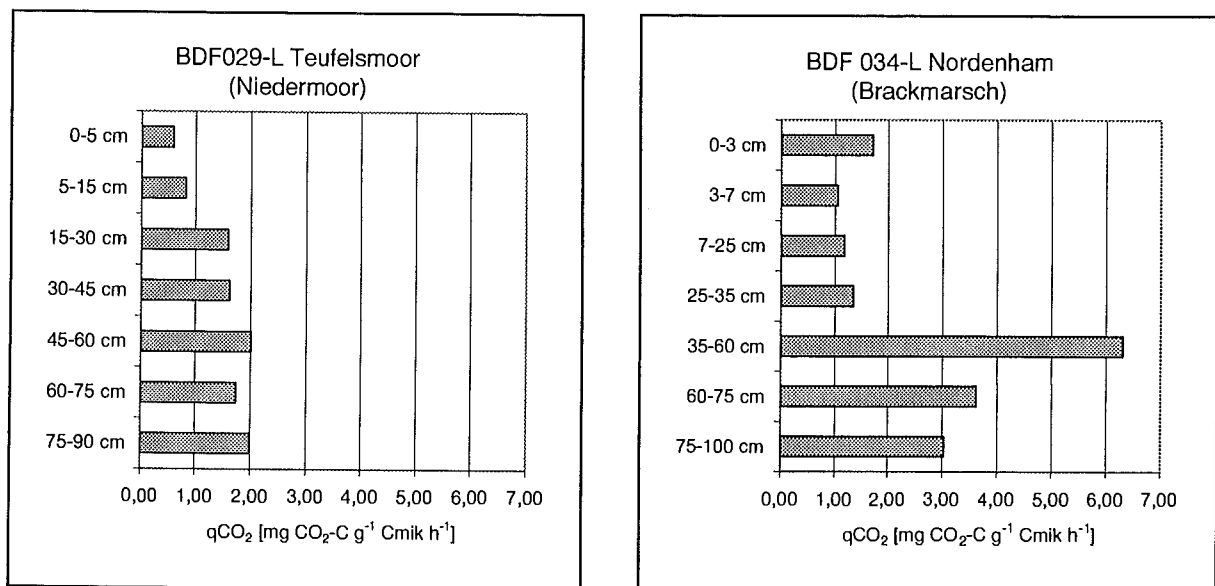


Abbildung 2: Tiefenprofile des metabolischen Quotienten in ausgewählten Moor- und Mineralböden

Zukünftig gilt es, den Einfluß der Nutzungsintensität, v.a. Düngungsintensität und Umbruchshäufigkeit, zu untersuchen. Der Parameter "mikrobielle Biomasse" könnte Hinweise auf die von Böden potentiell mineralisierbaren Mengen an Stickstoff und Phosphor geben. Seine Einbeziehung in Düngungsversuche wäre von besonderem Wert.

## Literatur

- HEINEMEYER, O., INSAM, H., KAISER, E.-A. und WALENSIK, G. (1989). Soil microbial biomass and respiration measurements: An automated technique based on infra-red gas analysis. *Plant and Soil*, 116, 191-195.
- HÖPER, H., HEINEMEYER, O. und KLEEFISCH, B. (1997). Erfassung bodenmikrobiologischer Parameter im Rahmen der Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen: Methodische Aspekte und Ergebnisse. *VDLUFA-Schriftenreihe* 46, 763-766.
- HÖPER, H., HEINEMEYER, O. und KLEEFISCH, B. (1998). Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen: Einfluß von Nutzung und Boden auf bodenmikrobiologische Parameter. *VDLUFA-Schriftenreihe* 49, 581-584.
- JÖRGENSEN, R.G. (1995). Die quantitative Bestimmung der mikrobiellen Biomasse in Böden mit der Chloroform-Fumigations-Extraktions-Methode. *Göttinger Bodenkundliche Berichte* 104, 1-230.
- KLEEFISCH, B. und KUES, J. (1997). Das Bodendauerbeobachtungsprogramm von Niedersachsen. Methodik und Ergebnisse. *Arbeitshefte Boden* 2/1997. 122 S.

## Anschrift des Verfassers

Dr. Heinrich Höper, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Straße 46-48, 28211 Bremen, e-mail: heinrich.hoeper@nlfb.de.

# Keimungsdynamik verschiedener Gräserökotypen

W. OPITZ v. BOBERFELD, K. NEUHAUS, M. STERZENBACH

## 1 Einleitung

Zur Beurteilung der Ansaatwürdigkeit sind neben Ausdauer, ökologischer Streubreite, Ertrag und Futterqualität genaue Kenntnisse über das Keimverhalten der Arten von Bedeutung. Ziel dieser Arbeit ist es, Kenntnisse über Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede im Keimverhalten verschiedene Gräserökotypen zu gewinnen und eventuelle Wechselwirkungen zu beschreiben.

## 2 Material und Methoden

Die Keimversuche fanden unter kontrollierten Bedingungen in Klimaschränken statt. Dabei wurde der Einfluß von Stratifikation, Lichtangebot, Keimtemperatur, Kaliumnitrat und Wasserspannung untersucht. Nachfolgend sind die Varianten aufgeführt:

Faktoren	Stufen
1 Stratifikation	1.1 ohne 1.2 mit (7 Tage/+1°C)
2 Lichtangebot	2.1 Licht (L) 2.2 Dunkelheit (D)
3 Keimtemperatur	3.1 10/20°C Wechseltemperatur (16/8h) 3.2 20/30°C Wechseltemperatur (16/8h)
4 Wasserspannung	4.1 aqua purificata 4.2 Kaliumnitrat 4.3 Polyethylenglycol (PEG) (-2*105 Pa)
5 Ökotyp	5.1 <i>Arrhenatherum elatius</i> 5.2 <i>Festuca rubra rubra</i> 5.3 <i>Holcus lantanus</i> 5.4 <i>Poa pratensis</i>
drei Wiederholungen je Variante	

Während einer Untersuchungsdauer von 22 Tagen wurden die gekeimten Samen im zweitägigen Rhythmus gezählt. Um eine Annäherung der Daten an die Normalverteilung zu erreichen, erfolgte vor der statistischen Auswertung eine Arcussinus-Wurzeltransformation der Daten.

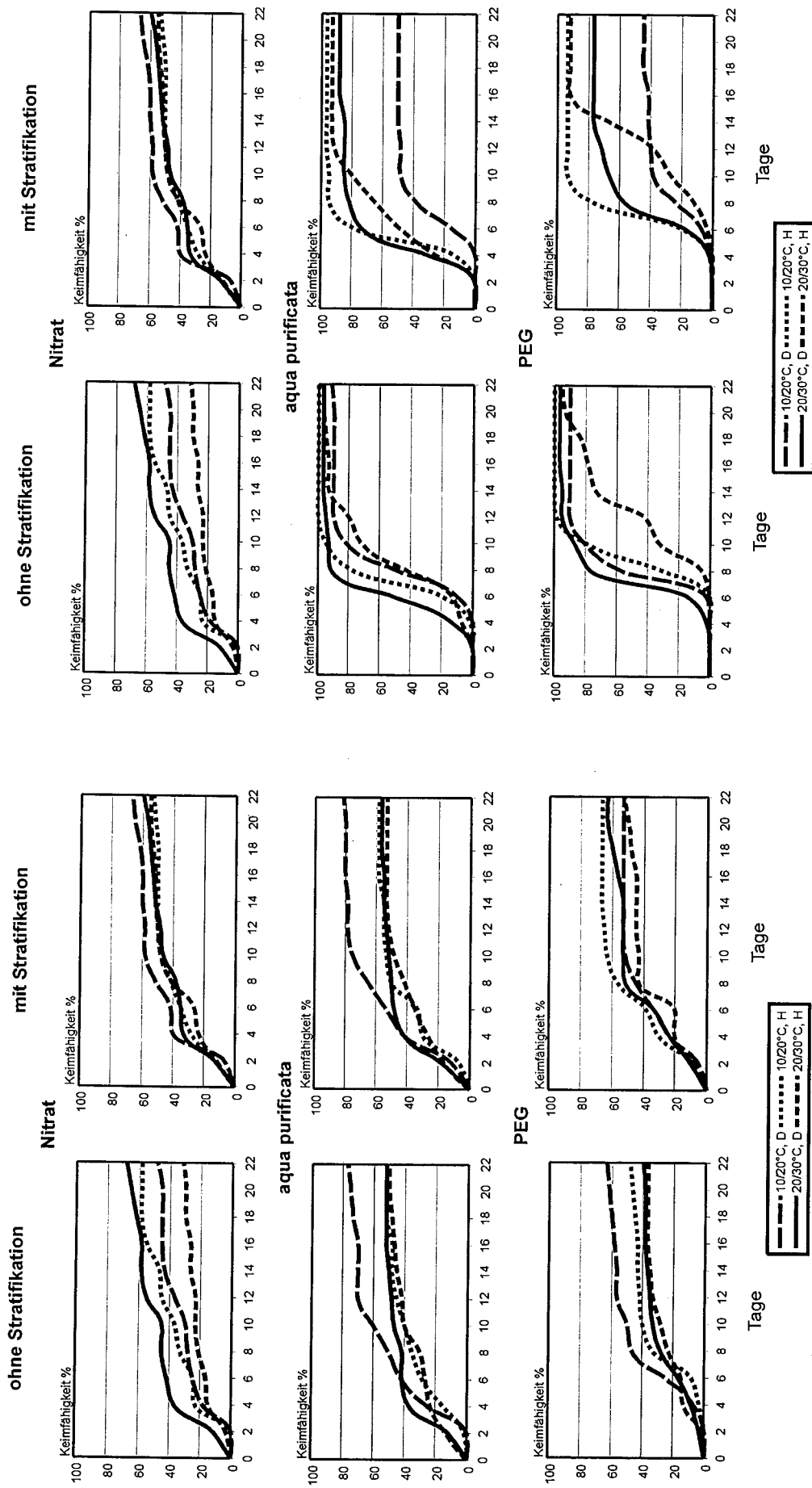


Abb. 1: Keimungsverlauf von *Arrhenatherum elatius* in Abhängigkeit von Stratifikation, Keimungstemperatur und Lichtangebot

Abb. 2: Keimungsverlauf von *Festuca rubra rubra* in Abhängigkeit von Stratifikation, Keimungstemperatur und Lichtangebot

### 3 Ergebnisse

- Ein unterschiedliches Lichtangebot hat keinen signifikanten Einfluß auf die Keimung. Es handelt sich um lichtneutrale Arten.
- Während sich die Stratifikation bei *Holcus lanatus* und *Arrhenatherum elatius* positiv auswirkt, zeigt sich bei *Festuca rubra rubra* und *Poa pratensis* eine hemmende Wirkung.
- Eine Erhöhung der Wasserspannung führt bei *Festuca rubra rubra* und *Poa pratensis* zu einer zeitlichen Verzögerung der Keimung in den ersten Tagen.
- Kaliumnitrat wirkt auf die Keimfähigkeit von *Festuca rubra rubra* hemmend.

#### Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Dr.h.c. Wilhelm Opitz von Boberfeld / Dipl.-Ing.agr. Karin Neuhaus / Dipl.-Ing.agr. Maik Sterzenbach, Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstr. 23, D-35390 Gießen.



ISBN 3-933303-11-7