

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



**46. Jahrestagung vom 29. bis 31. August 2002  
in Rostock**



**REFERATE und POSTER**

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

**Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock  
Fachbereich Agrarökologie**



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

**46. Jahrestagung vom 29. bis 31. August 2002  
in Rostock**

**Kurzfassungen der Referate und Poster**

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

Vorsitzender: PD Dr. Martin Elsäßer

**Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock  
Fachbereich Agrarökologie  
Institut für umweltgerechten Pflanzenbau  
Fachgebiet Grünland und Futterbau (Prof. Dr. Renate Bockholt)**

# **Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2002**

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

Zusammenfügung der Beiträge:

Prof. Dr. Renate Bockholt  
u. Brigitte Claus

Herausgeber:

Universität Rostock  
Agrar-und Umweltwissenschaftliche Fakultät  
Fachbereich Agrarökologie  
Justus-von-Liebig-Weg 6  
18059 Rostock

Druck:

Druckerei der Universität Rostock 902-02  
E-Mail: uni-druckerei@verwaltung.uni-rostock.de

**ISBN- Nr. : 3-86009-236-7**

## Vorwort

Gastgeber der diesjährigen Tagung ist der Fachbereich Agrarökologie der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock. Initiative und Einladung gehen vom Fachgebiet Grünland und Futterbau aus, das in der Organisation von Tagung und Exkursionen eng mit der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommerns und mit der Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommerns (LMS) zusammenarbeitet.

Die Organisation der Tagung wird unterstützt von weiteren Mitarbeitern des Fachbereiches, die von den Direktoren der jeweiligen Institute delegiert worden sind. Gemeinsam möchten wir die Forschungseinrichtungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern demonstrieren und zum ersten Mal Gastgeber der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau sein, in der wir seit der Wiedervereinigung Deutschlands Mitglieder und Gäste der Veranstaltungen sind. Auf Grund der uneingeschränkten Diskussionsmöglichkeit einer breiten Palette von Forschungsthemen, die sich alljährlich zum Nutzen der Grünland- und Futterbauforschung ergibt, möchten wir unsere Mitgliedschaft erweitern und darüber hinaus im Rahmen unserer Möglichkeiten auch Verantwortung übernehmen.

Die diesjährige Tagung umfasst 6 Vorträge, überwiegend aus der Region des Landes Mecklenburg-Vorpommern, 12 Statements zum Workshop mit dem Thema „Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland“, 50 Posterbeiträge zu allen derzeit beforschten Grünland- und Futterbauthemen sowie einen Vortrag über die wechselvolle Geschichte der Universität Rostock. Die Teilnehmerliste weist 150 Gäste aus dem In- und Ausland auf.

Die Halbtagesexkursion am Freitag führt uns auf die Halbinsel Zingst-Darß-Fischland, wo die extensive Bewirtschaftung des Küstengrünlandes am Beispiel der Landwirtschaftsbetriebe „Hartmann und Partner Agrarbetrieb mbH und Co-KG“ in Klockenhagen, „Mutterkuhbetrieb Klockenhagen GbR“ (Geschäftsführer Heinze) und „Agrar-GmbH Zingst“ (Geschäftsführer Daetz) demonstriert wird. Es handelt sich um Mutterkuhbetriebe, die nach den Regeln des Ökologischen Landbaus wirtschaften. Ein Teil der Grünlandflächen befindet sich im 1992 gegründeten Nationalpark „Vorpommersche Boddenlandschaft“.

Die Ganztagesexkursionen am Sonnabend führen in 2 verschiedene Richtungen: Die von der Landesforschungsanstalt verantwortete Exkursion A demonstriert Mutterkuhhaltung und Ökologischen Landbau auf Mineralbodengrünland im weiteren Küstenbereich (Betrieb Jantzen), die Forschungseinrichtungen der LFA und des Forschungsinstitutes für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere in Dummerstorf sowie die Versuchsfelder der LFA in Gülzow bei Güstrow.

Die von der LMS verantwortete Exkursion B zeigt eine Milchviehgroßanlage mit ganzjähriger Stallhaltung und Niedermoorgrünland („Milchviehbetrieb Griepentrog“ in Steinhagen) und den Saatzuchtbetrieb „Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Lembke“ der Familie Brauer in Malchow auf der Insel Poel.

Den zahlreichen an Vorbereitung und Durchführung beteiligten Personen und den Sponsoren möchte ich an dieser Stelle herzlich danken.



## Inhaltsverzeichnis

---

Grußwort des Sprechers des Fachbereiches Agrarökologie an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock <b>Professor Dr. Fritz Tack</b> .....	1
Grußwort des Umweltministers von Mecklenburg-Vorpommern <b>Prof. Dr. Wolfgang Methling</b> .....	3
Die Agrarwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern und aktueller Forschungsbedarf für Futterbau und Grünlandnutzung <b>Renate Bockholt</b> .....	6
Das Moorschutzkonzept Mecklenburg-Vorpommerns–Ziele und Stand der Realisierung <b>Uwe Lenschow</b> .....	12
Ansaatmischungen unter praxisüblicher Grünlandbewirtschaftung auf Niedermoor in Mecklenburg – Vorpommern <b>Heidi Jänicke</b> .....	17
Schätzung der umweltrelevanten N-Verluste auf Grünland im Mittelgebirgsraum – Vergleich zweier Schätzmodelle <b>Michael Anger und David Scholefield</b> .....	23
Der Einfluss einer variierten Phosphor- und Kaliumdüngung auf den Ertrag, die Mineralstoffgehalte im Futter und die Artenzusammensetzung <b>R. Schuppenies, Bärbel Greiner, H. Hochberg, J. Pickert, G. Riehl</b> .....	30
Moorgrünland in Polen – ökologische und ökonomische Betrachtung <b>Piotr Goliński</b> .....	37
Veränderungen im Pflanzenbestand und Futterwert bei naturschutzorientierter Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland in Nordostdeutschland <b>Frank Hertwig und Irene Baeck</b> .....	45
Gegenwärtiger Stand und Perspektiven der ressourcenschonenden Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland <b>J. Müller und J. Isselstein</b> .....	51
Wasserverbrauch flachgründiger Niedermoore in Abhängigkeit von Grundwasserstand und Nutzungsart <b>Gisbert Schalitz, Axel Behrendt und Dieter Hölzel</b> .....	58
Carbon pools and isotope signatures in a degrading calcareous peat-land eco-system under permanent grassland <b>K. Auerswald<sup>1)</sup>, R. Schäufele, M. Winterhalter, H. Schnyder</b> .....	64
Auswirkungen variiertes Nutzungs- und Düngungsintensität auf den Pflanzenbestand, den Ertrag und die Qualität des Futters von Niedermoorgrünland <b>Andreas Titze</b> .....	70
Einfluss langjähriger N-Düngung auf Niedermoor <b>Horst Käding und Gabriele Petrich</b> .....	74
Mahd, Mulchen, ungestörte Sukzession – langfristige grünlandökologische Konsequenzen am Beispiel eines wechselfeuchten <i>Arrhenatherion elatioris</i> <b>Harald Laser</b> .....	78
Veränderungen in Ertrag und Grünlandnarbe bei Kalium-Aushagerung und Wiederaufnahme der K-Düngung auf einem sandunterlagerten Niedermoor in Nordostdeutschland <b>Jürgen Pickert und Rudolf Schuppenies</b> .....	84

Futterqualität und Siliereigenschaften von <i>Lolium multiflorum</i> im Vergleich zu drei bodenständigen Grasarten eines Niedermooses ( <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Elytrigia repens</i> und <i>Holcus lanatus</i> ) <b>Clemens Grund und Renate Bockholt</b> .....	88
Nährstoffentzug und N <sub>min</sub> -Gehalte bei Extensivierung von Niedermoorgrünland auf Schwarz- und Sanddeckkulturen <b>Susanne Eich und Renate Bockholt</b> .....	92
Eine kurze Geschichte der Wiesen Mitteleuropas <b>Dirk Kauter, Reinhard Böcker, Wilhelm Claupein</b> .....	96
Verschiedene Verfahren der Bewässerung bei Silomais <b>K. Schmalzer und K. Richter</b> .....	102
Bestandeszusammensetzung und Futterqualität einjährig angebauten Klee-grases in einer Futterbau-Fruchtfolge <b>Karen C. Volkens, Michael Wachendorf und Friedhelm Taube</b> .....	106
Maisanbau auf Grenzstandorten <b>Armin Hofhansel und Christian Gienapp</b> .....	111
Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewardung verschiedener Klee-grasmischungen auf Öko-Betrieben <b>Edmund Leisen</b> .....	114
Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewardung von Mais und Getreide/Getreideleguminosengemenge in Öko-Betrieben <b>Edmund Leisen</b> .....	118
Ertrag und Futterwert beim Silomaisanbau mit unterschiedlicher Reihenweite auf einem humosen Sandstandort in Nordostdeutschland <b>Jürgen Pickert</b> .....	122
Hohe Energieerträge mit gestaffelt nutzungsreifen Futtergrasbeständen <b>Karin Neubert und Jürgen Pickert</b> .....	126
Beitrag des Zwischenfruchtanbaus zur Reduzierung von Stickstoff- und Phosphatverlusten aus der Landwirtschaft <b>Bettina Eichler, Birgit Zachow</b> .....	130
Lysimeteruntersuchungen zum Nähr- und Schadstoffstoffaustrag bei Anbau von Silomais nach Einsatz von gereiftem Baggergut zur Bodenverbesserung <b>Michael Henneberg, Adolf Grüner</b> .....	134
Analysis of ecological records preserved in isotopic signatures of cattle tail switch hair <b>Michael Schwertl, Karl Auerswald, Rudi Schäufele, Hans Schnyder</b> .....	138
Silierung traditioneller sowie neuer Futterleguminosen <b>Günter Pahlow, Chri Rammer, David Slottner und Mikko Tuori</b> .....	142
Futteraufnahme verschiedener Leguminosen durch Schafe <b>Christian Paul, Gerd-Joachim Schild und Horst Auerbach</b> .....	146
Futterqualität diverser Leguminosen in Reinsaat und im Gemenge mit Wiesenschwingel (EU-Projekt LEGSIL) <b>Ulrike Sölter, Jörg-Michael Greef und Christian Paul</b> .....	148
Einfluss von Selenzulagen bei gras-, grassilage- oder maissilagebetonten Futterrationen auf den Selenstatus und Leistungsparameter von Milchkühen <b>Martin Gierus, Frieder J. Schwarz und Manfred Kirchgessner</b> .....	150
Praxisgestützte Reifeprüfung zur Einschätzung der Futterqualität auf Öko-Betrieben <b>Edmund Leisen</b> .....	154

Einfluss von Futterqualität und Hygienebedingungen auf die Clostridienbelastung in der Milch von Öko-Betrieben in Nordwestdeutschland <b>Edmund Leisen</b> .....	158
Endotoxingehalt von Grünlandaufwüchsen differenzierter Nutzung <b>Undine Behrendt</b> .....	162
Einsatz von Siliermitteln in ökologisch wirtschaftenden Betrieben <b>Dr. Hansjörg Nußbaum</b> .....	166
Entwicklung der Vegetation von gedeichem Salzgrasland der Ostseeküste nach 10jähriger Extensivierung <b>Renate Bockholt, Sonja Schmitz, Stefanie Noel</b> .....	170
Probleme und Perspektiven der ökologischen Saatgutvermehrung alpiner Arten für die Hochlagenbegrünung am Beispiel von <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Trifolium alpinum</i> und <i>Sesleria albicans</i> <b>Giovanni Peratoner und Günter Spatz</b> .....	174
Die Differenzierung von Niedermoor-Pflanzengesellschaften anhand der Bodennährstoffgehalte - ein Vergleich zwischen volumen- und gewichtsbezogener Angabe der Nährstoffgehalte <b>Thomas Kaiser</b> .....	178
Landwirtschaftliches Monitoringprogramm zur Erhaltung und Restitution von ökologisch wertvollem Grünland im Oberharz <b>Uwe von Borstel, Jürgen Gräßler</b> .....	182
Ausgewählte Parameter zur Schätzung von Pflanzen-gesellschaften, die auf Torf-Mursch- und Torf-Mudde-Böden unter feuchteren und nassen Standortbedingungen vorkommen <b>Maria Trzaskoś, Edward Niedźwiecki, Marek Bury und Henryk Czyż</b> .....	186
Untersuchungen zur Fließfähigkeit von Rindergülle <b>Rainer Schröpel</b> .....	193
Etablierung von Extensivgrünland <b>Hermann Giebelhausen, Andreas Milimonka und Karlheinz Richter</b> .....	197
Verlaufskurven von Ertrag und Rohnährstoffen des Grünlandaufwuchses, auch im Vergleich mit Öko-Betrieben <b>Karl Rutzmoser</b> .....	201
N <sub>2</sub> O-Emissionen vom Dauergrünland bei variiertem N-Düngungsintensität <b>Carola Lampe, K. Dittert, M. Wachendorf, B. Sattelmacher, F. Taube</b> .....	205
Vergleich der Nitratbelastung des Grundwassers unter Umtriebsweiden und „Simulierten Umtriebsweiden“ <b>M. Büchter, M. Wachendorf und F. Taube</b> .....	210
Futterproduktion - Dynamik und Variabilität der Dauerwiese in Beziehung auf die Bodentemperatur und -feuchtigkeit <b>Josef Straka und Frantisek Hrabec</b> .....	214
Leistungspotential unterschiedlicher Grünlandnutzungssysteme in Abhängigkeit von Witterung, Bestandeszusammensetzung, N-Input und Bodenart – eine Simulationsstudie <b>Michael Kelm, Antje Herrmann, Alois Kornher und Friedhelm Taube</b> .....	218
Reifeprüfung Grünland – Einführung des Prognosemodells in Nordrhein-Westfalen <b>A. Herrmann, A. Kornher, P. Ernst, F.-J. Löpmeier und F. Taube</b> .....	222

Einfluss der ökologischen Wirtschaftsweise auf die Energie- und Rohproteinversorgung von Milchkühen – speziell am Beispiel von Allgäuer Grünlandbetrieben mit rauhfutterbetonter Fütterung <b>Patricia Seele, Ueli Hartwig, Herbert Steingäß und Ulrich Thumm</b> .....	226
Naturalerträge und ökonomische Bewertung der extensiven Grünlandbewirtschaftung im Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Osterfeiner Moor“ <b>J. Müller und J. Strodthoff</b> .....	230
Stickstoffflüsse in konventionellen und ökologischen Futterbaubetrieben Niedersachsens <b>Johanna Scheringer und Johannes Isselstein</b> .....	234
Der Einfluss von Futterqualität, Ertrag und Flächenausstattung auf den Nährstoffspielraum im Grünlandbetrieb <b>Jürgen Schellberg, Ingo Rademacher und Walter Kühbauch</b> .....	240
Futtermasse und –wert von Winterweidefutter in Abhängigkeit von Zeit, Pflanzengesellschaft und Höhenlage <b>Katrin Wöhler und W. Opitz von Boberfeld</b> .....	244
Untersuchung zum Weideertrag und der Weideleistung bei unterschiedlich extensiver Grünlandbewirtschaftung sowie zur Mast – und Schlachtleistung von Ochsen und Färsen <b>C. Knappe, S. Schäfer und R.-D. Fahr</b> .....	248
Weideertrag unterschiedlich bewirtschafteter Mähstandweiden auf einem humosen Sandstandort in Nordostdeutschland <b>Reinhard Priebe, Hartmut Henning, Thoralf Schweppe</b> .....	252
Auswirkung der Beschattung auf einige Rasengräserarten und –sorten im Gefäßversuch <b>E. Aleksandravičienė, H. Jacob und H. Schulz</b> .....	256
Einfluss der Mykorrhizierung auf die Blattbildung und Kohlenhydratgehalte von Deutsch Weidelgras Pflanzen <b>Cornelia Mitterer, Sabine Rattler, Astrid Lux-Endrich, Agustin Grimoldi u. Thomas Gebbing</b> .	260
5. Dezember 1952 -erste Grünlandprofessur in Deutschland <b>Christine Knödler und Wilhelm Opitz von Boberfeld</b> .....	264
Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung von Rotklee und Luzerne sowie deren Gemenge mit Dt. Weidelgras <b>Ralf Loges, Johannes Thaysen und Friedhelm Taube</b> .....	268
Zur Geschichte der Universität Rostock <b>Prof. em. Dr. Horst Pätzold</b> .....	272

## **Grußwort des Sprechers des Fachbereiches Agrarökologie an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock**

Professor Dr. Fritz Tack

Sehr geehrter Herr Vorsitzender Dr. Elsässer,  
sehr geehrte Fachkolleginnen und –kollegen,  
sehr geehrte ausländische Gäste,  
meine Damen und Herren,

die Mitglieder und Angehörigen der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät und insbesondere des Fachbereiches Agrarökologie freuen sich, Sie so zahlreich an unserem Fachbereich, der Universität und in der See- und Hafenstadt Rostock begrüßen zu können.

Im Namen der Universitätsleitung, des Dekans der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät und der Leitung des Fachbereiches Agrarökologie heiße ich Sie alle zur 46. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. hier in Rostock herzlich willkommen.

Am Beginn der dreitägigen Veranstaltung ist es mir ein besonderes Bedürfnis, allen denjenigen zu danken, die diese Tagung vorbereitet haben und sich mit großer Kraft für den erfolgreichen Verlauf einsetzen. Der Dank gilt den Referenten und Autoren der Poster aus den verschiedensten wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland und dem Ausland für ihre Bereitschaft, neue Forschungsergebnisse vorzustellen. Unseren wissenschaftlichen Partnern im Lande, der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern in Gülzow und dem Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf, der Landwirtschaftsberatung Mecklenburg – Vorpommerns in Bad Doberan sowie den Praxispartnern sei für die Unterstützung des Vorhabens besonders gedankt.

Für die viele Kleinarbeit bei der Vorbereitung danke ich Frau Prof. Bockholt und den Mitarbeitern im Hause.

Die Agrarwissenschaften haben in Rostock und Umgebung Traditionen, die bis ins 18. Jahrhundert zurückreichen und mit Namen KARSTENS, VON THÜNEN, BECKER, HEINRICH UND HONCAMP verbunden sind. Der Gründung einer eigenständigen Landwirtschaftlichen Fakultät im Jahre 1942 wird eine Festveranstaltung am 6. Dezember 2002 gewidmet.

Eng verknüpft mit der Wiedereröffnung der Fakultät nach dem 2. Weltkrieg im Jahre 1946 sind die Namen des Agrikulturchemikers Kurt Nehring (1898-1988) und des Betriebswirtschaftlers und Grünlandforschers Asmus Petersen (1900-1962). Die Rostocker Fakultät und die späteren Sektionen entwickelten sich zu hoch angesehenen Stätten der agrarwissenschaftlichen Forschung und mit der Praxis verbundenen Lehre in der DDR.

Nach der Herstellung der deutschen Einheit erfolgte im Rahmen des Erneuerungsprozesses die Neugründung der Agrarwissenschaftlichen Fakultät mit ihren beiden Fachbereichen Agrarökologie und Landeskultur und Umweltschutz.

In die Zukunft gerichtet sind die Studiengänge Agrarökologie sowie Landeskultur und Umweltschutz und für dieses Land besonders wichtig. Lehre und Forschung des Fachbereiches Agrarökologie orientieren sich auf die komplexe nachhaltige Entwicklung des ländlichen Raumes und die umweltgerechte Landbewirtschaftung mit aktiver Gestaltung von Agroökosystemen.

Jüngstes Beispiel der zielgerichteten Profilierung ist die Gestaltung des gestuften Studienganges Agrarökologie mit Bachelor- und Masterabschluss.

Seit 1993 arbeiten die agrarwissenschaftlichen Einrichtungen des Landes und des Bundes im Lande Mecklenburg-Vorpommern im Rat für Agrarwissenschaften zusammen. Die Hauptaufgabe des von der Rostocker Fakultät geleiteten und dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei und dem Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur begleiteten Gremiums besteht in der Koordinierung der Forschungs- und Ausbildungsarbeiten im Lande. In 6 Arbeitskreisen werden unter Beteiligung der Praxis auch die Fragen des Grünlandes und des Futterbaus beraten und Empfehlungen für die Politik abgeleitet.

Mit dem Austausch der Forschungsergebnisse auf der Jahrestagung ihrer Arbeitsgemeinschaft wird ein bedeutender Beitrag zur Intensivierung der Zusammenarbeit geleistet.

In diesem Sinne wünsche ich der Rostocker Tagung mit der Plenarsitzung, den Workshops, Abendveranstaltungen und Exkursionen einen vollen Erfolg und Ihnen allen einen angenehmen Aufenthalt in Rostock.

# Grußwort des Umweltministers von Mecklenburg-Vorpommern

Prof. Dr. Wolfgang Methling

Sehr geehrte Damen und Herren,  
sehr geehrte Konferenzteilnehmer,

es ist mir eine besondere Freude, die Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau hier in Rostock mit einem Grußwort zu eröffnen. Auch deshalb, weil Fragen der Grünlandnutzung und der Bewirtschaftung von Mooren immer größere Bedeutung erlangen und in der Arbeit des Umweltministeriums zu den Schwerpunktaufgaben gehören.

Grünland und Grünlandnutzung haben in Mecklenburg-Vorpommern eine lange Tradition. Über Jahrhunderte galt für den Bauern die Devise „der Wert des Ackers wird durch das Grünland bestimmt“. Diese Erkenntnis war und ist für den Naturschutz von höchster Bedeutung. Sie hat zu einer Umverteilung der Nährstoffe vom Grünland auf die Äcker gesorgt. Die sich damit herausbildenden Nährstoffgradienten waren bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts eine wichtige Grundlage für die außerordentlich hohe biologische Vielfalt in der bäuerlichen Kulturlandschaft.

Seitdem hat sich die Landwirtschaft und mit ihr die Landschaft grundlegend gewandelt. Aus der Subsistenzwirtschaft des Bauern ist ein hochtechnisiertes multifunktionelles Unternehmertum geworden, das neben der Produktion von Rohstoffen zur Lebensmittelherstellung auf die Erzeugung von Pflanzen zur energetischen und chemischen Verwertung zielt. Die herkömmliche Grünlandnutzung als Grundlage der tierischen Produktion verliert zunehmend an Bedeutung.

In M-V haben wir das Problem, dass zu wenig Tiere gehalten werden; im Landesdurchschnitt sind es nur noch 0,4 Großvieheinheiten pro Hektar – ein Fünftel dessen, was im Öko-Landbau zugelassen ist. Deshalb werden heute nur noch etwa 277.000 Hektar als Grünland genutzt - größtenteils auf Niedermoorstandorten, die sich zum Marktfruchtanbau wenig eignen. Etwa zu zwei Dritteln dient diese Fläche als Weide und Mähweide, unter anderem für die ca. 75.000 Mutterkühe in unserem Land, das letzte Drittel ist in der Wiesenutzung.

Die artenreichsten Grünlandflächen sind in Mecklenburg-Vorpommern auf wenige Dutzend Einzelstandorte beschränkt. Zwischen Naturschutz und Landwirtschaft besteht Einvernehmen darüber, dass es zur Erhaltung und Erweiterung von Grünlandstandorten als sogenannte Halbkulturformationen auch eines Ausgleichs für Bewirtschaftungerschwernisse der Landwirte bedarf. Von Seiten der EU, des Bundes und der Landesregierung werden verschiedenste Förderprogramme angeboten, die die Grünlandnutzung flankieren. Sie reichen vom ökologischen Landbau, über das Programm Naturschutzgerechte Grünlandnutzung und das Moorschutzprogramm bis zu einzelfallbezogenen Förderungen in ausgewählten Schutzgebieten.

Das gut eingeführte Programm „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung“ ist novelliert und damit bedeutend flexibler für die Anwender gestaltet worden. Entsprechend den jeweiligen Grünlandtypen werden ökologisch begründete Nutzungseinschränkungen

vereinbart, die den Landwirten in Form von fünfjährigen Bewirtschaftungsverträgen angeboten werden. Die Landwirte erhalten dafür im Regelfall 206 Euro pro Hektar und Jahr. Im Jahr 2001 konnte die naturschutzgerechte Grünlandnutzung auf rund 65.000 Hektar vertraglich gefördert werden, das entspricht mehr als 23 % unserer Grünlandfläche. Dafür wurden und werden (trotz sinkender Haushaltsmittel) auch künftig 13,5 Mio. Euro an Fördermitteln durch das Umweltministerium bereitgestellt.

Lassen Sie mich nun noch einige Worte zur Problematik der Bewirtschaftung von Mooren sagen, die ja ein Schwerpunkt ihrer diesjährigen Tagung ist. Mecklenburg-Vorpommern verfügt über rund 290.000 Hektar Moorfläche, was rund 12% der Landesfläche entspricht. Davon werden ca. 200.000 Hektar seit langem landwirtschaftlich genutzt, was aber eine regelmäßige Entwässerung notwendig macht. Durch die Entwässerung wird jedoch erheblich in den Landschaftswasserhaushalt eingegriffen, er wird destabilisiert, es werden in den Mooren abgelagerte Nährstoffe freigesetzt, die in die Gewässer und letztlich in die Ostsee gelangen. Durch die Torfmineralisation wird in erheblichem Umfang Kohlendioxid freigesetzt und es gehen Lebensräume für bestandsbedrohte Tier- und Pflanzenarten verloren.

37.000 Hektar landwirtschaftlich genutzter Flächen bedürfen der künstlichen Entwässerung durch Schöpfwerke und sind lagebedingt an der Küste durch Hochwasser überflutungsgefährdet, da die Mooroberfläche bereits jetzt unter Ostseeebene liegt. Im Peenetal z. B. ist der Wasserstand in küstennahen Niedermoorbereichen bereits 1,10 m unter der Ostsee abgesackt. In jedem Jahr weiterer Entwässerung sinkt die Bodenoberfläche um weitere 1 bis 2 cm. Hinzu kommt, dass die Kosten für die Entwässerung und den Hochwasserschutz den betriebswirtschaftlichen Wert der Flächen vielfach deutlich übersteigen.

Zur Lösung dieses Problems hatte der Landtag bereits 1995 beschlossen, dass die Landesregierung ein Konzept zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore vorlegen soll. Dieses, von einer interministeriellen Arbeitsgruppe unter Beteiligung wissenschaftlicher Einrichtungen erarbeitete „Moorschutzprogramm M-V“ wurde nach einer umfangreichen öffentlichen Anhörung im März 2000 durch die Landesregierung beschlossen.

Ziel des Programms ist es, auf freiwilliger Basis in den nächsten 20 Jahren rund 75.000 Hektar Moorfläche zu sanieren. Das betrifft 37.000 ha besonders überflutungsgefährdete Moore, wo der Rückzug der Landwirtschaft betriebsverträglich zu gestalten ist, sowie ausgewählte, für den Naturschutz besonders wichtige 38.000 ha Moore, die zu renaturieren sind. Zur Umsetzung des Programms wurde beim Umweltministerium ein Moorbeirat gebildet, dem 10 ständige Vertreter des Umweltministeriums, des Landwirtschafts- und Arbeitsministeriums sowie der Naturschutzverbände, des Landesbauernverbandes, der Wasser- und Bodenverbände, der kommunalen Spitzenverbände und der Universitäten Rostock und Greifwald angehören.

Im Gegensatz zu den Renaturierungsprojekten, die im Rahmen des EU-LIFE-Programms durchgeführt werden und oftmals auf Widerstände in der Bevölkerung trafen, setzt das Moorschutzprogramm auf den freiwilligen Ausstieg landwirtschaftlicher Unternehmen aus wirtschaftlich unrentablen Niedermoorflächen. Rund 4 Mio. Euro stellen Umweltministerium und EU jährlich dafür bereit. Das Programm wird inzwischen von den Bauern so gut angenommen, dass zur Zeit 23

Renaturierungsprojekte auf über 5.000 ha Fläche durchgeführt werden. Als die Zahl der Skeptiker noch überwog, habe ich prophezeit, dass mehr Anträge im Ministerium eingehen werden, als Geld zur Verfügung steht. Genau so ist es gekommen.

Der Moorbeirat, der die Auswahl trifft, hat längst die Qual der Wahl. Dies ist ein deutlicher Beweis dafür, dass das Moorschutzprogramm von den Landwirten als ökologisch und ökonomisch sinnvoll bewertet wird. Als Umweltminister sehe ich in dem Moorschutzprogramm nicht nur ein Konzept zum Schutz von Natur, Klima, Boden und der Gewässer, sondern es ist für mich vor allem auch ein „Bauernschutzprogramm“. In dieser Form ist es bundesweit einmalig und darauf, Vorreiter zu sein, können wir in M-V zu Recht stolz sein.

Ich wünsche ihrer Tagung einen erfolgreichen Verlauf.

# **Die Agrarwirtschaft in Mecklenburg – Vorpommern und aktueller Forschungsbedarf für Futterbau und Grünlandnutzung**

Renate Bockholt

**Universität Rostock, Fachbereich Agrarökologie, Institut für umweltgerechten Pflanzenbau, Fachgebiet Grünland und Futterbau**

## **Die Stellung der Agrarwirtschaft in Mecklenburg – Vorpommern**

Grünlandwirtschaft und Futterbau sowie der aktuelle Forschungsbedarf müssen im Zusammenhang mit der Agrarwirtschaft Mecklenburg-Vorpommerns, den Standortbedingungen und den Rahmenbedingungen für die Agrarpolitik betrachtet werden.

Die Landwirtschaft bestimmt weitgehend die Wirtschaftsstruktur in unserem Land. Im Vergleich zu anderen Bundesländern nimmt Mecklenburg-Vorpommern mit 23.171 km<sup>2</sup> den 6. Platz ein. Es ist mit 1,8 Millionen Einwohnern und 78 Personen je km<sup>2</sup> das am geringsten besiedelte Bundesland. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 1,37 Millionen ha, das entspricht etwa 60% der Gesamtfläche. Die Bodennutzung erfolgt zu 65% durch die Landwirtschaft, zu 21% durch die Forstwirtschaft und zu 5% durch die Fischereiwirtschaft.

Der Beitrag von Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft an der Bruttowertschöpfung des Landes beträgt 1,7 Milliarden DM bzw. 3,5%. Die Ernährungswirtschaft nimmt mit 39% am Gesamtumsatz des verarbeitenden Gewerbes den ersten Platz ein.

In der Landwirtschaft haben sich auch nach der Wiedervereinigung stabile und wettbewerbsfähige Betriebsstrukturen entwickelt, die sich dem ständig wachsenden Konkurrenzkampf stellen. Neben der Rentabilität der Betriebsführung gilt die Zielstellung, die landwirtschaftliche Nutzfläche umweltgerecht und nachhaltig zu bewirtschaften. Die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt 272 ha mit einem durchschnittlichen Besatz von 1,5 AKE /100 ha LF. Die juristischen Personen bewirtschaften im Schnitt über 1000 ha, die natürlichen Personen dagegen nur rund 150 ha. Während sich die Betriebsgrößen nach der Wiedervereinigung nur im Bereich der natürlichen Personen stark verringert haben, hat sich der AK-Besatz relativ einheitlich von 8,5 AK/ 100 ha LN auf 1,5 AK/ 100 ha LN verringert.

Zu den Forschungseinrichtungen zählen die Landesforschungsanstalt in Gülzow bei Güstrow, die Universität Rostock, die Fachhochschule Neubrandenburg, das Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere in Dummerstorf, die Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten auf der Insel Riems und die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe.

In der Ernährungs-, Land-, Forst- und Fischwirtschaft werden 8 Ausbildungsberufe angeboten.

## **Entwicklung der Agrarwirtschaft in M.-V. von 1989 bis 1999**

Die deutsche Vereinigung führte zu einer tief greifenden Veränderung in der Agrarwirtschaft der heutigen neuen Bundesländer. In der ehemaligen DDR deckte die landwirtschaftliche Produktion den Selbstversorgungsgrad an landwirtschaftlichen Produkten über 100%. Die Landwirte hatten das Ziel, die eigene Bevölkerung mit hochwertigen Nahrungsmitteln zu versorgen und darüber hinaus noch für den Export zu produzieren. Intensive Flächennutzung im Rahmen der Möglichkeiten wurde betrieben. Konkurrenz und Existenzängste gab es damals nicht.

Nach der Wiedervereinigung galten die Ziele der EU- Agrarpolitik, den Produktionsumfang zu reduzieren, Überschüsse abzubauen und die Produktionsweise

den marktwirtschaftlichen Erfordernissen anzupassen. Der daraus resultierende Umstrukturierungsprozess ist noch nicht abgeschlossen. Mit dem Landwirtschaftsanpassungsgesetz wurde der Schutz des Privateigentums in der Land- und Forstwirtschaft wieder hergestellt. Bis Ende 1991 wurden alle LPG umstrukturiert oder aufgelöst. Das Investitionsförderprogramm förderte die Wiedereinrichtung bäuerlicher Familienbetriebe, die Umstrukturierung der Genossenschaften zu GbR, GmbH u. a. Betriebsformen sowie betriebliche Maßnahmen zum Tierschutz, Umweltschutz und Naturschutz.

Mit der EU- Agrarreform von 1992 begann die Prämierung der konjunkturellen Stilllegung von Ackerflächen, die Prämierung der Rindfleischherzeugung mit geringen Besatzdichten (< 2,0 GV/ha) und die Förderung extensiver Produktionsverfahren (extensive Grünlandnutzung, ökologischer Landbau, Aufforstung landwirtschaftlicher Nutzflächen), die Begrenzung von Milch- und Mutterkuhhaltung durch Quoten und die Prämierung des Vorruhestandes in der Landwirtschaft.

Die AGENDA 2000 setzt den mit der EU-Agrarreform von 1992 eingeschlagenen Weg der Marktorientierung konsequent fort.

### **Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung auf dem Ackerland**

In Mecklenburg- Vorpommern wird langjährig eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 1,3 Millionen ha bewirtschaftet, darunter 79 Ackerland und 21%Grünland . Neben der Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche um 6% haben sich auch Veränderungen in Umfang und Ertrag der einzelnen Nutzungsgruppen und Fruchtarten vollzogen.

Tabelle 1a: Anbauflächen und Erträge in Mecklenburg – Vorpommern

Fruchtart	% der Ackerfläche		Ertrag (dt Originalsubstanz/ha)	
	Jahr 1989	Jahr 1999	Jahr 1989	Jahr 1999
Getreide	54,3	54,0	38	68
Hülsenfrüchte	1,3	2,5	13	33
Ölfrüchte	7,1	20,8	33	41
Kartoffeln	8,4	1,5	245	303
Zuckerrüben	4,4	2,9	318	463
Futterhackfrüchte	1,7	0	451	---
Feldfutter	17,9	9,1		
Mehrfährige Pfl.	9,9	3	353	304
Silomais	8	6,1	355	395
Andere Früchte		0,4	----	----
Brache		8,6	----	---

Seit der Wiedervereinigung erfolgte in Anpassung an die Absatzmöglichkeiten und Erlöse eine Konzentration auf den Wintergetreideanbau, ein Anstieg des Futtererbsen- und Rapsanbaus, die Verringerung des Kartoffel- und Zuckerrübenanbaus und ein Rückgang des Feldfutteranbaus. Der Rückgang des Feldfutteranbaus ist auf die starke Reduzierung des Tierbesatzes zurückzuführen. Durch Nutzung des Züchtungsfortschrittes und Veränderung der acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen sind die Erträge mit Ausnahme der mehrjährigen Futterpflanzen auf dem Ackerland kontinuierlich gestiegen. In Bezug auf den Grünlandanteil gab es nur geringfügige Veränderungen. Auffällig ist aber der Rückgang der Erträge auf dem für den geringen Tierbesatz zu umfangreichen Dauergrünland.

Tabelle 1b: Bodennutzung und Erträge auf dem Dauergrünland

Nutzung	% der Landw. Nutzfläche		Ertrag (dt OS/ha)	
	1989	2000	1989	2000
Dauergrünland	21,6	20,6	308	269
Wiesen	7,4	5,5		254
Mähweiden	13,4	14,7		276
Hutungen	0,8	0,4		

### Tierproduktion und tierische Erzeugung

Während der Umstrukturierung der Landwirtschaft sind sämtliche Tierbestände reduziert worden (Tab. 2). Die stärkste Reduzierung auf 22 bzw. 24% des Ausgangsbestandes erfolgte in der Schaf- und Schweinehaltung. Die Anzahl der Rinder wurde auf 43% des Ausgangsbestandes reduziert. Durch die Reduzierung des Schaf- und Rinderbestandes veränderte sich bei standortbedingt gleich bleibendem Grünlandanteil und stark reduzierten Ackerfutterflächen der Besatz an Rohfutter verzehrenden Großvieheinheiten je Hektar Hauptfutterfläche um 20%.

Tabelle 2: Entwicklung der Tierbestände in M.-V. von 1989 bis 1999

Jahr	1989*	1991	1997	1999	Relation 1999 /89
Rinder ges.(T Stück)	1.386,8	730,9	611,5	590,2	43%
Milchkühe (T Stück)	490,7	248,4	226,0	193,2	39%
Mutterkühe (T Stück)	0	11,5	55,3	55,4	----
Schafe ges. (T Stück)	431,6	77,4	70,4	93,6	22%
Pferde ges. (T Stück)	17,4	15,5	-----	12,6	72%
Schweine ges. (T Stück)	2.784,6	1.152,6	584,4	678,5	24%
ha Hauptfutterfläche / RGV	0,53	0,76	0,81	0,65	122%
RGV/ha Hauptfutterfläche	1,86	1,32	1,24	1,53	82%

### Die Milcherzeugung

Seit der Wiedervereinigung ist die Milchleistung kontinuierlich gestiegen (Tab. 3). In der Milchviehhaltung vollzieht sich ein Konzentrationsprozess. Die Gruppe der Halter mit 100-200 Kühen wird immer größer. Immer weniger Kühe werden in Einheiten von über 1000 Tieren gehalten. Immer weniger Milchkühe genießen im traditionellen Weideland Mecklenburg- Vorpommern noch Weidegang, so dass die umfangreichen Weideflächen weitgehend den weiblichen Junggrindern, den Mutterkühen und Weideochsen vorbehalten sind. Der Kraft- und Mineralfuttereinsatz in der Milchviehhaltung betrug im Jahr 1999/2000 29,4 dt /Kuh. Somit wurden 36 kg Kraftfutter je dt der nach dem Fettgehalt korrigierten Milchmenge (FCM) eingesetzt. Bei einer erreichten Tagesleistung von 22,3 kg FCM wurden rein rechnerisch 16,5 kg FCM aus dem Kraftfutter und nur 5,8 kg FCM aus dem Grundfutter ermolken. Das Verhältnis von Kraftfuttereinsatz zum Grundfuttereinsatz lag bei 74 zu 26%. Das Verhältnis von Maissilage zu Anwelksilage betrug 60 zu 40%.

### Der Ökologische Landbau in Mecklenburg - Vorpommern

Der ökologische Landbau hat seit Initiierung im Jahre 1994 eine gleich bleibende und beachtliche Bedeutung (Tab 4). Im Jahr 2000 wirtschafteten in Mecklenburg-Vorpommern 438 landwirtschaftliche Betriebe auf 84 Tausend ha bzw. auf 6,2 % der LN nach ökologischen Grundsätzen. Die durchschnittliche Betriebsgröße im

ökologischen Landbau beträgt 192 ha. Mecklenburg – Vorpommern weist im Vergleich aller Bundesländer den höchsten Flächenanteil im ökologischen Landbau auf. Rund 65% der ökologisch bewirtschafteten Fläche ist Dauergrünland. Circa 70.000 Rinder, darunter 2.000 Milchkühe und 33.000 Mutterkühe, 19.500 Schafe und Ziegen, 11.000 Schweine und 50.000 Legehennen werden nach Grundsätzen des Ökologischen Landbaus gehalten.

Tabelle 3: Entwicklung der Milcherzeugung in Mecklenburg - Vorpommern

Jahr	1989*	1991	1997	1999	Relation 1999/89
Milcherzeugung (kt)	1.934	1.258	1.383	1.287	67%
Milchleistung je Kuh u. Jahr (kg)	3.964	4.632	6.183	6.555	165%
Milchauszahlungspreis (Pf/kg)		48,7	54,7	54,5	

Tabelle 4: Anzahl der ökologisch wirtschaftenden Betriebe und Umfang der förderfähigen Fläche

Anbauverband	1994		1999	
	Anzahl	ha	Anzahl	ha
Biopark	359	73.744	372	74.935
Naturland	9	2.250	8	2.913
GÄA	6	291	8	491
Demeter	15	890	16	1.210
Bioland	30	3.200	29	3.964
ANOG			1	24
Sonstige			4	611
<b>gesamt</b>	<b>419</b>	<b>80.375</b>	<b>438</b>	<b>84.152</b>

## Der Naturschutz

In Mecklenburg- Vorpommern sind auf 3,3% der Landesfläche Naturschutzgebiete und auf 5,0% Nationalparke eingerichtet worden, die zum überwiegenden Teil land-, forst- und fischereiwirtschaftlich genutzt werden. Dazu gehören z. B. der Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft mit einer Gesamtfläche von 788 km<sup>2</sup>, der Müritznationalpark mit 322 km<sup>2</sup> und der Nationalpark Jasmund mit 31 km<sup>2</sup>.

Neben diesen Schutzkategorien werden in den beiden Biosphärenreservaten (Süd-Ost-Rügen und Schaalsee) und in den 6 Naturparks (Rügen, Nossentiner Heide, Feldberger Seenlandschaft, Mecklenburgische Schweiz und Kummerower See, Mecklenburgisches Elbtal, Insel Usedom) die Möglichkeiten wirtschaftlicher Nutzung mit dem Naturschutz verbunden. In den Schutzgebieten wird die Grünlandbewirtschaftung im Rahmen des Vertragsnaturschutzes finanziell unterstützt. Die naturschutzgerechte Grünlandnutzung konzentriert sich zwar auf die Schutzgebiete, bietet aber auch außerhalb der großräumigen Schutzgebiete Möglichkeiten, am Programm teilzunehmen. Das Programm erfasste bei steigendem Trend im Jahr 2000 insgesamt 4,8% der landwirtschaftlichen Nutzfläche bzw. 23,6 % des Dauergrünlandes. Gefördert werden die extensive naturschutzgerechte und extensive Bewirtschaftung von Salzgrasland, Feuchtgrünland/Moor, Trockenrasen und von Flächen der Grünlandrenaturierung. An erster Position stehen die Fördermaßnahmen für das Salzgrasland.

## Moorschutzkonzept

Das Moorschutzkonzept des Umweltministeriums bietet den Landwirten seit 1998 die Möglichkeit, mit Erhalt einer Entschädigung aus der landwirtschaftlichen Nutzung

von Niedermooren auszusteigen. Im Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (Güstrow) arbeitet die Koordinierungsstelle an der Umsetzung des Moorschutzkonzeptes, das gleichzeitig Maßnahmen der Wiedervernässung vorsieht.

Tabelle 5: Förderprogramm „Naturschutzgerechte Grünlandnutzung“

Vertragsmuster	Förderfläche in ha	
	1991	2000
Salzgrasland	1.329	2.665
Feuchtgrünland/Moor	9.717	27.648
Trockenrasen	430	2.478
Grünlandrenaturierung	6.278	33.632
<b>M.-V. gesamt</b>	<b>17.754</b>	<b>66.423</b>

### Natürliche Standortbedingungen in Mecklenburg - Vorpommern

Die Oberfläche der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist durch flaches Land im Norden, wellige Flächen im Nordwesten und kuppiges Land im Südosten geprägt. Die Höhe über dem Meeresspiegel ändert sich zwischen 0 und 179 m (Helpter Berge im Landkreis Mecklenburg - Strelitz = höchste Erhebung). Das Klima wird durch den Übergang von maritimen Einflüssen im Nordwesten des Landes zu kontinentalen Einflüssen im Südosten des Landes geprägt. Die Niederschläge nehmen von mehr als 650 mm in Westmecklenburg auf etwa 500 mm im südlichen Vorpommern ab. Die Jahresmitteltemperaturen liegen zwischen 8,3°C (Warnemünde) und 7,8°C (Neubrandenburg). Die Böden sind mit Ausnahme der Moore und einiger alluvialer Flächen an der Elbe, die weniger als 1% betragen, diluvialer Entstehung. Die Bodenqualität unterscheidet sich auf Grund der eiszeitlichen Gestaltung großräumig, wechselt aber manchmal auch kleinflächig sehr stark. Im Land sind alle Bodenarten, vom Sand bis zum Ton vertreten. Unter Berücksichtigung gleicher Boden- und Klimaverhältnisse werden die Flächen des Landes 5 Agrarregionen zugeordnet.

### Beschaffenheit des Grünlandes in Mecklenburg –Vorpommern

Nach der letzten Grünlandschätzung der DDR im Jahre 1987, die sich auf 342,6 T ha Grünland der früheren Bezirke Rostock, Schwerin und Neubrandenburg bezog, sind 59% des Grünlandes Niedermoore und 41% Mineralböden (Tabelle 6). Nach anderen neueren Quellen, die bei fließendem Übergang zu den Sanden auch nicht mehr vorhandene Moore in die Bilanz eingliedern, wird der Anteil der Niedermoore von M. – V. mit 85% angegeben. Die Standortmängel des Grünlandes von Mecklenburg-Vorpommern sind vielfältig. 17% des Grünlandes sind zu trocken, 17% des Grünlandes sind zu nass und 7% von häufigen Überflutungen betroffen. 6,5% des Grünlandes haben eine zu starke Hangneigung von über 20% und 58,8% des Grünlandes eine zu geringe Krumentiefe von weniger als 25 cm.

Tabelle 6a: Bodenarten nach Grünlandschätzung von 1987

Sande	41.600 ha	12 %
Lehmige Sande	63.600 ha	18 %
Lehme	23.300 ha	7 %
Tone	10.800 ha	3 %
Anmoore	71.400 ha	21 %
Flachgründige Moore	62.600 ha	18 %
Tiefgründige Moore	60.200 ha	18%
Mulm-Moore	9.400 ha	3%
<b>Summe</b>	<b>342.600 ha</b>	<b>100%</b>

Tabelle 6b: Wasserverhältnisse nach Grünlandschätzung von 1987

Trocken	22.300 ha	6,5 %
Frisch und gut feucht	153.700 ha	44,8 %
Halbnass	83.600 ha	24,4 %
Nass	59.100 ha	17,3 %
Überflutet im Winter	12.200 ha	3,6 %
Überflutet im Sommer und Winter	11.700 ha	3,4 %
<b>Summe</b>	<b>342.600 ha</b>	<b>100%</b>

Tabelle 6c: Standortmängel nach Grünlandschätzung von 1987

<b>Zu starke Hangneigung</b>	<b>22.300 ha</b>	<b>6,5%</b>
20 – 25% Hangneigung	13.300 ha	3,9%
> 25 % Hangneigung	9.000 ha	2,6%
<b>Zu geringe Krumentiefe</b>	<b>201.700 ha</b>	<b>58,8%</b>
<15 cm	29.500 ha	8,6 %
15-25 cm	172.200 ha	50,2%
<b>Flächenumfang der Analyse</b>	<b>342.600 ha</b>	<b>100%</b>

### **Forschungs-, Schulungs- und Beratungsbedarf**

Im Zusammenhang mit dem Trend zur Extensivierung gewinnt die ökologische Funktion des Dauergrünlandes gegenüber der Funktion als Produktionsstandort für Futter zunehmende Bedeutung. Es wird die stufenweise Rücknahme der Intensität empfohlen, die sich zweckmäßigerweise den speziellen Wasserverhältnissen (Wasserstufen 2+/- bis 5+) anpassen sollte, aber vordergründig von der Produktionsrichtung der Landwirtschaftsbetriebe abhängt.

#### **Ackerfutterbau**

- Leistungsfähigkeit der Sorten im Silomaisanbau

#### **Relativ intensiv bewirtschaftete Grünlandflächen**

- Technologie der Einsaat von Kulturgräsern bei großflächiger Bewirtschaftung
- Überprüfung des Arten – und Sortenspektrums im Hinblick auf die Verbesserung von Schnitt- und Siliereignung durch Einsaaten

#### **Halbextensive und sehr extensive Nutzung**

- Futterqualität und Siliereignung der bodenständigen Pflanzenarten
- Prüfung der im ökologischen Landbau zugelassenen Düngemittel bei Schnitt- und Weidenutzung
- Einsaat von Leguminosen in Dauergrünlandflächen des Ökologischen Landbaus
- Eignung von Maschinensystemen für feuchte und nasse Grünlandstandorte

#### **Absolutes Naturschutzgrünland und Renaturierungsflächen**

- Dauerbeobachtungen der Vegetationsentwicklung nach Extensivierung
- Begleitende Untersuchung der Aushagerungs- und Renaturierungsprozesse

#### **Moorschutz und Verzicht auf landwirtschaftliche Nutzung**

- Notwendigkeit und Möglichkeiten der Vitalisierung von Niedermooren
- Kohlenstoff- und Nährstoffhaushalt der wieder vernässten Niedermoore

#### **Literaturverzeichnis:**

ANONYM: Letztes Statistisches Jahrbuch der DDR, Ausgabe 1989

ANONYM, Landesregierung von M.-V, Schwerin.: Agrarberichte 1995, 1998 und 2001 des Landes Mecklenburg-Vorpommern

#### **Adresse :**

Prof. Dr. Renate Bockholt, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock, 18059 Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6

# Das Moorschutzkonzept Mecklenburg-Vorpommerns – Ziele und Stand der Realisierung

Uwe Lenschow

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern

## 1. Ausgangslage

Moore nehmen 12 % der Landesfläche Mecklenburg-Vorpommerns ein, das entspricht etwa 293 000 ha. Bis weit in das 19. Jahrhundert hinein wurden die Moore im wenig oder nicht entwässerten Zustand beweidet, gemäht oder auch zur Torfgewinnung genutzt. Heute sind 62 Prozent der Moore in Mecklenburg-Vorpommern stark entwässert. Insbesondere durch Umbruch und Ackernutzung sind Moorstandorte irreversibel zerstört worden. Die Moorflächenverluste der letzten 50 Jahren belaufen sich auf mindestens 29 000 ha (LENSCHOW 1997).

Weitere gravierende Folgen der Entwässerung von Moorstandorten sind z.B. die Schädigung der Moorböden durch Torfzehrung (Mineralisation) und damit verbundene Stoffum- und -freisetzungen, die Beeinträchtigung des Landschaftswasserhaushaltes, die Gefährdung von Lebensräumen und Arten sowie die mögliche Beeinflussung des Klimas durch Emission klimarelevanter Gase. Intakte, d.h. unentwässerte Moore haben daher aus Sicht des Naturschutzes, der Wasserwirtschaft, des Klimaschutzes und des Bodenschutzes eine bedeutende ökologische Funktion.

Mitte der 1990er Jahre wurden ca. 65 % der Moore Mecklenburg-Vorpommerns landwirtschaftlich genutzt. Etwa 50 000 ha Moorflächen werden von Wäldern bedeckt, das entspricht einem Anteil von 10 % an der Gesamtwaldfläche. Zwölf Prozent der Moore sind ungenutzt („Ödland“), hierzu gehören auch noch die wenigen unentwässerten waldfreien Moore (ca. 8 000 ha).

**Die landwirtschaftliche Nutzung von Mooren, insbesondere von solchen, die überflutungsgefährdet und ohne natürliche Vorflut sind, wird vielfach von ökonomischen Problemen geprägt.** Rund 130 000 ha im Lande werden durch Schöpfwerke entwässert. Fast die Hälfte der Schöpfwerke und Deiche hat einen mittleren bis schlechten Zustand, so dass absehbar in den nächsten Jahren hohe Investitionen notwendig werden. Gleichzeitig verliert das Moor-Grünland insbesondere für die Milchproduktion an Bedeutung. Es erfolgte ein drastischer Rückgang des Rinderbesatzes seit 1989 von 83 Großvieheinheiten auf 43 Einheiten pro 100 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche Mitte der 1990er Jahre. Stark angestiegen ist die Milchproduktion je Kuh, die qualitativen Anforderungen an das Futter liegen entsprechend sehr viel höher. Solch hochwertiges Futter kann häufig nicht auf Niedermoor-, sondern nur auf Mineralbodenstandorten produziert werden. Bei gleichbleibender Nutzungsintensität führen diese Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen dazu, dass mindestens 40 000 ha Grünland heute für eine landwirtschaftliche Produktion nicht mehr benötigt werden.

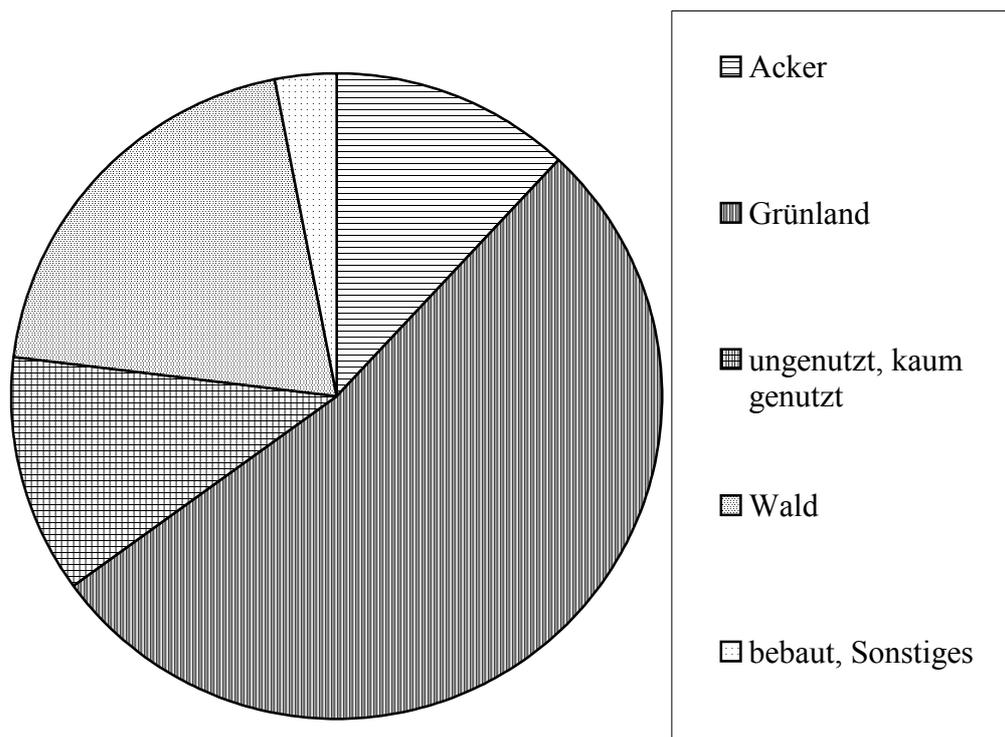


Abb. 1 : Aktuelle Nutzung der Moore in Mecklenburg-Vorpommern

## 2. Grundprinzipien des Moorschutzkonzeptes

Zur Lösung der aufgezeigten ökologischen und ökonomischen Probleme wurde das Moorschutzkonzept Mecklenburg-Vorpommerns in den Jahren 1995 – 1998 unter Beteiligung von Landnutzern, Wissenschaftlern und Verbänden entwickelt.

Dabei wurden in einer Konfliktdanalyse die Interessenlage der Landnutzer den Moorschutzzielstellungen gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass in den Bereichen unentwässerter und mäßig entwässerter Moore eine weitgehende Interessenübereinstimmung existiert. Im Bereich der stark entwässerten Moore besteht Übereinstimmung darin, in ungenutzten und bewaldeten Mooren die Grundwasserstände zu erhöhen. Für Teilbereiche der landwirtschaftlich genutzten Niedermoore kommt ebenfalls eine Nutzungsaufgabe und Wiedervernässung in Frage, wenn Entschädigungs- und Ankaufsleistungen erfolgen. Auf der Grundlage der vorliegenden Zustandsbeschreibung und der Konfliktdanalyse wurden differenzierte Nutzungsmöglichkeiten und Perspektiven für die Moore in Mecklenburg-Vorpommern entwickelt.

Das Moorschutzkonzept verfolgt in erster Linie das Kooperationsprinzip, d.h. es werden Regelungen auf freiwilliger Basis angestrebt. Im Konzept werden die Rahmenbedingungen und Kriterien zur künftigen Entwicklung der Moorflächen formuliert, die lokal vor Ort spezifiziert werden. Ob, wo und in welchem Umfang Moorflächen wiedervernässt oder moorschonend genutzt werden, kann nur vor Ort entschieden werden.

Das Moorschutzkonzept setzt sich aus mehreren Schwerpunkten zusammen, so dass differenzierte Zielsetzungen für die gesamte Moorkulisse Mecklenburg-Vorpommerns getroffen werden.

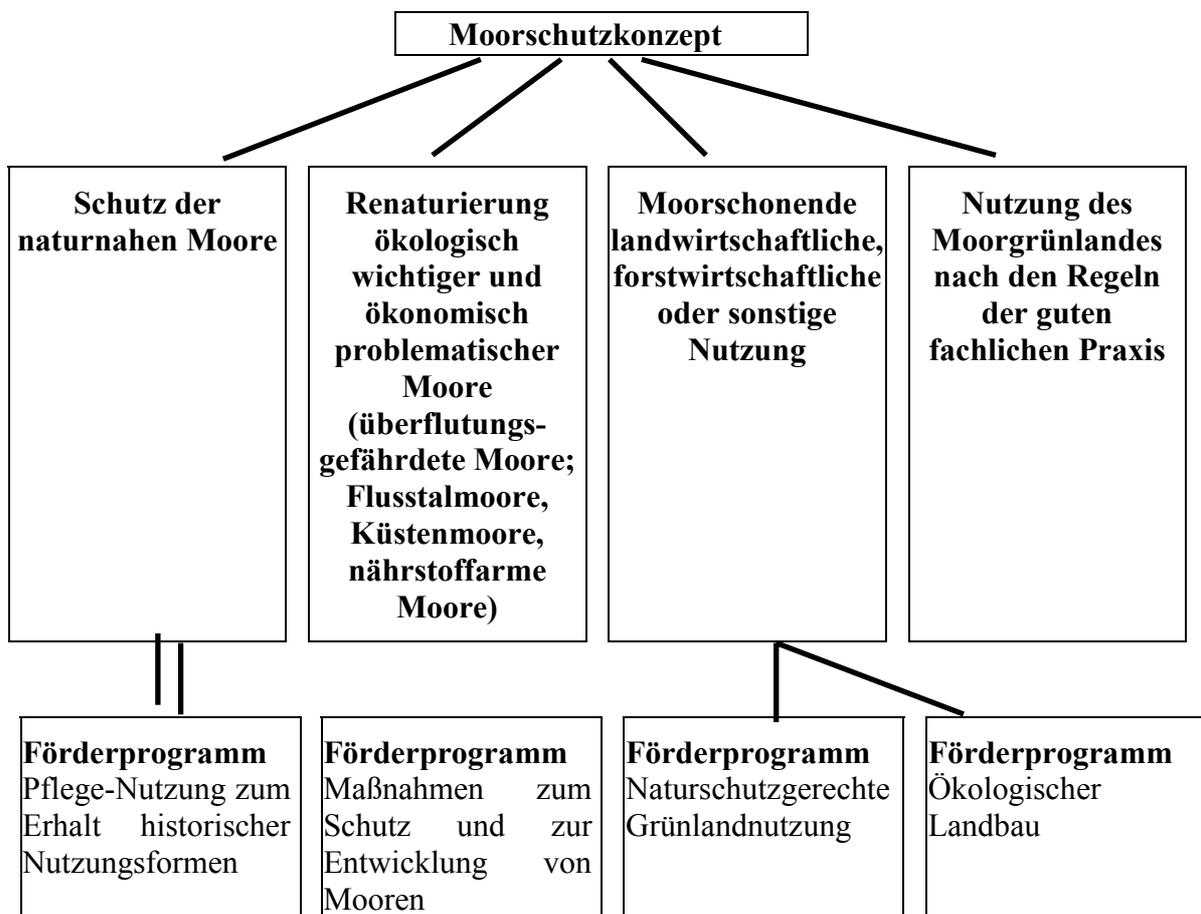


Abb. 2: Bestandteile des Moorschutzkonzeptes

Priorität besitzt der Schutz und Erhalt der naturnahen, d.h. der unentwässerten Moore. Mit einem Förderprogramm zur Pflege-Nutzung sollen historische Nutzungsformen wie z.B. Feuchtwiesen erhalten werden. Jährlich werden etwa 500 Hektar Moor mit Hilfe dieses Landprogramms gepflegt. Durch die Förderprogramme zur naturschutzgerechten Grünlandnutzung und zum ökologischen Landbau werden auf größeren Flächen Zielsetzungen des Moorschutzkonzeptes umgesetzt. Von besonderem Interesse ist das Förderprogramm „Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung von Mooren“, das insbesondere die Renaturierung von Mooren ermöglichen soll.

### **3. Förderprogramm „Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung von Mooren“**

Ziel dieses Förderprogramms ist die Wiedervernässung von Mooren bzw. die dauerhafte Anhebung von Moorwasserständen. Damit soll auf diesen Flächen die Schädigung des Moores gestoppt und langfristig zumindest auf Teilflächen ein Moorwachstum ermöglicht werden.

Entscheidend für den Erfolg des Förderprogramms ist das Prinzip der Freiwilligkeit, d.h. insbesondere die Landnutzer und Landeigentümer beteiligen sich freiwillig am

Projekt. Dieses Prinzip führt dazu, dass beantragte Renaturierungsvorhaben in aller Regel zuvor bereits vor Ort ausführlich diskutiert wurden. Die dadurch hergestellte Akzeptanz erleichtert die Umsetzung des Vorhabens ganz wesentlich.

Das Programm ermöglicht eine 100 % - Förderung von Beginn an ohne finanzielle Vorleistungen durch den Projektträger. Es bestehen umfassende Möglichkeiten zur Verfügbarmachung von nicht mehr nutzbaren Flächen. Die Flächen werden für die Stiftung „Umwelt und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern“ angekauft (ggf. werden auch beschränkte persönliche Dienstbarkeiten in das Grundbuch eingetragen), alle noch bestehenden Nutzungsrechte werden abgelöst und entschädigt. Damit bestehen günstige Voraussetzungen für die Wiedervernässung von Moorstandorten. Neben dem Ankauf und der Entschädigung von nicht mehr land- oder forstwirtschaftlich nutzbaren Flächen sind auch Untersuchungen und Planungen für die Durchführung wasserrechtlicher Zulassungsverfahren, die daran anschließenden Bau- und Umgestaltungsmaßnahmen, die notwendige und wichtige Öffentlichkeitsarbeit sowie die Verfahrenskosten förderfähig.

Zur Projektträgerschaft existiert eine sehr weite Regelung; es können sowohl Eigentümer als auch Gemeinden und Landkreise, Wasser- und Bodenverbände und andere Körperschaften des öffentlichen Rechtes, Vereine, insbesondere Naturschutzverbände sowie gemeinnützige Gesellschaften des Privatrechtes als Zuwendungsempfänger auftreten. Die Antragstellung für dieses Förderprogramm erfolgt über das örtlich zuständige Staatliche Amt für Umwelt und Natur als technische wasserwirtschaftliche Fachbehörde an das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie („Koordinierungsstelle Moorschutz“).

### **Räumliche Schwerpunkte des Förderprogramms**

Aus Landessicht sollen die begrenzten finanziellen Mittel für Renaturierungsmaßnahmen auf folgende Räume konzentriert werden:

- Flächen ohne natürliche Vorflut (rund 22 000 ha) sowie weitere überflutungsgefährdete Flächen (insgesamt rund 37 000 ha),
- Flächen mit schlechtem Zustand der Entwässerungs- und Deichanlagen,
- Flächen in Naturschutzgebieten, Nationalparks und Biosphärenreservaten,
- Flächen mit einer sinnvollen ökologischen Einbindung und Vernetzung in Naturschutzprojekte, die auch die verschiedenen Moortypen in den Landschaftsräumen repräsentieren,
- größtenteils bereits brachgefallene, nicht mehr genutzte Grünlandflächen,
- tiefgründige Moorflächen.

## **4. Bewilligungen der Jahre 2000 und 2001**

In den Jahren 2000 und 2001 wurden insgesamt 17 Vorhaben mit einer Gesamtfläche von 4 230 ha und einem Fördervolumen von 18 600 000 DM (ca. 9 510 000 EURO) gefördert. Davon erfolgt auf 3 016 Hektar nach Nutzungsaufgabe eine Wiedervernässung des Moores. Auf 1 214 Hektar werden die Moorwasserstände soweit angehoben, dass weiterhin eine extensive Grünlandnutzung erfolgen kann. Als Vorhabensträger fungierten bisher Wasser- und Bodenverbände (10 Projekte), die

Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern mbH, der Landkreis Ostvorpommern, eine Gemeinde, ein Naturschutzverein sowie eine Teilnehmergeinschaft in einem Bodenordnungsverfahren. Gegenwärtig liegt der Förderschwerpunkt eindeutig in den Flusstalmooren. Hier laufen derzeit 11 Projekte, in deren Ergebnis 2 837 Hektar Moor wiedervernässt werden sollen.

## **5. Zusammenfassung**

Durch das Moorschutzkonzept Mecklenburg-Vorpommerns ist ein Interessenausgleich zwischen Landnutzung und dem notwendigen Schutz der Moore gefunden worden. Die aktuelle Situation sowie Möglichkeiten des Schutzes der Moore wurden und werden in Mecklenburg-Vorpommern öffentlich diskutiert. Im Mittelpunkt des Interesses steht dabei das Förderprogramm „Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung von Mooren“. Voraussetzung für den Erfolg dieses europaweit einmaligen Programms ist das Prinzip der Freiwilligkeit. Bewährt hat sich die Vorgehensweise, dass landesweite Rahmensetzungen erfolgten, die fachlichen und technischen Lösungen jedoch auf lokaler und regionaler vorbereitet und umgesetzt werden.

### Literatur:

LENSCHOW, U., 1997: Landschaftsökologische Grundlagen und Ziele zum Moorschutz in Mecklenburg-Vorpommern. - Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern. Heft 3/1997, 72 S.

### Autor:

Dr. Uwe Lenschow  
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern  
Koordinierungsstelle Moorschutz  
Goldberger Straße 12  
18276 Güstrow

# Ansaatmischungen unter praxisüblicher Grünlandbewirtschaftung auf Niedermoor in Mecklenburg – Vorpommern – Was können sie leisten?

von  
Heidi Jänicke

**Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei  
Mecklenburg – Vorpommern, Institut für Tierproduktion Dummerstorf**

## 1. Einleitung

Für die tierische Produktion besteht der Zwang zu Leistungssteigerung und Aufwandssenkung. Dazu wird kostengünstig erzeugtes Grundfutter bester Qualität benötigt. Leistungsfähige und möglichst ausdauernde Pflanzenbestände auf dem Grünland bilden eine entscheidende Grundlage dafür und das um so mehr, da in Mecklenburg – Vorpommern ein sehr hoher Anteil an absolutem Grünland vorhanden ist. Ist eine Neuansaat erforderlich, werden geeignete Ansaatmischungen verlangt. Es steht ein umfangreiches vielfältiges Angebot zur Verfügung und durch den züchterischen Fortschritt wird es ständig erweitert. Die Problematik der Mischungs-, Arten- und Sortenwahl für das Grünland besteht in Mecklenburg – Vorpommern wie für andere Regionen beschrieben (von BORSTEL, 1999). Für die Aktualisierung der Empfehlungen zu Neuansaat werden u. a. die im Folgenden vorgestellten Beispiele genutzt. Basis bilden Ertragsermittlungen und Beprobungen in Betrieben. Auf diesem Wege werden Aussagen zum tatsächlichen Leistungsvermögen angesäeter Grünlandmischungen unter Praxisbedingungen erarbeitet.

## 2. Zur praxisüblichen Bewirtschaftung und Versuchsdurchführung

Die ausgewählten Beispiele wurden in betriebsüblicher Weise bewirtschaftet (Übersicht 1). Die Ertragsermittlung und Beprobung erfolgte jeweils bei der Mahd der Fläche durch den Betrieb, für alle Varianten zum gleichen Zeitpunkt. Da in einer Anlage auch Mischungen unterschiedlicher Reife stehen, muss dies bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Ein direkter Vergleich der Mischungen ist darum vor allem für die Qualitätsparameter nicht vorzunehmen.

Übersicht 1: Betriebsübliche Bewirtschaftung

Arbeitsgang	Termin*	Bemerkungen
Schleppen und Walzen	III/3 – I/4	In Abhängigkeit von der Befahrbarkeit
Grunddüngung bzw. in Kombination mit N-Düngung zum 1. Aufwuchs	III/3 – I/4	Häufig unterhalb des Entzuges (PK), zunehmender Einsatz von Mehrnährstoff-düngern (mit Mg, S, Na)
N-Gabe zum 1. Aufwuchs	III/3 – I/4	70 -90 kg N/ha
N-Gabe zu Folgeaufwüchsen	I/5 – III/5 bzw. nach Schnitt	in der Regel noch zum 2. Aufwuchs, dann abnehmend in Menge und Häufigkeit – Einzelgaben 80 – 40 kg N/ha Jahresgaben 110 – 160 kg N/ha
Nutzungen	I/5 – I/10	4 Schnitte oder 3 Schnitte + Nachweide oder 2 Schnitte + Beweidung

\* (Dekade/Monat)

In der Regel wurde je Mischung mit sechs bzw. fünf Wiederholungen gearbeitet. Die Ertragsermittlung wurde auf Teilstücken von 10 m<sup>2</sup> vorgenommen. Analysen zur Futterqualität erfolgten nach Methoden der VDLUFA.

Den Fragestellungen entsprechend (Gegenüberstellung von Umbruch und Direktsaat, Variantentest unter Praxisbedingungen) konnten diese Versuche nur in Form von Langparzellen angelegt werden. Dadurch entfällt die Möglichkeit der allgemein bei Feldversuchen üblichen Verrechnungen und die Angabe der statistischen Sicherung für die diskutierten Unterschiede und Differenzen. Für die Wertung ist in stärkerem Maße die Praxisrelevanz bestimmend.

### 3. Ergebnisse - Beispiele für die Leistung von Ansaatmischungen

#### 3.1 Vergleich von sechs verschiedenen Ansaatmischungen - jeweils nach Umbruch und als Direktsaat etabliert

Die gewählten Mischungen (Tab. 1) variierten in den Anteilen von *Lolium p.*, *Festuca p.* und *Phleum p.* und deren Mischungspartnern sowie in der Reife (mittlere und späte Reifegruppe *Lolium p.*) Sie enthielten zur Zeit der Ansaat für Mecklenburg – Vorpommern empfohlene Sorten. In den Tabellen 1 und 2 sind die T-Jahreserträge aufgeführt und dabei jeweils für die Umbruch- und Direktsaatvarianten gegenübergestellt. Jahresweise verschieden waren ertragliche Vorteile sowohl für die Direktsaat (1. und 3. Jahr) als auch für den Umbruch (2. Jahr) zu verzeichnen. Im 4. Jahr war bei einzelnen Mischungen der Unterschied zwischen den Etablierungsverfahren relativ hoch (Var. 3, 5, 6), im Mittel der sechs Mischungen jedoch praktisch nicht mehr vorhanden. Im vierjährigen Mittel wurde mit 4,9 dt/ha je Jahr ein geringer Ertragsvorteil für die Direktsaat ermittelt.

Tabelle 1: Jahreserträge im vierjährigen Mittel (1.-4. Nutzungsjahr, 1998-2001), Niedermoor, Ramin, Ansaat August 1997

Var. Nr.	Mischung	T-Erträge in dt T/ha		
		Umbruch	Direktsaat	MW (n=24)
1	Fp	76,0	83,2	79,6
2	Fp + Php + mLp	96,5	97,5	97,0
3	Fp + Php + Ppr	82,0	89,0	85,5
4	Fp + Php + sLp	83,4	95,9	89,7
5	sLp	110,0	104,4	107,2
6	Php + Ag	87,1	94,6	90,9
	MW	89,6	94,5	92,1
	%	97	103	100

Abkürzungen: Fp = *Festuca pratensis*, Php = *Phleum pratense*, Ppr = *Poa pratensis*, Ag = *Agrostis gigantea*, mLp = *Lolium perenne*, mittlere Reifegruppe, sLp = *Lolium perenne*, späte Reifegruppe; Reife nach Einstufung durch das Bundessortenamt; MW = Mittelwert

Die in diesem Versuch für die beprobten Aufwüchse ermittelten Futterqualitäten sind in Tabelle 3 zusammen gefasst. Im Mittel der Jahre und Aufwüchse gab es zwischen den Ansaatverfahren keinen Unterschied in den Energiegehalten. Ausnahmen waren in den späten Aufwüchsen im 2. und 4. Jahr zu beobachten, wo allein bedingt durch enorm hohe Rohaschegehalte die Energiewerte der Umbruchvarianten geringer ausfielen als die der Direktsaaten. Die vierten Aufwüchse und der erste Aufwuchs im 3. Jahr wurden relativ früh geschnitten. Das noch junge Futter enthielt dem zufolge relativ wenig Rohfaser und viel Rohprotein. Häufiger waren die höheren Rohproteinwerte in den Umbruchvarianten zu finden. Die aus Sicht der Milchviehfütterung teilweise etwas hohen Rohfasergehalte waren in der Regel ungewollt verlängerten Aufwuchszeiten geschuldet, wenn nämlich die Befahrbarkeit infolge zu hoher Bodenfeuchte nicht ausreichend gegeben war.

Tabelle 2: Jahreserträge im 1. und 4. Nutzungsjahr, Niedermoor, Ramin, Ansaat August 1997 (Varianten wie in Tabelle 1 aufgeführt)

Var.	1. Nutzungsjahr (=1998)			4. Nutzungsjahr (=2001)		
	T-Jahreserträge in dt T/ha					
	Umbruch	Direktsaat	MW (n=6)	Umbruch	Direktsaat	MW (n=6)
1	83,2	95,9	89,6	81,7	86,2	83,9
2	118,0	114,4	116,2	93,9	88,3	91,1
3	84,8	104,9	94,9	94,6	105,1	99,9
4	91,8	122,7	107,3	103,2	107,9	105,5
5	121,4	144,7	133,1	107,5	85,7	96,6
6	77,8	94,5	86,2	90,5	106,0	98,2
MW	96,2	112,9	104,6	95,2	96,6	95,9
%	92	108	100	99	101	100

Tabelle 3: Energiegehalte in MJ NEL/kg T (n=6, auf Basis Rohnährstoffe, GfE 1997) und Rohnährstoffgehalte in g/kg T (n=36) im Mittel von sechs Ansaatmischungen im ersten bis fünften Nutzungsjahr, Niedermoor, Ramin, Ansaat August 1997

Jahr	Qualitäts-Parameter	Einheit	1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs	4. Aufwuchs
1998	1. Energie	MJ NEL/kg T	-	5,9-6,1	5,8-6,2	6,1-6,4
	Rohprotein	g/ kg T	-	165	154	236
	Rohfaser	g/ kg T	-	276	264	225
	Rohasche	g/ kg T	-	85	89	101
1999	2. Energie	MJ NEL/kg T	6,3-6,9	5,9-6,2	-	5,9-6,4
	Rohprotein	g/ kg T	186	124	-	244
	Rohfaser	g/ kg T	242	283	-	204
	Rohasche	g/ kg T	67	59	-	132
2000	3. Energie	MJ NEL/kg T	7,0 – 7,3	5,9 – 6,2	6,0 – 6,1	6,1 – 6,3
	Rohprotein	g/ kg T	221	169	173	213
	Rohfaser	g/ kg T	204	280	273	240
	Rohasche	g/ kg T	64	72	76	105
2001	4. Energie	MJ NEL/kg T	6,5 – 6,7	5,9 – 6,1	5,8 – 6,0	-
	Rohprotein	g/ kg T	195	150	168	-
	Rohfaser	g/ kg T	238	276	259	-
	Rohasche	g/ kg T	77	78	104	-
2002	5. Energie	MJ NEL/kg T	6,2 – 6,7			
	Rohprotein	g/ kg T	172			
	Rohfaser	g/ kg T	246			
	Rohasche	g/ kg T	85			

### 3.2 Vergleich von Neuansaaten mit einer Altnarbe - Direktsaat auf Niedermoor

Im Vergleich von drei Ansaatmischungen mit einer verbesserungsbedürftigen Altnarbe zeigte sich besonders die frühe Mischung mit dem Hauptbestandbildner *Lolium x boucheanum* als leistungsstark im ersten Jahr der Nutzung (Tab. 4). Alle drei übertrafen die Altnarbe im Ertrag bei weitem. In der Qualität gab es keinen Vorteil für die Ansaaten, was in erster Linie auf die für die Altnarbe günstigen Schnitzeitpunkte zurück zuführen sein dürfte, die andererseits für die neuen Mischungen schon etwas zu spät kamen.

### 3.3 Vergleich von Ansaatmischungen - Neuansaat nach Umbruch

Die Mischungen unterscheiden sich besonders in ihrer Reife und in der Narbendichte der Mischungspartner (Tab.5). Im ersten Aufwuchs des ersten Nutzungsjahres wurde mit durchschnittlich 63 dt T/ha ein hoher T-Ertrag realisiert. Die Qualitäten differierten wenig, mit Energiegehalten von 6,4- 6,6 MJ NEL/kg T, bei hohen Rohaschewerten (Futterverschmutzung). In den drei gemessenen Aufwüchsen erreichte die frühe

Mischung jeweils die höchsten T-Erträge. Ein Abfall in der Ertragsleistung gegenüber dem Vorjahr ist bei allen Mischungen zu verzeichnen.

Tabelle 4: Jahreserträge im 1. Nutzungsjahr (=2001), Niedermoor, Ramin, Ansaat Sommer 2000

Mischung	T-Erträge in dt T/ha			
	1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs	Jahr gesamt
Lp - früh	42,4	34,3	36,2	113,0
Lp - spät	19,7	37,4	36,5	93,7
Früh (Lp+Lxb)	52,5	38,5	39,4	130,4
Altnarbe	20,2	15,8	28,8	64,8

Abkürzungen: Lp = *Lolium perenne*, Lxb = *Lolium x boucheanum*

Tabelle 5: T-Erträge von Neuansaatn verschiedener Reife, Anmoor, Bartelshagen I, Ansaat Sommer 2000

Varianten	T- Erträge					
	1. Nutzungsjahr		2. Nutzungsjahr			
	dt T/ha	%	dt T/ha	%	dt T/ha	%
	1. Aufwuchs		1. Aufwuchs		2. Aufwuchs	
1 früh Fb + Lp	65,7	100	38,1	100	44,3	100
2 mittel Lp, 1/3 t	65,0	100	32,0	84	39,1	88
3 spät Lp, di	63,6	97	27,6	73	39,7	90
4 spät Lp, 1/3 t	57,6	88	30,0	79	39,2	89
5 (=1 bis 4)	61,4	93	36,8	97	33,0	74

Abkürzungen: Fb = *Festulolium braunii*, Lp = *Lolium perenne*, di = diploid, t = tetraploid

## 4. Diskussion

### 4.1 Ansaatverfahren

In Mecklenburg-Vorpommern sind für 83 % des Grünlandes Moorböden ausgewiesen, überwiegend tiefgründige Niedermoorböden. Schon wegen der spezifischen Moorbodeneigenschaften ist es dringend geboten, sich verstärkt alternativen Verfahren im Sinne einer moorschonenden Bewirtschaftung zuzuwenden. Der im vierjährigen Mittel vorhandene Ertragsvorteil von rund 5 dt T/ha und Jahr für die Direktsaat gegenüber dem Umbruch ist für die betriebliche Praxis bei dem gezeigten Ertragsniveau häufig von untergeordneter Bedeutung und wäre kaum der ausschlaggebende Grund für die Verfahrenswahl. Die Direktsaat (direkt in die abgestorbene Altnarbe gesät) wird wegen der unterlassenen Bodenbearbeitung nicht nur als umweltschonender angesprochen, sie ist auch im Vergleich der Verfahrenskosten in der Regel deutlich günstiger zu bewerten als der Umbruch. Allerdings sind höhere Folgekosten in der Etablierungsphase bei der Direktsaat oft nicht zu vermeiden. Die vergleichsweise sehr langsame Jugendentwicklung der Direktsaaten war auch in diesem Beispiel zu beobachten. Sie führte jedoch trotz der Verzögerung im Wesentlichen zu gleich hohen Anteilen der Hauptbestandbildner wie in den Umbruchvarianten. Das ökonomisch und ökologisch günstiger erscheinende Direktsaatverfahren ist noch immer mit Unsicherheiten behaftet, für die Ursachen nicht eindeutig benannt werden können. Eine Schwierigkeit stellen sicherlich die insgesamt ungünstigen Niederschlagsverhältnisse dar, da in Mecklenburg – Vorpommern Jahresniederschläge von überwiegend 600 bis 500 mm normal sind. Eine Mischung, die auf ein Ansaatverfahren eindeutig günstig reagierte, lässt sich im gezeigten Beispiel nicht hervorheben.

Die höheren Rohproteinwerte der Umbruchvarianten stehen mit hoher Wahrscheinlichkeit in Zusammenhang mit einer anhaltend höheren N-Nachlieferung

aus dem gepflügten Moorboden – gegenüber dem ungestörten Boden bei Direktsaaten. Die jüngeren, rohproteinreichen Aufwüchse (> 20 % XP i. d. T) sind wegen der schwierigeren Handhabung in der Fütterung weniger erwünscht. Eine terminlich andere Schnittverteilung könnte hier gut Abhilfe schaffen. Generell war in den Umbruchvarianten häufiger eine höhere Futterschmutzung (und auch höhere Rohaschewerte) zu verzeichnen – nicht verursacht durch unterlassene Pflege, sondern in erster Linie durch die hohe Maulwurfsaktivität und gleichzeitig einem höheren Lückenanteil (unbewachsener Boden) als in den Direktsaatvarianten.

#### **4.2 Mischungsaspekte**

Die ermittelten Erträge und Qualitäten geben das mit Ansaaten unter Praxisbedingungen erreichbare Niveau wieder, ohne dass besondere oder zusätzliche Bewirtschaftungsmaßnahmen durchgeführt wurden. Im Gegenteil, mehrfach wurde z.B. deutlich unterhalb der für den Ertragsbereich zu empfehlenden Menge gedüngt (Futterüberschuß im Betrieb). Das eigentliche Ertragspotential der Mischungen liegt also über dem hier Ermittelten. Im Bereich von 80 – 110 dt T/ha werden auch für andere norddeutsche Niederungsstandorte, mit nur teilweise vergleichbaren Bedingungen (z.B. verschiedenem N-Aufwand), Jahreserträge angegeben (GIEBELHAUSEN und RICHTER, 1995; BARTELS und SCHEFFER 1997; MILIMONKA, 1998). Die angesäten Arten wurden absolute Hauptbestandbildner, so dass von einer deutlichen Qualitätsverbesserung gegenüber den Altnarben ausgegangen werden kann. War dies nicht direkt zu bestätigen, lag die Ursache in den betrieblichen Schnittzeitpunkten. Diese lagen selbst für spätreife Mischungen mehrfach relativ spät, für die Altnarben aber noch recht günstig. Das bedeutet wiederum, dass unbedingt eine veränderte, den Hauptbestandbildnern angepasste Schnittführung erfolgen muss, damit das qualitativ höhere Potential der Ansaaten ausgeschöpft werden kann,

Zur Frage der Ausdauer kann auf den mehrjährigen Versuch Bezug genommen werden. Im vierten Nutzungsjahr (fünftes Jahr mit Ansaatjahr) war eine Einwanderung unerwünschter Arten, besonders der Quecke, zu beobachten. Die Ausbreitung der nicht angesäten Bestandbildner verstärkte sich im folgenden Jahr (=2002). Von der Einwanderung fremder Arten wurde die Variante 5 (*Lolium p.*) wenig betroffen, die Variante 1 (*Festuca p.*) dagegen am stärksten. Eine Nachsaat zur Verlängerung der Leistungsdauer und Verhinderung der ungewollten Bestandesveränderungen hätte im dritten Nutzungsjahr erfolgen müssen. Diese Beobachtung trifft für verschiedene weitere Neuansäen zu und stimmt überein mit RICHTER u. a. (1989), die für vergleichbare Standortverhältnisse Nachsaaten vor bzw. zu Beginn der Bestandesumschichtungen zu Ende des zweiten und Anfang des dritten Nutzungsjahres empfehlen. Für die vorgestellten Beispiele ist zu berücksichtigen, dass die Bestände einer ausschließlichen Schnittnutzung unterliegen und eine Beweidung nicht praktikabel ist. Die Narben mit dieser einseitigen Belastung gelangen so relativ früh in einen verbesserungs- und teilweise erneuerungsbedürftigen Zustand. Mit der Mischungswahl kann eine gezielte Anpassung mit Blick auf die angestrebte und zu erwartende Nutzungsdauer des Bestandes vorgenommen werden. Zukünftig könnte auch bei überwiegender Schnittnutzung der Weißklee als Mischungspartner stärkere Bedeutung erlangen, die Vorteile sind belegt (von BORSTEL, 1999; PICKERT und SCHUPPENIES, 2000).

Die erhöhten Rohfaser- und Rohaschewerte einzelner Aufwüchse zeigen auch die Unsicherheiten (Aufwuchszeiten in Abhängigkeit von der Befahrbarkeit und allgemein von den Grundwasserständen; Futterschmutzung) für die Silageerzeugung auf Niedermoorstandorten. Wesentlich für den Erfolg von Ansaatmischungen ist die Auswahl geeigneter Sorten, wobei die Mooreignung bei Deutschen Weidelgräsern

gerade für das Grünland in Mecklenburg-Vorpommern ein besonders wichtiges Kriterium ist. Zur Sortenwahl ist der Einsatz von tetraploiden Deutschen Weidelgräsern und die gezielte Auswahl hinsichtlich der Nutzungsreife in die Untersuchungen einbezogen worden, die es fortzusetzen gilt.

## **5. Zusammenfassung**

Beispiele für das Leistungsvermögen von Ansaatmischungen unter Praxisbedingungen in Mecklenburg – Vorpommern wurden vorgestellt und diskutiert. Weiterer Untersuchungsbedarf besteht für moorschonende Ansaatverfahren und für die Eignung von Arten, Sorten und Mischungen unter den Standortbedingungen und Nutzungsverhältnissen in Mecklenburg – Vorpommern.

## **6. Literatur**

- ANONYMUS, 1997: Jahresbericht 1997. Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e.V.
- BARTELS, R. und B. SCHEFFER, 1997: Bewertung von Grünlandstandorten nach Ertragspotential. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 41. Jahrestagung 28.-30.08.1997 in Aulendorf, Tagungsband, S.91-94.
- BORSTEL, U. von, 1999: Arten-, Sorten- und Mischungswahl für Qualitätsansaaten. In: Ziele der Futterpflanzenzüchtung für das Grünland.- Praxisinformation Grünland und Futterwirtschaft, Heft 25, S. 29-55.
- GIEBELHAUSEN, H: und K. RICHTER, 1995: Einfluß von Düngung und Nutzung auf die Entwicklung der Pflanzenbestände eines Niedermoorstandortes. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 39. Jahrestagung 28.-30.08.1997 in Freising-Weihenstephan, Tagungsband, S.152-155.
- MILIMONKA, A., 1998: Zur Eignung von Nachsaaten und Ansaaten auf Niedermoorgrünland. Habilitationsschrift. Berlin.
- PICKERT, J. und R. SCHUPPENIES, 2000: Leistung verschiedener Weißklee-Gras-Gemische auf einem nordostdeutschen Niederungsstandort. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 44. Jahrestagung 24.-26.08.2000 in Kiel, Tagungsband, S.75-80.
- RICHTER, K., A. MILIMONKA und F. KRAUSE, 1989: Zur Leistungsdauer von Pflanzenbeständen auf Niedermoor und Möglichkeiten ihrer Verbesserung durch Nachsaaten. Feldwirtschaft 30 (1989)2, S. 59-60.

# Schätzung der umweltrelevanten N-Verluste auf Grünland im Mittelgebirgsraum – Vergleich zweier Schätzmodelle

von  
Michael Anger<sup>1+2)</sup> und David Scholefield<sup>2)</sup>

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl Allgemeiner Pflanzenbau, Universität Bonn<sup>1)</sup>  
Institute of Grassland and Environmental Research (IGER), Okehampton, UK<sup>2)</sup>

## 1 Einleitung

Insbesondere im Grünlandbetrieb mit Milchproduktion treten im System Boden-Pflanze-Tier erhebliche Wechselwirkungen im N-Umsatz auf, die derzeit in Umweltprüfansätzen, wie REPRO (HÜLSBERGEN und DIEPENBROCK 1997) oder KUL (ECKERT et al. 1999) nur unzureichend erfasst werden. Ausgehend vorrangig von den Verhältnissen im reinen Ackerbaubetrieb sind die vorgegebenen Prüfkriterien des N-Einsatzes (im KUL z.B. tolerable N-Hoftorbilanzüberschüsse von  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  sowie tiergebundene  $\text{NH}_3$ -Verluste von  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) aufgrund der unzureichenden Berücksichtigung der höheren Emissionspotentiale im Futterbaubetrieb für deren Bewertung nicht sinnvoll. Hoftorbilanzanalysen geben nur sehr grobe Richtwerte und Versuchsdaten, die die N-Flüsse im Gesamtbetrieb berücksichtigen, liegen für Deutschland in ausreichendem Umfang nicht vor.

Daher sind Modellkalkulationen unverzichtbar. Grundsätzlich ist bei der Konzeption von Modellen abzuwägen, ob der N-Fluss auf der Fläche z.B. mit einer detaillierten Wasserbilanz- und N-Mineralisationschätzung vorgenommen werden soll oder ein robuster Ansatz zur Berechnung der wesentlichen Bewirtschaftungseinflüsse ausreicht. Im ersten Fall sind umfangreiche – meist nicht vorhandene oder aufwendig einzugebene – Detaildaten notwendig, z.B. hochaufgelöste Tages-Witterungsdaten, Bodenfeuchte oder Nmin-Bodenwerte wie beispielsweise im INRA-Modell LIXIM (MARY et al. 1999). Um die Einsetzbarkeit von Modellen für praxisnahe Anwendungen zu erhöhen, ist in den beiden nachfolgend vorgestellten Modellansätzen auf die Einsatz von Detaildaten verzichtet worden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Modell *N-Cycle*

Das Modell *N-Cycle* berücksichtigt die jährlichen N-Flüsse auf geschnittenem oder beweidetem Grünland in Großbritannien (SCHOLEFIELD et al. 1991). Es basiert auf einem empirischen Ansatz, mit Daten aus Grünlandversuchen der englischen Standorte Hurley (Berkshire) und North Wyke (Devon). Es wurde konzipiert für Feldgrasnutzung und für langjährige Grünlandnutzung. *N-Cycle* schätzt den jährlichen N-Fluss anhand wesentlicher Daten für den N-Input auf der Grünlandfläche (Mineraldünger, Depositionen, Mineralisation) sowie Daten für den N-Output durch Produktion (N-Menge in Milch oder Tierkörper bei Weide, N-Menge im Aufwuchs bei Mahd) und N-Verluste ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ , Denitrifikation). Die Simulation der Netto-Mineralisation erfolgt mittels Faktoren für die Bodenart und Dräneigenschaften des Bodens, Faktoren für das Alter der Grünlandnarbe und Faktoren für drei klimatisch unterschiedliche Regionen in Großbritannien.

Eine zentrale Position nimmt die Menge an anorganischen N im Boden ein. Mineralisation, bei Beweidung Urin-N sowie Depositionen und Mineraldüngung bestimmen überwiegend den verfügbaren anorganischen N-Pool im Boden, der für die Pflanzenaufnahme zur Verfügung steht; nach zugrundegelegten Ertragsfunktionen ergibt sich ein ausgewiesener Faktor  $h$  für die N-Aufnahme der Gesamtpflanze (vgl.

Abb. 1). Die nicht von den Pflanzen aufgenommene N-Menge, wird als Auswaschung und Denitrifikation gewertet; das Ver-

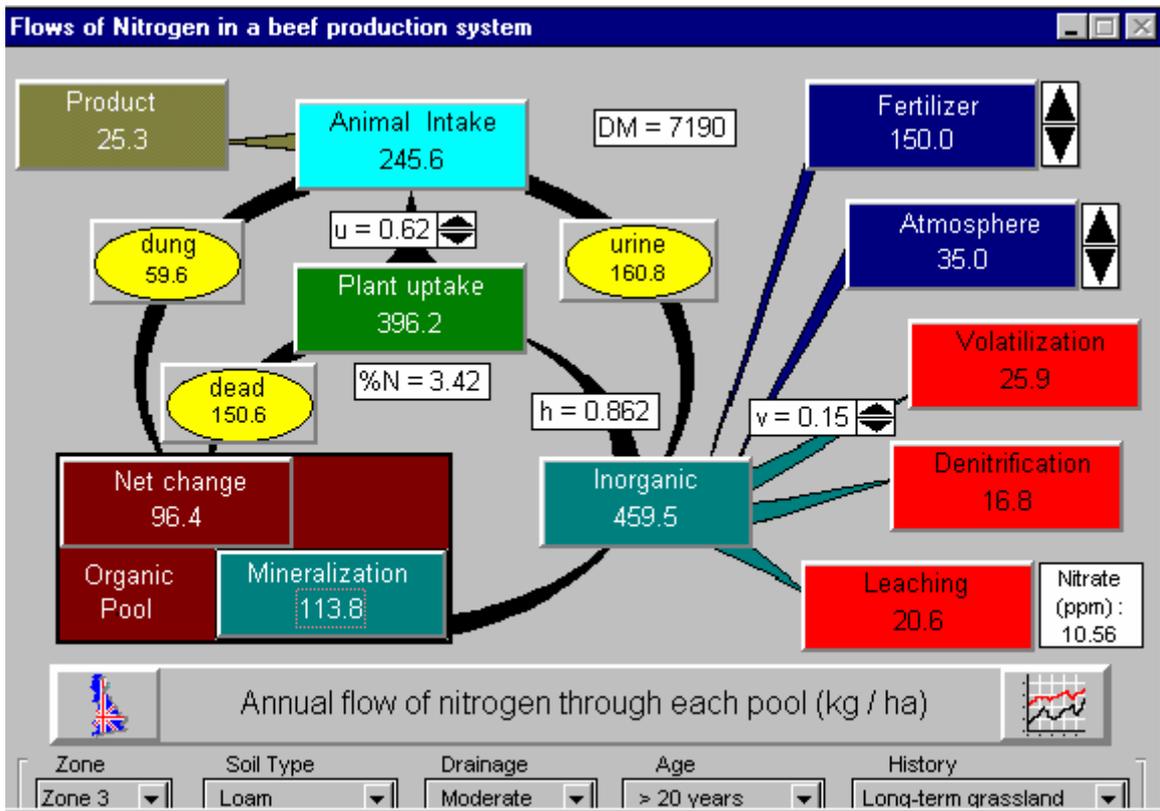


Abb. 1: Schaubild des Modells *N-Cycle*

hältnis dieser beiden Verlustgrößen ist abhängig von der Bodentextur und den Dränverhältnissen. Als  $\text{NH}_3$ -Verluste wird nur die unmittelbare Entgasung aus den Exkrementen der Weidetiere kalkuliert.  $\text{NH}_3$ -Verluste aus Mineraldüngung werden nicht berechnet. Gülledüngung kann in dem Modell generell nicht berücksichtigt werden.

*N-Cycle* berechnet von der N-Menge im gesamten Pflanzenmaterial mit variabel einstellbarem Faktor ( $u$ ) die N-Menge im Grünfutter. Zudem wird die N-Menge im abgestorbenen Pflanzenmaterial kalkuliert, von dem – genauso wie vom Kot-N der Weidetiere – ein konstanter Anteil unmittelbar dem anorganischen N-Pool im Boden zugeordnet wird, ein fester Anteil in Abhängigkeit von Boden- und Klimabedingungen mineralisiert wird und der Rest dem organischen N-Pool zufließt.

Bei Berechnungen für Schnittnutzung entspricht die N-Menge im Aufwuchs der veranschlagten N-Abfuhr im Erntegut. Bei Weidenutzung, optional mit Kühen bzw. mit Rindern, wird – ausgehend von einer 100 %-igen Futteraufnahme – über feste Faktoren der N-Flächenexport mit der Milch bzw. dem Tierkörperzuwachs ausgewiesen. Die Differenz zwischen Futteraufnahme und Produkt-N bei Weidenutzung ergibt die Exkrement-N-Menge, die nach Berücksichtigung fester  $\text{NH}_3$ -Entgasungsanteile dem anorganischen und organischen N-Pool zufließt; bis auf den variabel einstellbaren Faktor ( $v$ ) für die  $\text{NH}_3$ -Entgasungspotentiale aus dem Urin-N, sind alle weiteren Umsetzungsanteile des Urin-N und Kot-N konstant. Die unbedingt notwendigen Angaben, die zur Benutzung des Modells *N-Cycle* notwendig sind, gibt die Tabelle 1 wider.

## 2.2 Modell *N-Calc Grünland*

*N-Calc Grünland* verfolgt den N-Fluss auf Dauergrünland mit dem Ziel, die wichtigsten umweltrelevanten N-Verluste zu schätzen, und zwar für Weiden, Mähweiden und reine Schnittflächen (ANGER 2001). Das Modell basiert ebenfalls auf einem empirischen Ansatz, der zurückgeht auf umfangreiche Grünlandversuche mit Bestimmung von  $\text{NO}_3$ -Verlagerung sowie  $\text{NH}_3$ - und  $\text{N}_2\text{O}$ -Entgasung am Standort Rengen (Eifel), Borbeck (Bergisches Land) und Riswick (Niederrhein);  $\text{N}_2$ -Entgasung findet keine Berücksichtigung.

Gegenüber dem englischen Vergleichsmodell können mit *N-Calc Grünland* nicht nur die N-Verluste pauschal für eine gesamte Bewirtschaftungsperiode abgeschätzt werden, sondern auch für einzelne Nutzungen. Damit lassen sich auch unterschiedlich gestaffelte Mäh/Weide-Abfolgen einer Bewirtschaftungsperiode bewerten.

Eine zentrale Rolle spielt die Höhe des Grünlandaufwuchses, die mit Hilfe zweier an den Standorten Rengen (ANGER 2001) und Riswick (ERNST 1998) ermittelter Ertragsfunktionen für die Bedingungen im Mittelgebirge und im Tiefland Westdeutschlands geschätzt wird. Die optional in engen Rahmen verstellbare Rohproteinkonzentration im Aufwuchs (16 bis 21 % XP in der TM) beeinflusst nicht nur die N-Menge im Grünlandfutter, sondern auch die Höhe der TM-Erträge; damit wird Rechnung getragen, dass bei höherem XP-Gehalt und damit früherem Nutzungstermin ein geringerer Ertrag anfällt, als beispielsweise bei späterer Nutzung mit etwas höheren Erträgen und demzufolge geringeren XP-Werten. Gleichzeitig werden dem Benutzer – in Anlehnung an die DLG-Futterwerttabellen (ANONYMUS 1997) – Informationen über den Entwicklungszustand des Aufwuchses und über wertgebende Inhaltsstoffe im Aufwuchs gegeben. Nach optionaler Eingabe von Futterverlusten, z.B. variable Weideverluste, wird die aufgenommene Futtermenge pauschal mit 12 kg TM je GV und Tag zur Berechnung des jeweiligen Viehbesatzes herangezogen. Davon wiederum ergibt sich die ausgeschiedene Exkrement-N-Menge.

N-CALC Grünland Vers. 02		Kalkulationen für das System: <b>Weide - 100%</b>		Szenario-Bez.:		
<b>Berechnungszeitraum (bitte markieren):</b>						
<b>Standortzuordnung:</b>		<input checked="" type="checkbox"/> für gesamte Vegetationsperiode <input type="checkbox"/> für einzelne Nutzung				
Mittelgebirge						
<b>N-Input (kg ha<sup>-1</sup>):</b>		<b>Produktionsdaten</b>		<b>(kg ha<sup>-1</sup>) N-Verluste (kg N GV<sup>-1</sup>):</b>		
Depositionen	15	<b>Grünlandproduktion</b> dt Brutto-Ertrag    mittlere XP in % 84.37                    21 ↓ Verluste 54.84                    =                    184 dt Netto-Ertrag    kg N im Futter Anzahl Tiere in GV ha <sup>-1</sup> 2.6		3	Lachgas-N (N <sub>2</sub> O)	1.0
Mineral-N	120			3	N <sub>2</sub> O-N-Grünlandfläche	1.0
Gülle-N	0			0	N <sub>2</sub> O-N-Hofbereich	0
NH <sub>3</sub> -Emissionen bei der Gülleapplikation: normal				14	Ammoniak-N (NH <sub>3</sub> )	5.3
		14	NH <sub>3</sub> -N-Grünlandfläche	5.3		
		0	NH <sub>3</sub> -N-Hofbereich	0		
		32	Nitrat-N (NO <sub>3</sub> )	12.1		
		32	NO <sub>3</sub> -N-Grünlandfläche	12.1		
		0	NO <sub>3</sub> -N-Hofbereich	0		
		<b>Summe NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, N<sub>2</sub>O-N:</b>				
		48	umweltrel. N-Verl.	18.3		
		48	Grünlandfläche	18.3		
		0	Hofbereich	0		
<b>Angaben zur Nutzung:</b>						
Bitte Nutzungsart (Weide oder Schnitt) markieren:						
mittlere Weidedauer (in Std. je Tag):		Weidenutzung <input checked="" type="checkbox"/> Weideverluste (%) 35		Schnittnutzung <input type="checkbox"/> Schnittverl. (%) 5		
Stunden 24						
<b>Informationen zum Grünlandbestand:</b>						
Geschätztes Vegetationsstadium / Termin:						
1. Nutzungstermin: Beginn Blütenstand-Schieben folgende Nutzungen: 4 - 6 Wochen						
Qualität in kg TM Grünfutter: MJ NEL    g nXP    g XF						
1. Nutzungstermin:                    6.6    151    231						
folgende Nutzungen:                6.1    144    229						

Abb. 2: Schaubild des Modells *N-Calc Grünland*

In *N-Calc Grünland* wird jedoch unterschieden, wo die Exkrementmengen anfallen und welcher Nutzungsart diese zuzuordnen sind. Daher werden – anders als im englischen Vergleichsmodell – nicht nur die Verluste unmittelbar auf der Grünlandfläche berücksichtigt, sondern es erfolgt eine Bewertung der Weide- bzw. Schnittnutzung als System, das jeweils die N-Verluste, die mit den Exkrementausscheidungen zusammenhängen, den Orten der Futtererzeugung zuordnet. Bei Schnittnutzung fallen die Exkrement-N-Mengen zu 100 % im Hofbereich an, so dass im „System Mahd“ nicht nur die N-Verluste auf der Schnittfläche sondern auch im Stall, bei der Güllelagerung und bei der Gülleausbringung berücksichtigt werden. Für die Gülledüngung kann zwischen verschiedenen Emissionsbedingungen gewählt werden. Beim „System Weide“ in ursprünglicher Form, z.B. bei Beweidung mit Jungvieh, verbleiben die gesamten Exkrement-N-Mengen auf der Weideflächen. Jedoch können auch Zeiträume, in denen die Tiere nicht weiden, beachtet werden; sie werden zeitanteilig als Aufstallungszeit gewertet, mit Exkrement-N-Anfall und –umgang wie im System Mahd. Bei Weidenutzung mit Milchkühen beispielsweise kann die Zeit des Melkens, eine Nachtaufstallung oder Siesta-Beweidung berücksichtigt werden. Bodenbeschreibende Faktoren werden nicht berücksichtigt; es wird jedoch – wie im englischen Vergleichsmodell – unterstellt, dass über Winter genügend Sickerwasser anfällt, um NO<sub>3</sub> über Winter auszuwaschen. Für die Kalkulation der umweltrelevanten N-Verluste (NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O) werden unterschiedlichen Kalkulationsformeln für die Weide- und für die Schnittnutzung benutzt. In die Kalkulation der NO<sub>3</sub>-Austräge und der NH<sub>3</sub>-Emissionen aus dem Exkrement-N bei Beweidung geht zudem die Jahreszeit über den Tag der Nutzung ein. Die notwendigen Eingaben zur Verwendung des Modells *N-Calc Grünland* sind ebenfalls der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Benötigte Mindestangaben zur Benutzung der Modelle

Modell <i>N-Cycle</i>	Modell <i>N-Calc Grünland</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• klimatische Zone (drei Zonen; nur GB)</li> <li>• Bodenart und Dränzustand des Standortes</li> <li>• Alter der Grünlandnarbe und ihre Vorgeschichte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standort (Mittelgebirge, Tiefland)</li> <li>• voraussichtliche Rohproteinkonzentration in Abstimmung mit Entwicklungsstadium</li> </ul>

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Für die nachfolgend dargestellten Szenarien wurden Bedingungen ausgewählt, die die beiden Modelle weitgehend abdecken. Die Ergebnisse der Modellanwendungen spiegeln eine Bewirtschaftung mit mindestens vier Nutzungen in der Bewirtschaftungsperiode wider. Im Modell *N-Calc Grünland* wurden Bedingungen eines Mittelgebirgsstandortes ausgewählt. Ähnliche Bedingungen im Modell *N-Cycle* wurden mit der Zone 3 (Uplands in Wales, Zentralengland oder Schottland), mittelmäßig entwässernder Lehm, langjährige Grünlandnutzung, Narbenalter über 20 Jahren und Rinderbeweidung eingestellt. Da *N-Cycle* ausschließlich die unmittelbar auf der Grünlandfläche anfallenden N-Verluste schätzt, wurden nachfolgend auch nur diese im engeren Sinne flächenbezogenen N-Verluste aus *N-Calc Grünland* angegeben. Bei konstant 15 kg N ha<sup>-1</sup> aus Depositionen wurde die Höhe der Mineraldüngung und die Nutzungsart variiert.

Der Vergleich der kalkulierten Verlustwerte je ha zeigt z.T. erhebliche Differenzen auf (Tab. 2). Dies erklärt sich teilweise durch die zugrunde liegenden Ertragsunterschiede und N-Entzüge. Auffällig ist, dass *N-Cycle* bei Nulldüngung sehr geringe Erträge ermittelt, da – anders als in *N-Calc Grünland* – kein Weißklee in der Grünlandnarbe unterstellt wird. Mit zunehmender N-Düngung steigen dann die TM-Erträge im britischen Modell

Tab. 2: Produktionswerte und unterschiedliche N-Verlustgrößen per ha (oben) und Weidetageeinheit (WTE, unten)

Nutzungsart	<i>N-Cycle</i>							<i>N Calc Grünland</i>					
	Düngung (kg N ha <sup>-1</sup> )	Futter dt ha <sup>-1</sup>	XP %	NO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	Den.	Σ	Futter dt ha <sup>-1</sup>	XP %	NO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O	Σ*
			- kg N ha <sup>-1</sup> -							- kg N ha <sup>-1</sup> -			
<u>Weide</u>	0	30,57	18	< 1	8	< 1	9	43,20	20	22	9	1	42
	120	62,07	20	11	21	9	41	54,84	20	32	14	3	49
	240	82,98	22	39	33	32	104	62,04	20	47	18	4	69
	360	96,43	24	79	43	65	187	64,81	20	63	20	5	88
<u>Schnitt</u>	0	27,74	12	2	0	1	3	49,37	17	4	<1	< 1	4
	120	58,28	13	7	0	6	13	62,67	17	6	2	2	10
	240	82,08	14	18	0	15	33	70,90	17	11	5	3	19
	360	100,92	15	33	0	27	60	74,07	17	15	7	4	26
		WTE	%	- g N WTE <sup>-1</sup> -				WTE	%	- g N WTE <sup>-1</sup> -			
<u>Weide</u>	0	255	18	<0,1	31,4	<0,1	31,4	360	20	61,1	25,0	2,8	88,9
	120	517	20	21,3	40,6	17,4	79,3	457	20	70,0	30,6	6,6	107,2
	240	692	22	56,4	47,7	46,3	150,4	517	20	90,9	34,8	7,7	133,5
	360	804	24	98,3	53,5	80,9	232,7	540	20	116,6	37,0	9,3	162,9
<u>Schnitt</u>	0	231	12	8,7	0	4,3	13,0	411	17	9,7	<0,1	<0,1	9,7
	120	486	13	14,4	0	12,4	26,8	522	17	11,5	3,8	3,8	19,1
	240	684	14	26,3	0	21,9	48,3	591	17	18,6	8,5	5,1	32,2
	360	841	15	39,2	0	32,1	71,3	617	17	24,3	11,3	6,5	42,1

\* zum Vergleich: die gesamten umweltrelevanten N-Verluste im „System Mahd“ belaufen sich nach *N-Calc Grünland* auf 23 (N-0), 37 (N-120), 49 (N-240) und 58 kg N ha<sup>-1</sup> (N-360) inkl. Verluste im Stall, Güllelager und bei der Pralltellerabbringung der im Hofbereich anfallenden Gülle

deutlich stärker an, als mit *N-Calc Grünland* für die Bedingungen im westdeutschen Mittelgebirge angenommen. Zudem werden bei Schnittnutzung durch *N-Cycle* auffallend geringe N-Konzentrationen im Aufwuchs unterstellt, was minderwertiges Schnittgut bedeuten würde. Damit ergeben sich in *N-Cycle* bei Schnittnutzung deutlich geringere N-Entzüge, als in *N-Calc Grünland*. Hier wird nur eine geringe Abstufung zwischen den N %- bzw. XP-Werten der beiden Nutzungsarten unterstellt. Sie wird für jede Nutzungsart konstant gehalten (Tab. 2), da angenommen wird, dass jeweils die gleiche Qualität im Aufwuchs angestrebt wird.

Insbesondere für die Ergebnisse bei Beweidung ist eine bessere Vergleichbarkeit gegeben, wenn als Bezugsgröße auf eine Weidetageeinheit von 12 kg TM Futteraufnahme je GV und Tag umgerechnet wird (Tab. 2, unten). Während die kalkulierten NO<sub>3</sub>-Werte bei Schnittnutzung nur mit ansteigender N-Düngung höhere Werte mit *N-Cycle* ergeben, fallen bei Beweidung meist deutlich höhere Austragswerte bei der Berechnung mit *N-Calc Grünland* auf. Diese Unterschiede erklären sich durch Unterschiede in den zugrunde gelegten Versuchsmethoden und -ergebnissen. In *N-Calc Grünland* wurden u.a. die unmittelbar auf Exkrementstellen gemessenen NO<sub>3</sub>-Austräge berücksichtigt, wohingegen sich in *N-Cycle* die NO<sub>3</sub>-Verlagerung aus Beweidungsexperimenten ableitet, in denen insbesondere bei geringer Besatz-/Exkrementstellendichte eine erhebliche Unterschätzung der NO<sub>3</sub>-Austräge erfolgt (ANGER 2002).

Für die NH<sub>3</sub>-Emissionen bei Beweidung schlägt *N-Cycle* einen etwas höheren Faktor vor, als *N-Calc Grünland* zugrunde legt. Da nur in diesem Modell auch NH<sub>3</sub>-Verluste bei Mineraldüngung berechnet werden, sind auch nur hier NH<sub>3</sub>-Verlustwerte für Schnittflächen ausgewiesen (vgl. Fußnote in Tabelle 2).

Während *N-Cycle* Denitrifikationsverluste berechnet, die bei höherer N-Düngung umfangreich sein können, berechnet *N-Calc Grünland* N<sub>2</sub>O-Emissionen, die in Abhängigkeit von der N-Düngung ansteigen; sie sind im „System Mahd“ nur geringfügig höher anzusetzen, als hier für die Schnittflächen ausgewiesen (ANGER 2001). Abschließend muss beachtet werden, dass in *N-Cycle* sich die hohen die Denitrifikationsverluste wie auch die NO<sub>3</sub>-Austräge aus der nicht von den Pflanzen aufgenommen Menge an anorganischem N ergibt. Mit realistischeren Werten für die N-Entzüge bei Schnittnutzung – wie bereits in einer geplanten Weiterentwicklung von *N-Cycle* berücksichtigt (BROWN und SCHOLEFIELD 2002) – dürften beide Größen bei Schnitt deutlich geringer ausfallen.

#### **4 Fazit**

Um die Einsetzbarkeit von Modellen für praxisnahe Anwendungen zu erhöhen, ist in den beiden vorgestellten Modellen auf die Eingabe von Detailedaten verzichtet worden. Während *N-Calc Grünland* sicherlich besser die Bewirtschaftungsbedingungen auf dem Grünland und im Grünlandbetrieb beachtet, hat *N-Cycle* den Vorteil, dass hier die N-Umsetzungen im Boden in Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften abgeschätzt werden. Um eine bessere Differenzierung der Standortbedingungen im Modell *N-Calc Grünland* zu erzielen, werden derzeit Faktoren für die Mineralisation in das Modell implementiert, die sich an die Vorgehensweise in *N-Cycle* anlehnen. Gleichzeitig ist eine bessere Abschätzung von Grünlandfutterqualität und tierischer Leistung in *N-Calc Grünland* geplant. Damit ist eine Verknüpfung zur Rationsgestaltung von Milchkühen gegeben, die es ermöglicht, den Einfluss des gesamten N-Einsatzes (N-Dünger und Zukauffutter) mit allen wesentlichen Wechselwirkungen im Grünlandbetrieb abzuschätzen.

## Literatur

- ANGER, M., 2001: Kalkulation der umweltbelastenden Stickstoffverluste auf Dauergrünland und Bewertung des nachhaltigen Stickstoffeinsatzes im Grünlandbetrieb. Habilitationsschrift, Univ. Bonn, 290 S.
- ANGER, M. (2002): Nitrat-Austräge auf intensiv und extensiv beweidetem Grünland erfasst mittels Saugkerzen- und  $N_{\min}$ -Beprobung. II Variabilität der  $NO_3^-$ - und  $NH_4^+$ -Werte und Aussagegenauigkeit der Messmethoden. J. Plant Nutr. Soil Sci. 165, im Druck.
- ANONYMUS, 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. Dokumentationsstelle, Universität Hohenheim (Hrsg.), 7. Aufl., DLG-Verl., Frankfurt / M., 212 S.
- BROWN, L., and D. SCHOLEFIELD, 2002: persönl. Mitteilung, IGER, North Wyke, UK.
- ECKERT, H., G. BREITSCHUH und D. SAUERBECK, 1999: Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL) – ein Verfahren zur ökologischen Bewirtschaftung von Landwirtschaftsbetrieben. Agribiol. Res. 52, 57-76.
- ERNST, P., 1998: pers. Mitteilung, Landwirtschaftskammer Rheinland, Kleve.
- HÜLSBERGEN, K.-J., und W. DIEPENBROCK, 1997: Das Modell REPRO zur Analyse und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. – In: DIEPENBROCK, W., M. KALTSCHMIDT, H. NIEBERG und G. REINHARDT: Umweltverträgliche Pflanzenproduktion – Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen. Zeller Verlag Osnabrück, 159-184.
- MARY, B., N. BEAUDOIN, E. JUSTES and J.M. MACHET (1999) Calculation of nitrogen mineralization and leaching in fallow soils using a simple dynamic model. Eur. J. Soil Sci. 50, 549-566.
- SCHOLEFIELD, D., D.R. LOCKYER, D.C. WHITEHEAD and K.C. TYSON, 1991: A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. Plant and Soil 132, 165-177.

# **Der Einfluss einer variierten Phosphor- und Kaliumdüngung auf den Ertrag, die Mineralstoffgehalte im Futter und die Artenzusammensetzung**

von

R. Schuppenies, Bärbel Greiner, H. Hochberg, J. Pickert, G. Riehl

Paulinenauer Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft e.V. und Landesanstalten der Länder Sachsen – Anhalt, Thüringen, Brandenburg, Sachsen

## **1. Einleitung**

Die Düngungsempfehlungen für P und K beinhalten, den P- und K-Entzug zu ersetzen. Entsprechend dem durch die Gehaltsklassen charakterisierten Versorgungszustand des Bodens sollen Zu- oder Abschläge bei der PK-Düngung vorgenommen werden. In der landwirtschaftlichen Praxis führt der geringe Viehbesatz bei einer gleichzeitig hohen Flächenausstattung mit Grünland vor allem in den neuen Bundesländern zu einer Verringerung der Intensität der Grünlandbewirtschaftung. Eine verringerte Bewirtschaftungsintensität auf dem Grünland geht dann häufig mit einer suboptimalen Grunddüngung einher, weil die Auswirkungen einer unterlassenen Phosphor- und Kaliumdüngung auf den Ertrag und die Qualität nicht sofort sichtbar sind und daher eine zeitweise ausgesetzte Grunddüngung als Einsparpotential gesehen wird. Durch eine unterlassene oder unter dem Entzug liegende PK-Düngung können vorübergehend beachtliche Mittel vor allem in Großbetrieben freigesetzt werden (PICKERT et al., 1999). Es besteht daher Bedarf, die Auswirkungen einer unterlassenen oder suboptimalen PK-Düngung zu klären. In den Ländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen wurden Phosphor- und Kaliumdüngungsversuche angelegt, die der Beantwortung der folgenden Fragen dienen sollen: Welche Auswirkungen hat die Unterlassung oder Reduzierung der Phosphor- und Kaliumdüngung auf den Ertrag, die Mineralstoffgehalte im Futter und die Pflanzenbestandszusammensetzung? Hat eine erhöhte Düngung positive Auswirkungen auf den Ertrag und die Pflanzenbestandszusammensetzung?

## **2. Material und Methoden**

In jedem der in Tabelle 1 beschriebenen 9 Versuchsstandorte wurden 1997 (Versuchsort Hayn 1998) ein Phosphor- und ein Kaliumdüngungsversuch mit den in der Tabelle 2 aufgeführten Düngungsvarianten als Lateinisches Quadrat bzw. 1-faktorielle Blockanlage angelegt. Für die Variante 1\*Entzug wurden 0,3 % P und 2 % K festgelegt.

Die verwendeten Düngerarten waren KAS, 60er Kali und Triplephosphat. Untersucht wurden die Ertragsleistungen, die Mineralstoffgehalte in der Pflanze und die Pflanzenbestandszusammensetzung sowie die Bodennährstoffgehalte, die aber nicht Gegenstand dieses Beitrages sind.

Tabelle 1: Beschreibung der Versuchsstandorte

	Höhe über NN	Geologische Herkunft	Bodenart	Niederschläge mm	Jahresmittel °C	Pflanzenbestand	K	P
							mg/100g Boden Versuchsbeginn	
Paulinenaue	29	Mo IIa		513	9,0	Ansaatgrünland	8-14	6,9-9,7
Iden	18	Al 1	sL	518	8,6	Ansaatgrünland	13	8,2
Hayn	441	V 5	sL	618	6,5	Wiesenfuchsschwanzwiese	10	3,2
Heßberg	380	Al3	L-T	760	7,1	Wiesenfuchsschwanzwiese	5	1,4
Oberweißbach	660	V9a1	uL	842	5,9	Goldhaferwiese	6	4,4
Wechmar	360	V 2	L-T	550	7,9	Glatthaferwiese	18	14,9
Christgrün	420	V 5	sL	722	7,4	Weidelgras-Weißkleeweide	9-13	3,2-3,5
Forchheim	565	V 8	sL	879	6,5	Ansaatgrünland	8-14	3,3-4,0
Graditz	83	Al3	sL	548	8,9	Glatthaferwiese	9-11	14,2-17,1

Tabelle 2: Düngungsvarianten in den PK – Versuchen

P - Düngungsversuch		K - Düngungsversuch	
P - Düngung	K - Düngung	P - Düngung	K - Düngung
0	1*Entzug	1*Entzug	0
1*Entzug	1*Entzug	1*Entzug	1*Entzug
0,5*Entzug	1*Entzug	1*Entzug	0,7*Entzug
1,5*Entzug	1*Entzug	1*Entzug	1,3*Entzug

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Ertragsleistungen

##### 3.1.1. Kalium

Die in der Tabelle 3 zusammengestellten Trockenmasseerträge nach 4 bzw. 5 Jahren zeigen, dass in den Versuchsorten Paulinenaue und Oberweißbach, in denen die K-Gehalte in der Pflanze unter 1 % in der TM lagen, und in Christgrün bei K-Gehalten von 1,5 % in der TM die Trockenmasseerträge der nicht mit Kalium gedüngten Variante signifikant niedriger waren als in der nach Entzug gedüngten Variante (s. auch Tabelle 5). Zwischen den gedüngten Varianten waren dagegen keine gesicherten Ertragsunterschiede zu finden. VON BORSTEL et al. (1995) beobachteten nach 7 Versuchsjahren auf 2 von 6 Versuchsstandorten bei Verzicht auf K-Düngung signifikante Mindererträge gegenüber den gedüngten Varianten, aber ebenfalls keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den mit Kalium gedüngten Varianten.

Tabelle 3: Trockenmasseerträge K-Versuche 2001

Prüfglied	Versuchsorte									
	Iden	Hayn	Paulinen aue	Heßberg	Oberwei ßbach	Wechmar	Christ- grün	Forchhei m	Graditz	
Varianzanalyse, TM dt/ha, F-Test Faktor Düngung, 1,0E = 100										
F-Test	n.s.	n.s.	s.	n.s.	s.	n.s.	s.	n.s.	n.s.	
GD5%p	-	-	18	-	10	-	9	-	-	
ohne	86	92	61	90	34	97	79	95	92	
1,0E	77,8	85,6	74,5	111,7	73,4	84,9	90,9	90,0	95,3	
0,7E	98	102	100	95	103	104	94	98	101	
1,3E	107	99	94	97	119	102	99	101	103	
N kg/ha	200	200	0	300	200	180	180	180	120	

JÄNICKE (1995) stellte auf Niedermoorgrünland nach 4 Versuchsjahren bei ausreichender N-Versorgung ebenfalls signifikant höhere Erträge durch K-Düngung fest. Eine Verdopplung der K-Düngung führte hingegen zu keinem gesicherten Anstieg der Erträge. Jedoch stiegen die K-Gehalte in der Pflanze von 0,6 bis 1,2 % K in der TS ohne K-Düngung auf bis zu 2,0 bis 3,3 % K in der TS bei einer hohen K-Düngung von

200 kg K/ha\*a. Ein starkes Absinken des Ertrages auf Naturschutzgrünland mit extremen Kaliummangel fanden auch BAUER u. PIEHL (1997).

### 3.1.2. Phosphor

Die in der Tabelle 4 aufgeführten Trockenmasseerträge zeigen, dass nach 4 bzw. 5 Versuchsjahren in allen Versuchsorten durch unterlassene P-Düngung keine signifikanten Mindererträge im Vergleich zur nach Entzug mit P gedüngten Variante auftraten.

In den meisten Versuchsorten lagen die P-Gehalte in der Pflanze > 0,28 % P in der TS. Lediglich in Heßberg waren die P-Gehalte in der Pflanze mit 0,24 P in der TS niedriger.

Tabelle 4: Trockenmasseerträge P-Versuche, 2001

Prüfglied	Versuchsorte								
	Iden	Hayn	Paulinen aue	Heßberg	Oberwei ßbach	Wechmar	Christ- grün	Forchhei m	Graditz
Varianzanalyse, TM dt/ha, F-Test Faktor Düngung, 1,0E = 100									
F-Test	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
GD5%p	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ohne	107	98	91	97	96	94	96	98	96
1,0E	71,7	95,9	82,0	108,8	75,2	92,2	82,3	87,7	92,8
0,5	100	106	104	94	102	101	99	100	97
1,5	104	116	97	99	107	93	97	104	96
N kg/ha	200	200	0	300	200	180	180	180	120

VON BORSTEL et al. (1995) beobachteten nach 7 Versuchsjahren auf 4 von 6 Versuchsstandorten bei einer unterlassenen P-Düngung signifikante Mindererträge gegenüber den gedüngten Varianten, aber keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den mit 0,5\*P-Entzug, 1\*P-Entzug und 1,5\*P-Entzug gedüngten Varianten. JÄNICKE (1995) fand auf Niedermoorgrünland mit P-Bodenwerten < 3 mg P/100g Boden nach 4 Versuchsjahren keinen signifikanten Einfluss der P-Düngermenge auf den Ertrag. Die Pflanzengehalte lagen jedoch sowohl in den ungedüngten als auch in den gedüngten Varianten > 0,3 % in der TS.

## 3.2. Mineralstoffgehalte der Pflanze und PK-Düngebilanz

### 3.2.1. Kalium

Tabelle 5: Kaliumgehalte in % TS, 2001

Prüfglied	Versuchsorte								
	Iden	Hayn	Paulinen aue	Heßberg	Oberwei ßbach	Wechma r	Christ- grün	Forchhei m	Graditz
K-Gehalt in % TS - 1. Aufwuchs									
ohne	2,5	2,1	0,9	1,4	0,6	2,1	1,7	1,8	1,2
1,0E	3,3	3,1	2,4	3,0	2,5	3,0	2,5	3,2	1,9
0,7E	2,9	2,3	2,0	3,0	2,1	2,9	2,5	2,8	1,8
1,3E	3,4	3,2	2,5	3,3	2,7	3,1	3,1	3,3	2,0
K-Gehalt in % TS- gewogenes Mittel									
ohne	2,4	1,9	0,8	1,2	0,6	2,0	1,5	1,6	1,0
1,0E	3,1	3,0	1,9	2,5	1,8	2,8	2,2	3,0	1,6
0,7E	2,8	2,3	1,6	2,3	1,5	2,6	2,2	2,7	1,5
1,3E	3,2	3,1	2,2	3,1	2,2	2,9	2,8	3,3	1,6
Aufwüchse	4	4	3	4	3	3	4	4	2

In der Tabelle 5 sind die Kaliumgehalte in der Pflanze für das Versuchsjahr 2001 zusammengestellt. Im 1. Aufwuchs sind die K- Gehalte in der Pflanze allgemein höher

als in den Folgeaufwüchsen. Mit K-Gehalten < 1% K in der TS herrscht auf 2 Standorten starker Kaliummangel und auf drei Standorten lag mit 1,2 bis 1,6 % K in der TS Kaliummangel vor. Das gilt auch für den Standort Graditz, der aufgrund der späten Zweischnittnutzung aber anders zu beurteilen ist. Auf den mineralischen Böden der Standorte Iden, Hayn und Wechmar liegt der Kaliumgehalt in der Pflanze trotz der negativen K-Bilanzen von 611 kg bis 961 kg in der nicht mit Kalium gedüngten Variante im Versuchszeitraum noch um die 2,0 % in der TM (s. Tabelle 6).

Das spricht für eine starke K-Nachlieferung auf diesen Böden. Auf der anderen Seite zeigen die hohen Kaliumgehalte in der Pflanze in den über dem Entzug gedüngten Varianten Luxuskonsum der Pflanzen ohne positive Ertragseffekte an. Zwischen den K-Bilanzen und den K-Gehalten im Boden scheint kein enger Zusammenhang zu bestehen. Zwar widerspiegeln die K-Gehalte im Boden in den nicht mit K gedüngten Varianten mit Ausnahme des Standortes Heßberg die negativen K-Bilanzen. Es waren aber in Paulinenaue, Christgrün, Forchheim und Graditz abnehmende Boden-K-Gehalte bei positiver K-Bilanz und in Iden und Heßberg gestiegene Boden-K-Gehalte bei negativer K-Bilanz in 5 Versuchsjahren zu beobachten.

Tabelle 6: K- Bilanzsumme seit Versuchsbeginn

Prüfglied	Versuchsorte								
	Iden	Hayn	Paulinen aue	Heßberg	Oberwei ßbach	Wechmar	Christ- grün	Forchhei m	Graditz
K-Bilanz, kg/ha, Bilanzsumme seit Versuchsbeginn									
ohne	-961	-611	-289	-722	-184	-714	-613	-877	-661
1,0E	-294	-196	-36	-196	-20	-144	-61	-199	2
0,7E	-538	-364	-135	-434	-141	-373	-306	-450	-227
1,3E	-107	4	28	-45	3	79	119	67	232

### 3.2.2. Phosphor

Im Vergleich zu der nach Entzug gedüngten Variante sind, mit Ausnahme des Standortes Heßberg, an allen anderen Standorten die P-Gehalte der ungedüngten Varianten trotz hoher negativer P-Bilanzen nicht dramatisch abgesunken (s. Tabelle 7). Die niedrigen P-Gehalte in allen Düngungsvarianten in Graditz sind mit der späten Zweischnittnutzung zu erklären. Von Ausnahmen abgesehen war die Düngung nach Entzug von 0,3 % P für eine ausgeglichene Bilanz ausreichend (s. Tabelle 8).

Tabelle 7: Phosphorgehalte in % TS, 2001

Prüfglied	Versuchsorte								
	Iden	Hayn	Paulinen aue	Heßberg	Oberwei ßbach	Wechma r	Christ- grün	Forchhei m	Graditz
P-Gehalt in % TS - 1. Aufwuchs									
ohne	0,33	0,28	0,28	0,25	0,33	0,37	0,31	0,31	0,22
1,0E	0,38	0,32	0,31	0,36	0,39	0,39	0,35	0,35	0,24
0,5E	0,39	0,30	0,30	0,32	0,38	0,37	0,33	0,34	0,22
1,5E	0,41	0,37	0,32	0,41	0,42	0,40	0,36	0,36	0,24
P-Gehalt in % TS- gewogenes Mittel									
ohne	0,33	0,29	0,28	0,24	0,33	0,39	0,31	0,31	0,23
1,0E	0,38	0,37	0,31	0,33	0,37	0,41	0,34	0,36	0,25
0,5E	0,38	0,34	0,30	0,28	0,36	0,42	0,33	0,34	0,24
1,5E	0,40	0,42	0,32	0,36	0,39	0,44	0,36	0,34	0,25
Aufwuchs	4	4	3	4	3	3	4	4	2

Tabelle 8: P- Bilanzsumme seit Versuchsbeginn

Prüfglied	Versuchsorte								
	I den	Hayn	Paulinen aue	Heßberg	Oberwei ßbach	Wechmar	Christ- grün	Forchhei m	Graditz
P-Bilanz, kg/ha, Bilanzsumme seit Versuchsbeginn									
ohne	-140	-105	-110	-128	-117	-150	-133	-129	-136
1,0E	-16	4	7	-9	-11	-22	2	-5	15
0,5E	-81	-67	-57	-69	-73	-89	-59	-69	-55
1,5E	43	36	37	44	42	46	60	55	87

Die P-Gehalte im Boden haben sich im Versuchszeitraum in vielen Fällen unabhängig von der P-Bilanzsumme geändert. Abnehmende oder gleichbleibende Boden-P-Gehalte bei positiver P-Bilanz waren in Heßberg, Wechmar, Christgrün, Forchheim und Graditz festzustellen. Bei negativer P-Bilanz blieb in Oberweißbach der P-Gehalt im Boden unverändert. In Iden, Hayn und Paulinenaue stieg der P-Gehalt im Boden im Versuchszeitraum bei negativer P-Bilanz.

### 3.3. Pflanzenbestandszusammensetzung

Änderungen in der Pflanzenbestandszusammensetzung ohne Ersatz der mit der Ernte abgeführten Nährstoffe bei Schnittnutzung stellte TITZE (1999) fest. Wertvolle Bestandsbildner wurden auf sorptionsschwachen Sandstandorten und auf Niedermoor durch anspruchslose Arten verdrängt. Die Mineralstoffgehalte lagen zwischen 1,49 und 1,75 % K in der TM. Nach BAUER u. PIEHL (1997) können Futtergräser nur dann normal wachsen, wenn der Kaliumgehalt in der Pflanze wenigstens 1,8 % in der TM beträgt.

#### 3.3.1. Kalium

Tabelle 9: Änderungen der Ertragsanteile von 1997/98 bis 2001, K Versuche

Stand- ort	K	Änderungen in den EA% von 1997 bzw. in Hayn 1998 bis 2001													
		Ris- pen	W.- schw.	W.- lie.	W.- fu.	Glatt- haf.	Qu.	Gold- hafer	Ras.- schm	Ruch gras	Woll. Hon.	Hahn fuß	Sau. ampf.	Wies. Kerb.	Le gum.
Hayn	ohne	11			-6						1	3			-5
	1,0E	13			-6					-1	-2			-3	
	0,7E	11			-6					3	0			-5	
	1,3E	3			-7					4	-1			-3	
Pauli- nen- aue	ohne	28	16	-6			-5								
	1,0E	3	28	11			-9								
	0,7E	0	24	7			-6								
	ohne N 1,3E	-4	29	1			-6								
Heß- berg	ohne	4			-4					24	5	-5	10	-1	
	1,0E	5			-9					7	15	3	17	-1	
	0,7E	4			9					0	20	-9	17	-2	
	1,3E	0			6					4	20	-12	12	0	
Ober- weiß- bach	ohne	2					-7			7	12			-15	
	1,0E	2					-2			-1	7			-6	
	0,7E	2					3			-2	0			-7	
	1,3E	0					-2			2	-4			-8	
Christ- grün	ohne	1	-5	1			-7					-1	1	-3	
	1,0E	-9	-1	-2			-6					-1	2	0	
	0,7E	-9	-3	5			-7					-1	1	-2	
	1,3E	-11	0	-1			-4					0	0	-1	
Forch- heim	ohne	-2	-9	-7			-1					5	6	-1	
	1,0E	0	-6	-6			1					7	3	-3	
	0,7E	-1	-8	-5			1					5	2	-1	
	1,3E	-2	-8	-5			0					6	5	0	

Auf den Versuchsstandorten, auf denen bereits K-Gehalte in der TM < 2 % festgestellt wurden, waren in den Kaliumdüngungsversuchen nach 4 bzw. 5 Versuchsjahren die in Tabelle 9 zusammengestellten Änderungen in der Pflanzenbestandszusammensetzung im 1. Aufwuchs zu beobachten. Rispengräser nahmen ohne K höhere Ertragsanteile als in den mit K gedüngten Varianten ein. Das Wiesenlieschgras ging auf dem Niedermoorstandort in der ungedüngten Variante stark zurück und der Wiesenschwingel breitete sich in der ungedüngten Variante weniger stark aus als in den gedüngten Varianten.

Die Quecke zeigte keinen Einfluss der K-Düngung. Der Goldhaferanteil nahm in Oberweißbach bei Kaliummangel ebenfalls ab, wogegen sich das Ruchgras, in Heßberg die Rasenschmiele und in Hayn Hahnenfußarten in den Kaliummangelvarianten ausbreiteten. KÄDING (1996) beschrieb einen Rückgang von Rohrglanzgras, Deutschem Weidelgras und Löwenzahn bei gleichzeitiger Zunahme von Rispensarten und Hahnenfußarten durch Verzicht auf K- Düngung auf einem Niedermoorstandort.

### **Phosphor**

In Heßberg waren bei niedrigen P-Gehalten von 0,24 % P in der TS in der nicht mit P gedüngten Variante bereits Pflanzenbestandsänderungen zu beobachten. Während die Wiesenrispe ihre Ertragsanteile behaupten konnte, ging der Ertragsanteil an Wiesenstorchschnabel und Wiesenfuchsschwanz von 1997 bis 2001 zurück, wogegen die Rasenschmiele im gleichen Zeitraum um 27 EA% zunahm.

## **4. Schlussfolgerungen und Zusammenfassung**

Eine ertragsorientierte PK-Düngung, die sich an einem Gehalt von 2,0 % K und 0,3 % P ausrichtet, ist ausreichend. Eine unterhalb dieser Orientierungswerte liegende Düngung (- 30 % K, - 50 % P) führt trotz negativer Nährstoffbilanzen nach 4 bzw. 5 Versuchsjahren nicht zu statistisch gesicherten Ertragsminderungen. K-Gehalte von 1,0 bis 1,5 % deuten bei 3 – 4 – Schnittnutzung in allen Aufwüchsen auf eine Unterversorgung hin. Bei K-Gehalten von unter 1,0 % liegen eindeutig Mangelerscheinungen vor. Signifikant niedrigere Erträge durch unterlassenen K-Düngung wurden erst bei K-Gehalten < 1 % in der TS erreicht. P-Gehalte von weniger als 0,25 % deuten auf P-Mangel hin. Eine oberhalb der Orientierungswerte von 2,0 % K und 0,3 % P liegende Düngung (+ 30 % K, + 50 % P) bewirkt keine Ertragssteigerung, aber Luxuskonsum, besonders bei Kalium. Sie führte auf 5 Versuchsstandorten trotz positiver K- bzw. P-Bilanzen zu keinem Anstieg der K- oder P-Gehalte im Boden. Die einzelnen Pflanzenarten reagieren unterschiedlich auf Kaliummangel. Rispensarten und Hahnenfuß tolerieren K-Mangel. Wiesenlieschgras, Wiesenschwingel, Goldhafer und Löwenzahn wurden bei K-Mangel verdrängt. Phosphormangel führte zu einer starken Ausbreitung von Rasenschmiele zu Lasten von Wiesenfuchsschwanz und Wiesenstorchschnabel.

## **5. Literatur**

BAUER, U., PIEHL, M.: Steuerung der Grunddüngung mit Hilfe der Pflanzenanalyse, Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Mecklenburg – Vorpommern Heft 14, 1997, S. 21-29

v. BORSTEL, U., SEVERIN, K., BLUMENDELLER, D.: P-, K-, Mg-

Düngungsversuche auf dem Grünland zur Bestimmung der optimalen Grunddüngung. I. Ertragsreaktionen norddeutschen Niederungsstandorte. – Kongressband VDLUFA 1995, S.185-188

JÄNICKE, Heidi: Zu Auswirkungen verschiedener Düngungsintensitäten auf Niedermoor. – Kongressband VDLUFA 1995, S.197-200

PICKERT, J., SCHUPPENIES,R., WATZKE, G.: Beratungskonzept Düngung von Niedermoorgrünland in Brandenburg. – 50 Jahre Wissenschaftsstandort Paulinenaue, Wissenschaftliche Vortragstagung am 1. und 2. Juni 1999, S.83f

TITZE, A.: Probleme der Grünlandbewirtschaftung im ökologischen Landbau Mecklenburg– Vorpommerns. – Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Heft 19, 1999

# Moorgrünland in Polen – ökologische und ökonomische Betrachtung

von

Piotr Goliński

Lehrstuhl für Grünlandlehre, August-Cieszkowski Agraruniversität Poznań

## 1. Einleitung

Polen gehört zu den Ländern, die an Mooren reich sind. In dieser Hinsicht ist Polen das achte in der Welt an Moorflächen reichste Land. In Polen, um ein Gebiet als Moor betrachten zu können, muß es mindestens 0,5 ha groß sein und der Torf der sich auf diesem Gebiet angesammelt hat, muß mindestens 0,3 m tief im natürlichen Zustand oder 0,2 m tief im getrockneten Zustand sein. Heute gibt es in Polen 49 620 Moore, die eine Fläche von 1,255 Mio. ha decken. Das ist ca. 4,0% der Landesfläche. Es wird geschätzt, dass sich in diesen Mooren 40 Mrd. m<sup>3</sup> Torf angesammelt haben (KIRYLUK 2002). Die Gesamtmoorfläche wird zu 92,4% aus Nieder-, zu 4,3% aus Hoch- und zu 3,3% aus Übergangsmooren gebildet. Die Mehrzahl der Moore liegt im nördlichen Teil des Landes. Richtung Süden, vermindert sich die Anzahl der Moore. Sehr ausgedehnte Moorflächen befinden sich in den Biebrza (100 Tsd. ha), Noteć (50 Tsd. ha), Tyśmienica und Krzna (30 Tsd. ha) Tälern, und in der Szczecin Tiefebene (25 Tsd. ha). Moore in Polen werden stets der Anthropopression ausgesetzt. Nur wenige werden noch zu den natürlichen und seminaturalen gezählt. Die wichtigste Nutzungsart der Moore ist Grünland (67,0%). Der Rest besteht aus Wäldern (20,5%), Nichtnutzungsflächen (12,0%) mit Schilf, Riedgräser und Moos. Dazu kommen noch Ackerflächen (0,5%) (SIEDLECKI et al. 2002).

## 2. Ökologische Bedeutung von Moorgrünland in Polen

Moore sind für die Umwelt Polens von enormer ökologischer Bedeutung. Sie spielen eine wichtige Rolle in der Wasserbilanz des Landes, weil sie als Retentionsbecken funktionieren. Laut CHURSKI (1993), ist in 40 Mrd. m<sup>3</sup> Torf ungefähr 34 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser gespeichert. Die Wasservorräte der polnischen Moore machen 1/3 der jährlichen Niederschlagssumme aus. Die von den Landwirten bewirtschafteten, meistens meliorierten Moore weisen geschwächte hydrologische Funktionen auf. Es wird geschätzt, dass infolge der Melioration, zu einem Abfluss von 160 Mio. m<sup>3</sup> im Moor gespeichertem Wasser gekommen ist. Infolge der Senkung des Wassergehalts von Torf unter den natürlichen Wert (86-96% des Volumens) kommt zu einer beschleunigten Mineralisation der organischen Materie.

Moorböden spielen eine Rolle der ökologischen Barriere in landwirtschaftlichen Ökosystemen. Die Torfschicht weist bedeutende Filtrationseigenschaften bezüglich der sich waagrecht und senkrecht verschiebenden Gewässer auf. Es wird berichtet, dass Niedermoores den Biogenenzufluß, besonders von Stickstoff- und Phosphorverbindungen, Schwefel, Kalzium und Magnesium, die aus den umliegenden Felder einfließen, um von 60 bis 100% reduzieren.

Moore sind Schatzkammern der Floraarten in Polen. In derer besonderen Standortbedingungen sind viele seltene und geschützte Pflanzenarten zu treffen, z.B. *Dactylorhiza incarnata*, *Dianthus superbus*, *Drosera intermedia*, *Drosera rotundifolia*, *Gentiana pneumonanthe*, *Lathyrus palustris*, *Rhynchospora alba*. Wegen

ausgezeichneten Konservierungseigenschaften des Torfes, sind diese Gebiete eine Quelle der sehr gut erhaltenen Pflanzenformen und Insekten, die sich in Tertiärseeablagerungen vor Millionen von Jahren angesammelt haben.

Moore in Polen sind auch Biotop vieler Faunarten, besonders für Insekten und Vögel, z.B. *Grus grus*, *Ciconia nigra*, *Ciconia ciconia*, *Circus pygargus*, *Pluvialis apricaria*, *Anthus campestris*, *Philomachus pugnax*, *Numenius tenuirostris*. Außerdem Moore spielen eine landschaftsbildende Rolle in landwirtschaftlichen Ökosystemen.

### **3. Ökonomische Bedeutung von Niedermoorgrünland in Polen**

Aus der Sichtpunkt der Grünlandwirtschaft in Polen, sind die Niedermoore von besonderer Bedeutung. Sie entstanden in Grundvertiefungen, in Flusstälern und auf den Quellengebieten. Sie werden von den Flüssen, Bächen, Grundwässern und gelegentlich auch von Überschwemmungen gespeist. Die Niedermoore speisenden Gewässer enthalten Minerale und lösliche Salze. Die Gewässer sind reich an Nährstoffe. Die Reaktion des Niedermoorwassers ist neutral oder leicht alkalisch (pH 7-8). Auf den Niedermooren in Polen sind folgende Torfarten anzutreffen: Torf aus Wasserpflanzen, Riedtorf, Moostorf, Erlentorf und Schilftorf (KIRYLUK 2002).

Niedermoore in Polen decken eine Fläche von 1,159 Mio. ha. Sie sind vorwiegend als Grünlandflächen genutzt, wobei die wechsellässigen Wiesen bedecken 468,8 Tsd. ha und die frischen Wiesen – 356,0 Tsd. ha. Darüber hinaus wachsen Wälder (163,3 Tsd. ha), Moose (75,9 Tsd. ha) Riedgräser (60,6 Tsd. ha), Schifel (32,2 Tsd. ha) und andere pflanzliche Gesellschaften (2,2 Tsd. ha) (SIEDLECKI et al. 2002) auf den Niedermooren. Eine Grundbedingung für die Nutzung von Niedermooren für Futterproduktion ist die richtige Ausführung der Meliorationsarbeiten und eine geschickte Wasserwirtschaft. In Polen wurden Abwasserungsmaßnahmen auf 85% der Moorfläche durchgeführt. Die Anlegung von Grünland soll die einzige Art ihrer landwirtschaftlichen Ausnutzung sein. Die Deckung der Moorböden durch Wiesennarbe schützt sie vor Degradierung. GOTKIEWICZ und GOTKIEWICZ (1991) berichten, dass jährliche Senkung der Bodenoberfläche in Zeitraum von 18 Jahre betrug 1,3 cm unter Dauergrünland-, 1,5 cm unter Wechselgrünland-, und 1,6 cm unter Ackernutzung. Grünlandnutzung der Niedermoore ist vor allem eine Quelle von billigen Futtern in Landwirtschaft.

#### **3.1. Niedermoore in Gliederung des Grünlandes in Polen**

Laut der so genannten typologischen Aufgliederung des Grünlandes in Polen (GRZYB UND PROŃCZUK 1995), sind ein paar Arten vom Grünland auf Niedermooren zu treffen. Für die Futterproduktion sind die Gruppe Morschwiesen (frühere Sümpfe) mit vier Arten: a/Auenwiesen, b/typische Wiesen, c/degradierte Wiesen und d/reiche mit Niederschlägen gespeiste Wiesen von besonderer Bedeutung. Aus dieser Gruppe zeichnen sich, hinsichtlich der Erträge und Futterqualität, die Morsh-Auen-Wiesen aus. Sie liegen auf Torf-Morsch-Böden und sind aus verschlammtem Schilftorf entstanden. Sie sind durch mittlere Fruchtbarkeit der Boden und mäßige Feuchtigkeit mit Überschwemmung im Frühling gekennzeichnet. Sie sind zu der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea* zugerechnet, in der Narbe dominieren *Poa pratensis*, *Alopecurus pratensis* und *Phalaris arundinacea*. Der natürliche TS-Ertrag dieser Wiesen beträgt 2-3,5 t/ha, zur Zeit aber werden 6-8 t/ha erreicht, und der mögliche Ertrag beträgt 7-11 t/ha. Die Wiesen zeigen eine gute und sehr gute Futterqualität und sind ertragstreu.

Auch die Morsch-Typische-Wiesen sind ertragsreich. Sie kommen auf Torf-Morsch-Böden vor, zeigen geringe bis mittlere Fruchtbarkeit der Boden und mäßige Feuchtigkeit. Diese Wiesen sind auch zu der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea* zugerechnet. In der Narbe dominiert *Poa pratensis* und *Festuca rubra*. Der natürliche TS-Ertrag dieser Wiesen beträgt 1,5-2,5 t/ha, zur Zeit werden 5-7,5 t/ha erreicht, und der

mögliche Ertrag beträgt 7-10 t/ha. Die Wiesen zeigen eine gute und sehr gute Futterqualität und sind ertragstreu.

Die zwei verbleibende Morsch-Wiesenarten – degradierte und reiche mit Niederschlägen gespeiste – sind in der Hochqualitätsfutterproduktion von geringerer Bedeutung. Sie sind durch geringe Fruchtbarkeit der Boden, große Feuchtigkeitsamplitude und Grundwasserstandschwankungen charakterisiert. Sie sind zu der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea* zugerechnet. In der Narbe dominiert *Festuca rubra*. Der natürliche TS-Ertrag dieser Wiesen beträgt 1-2 t/ha, zur Zeit werden 4-6 t/ha erreicht, und der mögliche Ertrag beträgt 6-9 t/ha.

In der Gruppe von Sumpfwiesen befinden sich vier Arten von Wiesen: a/zeitlichüberschwemmte, b/typische, c/ständigüberschwemmte und d/Wiesen auf Wasserscheiden. Sie befinden sich auf stark feuchten, sogar überschwemmten Torfböden und haben keine Bedeutung für die Futterproduktion von hoher Qualität. Sie werden meistens zu den Streuwiesen zugerechnet, und in der pflanzensoziologischen Hinsicht gehören sie zu der Klasse *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*.

### **3.2. Wasserwirtschaft auf Niedermoorgrünland**

Intensität der Futterproduktion auf Niedermooren ist eng mit dem Abwasserungsgrad des Gebietes gebunden. Laut KOZŁOWSKA UND BANASZEK (1997) Grundwasserniveau hat großen Einfluss auf biologische Aktivität des Bodens (Cellulosezerersetzung, Nitrifikation, Dehydrogenaseaktivität). Deswegen in mäßige und variable Feuchtbedingungen auf Niedermooren nimmt die potentielle Produktivität zu. Es wird berichtet, dass die TS-Erträge aus nicht meliorierten Niedermooren 1,5-2,0 t/ha betragen, und nach der Ausführung der Meliorationsarbeiten erhöhen sich die potentiellen Produktionsmöglichkeiten (das mittlere Niveau der Grünlandbewirtschaftung) bis 4-10 t/ha TS. In dieser Hinsicht können die folgenden Szenarios unterschieden werden:

- Niedermoor im natürlichen Zustand mit dem Grundwasser an der Oberfläche. Dieses Moor ist keine Futterproduktionsquelle. Nährstoffe werden mit dem Grund- und Oberflächengewässer zugeführt. Jährliche Stickstoffakkumulation im Boden beträgt 25-35 kg/ha und die Ablagerung der organischen Substanz ist 0,2 bis 1 t/ha. Das Wasser wird von den Biogenen gereinigt. Biodiversitätsfunktion ist vorhanden;
- Niedermoor intensiv abgewässert mit einem maximal bis 0,5 m gesenkten Wasserniveau. Jährliche TS-Erträge betragen 3,5-5,0 t/ha. Nährstoffe werden mit Gewässer und durch Mineralisation und Düngung zugeführt. Mineralisation der organischen Substanz ist gering (maximal 1,0 t/ha im Jahr). Statt einer Kohleakkumulation erfolgt die Freisetzung von CO<sub>2</sub>. Wasser wird zu 90% aus Biogenen gereinigt. Biodiversitätsfunktion ist vorhanden;
- Niedermoor extensiv abgewässert, mit gesenktem Wasserstand bis zu 1 m unter der Oberfläche. Jährliche TS-Erträge betragen 10-12 t/ha. Nährstoffe werden infolge der Torfmineralisation und Düngung (bis 400 kg/ha N) zugeführt. Mineralisation der organischen Substanz beträgt 5-15 t/ha pro Jahr. Die Reinigungsfunktion ist unterbrochen. Das Moor verunreinigt benachbarte Ökosysteme durch Gewässer and die Atmosphäre. Der Abfluss der Nährstoffe durch Abwasserungssysteme bis ungefähr 70 kg/ha. Verlust an Biodiversität.

### **3.3. Düngung von Niedermoorgrünland**

In den polnischen Moorböden, von verschiedenem Ausmaß der Zersetzung der organischen Substanz, liegt der Stickstoffgehalt auf einem Niveau von 1,5-3,5% vor (OKRUSZKO 1999). Stickstoff kommt vor allem in organischen Verbindungen vor. Nur ein kleiner Teil Stickstoff ist in mineralischen Verbindungen zu treffen. Es wird

berichtet, dass 100 g Boden von 0,5 bis 3 mg  $\text{NO}_3^-$  und von 0,2 bis 7 mg  $\text{NH}_4^+$  enthalten kann. Stickstoffverbindungen im Boden unterliegen aber ununterbrochenen Änderungen infolge der Amonifikations- und Nitrifikationprozessen.

Um die Stickstoffgehalte der Moorböden richtig zu erkundigen, muß man Untersuchungen auf Gehalte an  $\text{N-NO}_3$  und  $\text{N-NH}_4$  durchführen. Diese Untersuchungen sind in Polen bis zu dem Nitratstickstoff begrenzt. Für diesen Zweck haben GOTKIEWICZ UND GOTKIEWICZ (1991) die folgende Bewertungsskala erarbeitet:

<b>Gehalt an <math>\text{N-NO}_3</math> in <math>\text{mg/dm}^3</math> Boden</b>	<b>Vorratsbewertung</b>
0-5	sehr gering
5-10	gering
10-20	mittel
20-40	groß
über 40	sehr groß

Der Gehalt an von Pflanzen aufnehmbaren Stickstoff in Moorböden beträgt von 90 bis 660 kg/ha, in der 30 cm Oberschicht. Bei einem intensiveren Mineralisationsprozeß, kann der Stickstoffgehalt in Böden von organischer Herkunft den Wert bis sogar 700-800 kg/ha erreichen. Die Mehrzahl des Stickstoffs kommt in Form von Nitrate vor, die leicht aus dem Boden ausgespült werden. Deswegen sind in den Grundwässer relativ große Mengen dieses Grundstoffes zu finden. Der im Mineralisierungsprozeß freigesetzte Stickstoff soll für die Produktion von Futter genutzt werden, deswegen sollen Torfwiesen mit Phosphor und besonders Kalium gedüngt werden.

Wegen des negativen Einflusses von dem freigesetzten Stickstoff auf die Umwelt, hat man versucht den Mineralisationsprozeß zu verlangsamen. GOTKIEWICZ UND GOTKIEWICZ (1991) haben für diesen Zweck das N-serve (2-chloro-6-dreimethylopirydyne) verwendet.

Grünlandflächen auf Moor verlangen eine besondere Aufmerksamkeit wenn es um K-Düngung geht. Laut OKRUSZKO (1991), soll man auf jede 100 kg vom TS-Ertrag die folgenden Mengen anwenden:

- 2,5 kg  $\text{K}_2\text{O}$  auf Böden aus armem, nicht gut zersetztem Torf, also aus Hochmoor und Übergangsmoor;
- 2,0 kg  $\text{K}_2\text{O}$  auf Böden aus Niedermoor mit dem Aschengehalt bis 50%;
- 1,5 kg  $\text{K}_2\text{O}$  auf Böden aus stark verschlammtem Moor mit dem Aschengehalt 50-80% und aus alten Morschen.

Darüber hinaus soll es erwähnt werden, dass die Böden die über 60 mg  $\text{K}_2\text{O}$  auf 100 g Boden enthalten (Bestimmung im 0,5 n HCl Extrakt), enthalten genügende Mengen vom aufnehmbaren Kalium. Solche Böden kommen jedoch in Polen nur selten vor. Es zeigt sich, dass Frühjahrsüberschwemmungen, Fluten und Oberflächenbewässerung das Kalium aus Moorböden leicht, bis sogar 50% des natürlichen Gehaltes, ausspülen.

Immer öfter beobachtet man keine Reaktion der Pflanzenbestand auf Düngung mit Phosphor, weil es so stark von den armen an diesem Element Moorboden und Mikroorganismen absorbiert wird, dass es für Pflanzen unaufnehmbar wird. Mit großen Mengen von Eisen und Kalzium dabei, ist die Absorbierungskraft von Phosphor durch Moorböden 10-30-fach stärker als in Mineralböden. In solch einer Situation wird es empfohlen, Grünland auf Mooren in Polen so genannter P-Melioration zu unterwerfen. Dies erfolgt wenn man 200-300 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  pro Hektar ausstreut. Eine systematische

Düngung mit  $P_2O_5$  in der Menge von 60-100 kg pro Hektar trägt zur Bildung eines P-Potentials in Moor-Morsch-Böden zu (KOWALCZYK et al. 1991).

Bodenfeuchtigkeit ist der Schlüsselfaktor, der über die Aufnahme von Phosphor durch Pflanzen entscheidet. Wie OKRUSZKO (1991) mitteilt, aus einem optimal feuchten Moorboden können Pflanzen durchschnittlich um 30% mehr Phosphor aufnehmen als aus einem Boden, dessen Feuchtigkeit bis 40% im Volumen gesunken hat. Als in Moorböden im Laufe der Jahre beträchtliche Mengen von Eisen und Aluminium sich ansammeln, wird die Effektivität des eingegebenen Phosphors immer geringer. Deswegen wird es empfohlen die Mengen der P-Düngemittel zu erhöhen.

Im Fall der Moor-Morsch-Böden aus Schilftorf (MtIcb) empfiehlt sich Mineral- mit Mistdüngung zu koppeln. Der größte Ertrag wurde erzielt wenn mit 30 t/ha Mist, 60 kg/ha Stickstoff, 30 kg/ha  $P_2O_5$  und 60 kg/ha  $K_2O$  gedüngt wurde. Solch eine Art von Düngung stabilisiert die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestand (positiver Einfluss auf *Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*), erhöht die Gehalte an Proteine und Mineralnährstoffe und auch sinkt den Gehalt an Nährstoffen im Bodenwasser, hinsichtlich des  $N-NO_3$ ,  $N-NH_4$ , Phosphor und Kalium (WESOŁOWSKI 1995). Niedermoorgrünland kann man auch mit Gülle, maximal bis 100 m<sup>3</sup>/ha, düngen.

Kalkung der Grünlandflächen auf Moorböden in Polen wird empfohlen, wenn der pH-Wert unter 3,4-4,0 steht. Im Fall einer intensiven Nutzung der Wiesen und Weiden auf Moorböden ist Düngung mit Mikroelementen wie Kupfer, Molybdän, Kobalt und Zink begründet. Wenn der Kupfergehalt 1 mg pro 100 g Moorboden beträgt, empfiehlt sich eine Düngung der Grünlandflächen mit Kupfersulfat. Mangel an Molybdän wird mit einer Düngung mit 0,5 kg Molybdännatrium per ha beseitigt. Berechtig ist auch eine Düngungsmenge von 2 kg Kobaltsulfat per ha jede 5-6 Jahre (OKRUSZKO 1991).

### 3.4. Renovierung von Niedermoorgrünland

Der Pflanzenbestand von Grünland auf Niedermooren, besonders bei der Schnittnutzung, ist von Verunkrautung bedroht. Das Unkrautauftreten ist mit Wasserversorgung verbunden. In trockenen Lagen treten *Arabis arenosa*, *Urtica dioica* und *Rumex acetosa*, wobei auf zu nassen Lagen sich *Ranunculus repens* und *Geum rivale* gut entwickeln. Als erste fallen vom Bestand die Leguminosen ab, dann nehmen die hochwertige Gräser ab und Wiesenrispe nimmt zu. Laut LIPIŃSKA UND OLESZEK (2001) die Ursache der starken Konkurrenz von *Poa pratensis* besteht in allelopatischen Auswirkungen der Art auf andere Gräser in Narbe.

In ordnungsgerechte Bewirtschaftung auf Niedermoorgrünland in Polen spielt die Renovierung eine wichtige Rolle. Als Methoden sind die Nachsaat und Neuansaat (als Direktsaat) empfohlen. Leider, meistens sind die modernen Grünlanddrillmaschinen in der Praxis nicht verfügbar. Deswegen ist die oberflächige Saatmethode verwendet, die in leichte Bodenbearbeitung der Oberfläche mit Bodenfräse, Egge und Saat mit Ackerdrillmaschine besteht. In Saadmischungen für Nachsaat sind meistens *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium hybridum* und *Trifolium repens* verwendet. In der Erneuerung von Weiden auf Niedermooren wichtige Rolle spielt *Trifolium repens* (WARDA UND KRZYWIEC 1999). Um ein Erfolg im Nachsaat von Weißklee zu erreichen, ist es nötig, die Konkurrenz des Altbestandes zu reduzieren. Von Maßnahmen stehen, unter anderem, Bodenfräse, Pendelegge, Schnitthöhe auf Niveau von 3 cm und Spritzung mit Reglone zu Verfügung (GOLIŃSKI 2000). Bei den Neuansaat auf Niedermoorboden wurden in Polen, besonders in 70en Jahren während staatlich koordinierten Meliorationen, folgende Arten in Mischungen empfohlen (%-

Deckungsanteil): z.B. Nr.2 – hohe Bodenfeuchtigkeit, Schnittnutzung, Aussaat 24,3 kg/ha – *Phalaris arundinacea* (5%), *Alopecurus pratensis* (13%), *Festuca pratensis* (15%), *Phleum pratense* (12%), *Agrostis alba* (17%), *Poa palustris* (10%), *Poa pratensis* (8%), *Lotus uliginosus* (10%), *Trifolium hybridum* (10%); Nr.4 – mittlere Bodenfeuchtigkeit, Weidenutzung, Aussaat 31,3 kg/ha – *Festuca pratensis* (15%), *Phleum pratense* (15%), *Dactylis glomerata* (10%), *Agrostis alba* (15%), *Poa pratensis* (15%), *Festuca rubra* (10%), *Trifolium repens* (15%), *Lotus corniculatus* (5%). Aktuell die Mischungen (Nr.1 bis Nr.10) spielen die Musterrolle für Saatzuchtfirmen, aber sie sind nicht als Standardmischungen betrachtet. Deswegen, meistens auf dem Markt sind einfache, nicht zum Standort angepasste, billige Mischungen vorhanden. Ein hoher Anteil in den Mischungen besetzt *Lolium perenne*. BARYŁA I WARDA (1999) berichten, dass der Anteil vom Deutschen Weidelgras in Mischungen auf Niedermoorböden nicht 15-20% überschritten sollte.

### 3.5. Nutzung von Niedermoorgrünland

Die statistischen Daten vom 1995 zeigen, dass es in Polen Heu auf 72,4% Gesamtfläche von Niedermoorgrünland produziert wurde. Nur auf 2,6% Fläche Landwirte haben die Silage erzeugt. Das Rest (25%) wurde als Weide oder Grünfutter im Stall genutzt.

Auf Niedermoorgrünland besonders schwierig für Organisation ist die Weidenutzung von Milchkühen. Die Beweidung von Mastrindern und Mutterkühen ist einfacher. Grundsätzlich eignen sich für Beweidung die Niedermoore auf trockenen Lagen und Standorte mit mäßiger Bodenfeuchtigkeit. Der Vorteil von Niedermoorweiden in Vergleich zu Weiden auf Mineralböden ist ausgeglichenes Angebot an Futter in vegetative Periode. Maximale Besatzstärke von Milchkühen und Rinder soll nicht 10 t/ha überschritten werden. Es ist empfohlen, bei der Koppelweide die Beweidung nur auf vier Koppeln durchzuführen. Zu den guten Bewirtschaftungsregeln auf Niedermoorgrünland in Polen zählt man die Beweidung der Wiesen nach ersten oder zweiten Aufwuchs. Dies führt im Sommer und Herbst zu zunehmender Verdichtung von Weideoberfläche und damit verminderten Sauerstoffzufuhr und Intensität des Mineralisationsprozesses. Die erforderliche und wichtige Pflegemaßnahme im Frühling auf Niedermoorweiden und –wiesen ist Walzen, die nicht überall in Polen verwendet ist.

Das Mähgut von Niedermoorgrünland ist meistens für Heuproduktion bestimmt. In polnischen Bedingungen ist die Lagerung vom Heu direkt auf den Wiesen in den Schober sehr charakteristisch. Es wurde festgestellt, dass Konservierbarkeit der Aufwachsen für Silageproduktion schlechter als von Saatgrünland mit überwiegendem Anteil von Deutschen Weidelgras ist. Trotzdem sind in Polen Milchbetriebe (Gemeinde Turośl), in denen Ladwirte gute Welksilage, meistens mit Rundballenpresse, von Niedermoorgrünlandbestände erzeugen.

Aktuell in Polen, in der Situation der Senkung von Wirtschaftlichkeit der Milch- und Rinderproduktion, sind die großen Flächen von meliorierten Niedermoorgrünland nicht genutzt. Mehrjährige Verzichtung auf Nutzung und Düngung führt zu Änderungen der Niedermoorökosystemen, die meistens die negativen ökologischen Folgen haben, z.B. Verunkrautung mit *Deschampsia caespitosa*, *Cirsium arvense*, Ausbildung von artenarmen Ruderalgesellschaften, Queckerasen. Extensive Grünlandnutzung und -pflege auf Niedermooren können diese Änderungen verhindern.

Um wirtschaftlich die Grünlandnutzung von Niedermoore zu sichern, sind die agrarpolitische Maßnahmen erforderlich. In Polen im Gegensatz zu EU-Staaten gibt es keine Vorschriften, anhand deren für den Schutz von Niedermooren (als Wasserschutzgebiete, usw.) das Geld für Landwirte vorgesehen ist. Die Kalkulationen, die in Gebieten mit geschütztem Niedermoorgrünland in Narewta durchgeföhrt

wurden, zeigen, dass die Höhe von Ausgleichszahlungen für die Landwirte soll 115 USD per Hektar Grünlandflächen betragen (PROKOPOWICZ 1996). Die Hoffnung auf Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Niedermoorgrünlandnutzung ist heutzutage mit EU-Programm „Sapard“ verbunden.

#### 4. Schlussfolgerungen

Moorgrünland in Polen, besonders Niedermoore, soll als Bodenschatz betrachtet werden. Sie haben enorme ökologische und ökonomische Bedeutung. Niedermoore liefern verschiedene Umweltleistungen und billige Futter für Wiederkäuer. Die Produktions- und Nichtproduktionsfunktion sind nicht gegensätzlich, sondern gegenseitig. Der wichtigste Grundsatz von Grünlandbewirtschaftung auf Niedermooren ist ihre Ausnutzung übereinstimmend mit Indifferenzkurve im Rahmen von Richtlinien der integrierten Landwirtschaft. Dies bedeutet, dass man in Abhängigkeit von Nutzungsintensität entweder mehr ökologischen oder ökonomischen Gütern von Grünland gewinnen kann. Die Erzeugung größerer Menge des qualitativen Futters von Niedermooren soll kein negativer Einfluss auf Umwelt haben.

Für die ordnungsgerechte Grünlandbewirtschaftung (Düngung, Renovierung, Nutzung) auf Niedermooren ist die richtige Wasserwirtschaft erforderlich. In Polen seit Beginn der 90er Jahre entsteht ein großer Bedarf an Reparatur und Erneuerung von Wassereinrichtungen auf meliorierten Niedermoorflächen.

Niedermoorgrünland in Polen, die nicht mehr landwirtschaftlich genutzt sind, wegen der ökologischen Bedeutung, soll durch Mahd und Abräumen des Mähgutes gepflegt sein. Auch die extensive Beweidung von Rindern und Schaffern ist für die Pflege von meliorierten Niedermoorgrünland geeignet. Um die Pflegemaßnahmen zu sichern, notwendig sind die Geldmittel, die in Rahmen von Naturschutzprogrammen für Landwirte vorgesehen sein sollten.

#### 5. Literatur

- BARYŁA, R. UND M. WARDA, 1999: The effect of habitat factors on the content of *Lolium perenne* L. in grass communities on peat-muck soil. Grassland Science in Poland, 2, 9-14.
- CHURSKI, Z., 1993: Rozmieszczenie jezior i obszarów podmokłych. In: Przemiany stosunków wodnych w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych, Warszawa, 70-77.
- GOLIŃSKI, P., 2000: Influence of different methods of sward preparation on the effectiveness of pasture overdrilling with *Trifolium repens*. Grassland Science in Europe, 6, 55-57.
- GOTKIEWICZ, J. UND M. GOTKIEWICZ, 1991: Gospodarowanie azotem na glebach torfowych. Bibliot. Wiad. IMUZ, 77, 59-77.
- GRZYB, S. UND J. PROŃCZUK, 1995: The repartition and valorization of the grassland sites and the estimation of their potential productivity. Mat. Ogólnopol. Konf. Łąk. „Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach”, Warszawa, 51-63.
- KIRYLUK, A., 2002: Geneza i rodzaje torfowisk oraz ich wykorzystanie w rolnictwie. Wiad. Mel. i Łąk., 2, 84-86.
- KOWALCZYK, J., J. KAMIŃSKI UND K. SZUNIEWICZ, 1991: Zasady kształtowania i utrzymywania wysokoprodukcyjnej runi łąkowej na glebach torfowomurszowych. Bibliot. Wiad. IMUZ, 77, 127-148.

- KOZŁOWSKA, T. UND P. BANASZEK, 1997: Effect of differentiated meadow habitats and biological activity of organogenic soils and the botanical composition of sward and the yields of vegetation. *Grassland Science in Europe*, 2, 335-339.
- LIPIŃSKA, H. UND W. OLESZEK, 2001: RERS (root exudates recirculating system) application for the studies of allelopathic influence of *Poa pratensis* L. on some grass species. *Grassland Science in Poland*, 4, 69-74.
- OKRUSZKO, H. 1991: Zasady nawożenia gleb torfowych. *Bibliot. Wiad. IMUZ*, 77, 81-103.
- PROKOPOWICZ, J., 1996: Ekonomiczne znaczenie trwałych użytków zielonych w warunkach ograniczeń związanych z ochroną przyrody. *Wiad. Mel i Łąk.*, 2, 61-66.
- SIEDLECKI, T., S. OSTRZYŻEK UND W. DEMBEK, 2002: Torfowiska Polski w bazach danych Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych. *Wiad. Mel i Łąk.*, 2, 92-95.
- WARDA, M. UND D. KRZYWIEC, 1998: Importance of *Trifolium repens* in turfness of grassland under postboggy habitat after their renovation with surface reseeding. *Grassland Science in Poland*, 1, 195-203.
- WESOŁOWSKI, P., 1995: Evaluation of the results of peat meadow fertilization with manure in comparison to mineral fertilization. *Wiad. IMUZ*, 18, 3, 151-165.

# **Veränderungen im Pflanzenbestand und Futterwert bei naturschutzorientierter Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland in Nordostdeutschland**

von

Frank Hertwig und Irene Baeck

Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg  
Referat Grünland- und Futterwirtschaft, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

## **1. Einleitung**

In der Landwirtschaft des Landes Brandenburg und vor allem in seinen ausgedehnten Grünlandregionen sind seit 10 Jahren dramatische strukturelle Anpassungsprobleme zu verzeichnen. Dabei wurde in vielen Betrieben gerade bei der Grünlandbewirtschaftung am meisten gespart. Hinzu kommt, dass die Bewirtschaftung vieler Grünlandflächen mit unterschiedlichsten Auflagen erfolgt. So werden z.B. in Brandenburg seit 1992 auf ca. 50 % des Grünlandes Extensivierungs- und Naturschutzprogramme angewendet, davon entfallen etwa 40 % unter die Richtlinie Grünlandextensivierung (nur organische Düngung bis max. 1,4 GV/ha, Grunddünger bis zu dieser Höhe, kein mineralischer Stickstoff, keine chemisch-synthetischen PSM) und ca. 10 % Vertragsnaturschutz (zumeist keine Düngung und keine PSM, vorgegebener Nutzungstermin). Dies alles führte zu einer immer stärker werdenden Differenzierung bei den Pflanzenbeständen und damit auch zu deutlichen Unterschieden beim Futterwert.

Von den 1,4 Mill. ha LF in Brandenburg sind rund 300.000 ha Grünland. Dabei handelt es sich zu über zwei Dritteln um Niedermoore und Flussauegrünland auf Mineralboden, also Dauergrünland. Knapp ein Drittel ist sonstiges Mineralbodengrünland und als fakultatives Grünland nutzbar. Der Viehbesatz insgesamt beträgt gegenwärtig etwa 0,5 GV/ha. Damit kann in Brandenburg das Grünland nicht mehr flächendeckend über Futternutzung in Bewirtschaftung bleiben. Die eigentliche landwirtschaftliche Nutzung zur Futtererzeugung verliert an Bedeutung, andere Anforderungen, z. B. aus dem Boden- und Artenschutz, sind zunehmend stärker zu berücksichtigen. Gleichzeitig bieten die Extensivierung und der Naturschutz natürlich die Möglichkeit, einen Teil der Grünlandflächen mit anderen Tierhaltungsformen, wie z.B. der Mutterkuhhaltung, weiterhin landwirtschaftlich zu nutzen. Zur besseren Charakterisierung der Nutzungsmöglichkeiten der unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandflächen sind exakte Kenntnisse über den Pflanzenbestand sowie dessen Futterwert notwendig. Seit Beginn der 90er Jahre werden deshalb in Parzellenversuchen und auf Praxisschlägen Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung durchgeführt. Parallel dazu wurde der energetische Futterwert von 74 unterschiedlichen Grasbeständen, insbesondere von Naturschutz- und Extensivierungsflächen, als Frischgras im Verdauungsversuch ermittelt.

## **2. Material und Methoden**

Der nachfolgend beispielhaft dargestellte Versuch zur Vegetationsentwicklung befand sich auf einem Niedermoorstandort in Paulinenaue mit einem Grundwasserstand während der Vegetationszeit von 10 bis 60 cm unter Flur. Die Parzellen wurden über den gesamten Zeitraum nicht gedüngt. Die Vegetationsaufnahmen erfolgten in den

Jahren von 1992 bis 1997 auf Testflächen von 4 x 4 m. Die Bonituren wurden nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt.

Mit Hilfe des Verdauungsversuches wurde die Futterqualität verschiedener Futterchargen aus landwirtschaftlichen Betrieben des Landes Brandenburg und von Versuchspartzen am Standort Paulinenaue bestimmt. Die Auswahl der Partien erfolgte dabei in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes, dem Pflanzenbestand und dem Erntetermin. Die Bestimmung der Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe erfolgte im Tierversuch mit Schafen entsprechend den gültigen Richtlinien. Dabei kamen Gruppen mit 4 oder 5 Hammeln der Rasse Merino Landschaf zum Einsatz. Alle notwendigen Analysen wurden nach den anerkannten Untersuchungsmethoden des VDLUFA durchgeführt (Tab. 1).

Tabelle 1: Angewendete Analysemethoden

Prüfparameter	Methoden
Trockenmasse	Trockenschrank (60° C/ 105° C)
Roh Nährstoffe	nach Methodenbuch Band III des VDLUFA
Gärsäuren und Alkohole	Kapillar – GC
Milchsäure	Ionen-Chromatographie
NH <sub>3</sub>	Conway-Mikrodiffusions-Methode
pH-Wert	Elektrometrisch
in vivo-Verdaulichkeit	Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern, GfE 1991
ELOS / EULOS	nach Methodenbuch Band III des VDLUFA
HFT	nach Methodenbuch Band III des VDLUFA

In die Energiebewertung einbezogen wurden die von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1997) empfohlenen Schätzformeln zur Berechnung der Energie in Futtermitteln vom Dauergrünland auf der Basis der Roh Nährstoffe, der Gasbildung nach dem Hohenheimer Futterwerttest (HFT) und des ELOS-Wertes sowie der von WEIBBACH (1999) vorgestellten Schätzformel aus der Basis des EULOS-Wertes.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Vegetationsentwicklung

Aus einer Vielzahl von Untersuchungen in Paulinenaue wurde ermittelt, dass bei naturschutzgerechter Grünlandwirtschaft der TS-Ertrag stetig abnimmt und nur noch weniger als 30 % des bei ordnungsgemäßer Grünlandwirtschaft erzielbaren erreicht. Bei Extensivierung der Flächen lag der Ertrag bei ca. 50 %. Gleichzeitig verringerte sich in den Grünlandbeständen der Anteil futterwirtschaftlich leistungsfähiger Gräser wie z.B. Weidelgras, Wiesenlieschgras, Wiesenschwingel u.a.. Im Laufe der Zeit verlor die Grünlandnarbe dabei ihre landwirtschaftliche Nutzungswürdigkeit. In ökologischer Hinsicht war positiv, dass sich durch die extensive Bewirtschaftung bzw. durch landschaftspflegerische Maßnahmen auf den meisten der untersuchten Flächen die Artenanzahl erhöhte. Diese Tendenz spiegelt sich auch in den Maßzahlen für Diversität und Evenness wider (Tab. 2). Ein Vergleich der verschiedenen Nutzungs- und Pflegevarianten ergab, dass sich die extensive Mähnutzung günstiger auf die Artenvielfalt auswirkte als das Mulchen. Durch das Mulchen bildete sich in der Regel eine mehr oder weniger starke Streuschicht aus, die das Wachstum schwachwüchsiger Arten behinderte. Gute Wachstumsbedingungen hatten konkurrenzstarke,

schnittverträgliche Arten (je nach Häufigkeit des Mulchens) wie z.B. Quecke, sowie nitrophile Hochstauden (Große Brennnessel, Ackerkratzdistel).

Durch die Extensivnutzung über Mahd und/oder Weide entstanden nicht nur artenreichere, sondern auch hinsichtlich der verschiedenen Pflanzengemeinschaften vielfältigere Vegetationsformen:

- Auf feuchten bis nassen Standorten entwickelten sich Röhrichte (häufig Dominanz von Rohrglanzgras), Flutrasen (Dominanz von Flechtstraußgras oder Knickfuchschwanz) oder zu den Feuchtwiesen tendierende Bestände, wobei in der Regel der Anteil von Binsen und Sauergräsern zunahm. Röhrichte entstanden eher bei seltener (bzw. ohne) Mahd (oder Mulchen), Flutrasen bei häufigerer Mahd (oder Mulchen).
- Auf frischen und etwas trockeneren Standorten (Sandrücken auf Niedermoor) gesellten sich zu den Arten der Frischwiesen häufig Ruderalarten wie Ackerkratzdistel und Große Brennnessel, deren Ausbreitung besonders durch sehr seltene Nutzung begünstigt wird. Bei extensiver Beweidung kann ihre Ausbreitung durch rechtzeitige Nachmahd behindert werden. Auf diesen Standorten trat die Quecke oft an die Stelle der futterbaulich wertvollen Süßgräser.

Durch diese Veränderungen in den Pflanzenbeständen verringerte sich aber gleichzeitig die futterwirtschaftliche Bedeutung dieser Flächen.

Tabelle 2: Artenreichtum in Abhängigkeit von Maßnahmen der Extensivierung und Landschaftspflege

Prüf- glied	Mittlere Artzahl		Gefährdete Arten		Diversität		Eveness (%)	
	1992	1997	1992	1997	1992	1997	1992	1997
1	9	15	0	2	1,7	2,1	78	76
2	10	9	0	0	1,7	1,8	78	81
3	10	21	0	1	1,8	2,3	77	74
4	15	20	0	0	1,9	2,4	69	78
5	10	17	0	2	1,5	2,3	67	80
6	10	17	1	2	1,8	1,8	78	62
7	10	10	0	0	1,8	1,3	81	55
8	21	22	7	8	2,6	2,5	84	80

- Prüfglieder:
- 1 3 x Mahd (Ende Mai, Mitte Juli, Ende September),  
seit 1996 2 x Mahd
  - 2 3 x Mulchen (Ende Mai, Mitte Juli, Ende September),  
seit 1996 2 x Mulchen
  - 3 2 x Mahd (Anfang Juni, Ende September)
  - 4 2 x Mulchen (Anfang Juni, Ende September)
  - 5 1 x Mahd (Ende September)
  - 6 1 x Mulchen (Ende September)
  - 7 Brache
  - 8 Naturschutzfläche (Mahd im Oktober)

### 3.2. Futterqualität

Im Rahmen des Naturschutzes werden Flächen extensiv bzw. mit verschiedenen Restriktionen hinsichtlich der Bewirtschaftung genutzt. Ein Schwerpunkt bei den Bewirtschaftungseinschränkungen ist die Vorgabe des Nutzungstermins. Dieser hat wesentlichen Einfluss auf die Energiekonzentration der Grasbestände (Tab. 3). Sowohl

aus der Sicht des noch möglichen Einsatzes der Grünlandaufwüchse in der Fütterung als auch der Bemessung der Ausgleichszahlungen ist es notwendig, den Futterwert der Ernteprodukte von solchen Flächen exakt einzuschätzen. In die Auswertung wurden insgesamt 46 Verdauungsversuche einbezogen. Die Energiegehalte lagen im Bereich zwischen 6,48 bis 10,66 MJ ME/kg TM.

Die untersuchten Grasbestände mit einem Nutzungstermin bis Ende Mai weisen einen Energiegehalt von durchschnittlich 5,60 MJ NEL/kg TM auf. Dabei erreichten einzelne Partien bei der Ernte um den 20. Mai sogar Energiekonzentrationen von ca. 6,0 MJ NEL/kg TM. Grasbestände dieser Qualität können als Weide- oder Konservatfutter für Mutterkühe, sowie teilweise für Jungrinder und altmelkende bzw. trockenstehende Kühe eingesetzt werden. Bei allen späteren Nutzungsterminen des 1. und 2. Aufwuchses lag die EK schon deutlich unter 5,0 MJ NEL/kg TM. Solch ein Futter kann man nur für die großflächige, selektive Beweidung mit Mutterkühen, Schafen oder auch Pferden nutzen. Bei allen Nutzungsvarianten muss aber der geringe bis sehr geringe Rohproteingehalt der Gräser in der Rationsgestaltung berücksichtigt werden.

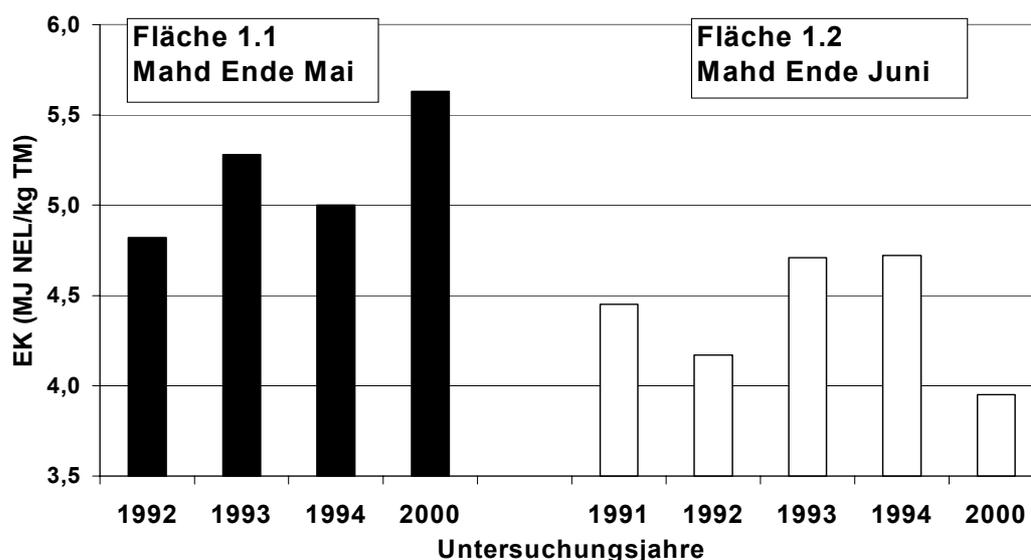
**Tabelle 3: Futterwert von Naturschutzgrünland in Abhängigkeit vom Nutzungstermin**

Nutzungssystem	n	Rohnährstoffe g/kg TM		Verdaulich- keit der org. Masse %	Energiegehalt in vivo MJ NEL /kg TM
		Roh- faser	Roh- protein		
Hochwertiger Bestand Mitte Mai	3	231	242	78,0	6,62
1. Nutzung bis 10.06.	16	268	115	68,7	5,52
1. Nutzung ab 16.06.	17	306	92	59,5	4,71
1. Nutzung ab 16.07.	5	315	89	53,6	4,21
1. Nutzung ab 11.08.	11	286	114	61,4	4,86

Paulinenauer Versuchsergebnisse 1983 – 1987 und 1991- 2001

Ein wesentlicher Schwerpunkt bei der Bewertung von Naturschutzflächen ist auch die Frage, wie sich langjährige Nutzungseinschränkungen auf die Futterqualität auswirken und inwieweit sich diese auf einem bestimmten Niveau stabilisiert. Das soll am Beispiel von zwei ausgewählten Flächen genauer betrachtet werden. Die untersuchten Grünlandbestände werden schon seit Ende der 80er Jahre unter Naturschutzauflagen (ohne Düngung und PSM sowie mit vorgegebenen Ernteterminen) bewirtschaftet. Zu Beginn der 90er Jahre erfolgte erstmals eine Bestimmung des Futterwertes der damaligen Bestände in Rahmen von in vivo Verdauungsversuchen, die mit den Ergebnissen des Jahres 2000 verglichen werden.

Aus den in Abbildung 1 dargestellten Energiegehalten ist eine gerichtete Entwicklung der Futterqualität über den Zeitraum von fast 10 Jahren nicht eindeutig zu erkennen. Es wird aber ersichtlich, dass es zwischen den einzelnen Jahren doch teilweise deutliche Unterschiede bei dem Energiegehalt gibt. Diese sind wahrscheinlich bedingt durch die wechselnden Wachstumsbedingungen (Temperatur, Niederschläge usw.) in den einzelnen Jahren. Nach heutigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass sich der Futterwert der untersuchten Grünlandbestände auf dem ausgewiesenen niedrigen Niveau stabilisiert hat.



**Abbildung 1: Entwicklung des Futterwertes von Naturschutzgrünland über einen langjährigen Zeitraum**

Das größte Problem bei der Bewertung der Altbestände ist die deutlich zu geringe Verdaulichkeit der auf diesen Flächen z.T. hohe Ertragsanteile einnehmenden minderwertigen Futtergräser, z.B. Quecke, Wolliges Honiggras u.a.. Die Quecke wurde in den achtziger Jahren in Paulinenaue intensiv untersucht. Im Vergleich zu den hochwertigen Futtergräsern, wie Deutsches Weidelgras, Wiesenlieschgras oder Wiesenschwingel, ist die Quecke u.a. durch einen deutlich höheren Gehalt an dem schwer abbaubaren Zellwandbaustein Lignin charakterisiert, der die Verdaulichkeit und die Futtermittelaufnahme stark negativ beeinflusst. Lignin wird analytisch im Rohfasergehalt mit erfasst, allerdings kommt dabei seine negative Wirkung nur völlig unzureichend zum Ausdruck. Bleibt der Lignin-Gehalt bei den hochwertigen Futtergräsern im Verlaufe der Schnittzeitspanne in etwa konstant, so steigt er bei der Quecke stetig an.

**Tabelle 4: Vergleich der Schätzgleichungen für die Berechnung der Energiekonzentration von Frischgras**

Nutzungstermin	n	Verdaulichkeit der org. Masse		Energiekonzentration MJ NEL /kg TM		
		%	iv	RN	EULOS	
1. Nutzung bis 10.06.	16	68,7	5,5	6,0	5,7	
1. Nutzung ab 16.06.	17	59,5	4,7	5,7	4,9	
1. Nutzung ab 16.07.	5	53,6	4,2	5,6	4,2	
1. Nutzung ab 11.08.	11	61,4	4,9	5,8	5,3	

Paulinenaue Versuchsergebnisse, 1991 – 2001

Berechnung der EK auf der Basis des in vivo-Verdauungsversuches (iv), mit der Schätzgleichung (1997) der GfE auf der Basis der Rohnährstoffe (RN) und des EULOS-Wertes nach Weißbach (1999).

Das widerspiegelt sich auch in der mit zunehmend späterem Erntetermin anwachsenden Differenz zwischen dem in vivo ermittelten Energiegehalt und dem auf der Basis der Rohnährstoffe geschätzten Wert. Eine im Vergleich zur Methodik der Rohnährstoffformel wesentlich genauere Energiebewertung konnte durch die Berücksichtigung eines die Verdaulichkeit der organischen Masse charakterisierenden Parameters erzielt werden (Tab. 4).

#### **4. Zusammenfassung**

Durch die unterschiedliche Bewirtschaftung des Grünlandes infolge der zunehmenden Extensivierung und des Naturschutzes haben sich in den letzten Jahren stark differenzierte Pflanzenbestände entwickelt. Mit der Zunahme an Artenreichtum und Vielfalt nahm oft auch der Anteil minderwertiger Futterpflanzen zu. Für die Tierernährung wertvolle Arten wurden durch die extensive Nutzungsweise zunehmend von weniger wertvollen, wertlosen oder auch gesundheitsschädigende Substanzen enthaltenden Wildarten verdrängt.

Durch die extensive bzw. naturschutzorientierte Nutzung der Grünlandflächen geht der Futterwert der Pflanzenbestände deutlich zurück. Nur bei einer sehr frühen Nutzung bis Ende Mai werden noch Energiegehalte in den Beständen erreicht, die einen Einsatz als Weide- oder Konservatfutter für Mutterkühe, sowie teilweise für Jungrinder und altmelkende bzw. trockenstehende Kühe erlauben. Bei späteren Nutzungsterminen ist häufig nur noch die großflächige, selektive Beweidung mit Mutterkühen, Schafen oder auch Pferden möglich.

Bei der Anwendung der Schätzgleichung auf der Basis der Rohnährstoffe wird in vielen Fällen der Energiegehalt der Ernteprodukte vom Dauergrünland deutlich überschätzt. Eine wesentlich bessere Energiewertschätzung für den gesamten Bereich der Grünlandbewirtschaftung ist unter Nutzung von Parametern, welche die Verdaulichkeit der organischen Masse charakterisieren, möglich.

#### **5. Literatur**

WEIBBACH, F. u.a.: Schätzung der Verdaulichkeit und der Umsetzbaren Energie von Gras und Grasprodukten, Proc. Soc. Nutr. Physiol. (1999)8, 72.

Anonym, 1998: Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. Mitteilung des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Proc. Soc. Nutr. Physiol.

WEISE, G. u.a., 1988: Neubewertung der Quecke als Graslandpflanze. Institut für Futterproduktion, Forschungsbericht, Paulinenaue (unveröffentlicht).

ROBOWSKY, K.-D., F. HERTWIG, G. WEISE UND W. JASCHKE, 1993: Ergebnisse zum Futterwert von extensiv bewirtschafteten Grünlandbeständen – Grundlagen für neue Schätzgleichungen, Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwiss., Band 6, 93-97.

# Gegenwärtiger Stand und Perspektiven der ressourcenschonenden Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland

J. Müller und J. Isselstein

## Einleitung

Niedermoore erfüllen eine Vielzahl landschaftsökologischer Funktionen (Succow & Jeschke, 1986; Kratz & Pfadenhauer, 2001). Der Erhalt ihrer Funktionalität ist in Anbetracht der starken anthropogenen Beeinträchtigung seit ihrer Nutzbarmachung heute ein gesamtgesellschaftliches Anliegen. Dabei spielt die Landwirtschaft als Hauptnutzer der Niedermoore eine besondere Rolle: zum einen beeinflusst die Art der Flächennutzung unmittelbar die Qualität der abiotischen und biotischen Ressourcen, zum anderen wird sie als bedeutendstes Instrument zur Erhaltung bzw. Gestaltung der Niedermoorlandschaften benötigt. In Ermangelung der standörtlichen Voraussetzungen für eine umweltverträgliche Ackernutzung beschränkt sich die landwirtschaftliche Bedeutung der Moore auf ihre Nutzung als Grünland. Im Folgenden soll versucht werden, den gegenwärtigen Stand und darüber hinaus Perspektiven einer ressourcenschonenden Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland aufzuzeigen.

## Bedeutung der Niedermoore

### *für den Ressourcenschutz*

Niedermoore erfüllen eine ganze Reihe landschaftsökologischer Ausgleichsfunktionen. Dies betrifft sowohl die hydrologische Regulation von überschüssigen Wassermengen in den jeweiligen Einzugsgebieten wie auch die Filterung und Fixierung von Nährstoffen. Niedermoore fungieren als ausgesprochene Senken für Kohlenstoff, Stickstoff und weitere potentiell umweltbeeinträchtigende Substanzen. Die Mehrzahl dieser abiotischen Funktionen setzt intakte Wasser- und Bodenverhältnisse voraus.

Insbesondere größere Niedermoorareale bieten die Grundlage für die Erhaltung überlebensfähiger Populationen typischer Tier- u. Pflanzenarten. Unter den vielfältigen biotischen Funktionen der Niedermoore ragen deren floristische (Foth & Pätzold, 1988) und avifaunistischer Bedeutung (Belting & Helbig, 1985) noch heraus.

### *für die Grünlandwirtschaft*

Vor der durch einschneidende Entwässerungen eingeleiteten Inkultur der Moore war deren landwirtschaftliche Bedeutung marginal. Entwässerte Niedermoore hingegen dienten auch in der Vergangenheit überwiegend der Erzeugung von Rohfutter für Wiederkäuer und Pferde, wobei extensive Schnittsysteme die Nutzung dominierten. Über die Rückführung der im Futter enthaltenen Nährstoffe konnte ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit geleistet werden, da aus der Nährstoffsenke Niedermoor in Folge der meliorativen Maßnahmen eine Nährstoffquelle wurde. Dieser traditionelle Effekt spielt, wie die vordergründige Ausweitung der Nutzfläche und damit der Produktion auch, heute aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nur noch eine untergeordnete Rolle.

## Bewirtschaftung des Niedermoorgrünlandes

### *Übliche auflagenfreie Nutzungspraktiken*

Maßgebliche Motive für die heutige Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland sind die Freisetzung von Ackerfutterflächen für den Marktfruchtbau, die relativ geringen Flächennutzungskosten sowie der statistische Effekt des Flächennachweises. Niedermoorstandorte können auch für die heutige Grünlandwirtschaft attraktiv sein, da die Böden infolge ihrer vergleichsweise großen nutzbaren Feldkapazität und ihres guten Wassernachlieferungsvermögens hohe Erträge auch unter sommertrockenen Bedingungen ermöglichen.

Die Aufrechterhaltung der hohen Produktivität des Niedermoorgrünlandes setzt einen vergleichsweise hohen Bewirtschaftungsaufwand voraus, der den Erhalt der Entwässerungssysteme, eine hohe Nutzungsfrequenz, eine ausreichende Düngung sowie die regelmäßige Pflege der Grasnarbe betrifft. Solchermaßen bewirtschaftetes Grünland vermag wichtige landschaftsökologische Funktionen natürlicher Niedermoore und des halbnatürlichen Niedermoorgrünlandes nicht mehr zu erfüllen (siehe Tab. 1).

**Tab. 1: Integrierte Entwicklungsziele für die Niedermoore Norddeutschlands**  
in Anlehnung an Pfadenhauer (1995) u. Zeitz (1998)

Entwicklungsziele	Charakteristik	Funktionalität	Nutzung
1	Ganzjährig bis an die Oberfläche vernässtes Niedermoor mit torfbildender Vegetation	Intakte Funktion als Wasser- und Nährstoffspeicher im Landschaftshaushalt (Nm undegradiert)	entfällt
2		Niedermoor-typische Landschaftsfunktionen bedürfen der Entwicklung (Nm degradiert)	entfällt bzw. teilweise Nutzung von Röhrichten
3	Nicht ganzjährig vernässte Niedermoore mit artenreichem Feuchtgrünland	Retentionsraum für Hochwasser, Reduktion des Torfschwundes, Lebensraum für niedermoor-typische Grünlandarten	extensive Grünlandnutzung
4	Nicht vernässbares Dauergrünland mit dichter Narbe	Abschirmfunktionen gegenüber Stoffeinträgen, Schutz des Niedermoorkerns	gebietsschutzbetonte Grünlandnutzung mit unterschiedlicher Intensität

Charakteristisch für die Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland ist die infolge hoher Grundwasserflurabstände vor allem im Frühjahr eingeschränkte Befahrbarkeit und Trittfestigkeit. Selbst bei Grundwasserflurabständen von 50 – 70 cm, bei denen die Flächen im Allgemeinen eine hinreichende Tragfähigkeit aufweisen, kann die Befahrbarkeit dennoch stark eingeschränkt, mit Narbenschäden verbunden oder gar unmöglich sein, sobald stärkere Niederschlagsereignisse zu verzeichnen sind.

Alle Pflegemaßnahmen auf Niedermoorgrünland zielen darauf ab, Bestände mit hohen Anteilen an futterbaulich wertvollen Grasarten zu halten, zu fördern oder auch zu etablieren. Durch die besonderen Bedingungen im Niedermoor wie hoch anstehendes Grundwasser, periodisch unter Wasser stehende Bereiche, aufgefrorene Narben und

Spätfröste sind Grünlandbestände mit futterbaulich hochwertigen Gräsern labil und Neuansaat müssen oftmals im 5-6 jährigen Rhythmus und damit vergleichsweise häufig durchgeführt werden. Dies gilt insbesondere für Bestände, bei denen das Deutsche Weidelgras der Hauptbestandbildner ist. Da diese Grasart keine typischerweise auf Niedermoorgrünland dominierende Art ist, sind hier erheblich größere Anstrengungen zum Erhalt der Pflanzenbestände notwendig. Daher sind Pflegemaßnahmen wie Nachmahd bei Beweidung, Nachsaat, regelmäßige Neuansaat und chemische Unkrautbekämpfung vor allem bei Milchviehhaltern üblich. Als eine für die Bewirtschaftung des Niedermoorgrünlandes typische Pflegemaßnahme ist das Walzen der Grasnarbe im Frühjahr hervorzuheben.

Die Düngung des Niedermoorgrünlandes hat zunächst das Ziel, nachhaltig hohe Erträge zu gewährleisten. Die Grunddüngung orientiert sich üblicherweise am Entzug durch das Erntegut. Während die ausgesprochen gute P-Verfügbarkeit auf Niedermoor (Pickert u.a., 1999) auch bei geringen Gehalten an extrahiertem Phosphor im Boden von 2-4 mg / 100 ml in aller Regel eine hinreichende Ernährung der Pflanzenbestände erlaubt, reagiert Niedermoorgrünland empfindlich auf unterlassene Kaliumdüngung. Für die Bemessung der N-Düngung spielt auf Niedermoorgrünland neben der Mineralisierung aus der organischen Substanz des Bodens vor allem die Beschleunigung des Vegetationsbeginns auf dem sich nur langsam erwärmenden und biologisch trägen Boden eine Rolle. Zum ersten Aufwuchs sind daher N-Mengen von 80-100 kg N/ha üblich. Für die Ertragsleistung der Folgeaufwüchse ist die N-Düngung von untergeordneter Bedeutung, da dann verstärkt Stickstoff mineralisiert wird.

Je nach Produktionsverfahren und Tierhaltungsform werden auf Niedermoorgrünland alle Nutzungsformen von reiner Mahd bis hin zu reiner Beweidung mit der intermediären Mähweide praktiziert. Milchviehbetriebe nutzen i.d.R. den ersten und zweiten Aufwuchs zur Silagebereitung; anschließend wird mit Jungvieh nachgeweidet. Die reine Weidewirtschaft dagegen steht bei den extensiveren Produktionsverfahren wie Mutterkuhhaltung und Ochsenmast im Vordergrund. Ohne Auflagen bewirtschaftete Niedermoorstandorte sind sehr produktiv und liefern hohe Grünlanderträge. Problematischer ist das Erreichen von hohen Futterqualitäten infolge der oft in höheren Anteilen vorhandenen futterbaulich minderwertigen autochthonen Grasarten wie *Holcus lanatus*, *Deschampsia caespitosa*, *Phalaris arundinacea* oder *Elymus repens*. Um hohe Futterqualitäten erzielen zu können, werden futterbaulich wertvolle Grasarten wie *Lolium perenne*, *Festuca pratensis* und *Phleum pratense* als Hauptbestandbildner auch für Niedermoorgrünland bevorzugt. Die für hohe tierische Leistungen notwendigen Grundfutterqualitäten sind vom Produktionsverfahren abhängig. Sie liegen für Milchkühe am höchsten mit Energiekonzentrationen von 6,2 MJ NEL pro kg TS, 22-23 % Rohfaser und 14-17 % Rohprotein in der Grassilage. Um solche Futterqualitäten zu erzielen, muss der Bestand früh, d.h. zu Beginn des Ähren- bzw. Rispschiebens gemäht werden. Das gilt insbesondere für den ersten Aufwuchs. Für die extensivere Produktion von z.B. Mastochsen oder Mutterkühen werden Grassilagen mit Energiekonzentrationen von 5,0 – 5,5 MJ NEL pro kg TS für mittlere Leistungen benötigt. Die Beweidung von Niedermoorgrünland wird i.d.R. stärker von der Trittfestigkeit der Narbe beschränkt als vom Futterangebot. Erschwerend bei der Beweidung von Niedermoorgrünland sind der deutlich höhere parasitäre Druck sowie das verstärkte Auftreten von Klauenproblemen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland aufgrund der natürlichen Voraussetzungen gegenüber der Grünlandwirtschaft auf Mineralstandorten erschwert und mit höheren Produktionskosten des Grundfutters verbunden ist. Hohe Grundfutterqualitäten sind bei jährlich größeren Schwankungen

schwerer zu erzielen. Dennoch kann die Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland aufgrund der o.a. Vorzüge einzelbetrieblich durchaus lukrativ sein.

### ***Bewirtschaftung unter Auflagen des Ressourcenschutzes***

Die komplexen Ziele des Erhaltes der landschaftsökologischen Funktionen des Niedermoors sind in vielen Bereichen mit einer praxisüblichen Grünlandwirtschaft nicht vereinbar (siehe auch Tab.1).

Die Konsequenzen von Bewirtschaftungsauflagen für die landwirtschaftliche Nutzung sind von den jeweiligen Naturschutzziele und den damit verbundenen Bewirtschaftungsbeschränkungen sowie von den Standortbedingungen abhängig. Die generellen Ziele des Ressourcenschutzes in Niedermoorgebieten betreffen sowohl die abiotischen als auch die biotischen Ressourcen. Wichtiges abiotisches Ziel ist der Erhalt der Torfschichten, d.h. die Verringerung der Torfmineralisation und gegebenenfalls sogar die Initiierung von erneutem Torfwachstum. Die biotischen Ziele beziehen sich auf den Erhalt und die Wiederentwicklung standorttypischer Feuchtgrünlandvegetation und Zoozönosen. Diese Ziele sind in ihrer Gesamtheit nicht auf allen Flächen zu erreichen, vielmehr sind sie in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsgeschichte, d.h. dem Zustand der abiotischen und biotischen Schutzgüter, Standorteigenschaften und Nutzungsperspektiven durch die Landwirtschaft differenziert zu formulieren. Häufigste Maßnahmen zur Erreichung der Schutzziele sind: Düngungsverbot, Unterlassen von Pflegemaßnahmen (Walzen, Schleppen) und Beschränkung des Weidebesatzes zum ersten Aufwuchs, späte Mahd des ersten Aufwuchses, Wiedervernässung im Winterhalbjahr, ganzjährige Vernässung. Zur Erfassung der Konsequenzen von Bewirtschaftungsauflagen für die landwirtschaftliche Nutzung müssen neben den Naturschutzziele auch die agronomischen Ziele benannt werden. Grundsätzliches Ziel ist die wirtschaftliche Erzeugung von verwertbarem Futter als Grundlage der Haltung rauhfuttermessender Nutztiere. Relevante Teilaspekte der futterbaulichen Nutzung sind neben Ertrag und Qualität des Aufwuchses auch deren Konservierungseigenschaften sowie die Möglichkeit der Beweidung der Bestände. Die relative Bedeutung der einzelnen Teilziele ist von der Betriebsstruktur, d.h. der Tierbesatzstärke (Flächenausstattung), der Nutztierart, der Produktionsrichtung und dem Haltungsverfahren abhängig. Im Folgenden sollen die Konsequenzen von Bewirtschaftungsauflagen auf die genannten Teilziele dargelegt werden.

#### Erträge

Nach Aussetzen der Düngung kann die Ertragsleistung von Niedermoorgrünland zunächst auf einem hohen Niveau verbleiben, da der Niedermoorboden in hohem Maße Stickstoff zu mineralisieren und dem Pflanzenbestand zur Verfügung zu stellen vermag. Dennoch gehen die Erträge mit der Zeit deutlich zurück. Bei einer PK-Düngung war der Ertragsrückgang deutlich schwächer ausgeprägt; dabei spielte die abnehmende Verfügbarkeit von Kalium im Boden die entscheidende Rolle. Die Sorptionsfähigkeit des Niedermoorbodens für Kalium ist niedrig, zudem unterliegt es der Auswaschung. Ist der Versorgungszustand des Bodens mit diesem Nährstoff bereits zu Beginn der Extensivierung gering, dann können die Erträge unmittelbar abfallen (Pöplau & Roth, 1995). Neben Kalium-Mangel und Vernässung können Ertragseinbußen auch durch mangelnde Pflege der Narben verursacht sein. In Untersuchungen von Kuntze & Bartels (1995) auf ungedüngtem, spätgeschnittenen Niedermoorgrünland hatte das Unterlassen des Walzens im Frühjahr einen Ertragsrückgang von 25% gegenüber üblich gewalzten Flächen zur Folge.

## Futterqualität

Bewirtschaftungsauflagen beeinflussen die Qualität des Grünlandaufwuchses direkt und indirekt. Indirekte Wirkungen werden über Veränderungen der botanischen Zusammensetzung der Grasnarbe vermittelt. Sämtliche Bewirtschaftungsauflagen beeinflussen die Konkurrenzverhältnisse in der Grasnarbe; auf Niedermoorgrünland führt das in der Regel zu einem Rückgang futterbaulich wertvoller Arten wie *Lolium perenne*, *Festuca pratensis* oder *Poa pratensis* und zu einer Ausbreitung weniger wertvoller Arten (Baeck & Lorey, 1993). Eine unmittelbare Verschlechterung der Futterqualität hat die verspätete erste Nutzung zur Folge (Abb. 1).

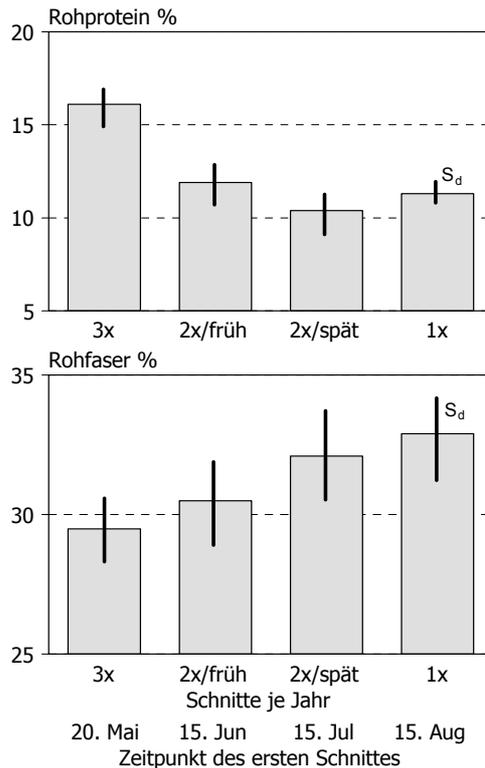


Abb. 1: Futterqualität im ersten Aufwuchs von extensiviertem Niedermoorgrünland in Abhängigkeit vom Schnitttermin  
(Mittel aus 5 Jahren, S<sub>d</sub>=Standardabweichung zwischen Jahren )

Auf den Untersuchungsflächen in der Dümmerregion konnten sich in Folge der Extensivierung Arten wie *Holcus lanatus*, *Alopecurus pratensis*, *Elymus repens* und *Phalaris arundinacea* ausbreiten. Die Futterqualität war bereits Mitte Juni mit Werten für die Verdaulichkeit der organischen Substanz von 50 % und Energiedichten von weniger als 8 MJ ME kg<sup>-1</sup> TS vergleichsweise gering. Das erschwert die Verwertung im Betrieb, da das Futter nur für Produktionsrichtungen wie extensive Mutterkuh- oder Pferdehaltung bzw. für Phasen mit geringer Leistungsanforderung (trockenstehende Kühe, Rinderaufzucht) in Frage kommt (Kirchgeßner, 1997). Andere Bewirtschaftungsauflagen haben kaum nachweisbare direkte Wirkungen auf die Futterqualität. In den Untersuchungen konnte beobachtet werden, dass sowohl durch Düngungsverzicht als auch durch die Vernässung die Futterqualität im ersten Aufwuchs im Vergleich zu gedüngten bzw. unvernässen Varianten tendenziell etwas erhöht wurde. Dies dürfte auf einen verzögerten Vegetationsbeginn und einen damit verbundenen Entwicklungsrückstand im ersten Aufwuchs zurückzuführen sein.

### Nutzungsaspekte

Untersuchungen auf nordwestdeutschen Niedermooren haben gezeigt, dass die aus Sicht der Futterqualität weniger wertvollen Arten prinzipiell hinreichende Vergärungseigenschaften besitzen (Hermanspahn & Benke, 1998); die Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten im ersten Aufwuchs waren bis zum Erntezeitpunkt Mitte Juni durchweg höher als 10 % in der TS. Dennoch bestand ein erhöhtes Risiko für Fehlgärungen und Buttersäurebildung in den Silagen, was durch eine erhöhte Kontamination des Futters mit Clostridien-Sporen zu erklären war.

Die Beweidbarkeit von Niedermoorgrünland ist maßgeblich vom Vernässungsgrad und dem daraus resultierenden Druckwiderstand des Bodens abhängig (Scholz & Hennings, 1995). Beweidung von extensiviertem Niedermoorgrünland ermöglicht ansprechende Einzeltierleistungen, wie sie aufgrund der Qualität des gemähten Grases nicht zu erwarten sind. Ursache dafür ist das ausgeprägte Selektionsvermögen der Weidetiere (Strodthoff & Isselstein 2001). Für den nachhaltigen Erfolg der Weidewirtschaft auf extensivierten Niedermoorflächen sind allerdings geringe Flächennutzungskosten sowie die Pflege der von den Weidetieren gemiedenen Teilbereiche Voraussetzung.

### **Zusammenfassung und Perspektiven**

In Abhängigkeit von den Entwicklungszielen ist eine Integration der Interessen von Landwirtschaft und Naturschutz m.o.w. gut möglich. Das Erreichen des Entwicklungszieles 4 'Absolutes Grünland' bedeutet für die Landwirtschaft lediglich eine Einschränkung der Nährstoffzufuhr über Düngung. Diese Restriktion ist auf den natürlicherweise produktiven Niedermoorstandorten zunächst nicht mit erheblichen Ertragseinbußen verbunden. Dies gilt für die Weidenutzung noch mehr als für die Wiesennutzung. Auf Wiesen könnte die Rückführung der mit dem Schnittgut abgeführten Grundnährstoffe im Sinne einer Entzugsdüngung längerfristig auch aus Sicht des Naturschutzzieles sinnvoll sein.

Für das weitergehende Entwicklungsziel 3 mit der Schaffung und dem Schutz von Feuchtgrünland ist aus der Sicht der landwirtschaftlichen Nutzung festzustellen, dass intensive Tierhaltungsformen für die Grünlandnutzung und -verwertung ausscheiden. Bestimmend hierfür ist insbesondere die unzureichende Futterqualität, die als Folge der Nutzungsbeschränkung aus der Überalterung des Futters resultiert. Bei schnittgenutztem Grünland und stark verzögerter erster Nutzung kann die Futterqualität so weit verringert sein, dass auch extensive Tierhaltungsformen solches Futter nur noch zum Teil aufnehmen können. Die extensiven Weidesysteme sind gegenüber praxisüblich intensiver Grünlandwirtschaft zwar durch einen deutlichen Rückgang der Flächenleistung gekennzeichnet, aufgrund hoher individueller Tierleistungen und ihrer Naturschutzeffekte dennoch interessant. Als geeignete Tierhaltungsformen kommen in der Rinderhaltung die Mutterkuhhaltung, die Aufzucht von Färsen für die Mutterkuhhaltung sowie die Ochsenmast in Frage.

Weiterer Forschungsbedarf besteht insbesondere bei den Weideverfahren; wesentlicher Entwicklungsbedarf wird in der Frage nach der bestmöglichen Integration der Nutzung von extensiviertem Niedermoorgrünland in den landwirtschaftlichen Betrieb gesehen.

### **Literatur**

BAECK, I. und H.-G. LOREY, 1993: Vegetationsentwicklung auf langjährig extensiv genutztem Niedermoorgrünland. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 37. Jahrestagung, Tagungsband, 186-189.

- BELTING, H., und A. HELBIG, 1985: Die Bedeutung des Osterfeiner Moores am Dümmer für die Vogelwelt. Seevögel, 6, 113-121.
- FOTH, P. und PÄTZOLD, H., 1988: Beziehungen zwischen Bodentypen und Pflanzenbestand auf Niedermoorgrasland im Norden der Deutschen Demokratischen Republik. Biologische Rundschau, 26, 355-363
- HERMANSPAHN, C. und M. BENKE, 1998: Siliereignung verschiedener Gräser des Niedermoorgrünlandes bei später erster Nutzung. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 42. Jahrestagung, Tagungsband, 200-203.
- KIRCHGEßNER, M., 1997: Tierernährung. Verlagsunion Agrar, 10. Auflage.
- KRATZ, R. und J. PFADENHAUER, 2001: Ökosystemmanagement für Niedermoore. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- KUNTZE, H. und R. BARTELS, 1995: Einfluss des schweren Walzens auf den Stickstoffumsatz eines Niedermoorbodens. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 36, 153-154.
- PFADENHAUER, J., 1995: Ökosystemmanagement für Niedermoore – Ausblick auf die zweite Phase des Verbundvorhabens. Z. Kulturtechnik u. Landentwicklung, 36, 132-137
- PICKERT, J., R. SCHUPPENIES und G. WATZKE, 1999: Beratungskonzept Düngung von Niedermoorgrünland in Brandenburg. Tag.-Bd. Wiss. Vortragstagung 1.-2.06.99, Paulinenaue, 83-92
- PÖPLAU, R. und S. ROTH, 1995: Die Bedeutung ausgewählter Standortfaktoren für die extensive Wiesennutzung am Beispiel der Versuchsfläche "Fleetholz" (Friedländer Große Wiese). Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 36, 167-168.
- SUCCOW, M. und L. JESCHKE, 1986: Moore in der Landschaft. – Urania Verlag, Leipzig
- STRODTHOFF, J. und J. ISSELSTEIN, 2001: The effect of selective grazing on the spatial distribution of herbage and the liveweight gain of cattle grazing a peat soil pasture. Grassland Science in Europe, 6, 320-323
- ZEITZ, J., 1998: Handlungsanweisung und Entscheidungsmatrix für die Aktivierung von Bodenfunktionen in Niedermooren Brandenburgs. Telma, 28, 285-296

#### **Anschrift der Autoren**

J. Müller, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstr. 22, 49377 Vechta

J. Isselstein, Institut für Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

# Wasserverbrauch flachgründiger Niedermoore in Abhängigkeit von Grundwasserstand und Nutzungsart

von

Gisbert Schalitz, Axel Behrendt und Dieter Hölzel

ZALF Müncheberg e. V., Forschungsstation Landwirtschaft, Gutshof 7,  
14641 Paulinenaue

## 1. Einleitung und Problemstellung

Die vorwiegend flachgründigen, sandunterlagerten Versumpfungsmoore Brandenburgs sind zu 40 % (rd. 60.000 ha) mehr oder weniger stark reliefiert. Die Versuchsflächen der Forschungsstation Paulinenaue des ZALF Müncheberg (ca. 65 ha) spiegeln diese Verhältnisse wider, wobei sie überwiegend zwischen 28,50 und 29,50 m NN liegen. Das Relief ist stark gegliedert, was sich in der Ausprägung der Vegetation deutlich niederschlägt:

8 % Fläche	< 28,60 m NN
78 % Fläche	28,60 - 28,90 m NN
14 % Fläche	> 28,90 m NN

In Trockenperioden kann eine Stauhöhe über den Havelländischen Hauptkanal von 28,20 bis 28,30 m NN gehalten werden (SCHOLZ 1994). Die Senken der Versuchsflächen liegen bei 28,50 m und weisen im Jahr mehrere Wochen Oberflächenwasser bzw. Überstau auf. Die Auswertung der langjährigen Grundwasserstandsmessungen ergab, dass sich die Grundwasseroberfläche nahezu in horizontaler Lage befindet (Untergrund Feinsand zur Mittelkörnigkeit neigend). Der Grundwasserflurabstand schwankt also entscheidend in Abhängigkeit vom Relief und zwar meist im Bereich zwischen 0,1 und 0,8 m.

Bei Moorauflagen in der Fläche von

42 %	< 8 dm Mächtigkeit
45 %	8 - 12 dm Mächtigkeit und
13 %	> 12 dm Mächtigkeit

ermöglicht der wasserzügige liegende Talsand ( $k_f$ -Wert 1,7 - 2,0 m/d) eine räumlich schnell ablaufende Anpassung an Grundwasserstandsänderungen.

Die dann zutage tretenden Unterschiede im Wasserangebot für die Pflanzen bewirken einen differenzierten Gesamtverbrauch, differenzierte Transpirationskoeffizienten und über den unterschiedlichen Pflanzenbestand auch Unterschiede in den Erträgen.

In vorliegenden Studien zum Flächen- bzw. Landschaftswasserhaushalt von Mooregebieten ist meist von bestimmten Transpirationskoeffizienten aus früheren Versuchen mit intensivem Saatgras (z. B. 700 mm Wasser/kg TS) ausgegangen worden. Diese Werte wurden für ein bestimmtes Ertragsniveau hochgerechnet und danach der Zusatzwasserbedarf für größere Gebiete kalkuliert. Diese Vorgehensweise muss als äußerst ungenau gelten, sie ist sowohl für extensive Landnutzungsformen als auch Wiedervernässungsprojekte denkbar ungeeignet. Insbesondere auch die Nutzungsform wird in derartigen „Modellrechnungen“ völlig außer acht gelassen. Bei zukünftigen Modellentwicklungen ist deshalb auf einer neu erarbeiteten Datengrundlage aufzubauen.

## 2. Material und Methoden

In acht Lysimetern, die vom Standort Paulinenaue als Stampfprofile befüllt worden sind, wurden über die Jahre 1997 bis 2000 unterschiedliche Grundwasserstandsverläufe simuliert. In Anpassung an die Realitäten im Rhin-Havelluch kamen folgende Varianten zur Prüfung:

<b>Faktor A:</b>	Nutzungsart	
1	Mähnutzung (2 Schnitte, extensiv)	
2	Simulierte Weidenutzung (4 Umtriebe mit Trittnachahmung)	
<b>Faktor B:</b>	Grundwasserstandsverlauf	
1	5 cm Überstau (Senke)	Dez. bis Apr. (Lysimeter 1 und 2)
	0-30 cm GW-Stand	Mai bis Nov.
2	0 cm GW-Stand (Tieflege)	Dez. bis Apr. (Lysimeter 3 und 4)
	30-50 cm GW-Stand	Mai bis Nov.
3	20-30 cm GW-Stand (Normallage)	Dez. bis Apr. (Lysimeter 5 und 6)
	40-70 cm GW-Stand	Mai bis Nov.
4	40 cm GW-Stand (Kuppe)	Dez. bis Apr. (Lysimeter 7 und 8)
	50-100 cm GW-Stand	Mai bis Nov.

Je Prüfglied kam ein Lysimeter zum Einsatz. Die Standortbedingungen von Paulinenaue können als weitgehend repräsentativ für das Rhin-Havelluch und die flach- bis mitteltiefgründigen Moore Brandenburgs angesehen werden.

Ökologischer Moortyp:	Eutrophiertes Moor
Torfart:	Schilftorf mittlerer bis starker Zersetzung, z. T. Seggen- und Bruchwaldtorf
Bodentyp:	Mulm
Moormächtigkeit:	50 - 70 cm
Mudden:	Kalkmudde als liegende Schicht vereinzelt vorkommend

		0 - 20 cm	20 - 50 cm	50 - 145 cm
Trockenrohddichte	g/cm <sup>3</sup>	0,43	0,38	n.n.
pH-Wert		6,6	6,5	6,5
organische Substanz	%	59,5	64,2	0,88

Die Lysimeter 1 - 8 wurden am 12.09.1995 mit folgender Mischung angesät (Zusammenstellung der Ansaatmischung nach KLAPP 1971):

Wiesenlieschgras	( <i>Phleum pratense</i> )	35 %
Wiesenrispe	( <i>Poa pratensis</i> )	35 %
Rotschwingel	( <i>Festuca rubra</i> )	15 %
Weißes Straußgras	( <i>Agrostis alba</i> )	15 %

Am 21.09.1995 ist in die Lysimeter 1 - 4 (Feuchtvarianten) noch Knickfuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*) und Flechtstraußgras (*Agrostis alba ssp. stolonifera*) eingesät worden. Wegen der längeren Etablierungs- und Umstellungsphase auf die Zielgrundwasserstände begann das eigentliche Versuchsprogramm mit den variablen Grundwasserständen erst gegen Jahresende 1996.

Zur Nachbildung der Trittbelastung durch die Weidetiere wurde eine Vorrichtung eingesetzt, mit der von einem Manometer kontrolliert, ein Druck auf den Boden von 15 kp/cm<sup>2</sup> ausgeübt wurde. Bei der Variante 1 war dies jedoch nur mit 8 - 10 kp/cm<sup>2</sup> möglich, weil bereits bei dieser Belastung die Grasnarbe Schaden nahm. Während 1997 und 1998 die gesamte Lysimeteroberfläche von 1 m<sup>2</sup> verdichtet worden ist, waren es 1999 und 2000 nur noch 50 % der Fläche. Das wurde notwendig, weil die obere

Bodenschicht vor allem bei den Varianten mit hohem Grundwasserstand so stark verdichtet war, dass die Wasserdurchlässigkeit nachließ.

Die Düngung der Pflanzenbestände erfolgte moorspezifisch auf Extensivnutzung zugeschnitten pro Jahr wie folgt:

N	0 kg/ha
P	0 kg/ha
K	150 kg/ha

Jährlich mehrfach sind Bonituren zur Erfassung der Pflanzenbestände und ihrer Umschichtungen in den einzelnen Varianten vorgenommen worden (Methode der Ertragsanteilschätzung nach KLAPP 1971).

### 3. Ergebnisse und deren Diskussion

#### 3.1. Gesamtwasserverbrauch

Die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Grundwasserstand und Ertrag bei Grasland sind von BEHRENDT et al. (1993) ausführlich dargestellt und begründet worden. Dabei wurde auch der Faktor Bewirtschaftungsintensität auf Basis der Mähnutzung betrachtet. Hohe Erträge und entsprechende Düngung haben den Gesamtwasserverbrauch ( $l/m^2$ ) immer erhöht, wobei der spezielle Wasserverbrauch (kg TS/mm) eindeutig reduziert wurde. In den Lysimeterversuchen mit Simulation unterschiedlicher Grünlandhöhenlagen (Reliefierung) zeigte sich ebenfalls die Tendenz, dass bei hohem Grundwasserstand auch ein hoher Gesamtwasserverbrauch stattfindet. Dieser ist aber wesentlich vom Pflanzenbestand abhängig. Ein niedriger Flutrasen kann einfach nicht mehr Wasser verbrauchen als ein leistungsfähiger Saatgrasbestand.

Bei suboptimalem (zu tiefem) Grundwasserstand geht zwangsläufig der Gesamtwasser-verbrauch zurück (Tab. 1).

Tabelle 1: Gesamtwasserverbrauch ( $l/m^2$ ) der Versuchsjahre  $\times$  1997 - 2000

	<b>Mahd</b>	<b>Weide</b>
Variante 1	742	570
Variante 2	795	539
Variante 3	717	574
Variante 4	625	502

Bemerkenswertes Ergebnis der Versuche ist, dass sich der Nutzungseinfluss gravierend auf den Wasserverbrauch auswirkt. Das ist mit einer derartigen Deutlichkeit bisher nicht beschrieben worden. Die Ursache muss darin gesehen werden, dass die Mähbestände wesentlich höher gewachsen waren und der Atmosphäre eine größere Verdunstungsoberfläche geboten haben. Das Weidefutter wurde bei 4-maliger Nutzung relativ kurz gehalten. Weidegras deckt den Boden vollständig ab, sodass der Evaporationsanteil gegen 0 geht. Bei höherer Nutzungs-frequenz ist nach ELLENBERG (1952) auch mit einer geringen Durchwurzelungstiefe zu rechnen. Dadurch könnte die Wasseraufnahme ebenfalls reduziert werden, wenngleich durch den Tritt der Tiere die Bodenverdichtung ansteigt, was verbesserten kapillaren Wasseraufstieg bewirkt (LEHMANN 1988). Oberflächliche Verdichtung kann aber auch zu einer verminderten Versickerung von Niederschlagswasser führen, wie es im Versuch zu beobachten war. Damit steht dieses Wasser den flachwurzelnden Weidegräsern länger zur Verfügung und bodenbürtige Wasserreserven werden geschont. Wenn man die einzelnen Versuchsjahre betrachtet, wird folgende Tendenz sichtbar (Tab. 2).

Tabelle 2: Gesamtwasserverbrauch,  $\bar{x}$  Prüfvarianten 1997 - 2000 (l/m<sup>2</sup>)

1997		1998		1999		2000	
Mahd	Weide	Mahd	Weide	Mahd	Weide	Mahd	Weide
659	581	673	524	826	539	721	540

Mit der Zunahme hochwüchsiger Massenbildner in den Mähvarianten stieg offenbar auch der Wasserverbrauch deutlich an (s. 1999 und 2000). Die Weidevarianten brachten in allen Jahren den eindeutig geringeren Wasserverbrauch gegenüber der Mähnutzung, wobei in der niederschlagsreichsten Vegetationsperiode (1998 = 391 mm) der sparsamste Wasserverbrauch stattfand.

Wenn es in Mooregebieten darum geht, Wasser zu sparen bzw. den Fremdwasserzufluss zu optimieren, so stellt die Nutzungsweise ein Kriterium dar, das unbedingt Berücksichtigung finden sollte. Auf ganze Gebiete bezogen (z. B. Region Rhin-Havelluch) kämen erhebliche und auch finanziell relevante Wassereinsparungen zustande.

### 3.2. Ertrag

Der Ertrag in Trockenmasse ist auf der Basis der effektiven Lysimeterfläche von 1 m<sup>2</sup> ermittelt worden. Durch Randeffekte gibt es sicherlich eine Überbewertung der Ertragshöhe, weshalb 20 bis 30 % Abschläge gemacht werden müssten, um mit Praxiserträgen vergleichbar zu sein. Entscheidend sind aber die Ertragsrelationen, die auch bei Praxisabschlägen erhalten bleiben. Das Ertragsniveau der Versuchsflächen im Havelländischen Luch lag zu Versuchsbeginn im Jahre 1991/92 bei ca. 80 dt TS/ha. Inzwischen ist es durch Aushagerung auf etwa 60 dt/ha TS abgesunken. Bei K-Ergänzungsdüngung bleibt es etwa auf diesem Niveau erhalten.

In den Lysimetern war bei vierjähriger Laufzeit der Versuche noch kein eindeutiger Ertragsrückgang zu verzeichnen. In den Weidevarianten fehlte allerdings die Exkrementrücklieferung, die den Ertragsabfall längerfristig vermindern kann (Tab. 3).

Tabelle 3: TS-Erträge (g/m<sup>2</sup>),  $\bar{x}$  Prüfvarianten in den Versuchsjahren 1997 - 2000

1997		1998		1999		2000	
Mahd	Weide	Mahd	Weide	Mahd	Weide	Mahd	Weide
1376	1122	1000	1017	1011	1027	1252	913

Die Erträge der Weide liegen demnach kaum unter denen der Mähfläche bei vergleichsweise wesentlich besserer Futterqualität. Im Jahre 2000 dominiert der Mähertrag eindeutig aufgrund der enormen Massenwüchsigkeit der Brennnessel und des Blutweiderichs.

In den einzelnen Prüfvarianten nach Grundwasserständen ergab sich folgendes Bild (Tab. 4).

Tabelle 4: Erträge (g TS/m<sup>2</sup>) der Grundwasservarianten ( $\bar{x}$  1997 - 2000)

	Mahd	Weide
Variante 1	960	846
Variante 2	1127	837
Variante 3	1468	1239
Variante 4	1084	1159

Es ist zu erkennen, dass die feuchtesten Varianten (Flutrasen und ähnliche Bestände) nicht zu hoher Ertragsleistung befähigt sind. Mit absinkendem Grundwasserstand und dem Aufkommen von Massebildnern steigt der Ertrag an. Das wird auch in der bereits zu trockenen Variante 4 noch wenig gemindert, da offenbar höhere N-Mengen mobilisiert werden, die das Wachstum angepasster Pflanzen noch stark stimulieren (s.auch KAISER 1995).

### 3.3. Spezifischer Wasserverbrauch

Beim spezifischen Wasserverbrauch wird die Gesamtmenge an verbrauchtem Wasser in Beziehung gesetzt zur produzierten Trockenmasse. In der Literatur spricht man auch häufig von Transpirationskoeffizienten (MENGEL 1962, KLATT 1985). In den 4-jährigen Versuchen war klar erkennbar, dass bei Weide die effektivere Wasserverwertung stattfindet (Tab. 5).

Tabelle 5: Spezifischer Wasserverbrauch in Abhängigkeit von Grundwasserstand und Nutzungsart, Lysimeterversuche Paulinenaue  $\times$  1997 - 2000 (l/kg TS)

	Mahd	Weide	rel.
Variante 1	979	698	70,3
Variante 2	721	650	90,1
Variante 3	503	472	93,8
Variante 4	604	435	72,0

Wesentliche Ursache für den geringeren Transpirationskoeffizienten bei Weide wird darin gesehen, dass die Nutzung jeweils noch auf dem steil ansteigenden Abschnitt der Zuwachskurve erfolgte. Wenn der Zuwachs an Biomasse einer Sigmoidkurve folgt, so wird bei zweimaliger Mähnutzung schon im abflachenden Teil der Kurve geerntet. Die hohen Bestände mit großer Oberfläche benötigen bis dahin mehr Wasser in der Zeiteinheit.

Unter Praxisbedingungen dürfte durch die zusätzliche Nährstoffrücklieferung über Kot und Harn auch die bessere Nährstoffversorgung gewährleistet sein, was ebenfalls wassersparend wirkt (BEHRENDT 1995).

Es bestätigt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse, dass hochwüchsige Pflanzenbestände mit großer Blattoberfläche am besten zur biologischen Entwässerung geeignet sind. Für Kleinkläranlagen sind deshalb hochwüchsige Massebildner ideal, die möglichst erst nach der Vegetationsperiode geerntet werden sollten.

Andererseits wird deutlich, dass Wiedervernässung von Moorflächen mit einem hohen Wasserbedarf und -verbrauch einhergeht (s. Tab. 1). Reichliches Wasserangebot bewirkt großzügigen Umgang der Pflanze mit dem Wasser bis hin zum Luxuskonsum. Die standörtlichen Niederschlagsbedingungen sowie die Zuflussreserven in Nordostdeutschland bieten dazu großflächig keine Voraussetzungen.

### Literatur

BEHRENDT, A.; MUNDEL, G. & HÖLZEL, D., 1993: 25 Jahre Paulinenaue Lysimeteranlage. Festschrift, Institut für Grünland- und Moorökologie des ZALF Müncheberg, 30 S.

BEHRENDT, A., 1995: Nährstoffdynamik hydromorpher Böden Nordostdeutschlands am Beispiel langjähriger Nährstoffbilanzen. 5. Gumpensteiner

Lysimetertagung „Stofftransport und Stoffbilanz in der ungesättigten Zone“  
BAL Gumpenstein, 25. - 26. April 1995. Tagungsmaterial. 51-54.

ELLENBERG, H., 1952: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Eugen  
Ulmer Stuttgart.

KAISER, T., 1995: Vegetationskundliche Untersuchungen auf reliefiertem Niedermoor  
bei Extensivweide. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 36, 175-177.

KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. Verlag Paul Parey Berlin u. Hamburg.

KLATT, F., 1985: Einfluss unterschiedlicher Bodenarten auf den Beregnungserfolg.  
Wiss. Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Math.-Nat. R. H. 6, 565-  
568.

LEHMANN, J., 1988: Untersuchungen zur Verbesserung der Pflanzenbestände auf dem  
Grasland in der Spreeniederung. Diss. Humboldt-Universität zu Berlin.

MENGEL, K., 1962: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav-Fischer Verlag  
Jena. 1. Auflage.

SCHOLZ, A., 1994: BMBF-Projekt „Ökosystemmanagement für Niedermoore“.  
Ergebnisbericht - Teilprojekt Havelluch. Institut für Grünland- und  
Moorökologie des ZALF Müncheberg, unveröffentlicht.

# Carbon pools and isotope signatures in a degrading calcareous peat-land eco-system under permanent grassland

by

K. Auerswald<sup>1)</sup>, R. Schäufele<sup>1)</sup>, M. Winterhalter<sup>2)</sup>, H. Schnyder<sup>1)</sup>

- 1) Lehrstuhl für Grünlandlehre, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, [auerswald@wzw.tum.de](mailto:auerswald@wzw.tum.de)
- 2) Lehrstuhl für Bioklimatologie, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, D-85350 Freising

## 1. Introduction

Calcareous peat-lands constitute large C reservoirs, which influence global C budgets. The carbon is organically bound in peat and in living biomass. It is inorganically bound in the underlying calcareous gravel and in carbonates precipitated within the soils from dissolved bicarbonate carried by the groundwater. The C may partly be released by disturbance of the flow-equilibrium of these sensitive eco-systems, e.g. by drainage or wind erosion.

Our goals were:

- to quantify the C pools within the different spheres (atmosphere, above-ground biosphere, pedosphere) on a regional scale,
- to estimate the fluxes between the different pools and spheres.

The latter was achieved by using the information provided by the isotopic signatures of the different pools.

## 2. Materials and Methods

The research area was the Grünschwaiqe Experimental Farm, which is about 1.5 km<sup>2</sup> in size and situated at the northern fringe of the Munich gravel plane near Freising (48°N, 11°E) at an elevation of 435 m above sea level (AUERSWALD 2001). The mean annual temperature is 7.7°C and the mean annual precipitation is 822 mm. Shallow groundwater has induced peat formation on top of the calcareous Pleistocene gravel and lime was precipitated within the soils (FETZER et al. 1986). The groundwater has been lowered starting some 150 yr ago. The research area is entirely covered by grass, two thirds being grazed, the remainder used for winter fodder production.

The methods for C pool characterization were:

- Atmosphere: Eddy flux measurements at 1 m height using a LiCor 7500 open-path analyzer (LiCor, Lincoln USA) and a CSAT3 sonic anemometer (Campbell, Logan, USA). For comparison, data obtained in 15 m height at a nearby site were used. Isotopic composition of CO<sub>2</sub> was measured using flask samples, which were drawn from the vegetation layer.
- Biosphere: Above-ground vegetation biomass was quantified throughout the growing season by approx. 10000 height measurements with a herbometer. Height was converted into biomass using a site-derived transfer function. Number and weight of cattle were taken from farm records. Tail switch hairs as long-term (> 6 months) recorders were used for carbon isotope analysis.
- Pedosphere: Mapping and analysis of typical soils representing the different mapping units followed standard procedures. The total C pool was separated into organic material, carbonates from the Pleistocene gravel and carbonates precipitated

within the soils (“Almkalk”). Fractionation between gravel and pedogene carbonates was done by sieving (2 mm) and additional hand selection. Organic matter was removed by dry combustion at 550 °C, which yields correct signatures for carbonate contents down to 0.1% (CONNIN et al. 1997). Carbonate was removed by boiling with HCl to determine the organic matter signatures.

Carbon was quantified with a Carlo Erba NA 1108 elemental analyzer. The released CO<sub>2</sub> was separated from other gases by gas chromatography and introduced via an open-split interface (CONFLO II, Finnigan MAT, Bremen, Germany) into a isotope ratio mass spectrometer (Delta Plus, Finnigan, Bremen, Germany) for measurement of isotopic abundances. Results are expressed using the  $\delta$  notation  $\delta^{13}\text{C}\text{‰} = (R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}} - 1) \times 1000$ , where  $R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ , and are related to the Pee Dee Belemnite (PDB) standard. Each sample was measured against a V-PDB-gauged working standard reference CO<sub>2</sub>.

Conceptual models based on published discrimination constants were used to estimate the contribution of carbon from free atmosphere or from peat respiration to the formation of different pool components. Discrimination constants were taken from BRUGNOLI & FARQUHAR (2000), SCHWEIZER et al. (1999), CRAIG (1954), VOGEL et al. (1970), MOOK et al. (1974), MOOK (1986) and BUCHMANN & EHLERINGER (1998). The atmosphere not influenced by CO<sub>2</sub> release from the soil is called ‘free atmosphere’. Its present concentration was assumed to be 370 ppm and its present isotopic signature ( $\delta^{13}\text{C} = -7.85\text{‰}$ ) was computed from data given by WHITE & VAUGHN (2002). It is similar to the values reported for background air by DEMÉNY & HASZPRA (2002).

### 3. Results and discussion

#### 3.1 Pool sizes and signatures

The isotopic signatures clearly separate different pools except for cattle and soil organic matter. The soils contain three orders of magnitude more C than atmosphere or biosphere, even if we regard the largest share (Pleistocene C) to be inert due to the presence of fine-grained pedogene carbonates (Table 1). The soils were Typic Rendolls (89% of the area), Typic Medisaprists (6%) and Typic Calciaquolls (5%) classified according to the US Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF 1990).

Table 1: Carbon pool sizes and isotope signatures (soil pool was computed for a depth of 1 m)

Pool type	Pool size (t/km <sup>2</sup> )	Isotope signature ‰ $\delta^{13}\text{C}$	Stand. dev. ‰ $\delta^{13}\text{C}$	n
Atmosphere	109	-9.9	1.0	21
Cattle tail hair	10	-25.8	0.4	304
Vegetation	109	-30.3	0.7	51
Soil organic matter	63060	-26.9	0.7	15
Pedogene lime	32537	-6.6	1.7	11
Pleistocene gravel	113209	-0.8	0.9	16

#### 3.2 Sources and sinks

##### 3.2.1 Atmosphere

Release from the soil raises the CO<sub>2</sub> concentration considerably (Fig. 1). The high concentrations were even recorded in 15 m height (not shown), indicating a large-scale release. The high concentration may hence originate at least partly from the surrounding arable fields.

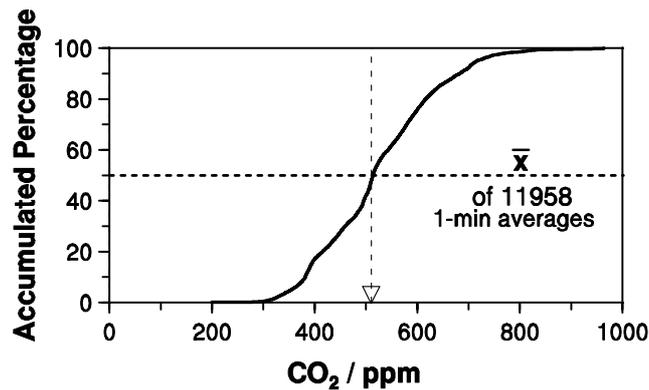


Figure 1: Cumulative percentage of CO<sub>2</sub> concentrations in eddy-flux measurements during the growing season.

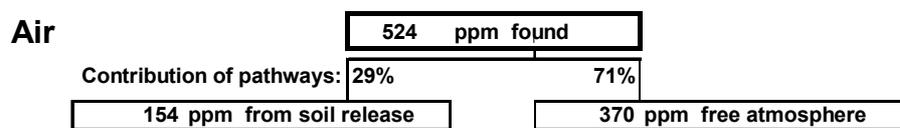
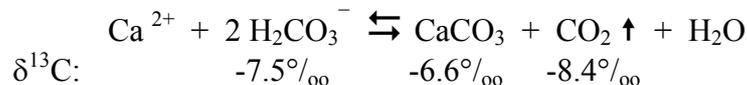


Figure 2: Conceptual mixing model of the CO<sub>2</sub> contribution from ecosystem release and free atmosphere to the average CO<sub>2</sub> concentration found at 1 m height.

On average, 29% of the total CO<sub>2</sub> may result from soil release (Figure 2). Applying the same conceptual model to the isotopic composition lead to a considerably lower ratio of 10:90 if a discrimination of  $\Delta = 1\text{‰}$  for respiration is assumed, which yields  $\delta^{13}\text{C}$  of  $-25.9\text{‰}$  for respired CO<sub>2</sub>. Hence the released CO<sub>2</sub> must have a different isotope signature ( $-14.8\text{‰}$ , Fig. 3). This could result from the fact that the net release is the difference between gross release and net photosynthesis and the differences in signatures of the respired and the photosynthesized CO<sub>2</sub>. The two differ because the system is not in a flow equilibrium. The organic matter that is respired has formed under different conditions (favoring peat formation) than the new organic material photosynthesized under peat degradation.

This isotope signature of the released CO<sub>2</sub> can, however, also be explained by another source of CO<sub>2</sub> besides soil respiration, which is the release by precipitation of calcite. The signature of CO<sub>2</sub> released from calcite precipitation might be calculated from measured calcite signature ( $-6.6\text{‰}$ ) and the discrimination between bicarbonate and calcite ( $\Delta = -0.9\text{‰}$ ) as taken from MOOK (1986):



From a conceptual mixing model (Fig. 3) it follows that respiration and precipitation could contribute one third and two thirds to CO<sub>2</sub> the released by the soil.

Eddy flux calculations showed a release of CO<sub>2</sub> even during day light and good assimilation conditions. These conditions, however, also favor calcite precipitation due to the evapotranspiration and a reduced CO<sub>2</sub> solubility with temperature increase.

Estimating the fetch to be 50 times the height of measurement (1 m) results in a circular area of 0.8 ha, which is far smaller than the completely grassed research farm (130 ha). A net release of CO<sub>2</sub> even under grass is thus likely. Positive correlations between CO<sub>2</sub> concentration and air temperature correspond with the temperature sensitivity of mineralization and calcite precipitation. Especially during night, when assimilation ceases, a good correlation existed between air temperature and concentration, which increased during night time. A multiple regression with only two independent variables, temperature and time since sunset, yielded  $R^2=0.43$  for  $n=4054$ .

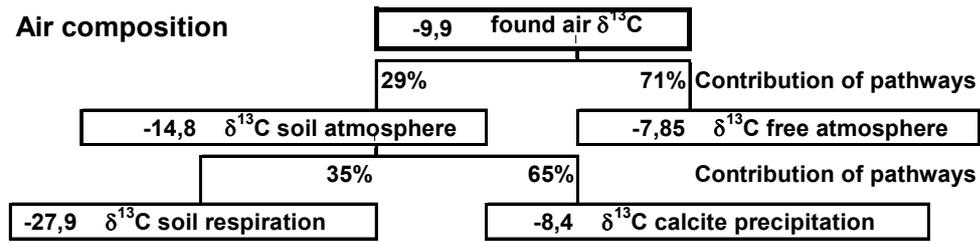


Figure 3: Conceptual mixing model of the CO<sub>2</sub> contribution from free air, peat respiration and calcite precipitation to atmospheric CO<sub>2</sub> as estimated from isotopic signature.

### 3.2.2 Biosphere

Isotopic composition of vegetation (Fig. 4) indicated that C released from the soil contributes somewhat more to photosynthesis (44%) than to atmospheric CO<sub>2</sub> concentration (29%), because soil air has to pass the vegetation layer before it can contribute to the atmosphere in 1m height. Given the measuring errors in all measured numbers, we can hence conclude that the calculation based on CO<sub>2</sub> concentration (Fig. 1) yields a similar relation of pathways as that based on isotopic signature (Fig. 4).

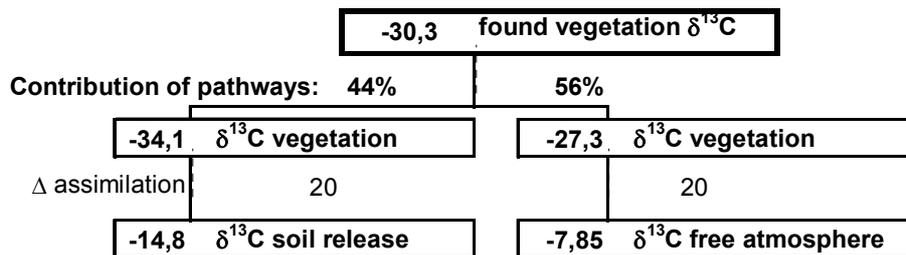


Figure 4: Conceptual model of the CO<sub>2</sub> contribution from peat respiration and free atmosphere to the carbon in vegetation as estimated from isotopic signature.

Isotopic signature along cattle hairs spanning more than one year varied little (Fig. 5). It provided no evidence of pronounced fluctuations in the contribution of soil release to photosynthesis during the growing period.

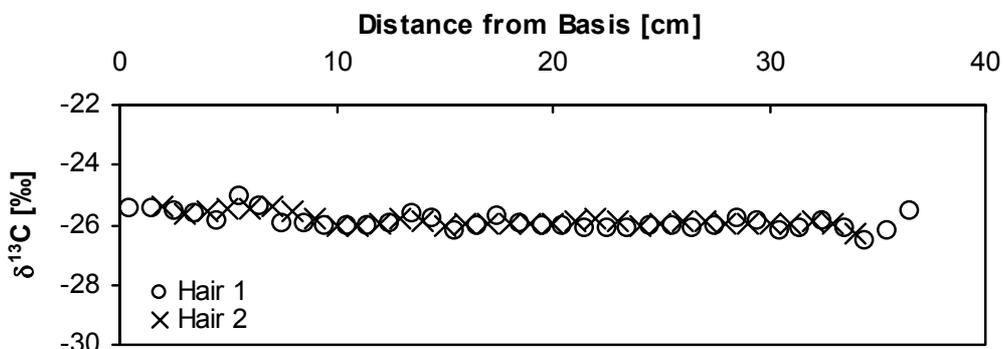


Figure 5: Isotopic composition along two tail switch hairs at the end of the grazing season (growth rate is approx. 1 mm day<sup>-1</sup>)

### 3.2.3 Pedosphere

We do not know where and when the bicarbonate has been formed, which was transported via groundwater to the experimental site. Hence we do not know the precise signatures of the two source components (free air vs. soil organic matter) and the calculation an analogous conceptual model of carbonate formation is subject to a larger error than the other calculations. Nevertheless, it suggests that CO<sub>2</sub> from soil respiration is the main source for the bicarbonate and hence the secondary calcite (Fig. 6) but <sup>13</sup>C depletion is quite low as compared to soil carbonates from other sites with C3 plant communities being mostly between -10 and -12‰ (KHAKHLOVA et al. 2001, CERLING, 1992). Free air CO<sub>2</sub> must still contribute considerably to bicarbonate formation within the groundwater catchment. This is reasonable for the shallow or even missing soils of the Alps and the Munich gravel plane.

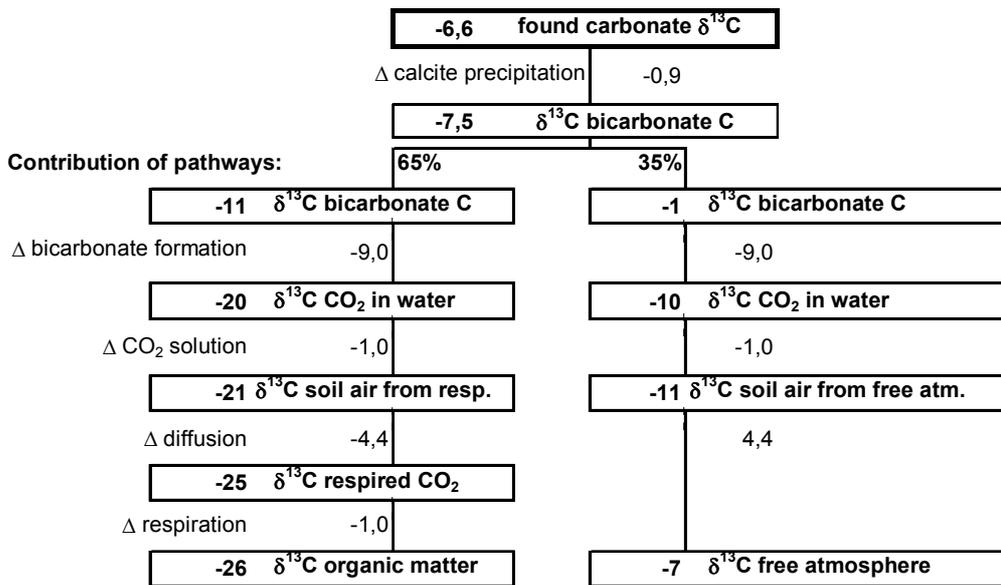


Figure 6: Conceptual model of the CO<sub>2</sub> contribution from soil respiration and free atmosphere to the carbon in pedogene calcite (Almkalk) as estimated from isotopic signature.

## 4. Conclusions

- The calcareous peat-land eco-system is a huge C reservoir.
- The peat soils are faced with a degradation process (peat respiration) and a formation process (calcite precipitation from the groundwater) at the same time. Both deliver CO<sub>2</sub> to the atmosphere.
- The net CO<sub>2</sub> release of the system is the result of rather complex interactions between biotic and abiotic processes. Isotopic signatures can help to reveal and quantify these processes.
- Concentration and isotopic signatures indicate that released CO<sub>2</sub> contributes about one third to atmospheric CO<sub>2</sub> and somewhat more to assimilation carbon in the vegetation.
- Even permanent grassland is not able to compensate for the adverse effects of peat drainage on the atmosphere.

## 5. References

- AUERSWALD, K., 2001: <http://www.weihenstephan.de/gs/>. Verified March 2002.
- BRUGNOLI, E. AND G.D. FARQUHAR, 2000: Photosynthetic fractionation of carbon isotopes. In: R.C. LAGOOD, T.D. SHARKEY & S. VON CAEMMERER (eds.): *Advances in Photosynthesis*. 9, 399-434.
- BUCHMANN, N. AND J.R. EHLERINGER, 1998: CO<sub>2</sub> concentration profile, and carbon and oxygen isotopes in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> crop canopies. *Agricult. Forest Meteorol.* 89, 45-58
- CERLING, T.E., 1992: Development of grasslands and savannas in East Africa during the Neogene. *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.* 97: 241-247.
- CONNIN, S.L., R.A. VIRGINIA AND C.P. CHAMBERLAIN, 1997: Isotopic study of environmental change from disseminated carbonate in polygenetic soils. *Soil Soc. Am. J.* 61: 1710-1722.
- CRAIG, H., 1954: Carbon 13 in plants and the relationship between carbon 13 and carbon 14 variations in nature. *J. Geol.* 62, 115-149.
- DEMÉNY, A. AND L. HASZPRA, 2002: Stable isotope compositions of CO<sub>2</sub> in background air and at polluted sites in Hungary. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 16: 797-804.
- FETZER, K.D., W. GROTTENTHALER, B. HOFMANN, H. JERZ, G. RÜCKERT, F. SCHMIDT AND O. WITTMANN, 1986: *Erläuterungen zur Standortkundlichen Bodenkarte von Bayern 1 : 50000. München – Augsburg und Umgebung. Blatt L7736 Erding.* 396 p. Bayerisches Geologisches Landesamt, München.
- KHOKHLOVA, O.S., I.S. KOVALEVSKAYA AND S.A. OLEYNIK, 2001: Records of climatic changes in the carbonate profiles of Russian Chernozems. *Catena* 43: 203-215
- MOOK, W.G., 1986: <sup>13</sup>C in atmospheric CO<sub>2</sub>. *Netherlands J. Sea Res.* 20, 211-223
- MOOK, W.G., J.C. BOMMERSON UND W.H. STAVERMAN, 1974: Carbon isotope fractionation between dissolved bicarbonate and gaseous carbon dioxide. *Earth Planetary Sci. Letters.* 22, 169-175.
- SCHWEIZER, M, J. FEAR AND G. GADISCH, 1999: Isotopic (<sup>13</sup>C) fractionation during plant residue decomposition and its implications for soil organic matter studies. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 13: 1284-1290
- SOIL SURVEY STAFF, 1990: *Keys to soil taxonomy.* SMSS Technical Monograph No. 19. 4th ed., 422 p. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- VOGEL, J.C., P.M. GROOTES AND W.G. MOOK, 1970: Isotopic fractionation between gaseous and dissolved carbon dioxide. *Zeitschrift f. Physik* 230, 225-238.
- WHITE J. AND B. VAUGHN, 2002: <http://www.cmdl.noaa.gov/ccgg/>. Verified March 2002.

# **Auswirkungen variiertes Nutzungs- und Düngungsintensität auf den Pflanzenbestand, den Ertrag und die Qualität des Futters von Niedermoorgrünland**

von

Andreas Titze

**Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion Dummerstorf**

## **1. Einleitung**

In Mecklenburg-Vorpommern befindet sich der größte Teil des Grünlandes auf Niedermoorstandorten. Niedermoorgrünland wird mit unterschiedlichster Intensität bewirtschaftet, die sowohl an betrieblichen Erfordernissen, als auch an Grünlandförderprogrammen mit Ausgleichszahlungen ausgerichtet ist. Die Auswirkungen der mit den Förderprogrammen verbundenen Bewirtschaftungsauflagen waren in der Vergangenheit Gegenstand verschiedener Untersuchungen der Landesforschungsanstalt in Praxisbetrieben mit ökologischer und/oder naturschutzgerechter Grünlandnutzung.

Direkte Vergleiche der einzelnen Grünlandbewirtschaftungsformen, insbesondere für Niedermoorgrünland, wurden auf Grund erheblicher standörtlicher und betrieblicher Unterschiede bisher nicht durchgeführt.

Diesem Umstand Rechnung tragend, wurde im Institut für Tierproduktion der Landesforschungsanstalt ein Parzellenversuch auf dem Niedermoorgrünland der Gut Dummerstorf GmbH angelegt. Der Versuch dient nicht nur der Bereitstellung von wissenschaftlich fundiertem Datenmaterial, sondern zunehmend auch der praktischen Demonstration verschiedener Nutzungssysteme und deren Auswirkungen auf Ertrag und Qualität von Niedermoorgrünland.

## **2. Material und Methode**

Die Versuchsfläche liegt auf tiefgründigem Verlandungs-Niedermoor in einer Grundmoräne, deren Entstehung in die Weichseleiszeit zurückreicht. Klimatisch ist das Gebiet dem Mecklenburgisch-Brandenburgischen Übergangsklima zuzuordnen. Der Standort ist dem Bodentyp Niedermoor-Erdfehn-Fehnmulm zugeordnet. Das Bodenprofil weist eine amorphe Zersetzung des Oberbodens mit darunter liegendem Bröckelhorizont auf. Querrisse im Unterboden waren nicht festzustellen. Der Anteil der organischen Substanz im Oberboden beträgt 50 bis 60 Prozent.

In der Pflanzengesellschaft des Grünlandes waren Gemeine Rispe, Quecke, Flechtstraußgras, Wiesenrispe, Deutsches Weidelgras, Knickfuchsschwanz sowie Kriechender Hahnenfuß Hauptbestandbildner (Tabelle 2).

Mittels senkrecht in den Boden eingelassener Dränschlitzrohre werden regelmäßige Grundwassermessungen vorgenommen.

Die Düngungsstufen orientieren sich an den Vorgaben der derzeit in Mecklenburg-Vorpommern gültigen Grünlandförderprogramme. So werden in Düngungsstufe 2 ausschließlich im ökologischen Landbau zugelassene Düngemittel eingesetzt.

Der Versuch wurde als zweifaktorielle Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt.

Tabelle 1: Faktoren und Stufen des Intensitätsversuches Birkengrund

Faktoren	Stufen	
1. Düngung	1	140 kg N, 180 kg K, 70 kg P
	2	180 kg K, 70 kg P
	3	ohne
2. Nutzungsbeginn	1	Weidereife, Rfa. 18 %, 5-6 Schnitte
	2	Siloreife, Rfa. 22 %, 3-4 Schnitte
	3	Heureife, Rfa. 28 %, 2 Schnitte

Vor jeder Nutzung erfolgte eine Bestandsbonitur nach dem Prinzip der Ertragsanteilschätzung von Klapp und Stählin. Der Bestimmung der Futterqualität dienten die Weender-Analyse und in vitro-Verdaulichkeitsuntersuchungen. Der erste Aufwuchs der Stufe Siloreife wurde in Fässern als Silage konserviert und zur Ermittlung der Verdaulichkeit an Hammel verfüttert.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1. Entwicklung der Pflanzengesellschaft

Die Veränderung der Ertragsanteile von 12 hauptsächlich vorkommenden Arten in Abhängigkeit von der Düngung (Tabelle 2) führte in der Nulldüngungsvariante zum Rückgang sämtlicher wertvoller Bestandsbildner.

Tabelle 2: Bestandsentwicklung innerhalb des Intensitätsversuches Birkengrund (Nutzungsstufe Siloreife, Bonitur zum 1. Schnitt, Ertragsanteile in %)

	Ausgangsbestand	NPK	PK	Null
Versuchsjahr	1998	2002	2002	2002
Gemeine Rispe	37	20	24	33
Quecke	15	15	2	3
Flechtstraußgras	10	2	4	5
Deutsch. Weidelgras	5	26	20	2
Wiesenrispe	5	12	6	1
Knickfuchsschwanz	5	1	2	4
Wiesenschwingel	4	2	3	-
Wiesensieschgras	3	2	1	-
Kriech. Hahnenfuß	8	8	14	30
Löwenzahn	4	5	7	8
Weißklee	1	3	14	10

Die wenigen noch vorhandenen Exemplare des Deutschen Weidelgrases, der Wiesenrispe und des Wiesensieschgrases zeigen kümmerwachstum mit typischen Nährstoffmangelsymptomen (kleine Blätter, Weißspitzigkeit). Dies trifft auch für den noch relativ gut im Bestand vertretenen Weißklee zu.

#### 3.2. Trockenmasseertrag

Der Ertrag der Nulldüngungsvariante fiel im Vergleich mit den gedüngten Parzellen stark ab (Abbildung 1). Zwischen den nur mit PK und mit NPK versorgten Flächen blieben die Ertragsunterschiede wegen der Stickstoffmobilisierung aus dem Moorboden gering. Bei beiden Düngungsvarianten führte der spätere Termin des ersten Schnittes (Heunutzung) zu einem erhöhten Trockenmasseertrag, während die zeitige erste Nutzung in der Weidereife den Massenertrag senkte.

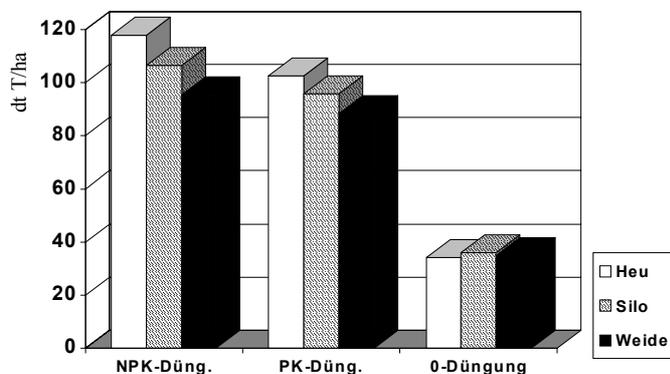


Abbildung 1: Trockenmasseerträge des Intensitätsversuches Birkengrund, ( $\bar{x}$  1999-2001)

### 3.3. Inhaltsstoffe

Nach den Ergebnissen der Weender-Analyse sind keine gesicherten Unterschiede in der Futterqualität zwischen den Düngungsvarianten NPK und PK auszumachen. Dies trifft sowohl für die Rohnährstoffe, als auch für die Mineralstoffe zu. Auffallend ist der extrem niedrige Kaliumgehalt des Futters von den ungedüngten Parzellen (Tabelle 3). Älteres Futter (Stufe Heureife) weist stets niedrigere Mineralstoffgehalte auf als jung geerntete Aufwüchse. Dies betrifft alle Düngungsvarianten gleichermaßen.

Tabelle 3: Mineralstoffgehalt in Abhängigkeit von der Düngungsstufe (Nutzungsstufe Siloreife, 1. Aufwuchs, in % der Trockenmasse)

Düngung	NPK			PK			Null		
Jahr	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Mg	0,19	0,28	0,26	0,17	0,24	0,25	0,19	0,40	0,45
K	1,70	1,55	1,44	1,66	1,65	1,55	1,03	0,24	0,41
P	0,39	0,36	0,37	0,36	0,42	0,37	0,41	0,32	0,45
Ca	0,82	1,07	0,95	0,77	1,13	1,11	0,81	1,50	1,71
Na	0,24	0,52	0,29	0,25	0,56	0,29	0,31	0,76	0,46

Besonders hervorzuheben sind die niedrigen Selenwerte einzelner untersuchter Aufwüchse aller Düngungsstufen (0,04 – 0,07 mg/kg Trockenmasse). In keinem Fall wäre eine ausreichende Versorgung der Weidetiere sichergestellt (Anke u.a.,1994).

Unabhängig von der Düngungsstufe waren die jeweils ersten Aufwüchse praktisch nitratfrei (< 500 ppm). Nennenswerte Nitratgehalte waren erst in dem im Sommer geernteten Material festzustellen.

### 3.3. Silagequalität

Alle hergestellten Silagepartien entsprechen sensorisch sowie hinsichtlich des Gärsäuremusters der Note 1. Die sehr niedrigen Nitratgehalte des Ausgangsmaterials hatten nicht, wie in der Literatur vielfach geäußert (Kaiser u.a.,1999), zum Entstehen von Buttersäure geführt. Hinsichtlich der Verdaulichkeitsparameter sowie des Energiegehaltes waren keine gesicherten Unterschiede zwischen den beiden Düngungsvarianten festzustellen. Sämtliche Silagen sind im Resultat der

Verdauungsversuche mit Verdaulichkeiten der organischen Masse von über 80 Prozent sowie Energiegehalten zwischen 6,5 und 6,7 MJ NEL je kg Trockenmasse gut geeignet für die Rinderfütterung.

#### **4. Schlußfolgerungen**

Der starke Ertragsabfall der Nulldüngungsvariante ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf den entstandenen Kaliummangel in der Wurzelzone zurückzuführen. Dafür sprechen einerseits der niedrige Kaliumgehalt in der Trockenmasse der untersuchten Aufwüchse sowie andererseits die sehr niedrigen Kaliumwerte in der oberen durchwurzelter Bodenzone (Schuppenies, 1995). Wie in fast allen Niedermooren, können auch im Moorboden des Versuchsstandortes Nährstoffe nicht über einen längeren Zeitraum gespeichert werden. Die über die geerntete Biomasse registrierten Nährstoffentzüge sprechen ebenfalls dafür, denn es wurden außer Stickstoff etwa die Mengen entzogen, die vorher über die Düngung zugeführt worden sind.

Das Stickstoffnachlieferungsvermögen des Standortes entspricht mit 300 bis 350 kg/ha weitgehend den dazu gemachten Angaben in der Literatur.

Ob sich dieser Trend auch in den nächsten Jahren fortsetzt, muß weiter verfolgt werden. In der Praxis ist davon auszugehen, dass die Standortaushagerung um so langsamer verläuft, je größer der Anteil der Beweidung an der Grünlandnutzung ist.

Die Kennwerte der hergestellten Silagen waren in beiden geprüften Düngungsvarianten innerhalb der geforderten Normen, auch was den Einsatz in der Milchkuhfütterung anbelangt. Dies bestätigt die in der Praxis gemachten Erfahrungen, wonach auch im Rahmen des ökologischen Landbaus bei fachgerechter Grünlandnutzung auf Niedermoor und unter Beachtung der siliertechnischen Grunderfordernisse hervorragende Silagen hergestellt werden können.

Vergleicht man im Hinblick auf die Veränderungen in der Pflanzengesellschaft die in der Literatur mitgeteilten Ergebnisse anderer Versuchsansteller (Verch u.a., 1994) mit den Daten des Versuchs, so sind hier schnelle Veränderungen festzustellen.

Deutsches Weidelgras und Weißklee zeigen ihre Regenerationskraft bei ausreichender Düngung. Auf den Parzellen der PK-Variante war die größte Narbendichte festzustellen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass auch bei ökologischer Grünlandbewirtschaftung stabile Grünlandnarben zu erhalten sind.

#### **5. Literatur**

- Anke, M., Groppe, B. und M. Gleis, 1994: Der Einfluß des Nutzungszeitpunktes auf den Mengen- und Spurenelementgehalt des Grünfutters. – Das wirtschaftseigene Futter, 40, 304-319.
- Kaiser, E., Weiss, K. und A. Milimonka, 1999: Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter. – Arch. Anim. Nutr. 52, 75-93.
- Schuppenies, R., 1995: Die Bedeutung der Kaliumdüngung auf Niedermoorgrünland. – Tagungsband 39. Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, 71-76.
- Verch, G. und W. Kühbauch, 1994: Veränderung der botanischen Zusammensetzung und der Futterqualität einer Feuchtwiese unter dem Einfluß extensiver Wiesenutzung. – Das wirtschaftseigene Futter, 40, 242-251.

# Einfluss langjähriger N-Düngung auf Niedermoor

Horst Käding und Gabriele Petrich

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung, Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Gutshof 7, D-14641 Paulinenaue

## 1. Einleitung

Nachweise zum Langzeiteinfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsverfahren sind nur durch Auswertung von Dauerversuchen möglich. Ein entsprechender Grünland-dauerversuch auf Niedermoor existiert in Paulinenaue seit 1961. Er ermöglicht nunmehr die Auswertung von 40 Versuchsjahren.

Jahrzehntelange unterschiedlich hohe Stickstoffdüngung des Niedermoorstandortes lässt Auswirkungen auf Bodenentwicklungsprozesse (Moormineralisation, Moorschwund, Nährstoffstatus) über die Laufzeit des Versuches erwarten.

Umfassend kann über die Ertragshöhe, den Ertragsverlauf, die Erzeugungsleistung des Stickstoffdüngers sowie die Entwicklung der Pflanzenbestände berichtet werden. Interessant sind Trendberechnungen zum Ertrags- und Qualitätsverlauf über die Versuchsperiode bei unterschiedlichem Intensitätsniveau und auch in Beziehungen zur Witterung.

Die Langzeituntersuchung von variiertem N-Düngung bei konstanter Grunddüngung auf Niedermoor gibt Auskunft über Nährstoffgehalte bzw. Gehaltsveränderungen in Boden und Pflanze, die Nährstoffentzüge durch die Pflanzen und Stoffbilanzen.

## 2. Material und Methoden

Der 1961 begonnene Dauerversuch auf Niedermoorgrünland wurde bei gleicher Grunddüngung ( $\bar{x}$  31,8 kg P bzw. 72,9 kg  $P_2O_5$  und 139,4 kg K bzw. 167,8 kg  $K_2O$   $ha^{-1}$ ) jährlich mit N-Gaben von 0, 60, 120, 240 und 480 kg  $ha^{-1}$  versorgt. Bei durchgeführter Dreischnittnutzung erfolgte auch die jährliche N-Düngung in 3 gleichgroßen Teilgaben.

Die Versuchsfläche liegt im Havelländischen Luch nahe Paulinenaue. Sie ist als mitteltiefgründiges Moor einzustufen. Der Moorkörper wurde vorwiegend aus Schilf- und Seggentorf gebildet. Die oberste Bodenschicht ist heute vermullt mit mittlerer bis hoher Zersetzung. Zu Versuchsbeginn war sie als vererdet eingestuft worden (KREIL und KALTOFEN 1967). Die mittleren Sommergrundwasserstände schwanken zwischen 40 und 80 cm unter Flur.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Einfluss auf Bodenkennwerte

Vergleichbare jährliche Kohlenstoff- und Stickstoffuntersuchungen des Bodens liegen von 1977 bis 2000 vor (Tab. 1). Die Höhe der Stickstoffdüngung ließ in den 23 Jahren keinen gesicherten Einfluss auf den Kohlenstoffgehalt des Bodens erkennen. Der Stickstoffgehalt der 60 kg N-Variante ist signifikant höher als der der Prüfglieder ohne N, 120 kg und 480 kg  $N$   $ha^{-1}$ . Das C:N-Verhältnis schwankt in sehr engen Grenzen. Ein Hinweis auf erhöhte Mineralisation durch N-Düngung ist somit nicht erkennbar.

Tabelle 1: Bodenkennwerte bei gestaffelter N-Düngung ( $\bar{x}$  480 kg N; 1977 - 2000; 0 bis 10 cm Tiefe)

	kg N ha <sup>-1</sup>					GD $\alpha$ 5 % (Tukey)
	0	60	120	240	480	
C <sub>t</sub> (%)	28,1	30,5	28,7	29,9	28,6	2,40
N <sub>t</sub> (%)	2,26	2,52	2,21	2,43	2,33	0,18
C:N-Verhältnis	12,43	12,10	12,99	12,30	12,27	

Betrachtet man die Einzelwerte von Kohlenstoff und Stickstoff im Boden von 1977 bis 2000, so sind Schwankungen innerhalb der Versuchsjahre vorhanden. Ein über die Versuchsperiode durch Moormineralisation zu erwartender geringer Abfall der C<sub>t</sub>- und N<sub>t</sub>-Gehalte konnte durch die Trendberechnung nicht nachgewiesen werden. Zwischen den C<sub>t</sub>- und N<sub>t</sub>-Gehalten im Boden der einzelnen Versuchsjahre besteht eine positive Korrelation.

Schichtweise Bodenanalysen bis 30 cm Bodentiefe zeigen im Mittel aller fünf N-Stufen eine Verringerung der Trockenrohdichte und der Glührückstände von der obersten Bodenschicht zu den tieferen Schichten (Tab. 2). Gleichzeitig steigen die Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte mit der Entnahmetiefe an. Sinkende Trockenrohdichte und Glührückstände sowie steigende C<sub>t</sub>- und N<sub>t</sub>-Gehalte dokumentieren die zunehmende Zersetzung der Torfsubstanz im Oberboden.

Der P- und K-Gehalt ist durch Mineraldüngung in der obersten Bodenschicht am höchsten, während der Mg-Gehalt und der pH-Wert mit zunehmender Entnahmetiefe ansteigen.

Tabelle 2

Analysenergebnisse von Bodenproben verschiedener Entnahmetiefen (Volumenproben, Mittelwert, aller N-Düngungsstufen)

	Entnahmetiefe (cm)			
	5 bis 10	15 bis 20	25 bis 30	$\bar{x}$
Trockenrohdichte (g/100cm <sup>3</sup> )	42,1	39,2	26,6	36,0
Glührückstände (%)	32,2	29,3	21,3	27,6
Kohlenstoffgehalt (C <sub>t</sub> in %)	33,5	37,0	38,6	36,4
Stickstoffgehalt (N <sub>t</sub> in %)	2,79	2,91	3,03	2,91
P-Gehalt (DL in mg/100g Bd.)	12,2	6,85	6,52	8,52
K-Gehalt (DL in mg/100g Bd.)	13,7	8,29	5,86	9,28
Mg-Gehalt (CaCl <sub>2</sub> in mg/100g Bd.)	30,2	33,6	37,9	33,9
pH-Wert	6,2	6,3	6,4	6,3

### 3.2 Trockenmasserträge und Erzeugungsleistung des N-Düngers

Mit steigender N-Düngung erzielten die Varianten 0, 60, 120, 240, 480 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> durchschnittlich Erträge von 77,5; 87,8; 96,4; 105,3; 110,4 dt TM ha<sup>-1</sup>. Von 0 bis 120 kg N ha<sup>-1</sup> ist ein steiler Ertragsanstieg erkennbar, der dann mit höheren Gaben abflacht. Bei einer Grenzdifferenz (GD  $\alpha$  5%) von 10,8 sind die Differenzen der Jahreserträge zwischen Prüfgliedern mit Düngung ab 120 kgN ha<sup>-1</sup> und der ungedüngten Variante signifikant. Die TM-Erträge schwankten in den vergangenen 40 Versuchsjahren in Abhängigkeit von N-Düngung und Witterungseinflüssen erheblich. Die 120 kg N-Variante hatte die geringste Streuung bei den Jahreserträgen; bei 0 und 480 kg war sie am größten.

Eine lineare Trendanalyse der einzelnen N-Stufen ergab bei den mit Stickstoff gedüngten Prüfgliedern keinen Ertragsabfall der auf eine Standortverschlechterung und damit auf ein verringertes standörtliches Ertragspotential während der Versuchsperiode hindeutet. Bei der ungedüngten Variante ist ein geringer nicht gesicherter Ertragsrückgang zu verzeichnen. Die Erzeugungsleistung des Stickstoffdüngers als Ausdruck der Stickstoffwirkung ist unabhängig von der Aufwandmenge in der 40-jährigen Versuchszeit nicht zurückgegangen.

### 3.3 Entwicklung der Pflanzenbestände

Botanisch setzen sich die Pflanzenbestände auf dem Versuchsstandort aus den Hauptbestandbildnern Gemeine Quecke (*Agropyron repens*), Wiesenrispe (*Poa pratensis*), Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) und Kräutern zusammen. Steigende Stickstoffgaben bewirkten über die gesamte Versuchsperiode eine deutliche Erhöhung des Queckenanteils. Nachdem der Queckenanteil bis Ende der 80er Jahre insgesamt rückläufig war, ist er danach stark angestiegen. Beziehungen zwischen Queckenanteil und Ertrag, sowie zur Witterung, konnten nicht nachgewiesen werden.

Der Kräuteranteil ist in den letzten 10 Jahren angestiegen und erreichte teilweise über 25% Ertragsanteile. Im Mittel aller Versuchsjahre und N-Stufen betrug er 12%. Steigende Stickstoffdüngung verringerte den Kräuteranteil von 17% auf dem ungedüngten Prüfglied, auf 6% bei der 480 kg N-Variante.

### 3.4 Nährstoffgehalte und Nährstoffentzüge

Im Mittel aller Versuchsjahre wurden bei den N-Stufen von 0, 60, 120, 240 und 480 kg N ha<sup>-1</sup> steigende N-Gehalte in der Pflanze von 25,2; 25,7; 27,0; 31,1 und 36,3 g kg<sup>-1</sup> TS ermittelt. Das entspricht einem Rohproteingehalt von 158, 161, 169, 194 und 227 g kg<sup>-1</sup> TS. Über die gesamten Versuchsjahre ist bei den einzelnen N-Stufen im Trend keine Veränderung erkennbar.

Höhere N-Gaben verringerten, bedingt durch höhere Entzüge, die Doppellaktatgehalte an Phosphor und Kalium im Boden. Zwischen Kaliumgehalten im Boden und in der Pflanze bestehen gesicherte Beziehungen, zum Ertrag konnten keine nachgewiesen werden.

Mit steigender N-Zufuhr von 0 auf 480 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> kommt es zu einer Verdoppelung der Stickstoffentzüge (Tab. 3). Auf dem ungedüngten Niedermoorgrünland stellt die N-Mineralisation (oxydativer Torfverzehr) die wichtigste N-Inputgröße dar. Unter der Annahme, dass sich innerhalb der 40 Versuchsjahre ein Gleichgewicht zwischen N-Mineralisierung und N-Entzug durch die Pflanzen eingestellt hat, können die auf dem ungedüngten Niedermoorgrasland ermittelten Jahresentzüge von knapp 200 kg N ha<sup>-1</sup> als Netto-N-Mineralisierungsprodukt angesehen werden.

Tabelle 3 Nährstoffentzüge durch Pflanzen ( $\bar{x}$  1961 bis 2000)

	kg N ha <sup>-1</sup>					$\bar{x}$
	0	60	120	240	480	
N-Entzug (kg ha <sup>-1</sup> )	195	226	260	327	401	282
P-Entzug (kg ha <sup>-1</sup> )	28,2	30,4	32,5	35,1	39,7	33,2
K-Entzug (kg ha <sup>-1</sup> )	190	202	208	211	220	206

Die P-Entzüge der einzelnen N-Varianten sind im Trend über den Versuchszeitraum nahezu konstant geblieben, weil fallende Erträge mit höheren Gehalten kompensiert wurden. Dagegen reduzierten sich Mitte der 80er Jahre die K-Entzüge aller Varianten, was auf fallende Erträge bei gleichzeitig verringerten K-Gehalten in der Erntesubstanz zurückzuführen ist.

#### 4. Zusammenfassung

Ein 40-jähriger Grünlanddauerversuch auf einem mitteltiefgründigen Niedermoorstandort wurde mit gestaffelter N-Düngung und konstanter PK-Düngung durchgeführt. Der Beitrag dient zur Ermittlung von Langzeitwirkungen unter dem Aspekt einer nachhaltigen Landnutzung.

Gestaffelte Stickstoffdüngung von 0 bis 480 kg N ha<sup>-1</sup> hatte keinen gesicherten Einfluss auf einzelne Bodenkennwerte. Hinweise auf eine beschleunigte Moormineralisierung, bedingt durch steigende N-Düngung, fanden sich nicht.

Erträge und Stickstoffwirkung blieben trotz Jahresschwankungen im Trend über die Versuchsperiode nahezu gleich. Langjährige N-Düngung führte im Untersuchungszeitraum zu keiner Verschlechterung der Ertragsfähigkeit des Niedermoorstandortes.

Steigende Stickstoffgaben bewirkten eine Erhöhung des Queckenanteils, gleichzeitig verringerte sich der Kräuteranteil.

Unterschiedlich hohe Stickstoffdüngung bei gleicher Grunddüngung hatte unterschiedliche PK-Gehalte in Boden und Pflanze zur Folge. Zwischen Kaliumgehalten im Boden und in der Pflanze bestehen gesicherte Beziehungen, zum Ertrag konnten keine nachgewiesen werden. Zur Vermeidung von Über- bzw. Unterversorgung mit Hauptnährstoffen ist die PK-Grunddüngung der Stickstoffdüngung und dem daraus resultierenden Entzug anzupassen.

#### Literatur

- Blankenburg, J. (1995) Moorbodenentwicklung und Wasserspeicherung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung **36** (3), 138 - 140
- Käding, H. und Werner, A. (1997) Ergebnisse eines 35jährigen N-Düngungsversuches auf Niedermoor in Paulinenaue. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, **42**, 137 - 147
- Käding, H., Augustin, J., Münchmeyer, U. und Leipnitz, W. (2000) Stickstoffentzug durch Pflanzen als Bewertungskriterium für den Grad der Torfmineralisation. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, **45**, 557 - 572
- Kreil, W. und Kaltofen, H. (1967) Versuchsergebnisse zur Stickstoffdüngung von Dauerweiden auf Niedermoor. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Sitzungsberichte Bd. XVI, H. 4, 5 - 32

# **Mahd, Mulchen, ungestörte Sukzession – langfristige grünlandökologische Konsequenzen am Beispiel eines wechselfeuchten *Arrhenatherion elatioris***

VON

Harald Laser

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

## **1. Problemstellung**

Wiesen auf zeitweise vernässten, sommertrockenen Böden, welche sowohl an Moorstandorten als auch bei mineralischen Böden zu finden sind, sind meist ein Produkt jahrzehntelanger landwirtschaftlicher Nutzung. Nur selten handelt es sich bei solchen Flächen um oligotrophe Biotope, die zu den am schützenswertesten mitteleuropäischen Landschaften gehören. Dennoch können solche Wiesen auch bei mittlerem und höherem Nährstoffstatus recht artenreich sein. Ziel dieses Beitrages ist es, die mittel- und langfristigen Folgen der Nutzungsaufgabe auf solchen Grünlandstandorten aufzuzeigen. In welchen Zeiträumen ist mit einschneidenden Veränderungen der botanischen Zusammensetzung zu rechnen und welche Unterschiede bestehen zwischen der ungestörten Sukzession und einmaligem Mulchen pro Jahr?

## **2. Material und Methoden**

Der Freilandversuch wurde im Jahr 1979 in langjährig bewirtschaftetem Grünland etabliert, das pflanzensoziologisch als *Arrhenatherion elatioris* feuchter Ausprägung einzuordnen ist. Der Ausgangsbestand war dominiert von Leguminosen und anderen Kräutern (vgl. Tab.). Unmittelbar angrenzend an einen Bachlauf ist der Boden des Versuchsstandortes (= Pseudogley aus periglazialen Fließerden über reliktschem Rotlehm, 1979: 13,2 mg K<sub>2</sub>O 100 g<sup>-1</sup> Boden, 17,7 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 g<sup>-1</sup> Boden, pH 6,5 ) über weite Teile des Herbstes, Winters und Frühjahres vernässt und trocknet im Sommer in einigen Jahren stark aus (Jahresniederschläge im langjährigen Mittel 609 mm). Der Versuch mit vier Wiederholungen beinhaltet drei Behandlungen, die über 23 Jahre unverändert geblieben sind: ungestörte Sukzession, einmaliges Mulchen pro Jahr im Juli und extensive Wiesennutzung (= moderate mineralische Düngung, ein bis zwei Schnitte pro Jahr, Erstnutzung in der Regel in der ersten Juni-Hälfte). Die Parzellengröße beträgt 6 x 14m.

In den Jahren 1979 bis 1982 wurden im Rahmen einer Dissertation (IFFERT 1983) die kurzfristigen Effekte auf bodenchemische Kennwerte und die botanische Zusammensetzung (= Ertragsanteile nach KLAPP & STÄHLIN) untersucht, in den Jahren 2001 und 2002 wurden die Vegetationsdaten erneut wie zuvor Ende Juni erhoben. Um Randeffekte zu minimieren, wurden die Vegetationsaufnahmen auf der 25 m<sup>2</sup> großen Kernparzelle durchgeführt. Seit Mai 2002 werden Mikroklimamessungen im Bestand in unmittelbarer Bodennähe durchgeführt. Die Messung der photosynthetischen Photonenflussdichte im Spektralbereich 400 bis 700 nm erfolgte mit photometrischen Sensoren (Fa. LI-COR). Die Daten wurden mittels Datalogger in 15minütigem Abstand aufgezeichnet.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Abb. 1 zeigt die Artenzahlen in der Summe aller vier Wiederholungen im Ausgangsbestand, nach zwei bzw. 22 Jahren Mulchen und ungestörter Sukzession sowie nach 22 Jahren Wiesennutzung. In der kurzfristigen Betrachtung (= drei Jahre) gehen die Artenzahlen bei Mulchen und Sukzession nur geringfügig zurück, zwischen den beiden Varianten besteht kein Unterschied.

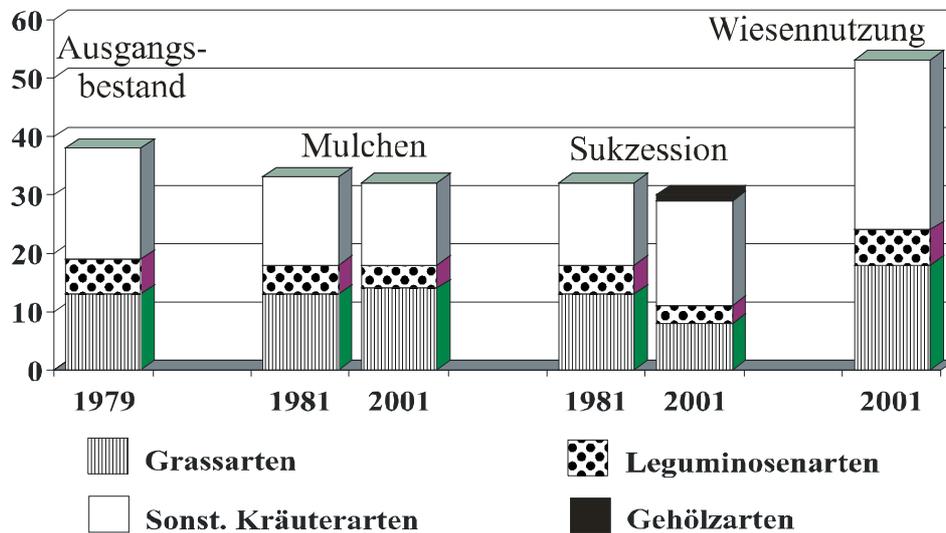


Abb. 1: Artenzahlen im Ausgangsbestand, nach drei bzw. 22 Jahren einmaligem Mulchen pro Jahr und ungestörter Sukzession und nach 22 Jahren extensiver Wiesennutzung.

In der langfristigen Betrachtung (= 22 Jahre) nimmt im Vergleich zum Ausgangsbestand nur die Artenzahl bei Sukzession wesentlich ab. Beide Varianten zeigen aber deutlich niedrigere Artenzahlen als nach 22 Jahren extensiver Wiesennutzung. Im Jahr 2001 finden sich auf der Wiese doppelt so viele Arten wie auf der Brache, wobei die Artenzahl nach 22jähriger Sukzession mit 26 noch überraschend hoch ist. Die Artenzahlen spiegeln aber nur im begrenzten Umfang die Textur der Bestände wider. Tatsächlich sind die Aspekte der ungenutzten Bestände als monoton und obergrasdominiert zu charakterisieren. Wie in der Tab. ersichtlich, werden in der Variante Sukzession allein durch *Arrhenatherum elatius* und *Alopecurus pratensis* 95% der oberirdischen Phytomasse gebildet. Außer *Elymus repens* und *Urtica dioica* handelt es sich bei den übrigen Arten um Einzelindividuen oder zierliche Nischenfüller. Bei einmaligem Mulchen pro Jahr im Juli spielt zum jetzigen Zeitpunkt außerdem *Holcus lanatus* eine wichtige Rolle, der Sommeraspekt unterscheidet sich jedoch nur unwesentlich von der Brachevariante. *Arrhenatherum elatius* hat sich am Versuchsstandort sowohl bei Mulchen als auch bei Sukzession als ausgesprochen kampfstärke Art erwiesen, was sich in den ersten drei Versuchsjahren bereits leicht andeutet.

Tab. 1: Kurz- und langfristige Veränderungen der Ertragsanteile der wichtigsten Arten

	Start	2 Jahre	22 Jahre	Start	2 Jahre	22 Jahre	22 Jahre
		Mulchen	Mulchen		Sukzession	Sukzession	Wiesennutzung
Untersuchungsjahr	1979	1981	2001	1979	1981	2001	2001
Arten > 1%	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
<i>Agrostis capillaris</i>							2
<i>Agrostis stolonifera</i>							2
<i>Alopecurus pratensis</i>	3	9	15	2	20	9	7
<i>Anthoxantum odoratum</i>			3				6
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	9	53	2	15	87	15
<i>Dactylis glomerata</i>	2				4		
<i>Elymus repens</i>			2			2	4
<i>Festuca arundinacea</i>		2			4		
<i>Festuca pratensis</i>	2	7		2	4		
<i>Festuca rubra</i>	2	3		2	2		
<i>Holcus lanatus</i>		2	22				30
<i>Lolium perenne</i>	4			2			7
<i>Phleum pratense</i>	3						2
<i>Poa pratensis</i>	3	15		2	15		
<i>Poa trivialis</i>							3
<i>Trisetum flavescens</i>	4	7		4	5		13
<b>Grasarten gesamt</b>	<b>28</b>	<b>57</b>	<b>98</b>	<b>22</b>	<b>72</b>	<b>98</b>	<b>92</b>
<i>Lathyrus pratensis</i>		2					
<i>Lotus corniculatus</i>				3			
<i>Trifolium dubium</i>	5			6			
<i>Trifolium pratense</i>	19	5		17			
<i>Trifolium repens</i>	15	3		19			
<i>Vicia cracca</i>	3	3					
<b>Leguminosen ges.</b>	<b>43</b>	<b>13</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>47</b>	<b>2</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>
<i>Achillea millefolium</i>	11	10		15	11		
<i>Centaurea jacea</i>	10	9		10	4		4
<i>Galium mollugo</i>		3			8		
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	3						
<i>Taraxacum officinale</i>	2	5		2			
<i>Urtica dioica</i>						2	
<b>Sonst. Kräuter ges.</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

Auch die enormen Abnahmen der Leguminosenanteile sind insbesondere in Sukzession schon nach kurzer Versuchsdauer evident. Ansonsten lassen sich Effekte der Nutzungsaufgabe bei kurzfristiger Betrachtung nicht zuverlässig voraussagen. Die botanische Zusammensetzung der oberirdischen Phytomasse ist nach zwei Jahren noch wesentlich heterogener. Aufgrund des relativ hohen Nährstoffstatus in der Initialphase und den fehlenden Entzügen in den Folgejahren kann *Arrhenatherum elatius* bei Wegfall der Nutzung selbst das Auftreten von Gehölzen nachhaltig verhindern. Nach

WILMANN (1993) ist für die Etablierung von Pioniergehölzen das Vorhandensein von Vegetationslücken Voraussetzung. Massenhaftes Auftreten von Hochstauden, wie es nach Brachfallen von Wirtschaftsgrünland häufig zu beobachten ist, kann am Versuchsstandort ebenso wenig festgestellt werden. Entsprechende Arten waren zwar im Ausgangsbestand kaum vertreten, und ein direkter Kontakt zum am Bach grenzenden Randstreifen, nach WILMANN (1993) ein häufiger Ausgangspunkt für die Zurückdrängung von reinen Wiesenarten in Grünlandbrachen, war ebenfalls aus versuchstechnischen Gründen nicht gegeben, als Erklärung für die Dominanz der Obergräser reicht dies jedoch nicht aus, denn auch die lange im Bestand vorhandene typische Saumpflanze *Urtica dioica* weist einen Ertragsanteil auf konstant niedrigem Niveau auf.

Offenbar wird generell die Keimung bzw. das Überleben von Keimlingen und zweikeimblättrigen Jungpflanzen durch die extreme Schattwirkung der Obergräser in Bodennähe verhindert. Abb. 2 zeigt die Photonenflussdichte eines Sonnentages Ende Juni 2002 drei Wochen vor dem Mulchtermin. Weniger als 0,1 % des Sonnenlichtes am Boden des im Juni gemähten Bestandes erreichen die Bodenoberfläche der Brache, nur wenig mehr in dem im Jahr zuvor gemulchten Bestand. Die Obergräser bilden zu diesem Zeitpunkt einen dichten Bestand. Besonders auf den Sukzessionsparzellen ist die Lagerneigung bei durchschnittlichen Halmlängen von über 120 cm hoch. Auch nach 23 Jahren ohne Düngung ist die Phytomasseproduktion beträchtlich. Nach dem Mulchtermin Mitte Juli bleibt besonders in trockenen Sommern die Mulchschicht noch lange erhalten und erschwert auch hier das Überleben von Keimlingen.

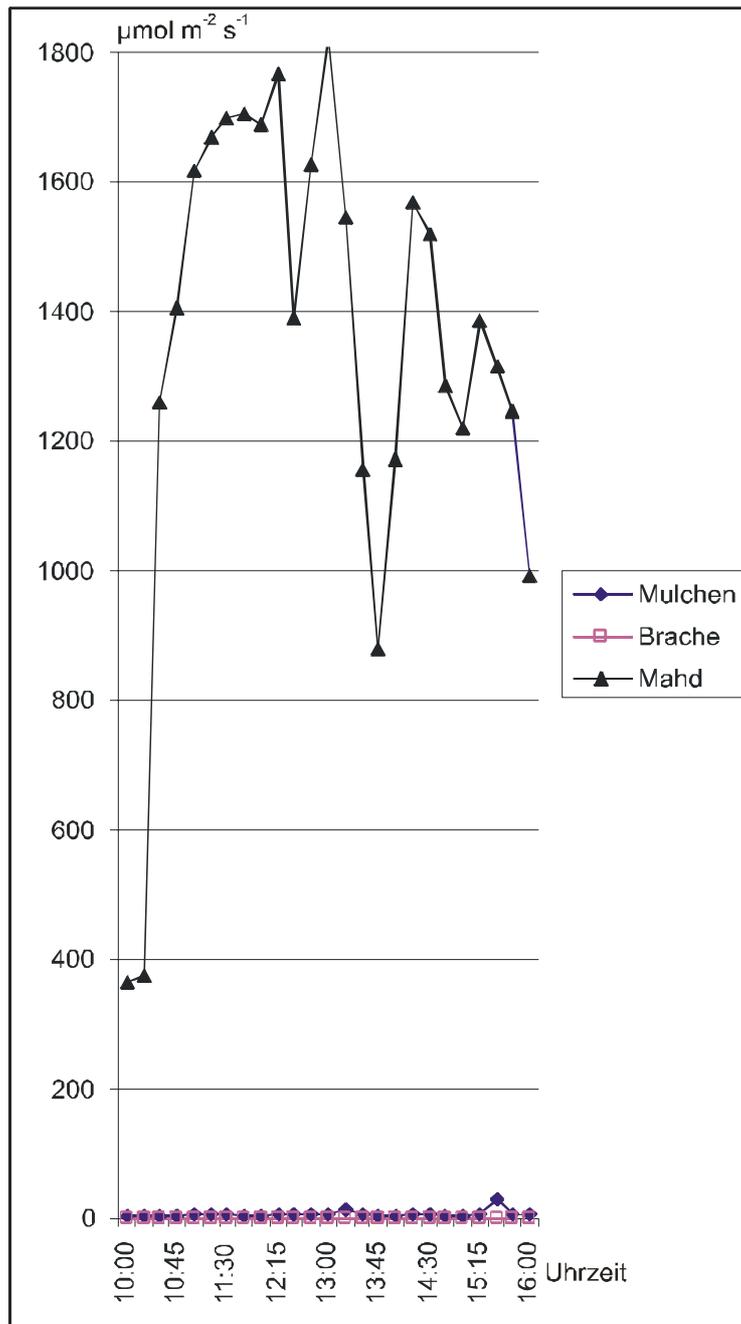


Abb. 2: Photonenflussdichte in Bodennähe im gemähten Bestand, bei langjähriger Sukzession und jährlich gemulchten Parzellen (Ausschnitt aus einem Sonntag Ende Juni 2002, drei Wochen vor dem Mulchtermin)

#### 4. Schlussfolgerungen

- Bei Wegfall der Nutzung ist auch auf zeitweise vernässten, sommertrockenen Standorten mit einem Rückgang der Biodiversität zu rechnen, wobei die Unterschiede zwischen ungestörter Sukzession und einmaligem Mulchen pro Jahr vergleichsweise gering sind.
- Erste Effekte von Sukzession und Mulchen auf die Bestandszusammensetzung lassen sich schon nach drei Jahren feststellen; das Ausmaß der Veränderungen wird aber erst langfristig deutlich.

- Die Artenzahl allein ist keine geeignete Kenngröße zur Beschreibung der kurz- und längerfristigen Bestandsentwicklung.
- Außer den zwei, bzw. drei dominierenden Arten sind andere Arten meist nur durch einzelne Individuen vertreten.
- Die Lichtverhältnisse in Bodennähe sind für das Überleben von Keimlingen, die nicht zu den dominierenden Obergrasarten gehören, offenbar über weite Teile der Vegetationsperiode ungünstig. Das Einwandern von Arten und der Aufgang von Samen der Arten aus der Diasporenbank ist damit stark limitiert. Eine schleichende Abnahme von Arten, die jetzt noch in geringer Individuenzahl vorhanden sind, ist somit auch über den 23jährigen Untersuchungszeitraum hinaus noch möglich.
- Ein früherer Mulchtermin und eine höhere Mulchfrequenz könnten die Situation entschärfen. Diese Maßnahmen sind aber aus Kostengründen problematisch und widersprechen häufig Naturschutzauflagen und sind daher keine echte Alternative zur Verwertung der Aufwüchse zu Futterzwecken.
- Auf Moorstandorten ist das Arteninventar abweichend vom hier beschriebenen. Grundsätzlich ist die Problematik bei spätem Mulchtermin oder Brache besonders auf Standorten mit hoher Produktion oberirdischer Phytomasse auch hier gegeben.

## **5. Literatur**

- IFFERT, B., 1983: Nettoprimärproduktion und Umsatz der oberirdischen Pflanzenmasse einer nicht mehr genutzten Glatthaferwiese unter dem Einfluß der ungestörten Sukzession und des Mulchens. Diss. Gießen.
- WILMANN, O., 1993: Ökologische Pflanzensoziologie. 5. Aufl., Verl. Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.

# **Veränderungen in Ertrag und Grünlandnarbe bei Kalium-Aushagerung und Wiederaufnahme der K-Düngung auf einem sandunterlagerten Niedermoor in Nordostdeutschland**

von

Jürgen Pickert<sup>1</sup> und Rudolf Schuppenies<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg  
Referat Grünland- und Futterwirtschaft, D-14641 Paulinenaue

<sup>2</sup> Paulinenaauer Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft e.V., 14641 Paulinenaue

## **1. Zielstellung**

Um Kosten zu sparen oder Fördermittel über die Erfüllung von Richtlinien im Rahmen von Agrarumweltprogrammen einzuwerben, werden Düngungsmaßnahmen auf dem Grünland vielerorts über einen bestimmten Zeitraum unterlassen. Betroffen sind davon auch die Grundnährstoffe. Auf sandunterlagertem Niedermoor wirkte sich die Unterlassung der Kaliumdüngung besonders negativ auf den Grünlandertrag und die Ertragsanteile wertvoller Futtergräser, z. B. Wiesenlieschgras, aus (SCHUPPENIES 1995).

Die nachfolgend mitgeteilten Versuchsergebnisse stellen den Ertragsverlauf und die Entwicklung der Ertragsanteile wichtiger Futtergräser über einen Zeitraum von zehn Jahren auf drei N-Düngungsniveaus dar: Ohne N, 80 sowie 160 bzw. 150 kg N je Hektar und Jahr dar. Während der ersten fünf Jahre wurde die K-Düngung unterlassen und anschließend wieder aufgenommen.

## **2. Material und Methoden**

Der Versuch wird seit 1992 durchgeführt. Der Versuchsstandort befindet sich auf einer Niedermoorfläche in Paulinenaue, etwa 50 km nordwestlich Potsdams. Der Witterungsverlauf am Standort weist mit 513 mm jährlichen Niederschlags und 9,0 °C Jahresmitteltemperatur einen kontinentalen Charakter auf. Der Boden ist ein mitteltiefgründiges, sandunterlagertes Niedermoor. Der pH-Wert liegt bei 6,4. Die Grünlandfläche ist 1989 angesät und bis zum Versuchsbeginn als Wiese genutzt und mit N, P und K gedüngt worden. Hauptbestandsbildner zu Beginn des Versuches waren Wiesenschwingel, Quecke und Wiesenrispe; Wiesenlieschgras nahm nur sehr geringe Ertragsanteile ein.

Der Versuch wurde als Blockanlage in vierfacher Wiederholung angelegt. Geerntet wurden 3 Aufwüchse jährlich. Die Entwicklung der Hauptbestandsbildner in der Grünlandnarbe wurde zu allen Aufwüchsen mit der Ertragsanteilschätzung nach KLAPP/STÄHLIN beschrieben. Die auf drei N-Niveaus ermittelten Ergebnisse beinhalten nach Wiederaufnahme der K-Düngung jeweils die Mittel von drei K-Düngungsstufen (Entzug, 0,7-facher Entzug und 1,3-facher Entzug). Die P-Düngung in Höhe von 52 kg P/ha führte während der K-Aushagerungsphase zu hohen Boden-P-Gehalten. In der zweiten Versuchsphase wurde kein P verabreicht, wobei die P-Gehalte in den Aufwüchsen stets im Rahmen der Richtwerte lagen.

### 3. Ergebnisse

Ohne K-Düngung verringerte sich der TS-Ertrag kontinuierlich von 70 bis 100 dt/ha im ersten auf 30 bis 35 dt/ha im fünften Versuchsjahr. Bereits nach dem ersten Versuchsjahr war kein Einfluss der N-Düngung auf den Ertragsverlauf erkennbar (Abb. 1).

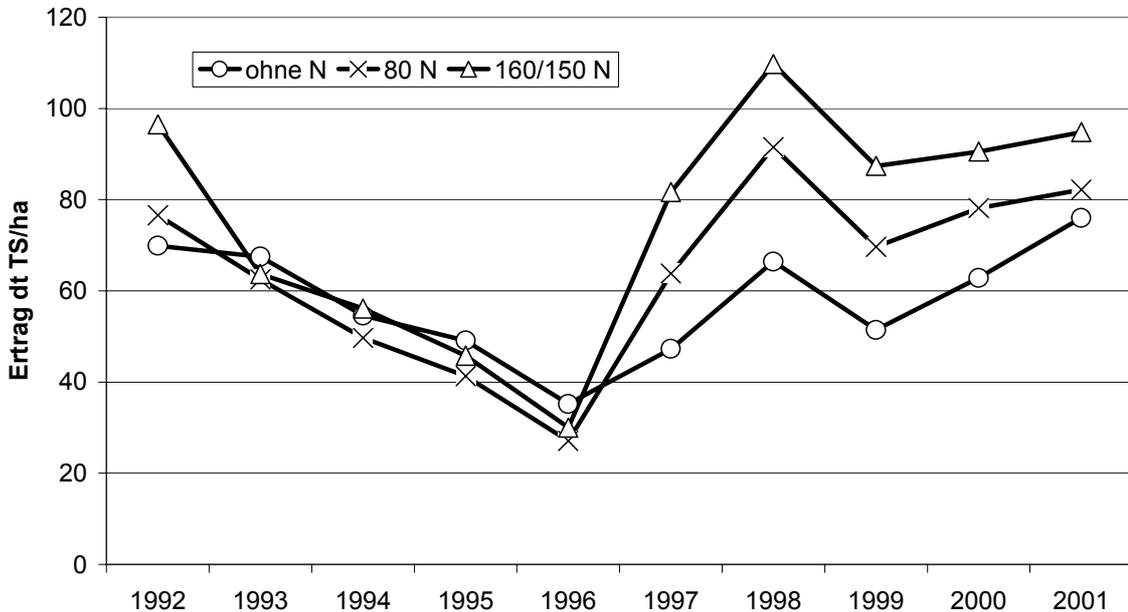


Abb.: 1 Ertragsverlauf von Niedermoorgrünland bei unterschiedlicher N- und K-Düngung (Paulinenaue), 1992-1996 ohne, 1997-2001 mit K-Düngung

Der Ertragsrückgang auf 31 % des Ausgangsertrages fiel bei der hohen N-Gabe am stärksten und ohne N-Düngung mit einem Rückgang auf 50 % am geringsten aus.

Nach Wiederaufnahme der K-Düngung im sechsten Versuchsjahr stieg der TS-Ertrag sofort wieder an und erreichte zwei Jahre nach Wiederaufnahme der K-Düngung wieder das Ausgangsniveau. Dabei führte die gleichzeitige N-Düngung zu einem schnelleren Ertragsausgleich. Zwischen den N-Stufen stellten sich die für den Standort typischen Ertragsunterschiede ein.

Die Entwicklung der Ertragsanteile ohne K-Düngung dargestellt als Mittel der Aufwüchse verlief auf den drei N-Stufen bis zum Ende der Aushagerungsphase 1996 sehr ähnlich (Abb. 2). Der Ertragsanteil des anfangs dominierenden Wiesenschwingsels verringerte sich auf etwa 10 %, Wiesenlieschgras verharrte auf dem niedrigen Ertragsanteil, Wiesenrispe und Quecke erreichten große Ertragsanteile von etwa 30 bis 35 bzw. 45 bis 60 % und dominierten zunehmend die Grünlandnarbe. Allerdings trug auch der extrem kalte Winter 1995/96 zu dieser Entwicklung bei, denn vor allem Wiesenschwingel wurde geschädigt, während Rispe und Quecke von diesen Auswinterungsschäden profitierten.

Die Entwicklung der Ertragsanteile mit Wiederaufnahme der K-Düngung wurde von der Höhe der N-Düngung beeinflusst.

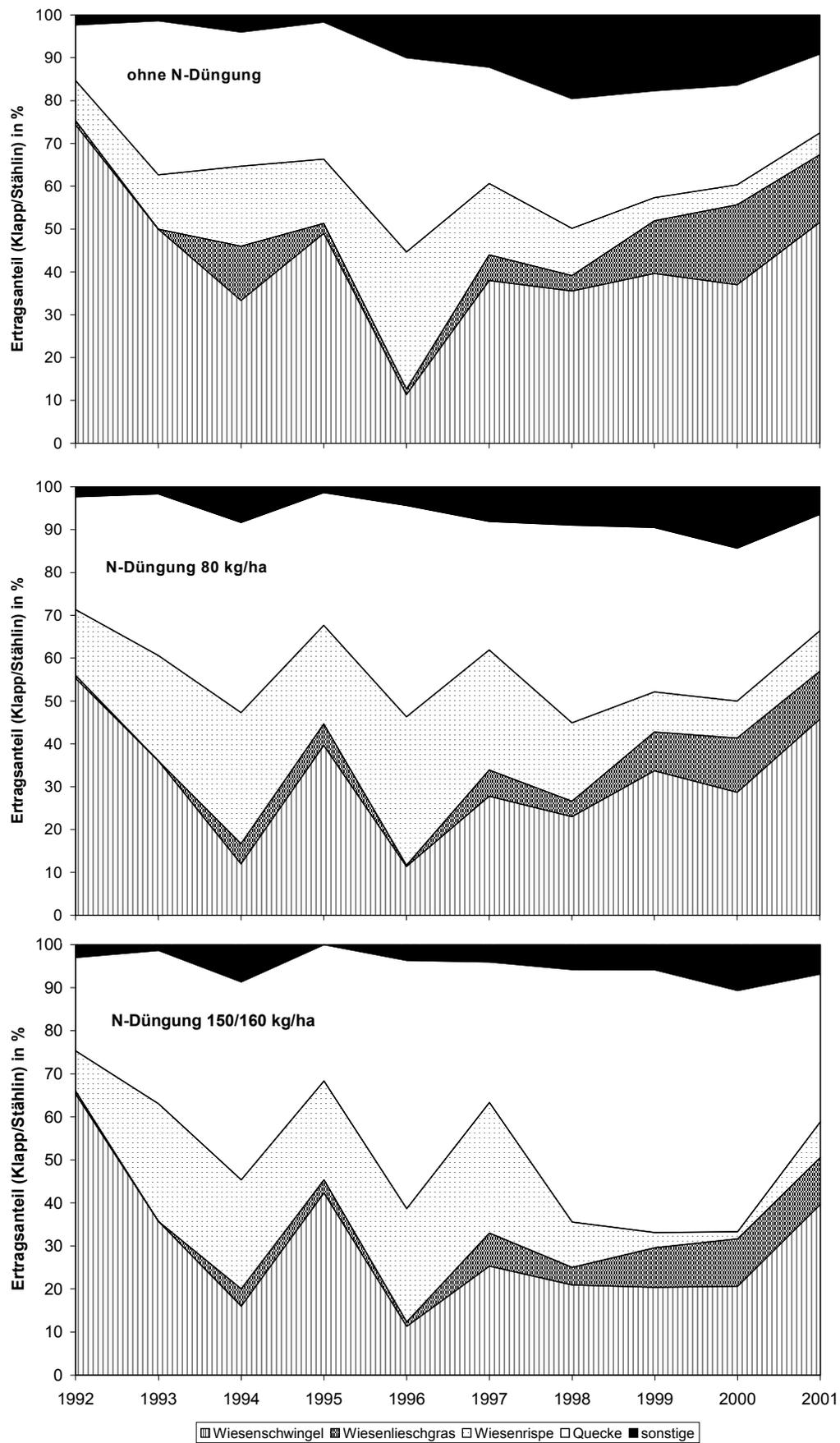


Abb. 2: Ertragsanteile von Niedermoorgrünland, ohne N-Düngung, bei einer N-Düngung von 80 und 150/160 kg/ha (1992-1996 ohne, 1997-2001 mit K-Düngung)

Unabhängig vom Jahreseinfluss waren die Anteile von Wiesenschwingel und Wiesenlieschgras stets höher, wenn kein Stickstoff gedüngt wurde. Wiesenschwingel erreichte wieder das Ausgangsniveau, Wiesenlieschgras überschritt es deutlich. Nach Wiederaufnahme der K-Düngung trugen die hohen Anteile an Wiesenrispe wesentlich zur Ertragsstabilisierung im 6. Versuchsjahr bei. Ihr Anteil ging dann aber unabhängig von der N-Düngung auf unter 10 % zurück.

Bedeutend langsamer vollzog sich bei hoher N-Düngung (150 kg/ha) die Regenerierung von Wiesenlieschgras und Wiesenschwingel, dessen Ertragsanteil deutlich hinter denen der anderen N-Düngungsvarianten zurückblieb. Die Wiesenrispe ging auf unbedeutende Ertragsanteile zurück. Die Quecke war über die Jahre mit Anteilen von 33 bis 61 % die dominierende Grasart.

#### **4. Schlussfolgerungen**

Ohne K-Düngung ging der Grünlandertrag kontinuierlich zurück. Dieser Rückgang wurde durch eine N-Düngung verstärkt. Dabei nahmen die Wiesenrispe und die Quecke rasch hohe Ertragsanteile ein, wogegen wertvolle Futtergräser, z. B. Wiesenschwingel, zurückgingen. Wiesenlieschgras verharrte auf einem sehr geringen Ertragsanteil.

Bei der Regenerierung einer degradierten Grünlandnarbe sind Fortschritte schneller zu erreichen, wenn eine entzugsorientierte Kalium-Düngung sichergestellt wird. Auf den **Ertragsanteil** einzelner Arten hat die N-Düngung einen wesentlichen Einfluss.

Der Ertrag und Anteil von Wiesenlieschgras und Wiesenschwingel in den Grünlandnarben erhöhten sich nach einer fünfjährigen K-Aushagerungsphase schnell, nachdem die K-Düngung wieder aufgenommen worden war. Beide Arten haben sich besonders gut entwickelt, wenn die N-Düngung niedrig bemessen oder gar ausgesetzt wurde.

Die Quecke toleriert Kalimangel und behauptet dabei unabhängig von der N-Düngung hohe Ertragsanteile. Wird die K-Düngung wieder aufgenommen, ist der Queckenanteil bei N-Düngung stets höher als ohne N-Düngung.

Die K-Düngung erwies sich auf dem Niedermoorstandort als unverzichtbare Bedingung für einen stabilen Grünlandertrag und für den Erhalt der Grünlandnarbe. Nach einer Aushagerung ist K-Düngung die Voraussetzung für eine schnelle Regenerierung degradierter Grünlandnarben.

#### **5. Literatur**

SCHUPPENIES, R., 1995: Die Bedeutung der Kaliumdüngung auf Niedermoorgrünland. Referate und Poster der 39. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau. Weihenstephan, TU München-Weihenstephan, S. 71 – 76.

# **Futterqualität und Siliereigenschaften von *Lolium multiflorum* im Vergleich zu drei bodenständigen Grasarten eines Niedermoores (*Phalaris arundinacea*, *Elytrigia repens* und *Holcus lanatus*)**

von

Clemens Grund und Renate Bockholt

**Institut für umweltgerechten Pflanzenbau - Fachgebiet Grünland und Futterbau -  
Universität Rostock**

## **1. Einleitung und Zielstellung**

In Mecklenburg-Vorpommern befinden sich ca. 85% des landwirtschaftlich genutzten Grünlandes auf Niedermoor. Verzicht auf Entwässerung und Umbruch mit Neuansaat führten seit 1990 zum Rückgang der Saatgräser und zur Verbreitung autochthoner Pflanzenarten. Die Folge sind sinkende Erträge und eine Abnahme der Futterqualität. Gleichzeitig erhöhten sich die Anforderungen an die Futterqualität durch steigende Leistungen in der Milchproduktion.

Aus der Sicht des Umweltschutzes wirkt eine Schnittnutzung der Moordegradierung und der Auswaschung von Stickstoff entgegen.

Ziel war die Überprüfung des Einsatzes von *L. multiflorum* auf Niedermoorgrünland für eine umbruchlose Verbesserung des Pflanzenbestandes. *L. multiflorum* wies unter den speziellen Versuchsbedingungen eine längere Nutzungsdauer als *Lolium perenne* und *Lolium hybridum* auf.

## **2. Versuchsbedingungen und Lösungsweg**

Das im Versuch genutzte Verlandungsmoor mit bis 5 m mächtigem Seggen-, Schilf- und Bruchwaldtorf über Kalkmudde ist bis zur Stufe Erdfen (teilweise Mulmfen) degradiert. Der Grundwasserstand bewegte sich in den Sommermonaten zwischen 60 und 80 cm unter Flur. Das entspricht der Wasserstufe 2+/-.

Im Frühjahr 1998 wurde *L. multiflorum* (Sorte *Lipo*) mit der Scheibendrilla-Maschine „Väderstad“ in die geschlitzte Grasnarbe gesät.

Das Probenmaterial wurde in den Jahren 2000/01 während des 1. und 2. Futteraufwuchses wöchentlich entnommen.

Zur Beurteilung von Futterqualität und Siliereigenschaften wurden Rohaschegehalt (RA), Verdaulichkeit der organischen Masse (VOM), Rohproteingehalt (RP), Energiedichte Netto-Energie-Laktation (NEL), Zuckergehalt (Z), Pufferkapazität (PK) und Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient (ZPQ) bestimmt. Die VOM wurde mit der Cellulase-Methode (CM) nach FRIEDEL (1990) ermittelt. Auf dieser Grundlage erfolgte die Berechnung der MJ NEL. Der Zuckergehalt wurde mit der NIRS-Methode festgestellt. Die Untersuchung der PK erfolgte durch dosierte Zugabe von Milchsäure (MS) und pH-Wert-Kontrolle.

Im Rahmen eines Methodenvergleiches wurde im Jahr 2001 für eine Auswahl der Proben die Energiedichte zusätzlich mit dem Hohenheimer Futterwerttest (HF) bestimmt und mit einer schnittspezifischen Rohnährstoffformel (sRF) der VDLUFA berechnet.

## **3. Ergebnisse**

Im Jahr 2001 trat *L. multiflorum* im 4. Jahr nach der Einsaat als **Hauptbestandsbildner** auf. Die autochthonen Gräser *E. repens* und *H. lanatus* wurden vollständig verdrängt (ehemals ca. 35 % Flächenanteil). Es bildete sich eine Grasnarbe mit 50 % *L. multi-*

*florum*, 15 % *L. perenne* und 10 % *Poa trivialis*. Durch die Einsaat stieg die Vielfalt der Kräuter von 6 auf 10 Arten an, bei gleichzeitigem Rückgang des Flächenanteils von 20 auf 15 %. Der Anteil der Lücken stieg von 0 auf 10 %.

Tabelle 1: Wuchshöhe von *L. multiflorum* und autochthonen Gräsern des Niedermoorgrünlandes in den Jahren 2000/01

Datum	08. Mai 00	15. Mai 00	22. Mai 00	29. Mai 00	26. Juni 00	03. Juli 00	10. Juli 00	17. Juli 00	17. Mai 01	28. Mai 01	04. Juni 01	11. Juni 01	09. Juli 01	16. Juli 01	23. Juli 01
Wo. ab 1. Mai	2	3	4	5	8	9	10	11	3	5	6	7	11	12	13
	1. Aufwuchs				2. Aufwuchs				1. Aufwuchs				2. Aufwuchs		
<i>L. multiflorum</i>	45	45	55	65	45	55	70	85	34	<b>60</b>	60	110	80	85	90
<i>L. perenne</i>	30	35	43	55	25	28	45	55	20	25	50	70	k.A.	k.A.	k.A.
<i>L. hybridum</i>	40	40	57	60	30	40	60	80	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
<i>Ph. arundinacea</i>	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	40	80	130	60	60	60
<i>E. repens</i>	30	37	50	50	20	30	40	40	30	30	50	80	40	45	50
<i>H. lanatus</i>	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	20	35	55	60	50	30	60

Durch die Einsaat von *L. multiflorum* wurden **Wuchshöhe** und Schnittfähigkeit des Bestandes deutlich verbessert. Am 28. Mai 2001 erreichte *L. multiflorum* einen Aufwuchs von 60 cm im Stadium „Beginn des Blütenstandsschieben“ (Tab.: 1). Der Aufwuchs der 4 anderen Gräser war zu diesem Zeitpunkt  $\leq 40$  cm. Mit Ausnahme von *H. lanatus* befanden sie sich in einem früheren Entwicklungsstadium (Tab.: 2).

Während der **Rohaschegehalt** der Trockenmasse (TM) der autochthonen Gräser im 1. Aufwuchs 2001 relativ konstant um 6,1 % lag, sank die RA in der TM von *L. multiflorum* von 10,4 % am 17. Mai 2001 auf 4,5 % am 11. Juni 2001 (Tab.: 3).

Tabelle 2: Entwicklungsstadien von *L. multiflorum* und autochthonen Gräsern des Niedermoorgrünlandes im Jahr 2001

Datum	17. Mai 01	28. Mai 01	04. Juni 01	11. Juni 01	09. Juli 01	16. Juli 01	23. Juli 01	
Wo. ab 1. Mai	3	5	6	7	11	12	13	
	1. Aufwuchs				2. Aufwuchs			
<i>L. multiflorum</i>	3	<b>5</b>	6	>6	<b>5</b>	6	>6	Stadium 2 = Beginn des Schossens und der Halmbildung
<i>L. perenne</i>	2	3	5	6	k.A.	k.A.	k.A.	Stadium 3 = Blütenstände im Trieb 10 cm hoch
<i>Ph. arundinacea</i>	k.A.	3	4	5	vegetativ			Stadium 4 = Blütenstände in Höhe des obersten Öhrchens
<i>E. repens</i>	2	3	3	4	vegetativ			Stadium 5 = Beginn des Blütenstandsschiebens
<i>H. lanatus</i>	2	5	6	>6	heterogen			Stadium 6 = Blütenstände voll sichtbar

Die **Verdaulichkeit der organischen Masse** betrug für *L. multiflorum* in beiden Jahren bis zum Beginn des Blütenstandsschiebens 85%. Bei frühem Schnitt (8. Mai 2001) unterschied sich *L. multiflorum* in der VOM kaum von den autochthonen Gräsern. In der weiteren Entwicklung sank die VOM bei *L. multiflorum* langsamer als bei den bodenständigen Arten. Im 2. Aufwuchs erreichte *L. multiflorum* nur bei frühem Schnitt eine leicht erhöhte VOM gegenüber den autochthonen Arten. Bedingt durch die wiederholte Blüte sank die VOM von *L. multiflorum* in den 6. Woche nach 1. Schnitt in beiden Jahren auf 5,0 MJ NEL/kg TM und unter das Niveau der bodenständigen Arten.

Im Bezug auf den **Rohproteingehalt** war *L. multiflorum* den standorttypischen Gräsern nicht überlegen. Die Anforderungen an Grobfuttermittel für laktierende Milchkühe in Höhe von 15 % RP in der TM wurden bis zum Beginn des Blütenstandsschiebens und bei frühem 2. Schnitt erfüllt.

Tabelle 3: Mittel der untersuchten Parameter von *L. multiflorum* in den Jahren 2000/01

Datum	08. Mai 00	15. Mai 00	22. Mai 00	29. Mai 00	26. Juni 00	03. Juli 00	10. Juli 00	17. Juli 00	17. Mai 01	28. Mai 01	04. Juni 01	11. Juni 01	09. Juli 01	16. Juli 01	23. Juli 01	
Wo	2	3	4	5	8	9	10	11	3	5	6	7	11	12	13	
	1. Aufwuchs				2. Aufwuchs				1. Aufwuchs				2. Aufwuchs			
RA	7,7	8,0	5,4	5,3	9,1	7,2	5,8	5,4	<b>10,6</b>	7,6	7,0	<b>4,5</b>	7,6	5,8	5,0	
VOM	<b>84,6</b>	84,1	80,3	75,2	73,9	72,6	67,7	63,8	<b>85,3</b>	84,0	79,9	70,6	73,3	67,0	63,4	
RP	25,7	18,8	13,5	12,2	20,7	18,7	15,3	15,5	23,6	15,7	16,0	8,6	18,0	11,0	9,4	
NEL	7,0	6,9	6,7	6,2	5,7	5,8	5,4	<b>5,0</b>	<b>6,7</b>	6,9	6,5	5,7	5,8	5,3	<b>5,0</b>	
Z	10,7	16,2	16,7	15,1	7,1	18,6	10,5	9,8	10,5	17,1	12,3	15,0	7,5	10,2	13,2	
PK	4,8	3,7	3,7	3,3	4,1	4,3	3,6	3,3	5,4	4,0	3,8	2,8	4,4	3,3	3,6	
ZPQ	2,3	4,4	4,6	4,6	1,7	4,4	2,9	2,9	2,0	4,4	3,3	5,3	1,9	3,1	3,8	

Wo = Woche ab 1. Mai  
 RA = Rohaschegehalt in der Trockenmasse (TM) [%]  
 VOM = Verdaulichkeit der organischen Masse [%]  
 RP = Rohproteingehalt in der TM [%]  
 NEL = Netto-Energie-Laktation [MJ/kg TM]  
 Z = Zuckergehalt in der TM [%]  
 PK = Verbrauch 0,1 m Milchsäure [g/100g TM]  
 ZPQ = Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient [-]

Zur 1. Probenahme im Jahr 2001 erreichte *L. multiflorum* die geringste **Energiedichte** (6,7 MJ NEL/kg TM). *E. repens* und *H. lanatus* lagen über 7,0 MJ NEL/kg TM. Zu dieser Zeit war der Aufwuchs nicht schnittreif und die Fläche nicht befahrbar. Ca. 2 Wochen später, zum Stadium: „Beginn des Blütenstandsschiebens“ und praxisüblichem Erntetermin wies *L. multiflorum* eine 0,2 (*E. repens*) bis 0,7 MJ NEL/kg TM (*Ph. arundinacea*) höhere Energiedichte gegenüber den autochthonen Gräsern auf (Tab.: 4). Der **Vergleich der Methoden** zur Ermittlung der Energiedichte ergab für *L. multiflorum* im 1. Aufwuchs 2001 einen ähnlichen Verlauf und Differenzen von 0,0 bis 0,5 MJ NEL/kg TM (Tab.: 5). Im 2. Aufwuchs gab es einen unterschiedlichen Verlauf der Energiedichtekurven. Die Differenzen zwischen den Methoden waren deutlich größer (0,0 bis 1,2 MJ NEL/kg TM). Der HF wies zu allen Ernteterminen die höchsten Werte auf. Im 2. Aufwuchs wurden mit der CM die geringsten Werte ermittelt. Diese Reihenfolge bestätigte sich bei den bodenständigen Gräsern.

Tabelle 4: Mittel der Parameter Energiedichte und Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient im Untersuchungsjahr 2001

Datum	Energiedichte [MJ NEL/kg TM]								Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient [-]								
	17. Mai 01	28. Mai 01	04. Juni 01	11. Juni 01	09. Juli 01	16. Juli 01	23. Juli 01		17. Mai 01	28. Mai 01	04. Juni 01	11. Juni 01	09. Juli 01	16. Juli 01	23. Juli 01		
Wo. ab 1. Mai	3	5	6	7	11	12	13		3	5	6	7	11	12	13		
	1. Aufwuchs				2. Aufwuchs					1. Aufwuchs				2. Aufwuchs			
<i>L. multiflorum</i>	<b>6,7</b>	<b>6,9</b>	6,5	5,7	5,8	5,3	5,0		2,0	<b>4,4</b>	3,3	<b>5,3</b>	1,9	3,1	3,8		
<i>Ph. arundinacea</i>	k.A.	<b>6,1</b>	5,9	5,0	5,6	5,1	5,2		k.A.	<b>4,4</b>	2,1	2,2	0,9	1,5	1,8		
<i>E. repens</i>	7,1	<b>6,7</b>	6,4	5,4	5,8	5,4	5,5		2,1	2,4	2,3	<b>4,1</b>	0,7	0,7	1,7		
<i>H. lanatus</i>	7,1	6,4	5,7	5,1	5,4	6,0	5,9		3,2	3,8	2,2	<b>4,0</b>	1,2	1,6	1,6		

Tabelle 5: Vergleich von Methoden zur Ermittlung der Energiedichte [MJ NEL/kg TM]

Datum	17. Mai 01	28. Mai 01	04. Juni 01	11. Juni 01	09. Juli 01	16. Juli 01	23. Juli 01
Woche ab 1. Mai	3	5	6	7	11	12	13
		1. Aufwuchs			2. Aufwuchs		
Hohenheimer Futterwerttest (HF)	6,7	6,9	6,5	6,1	6,1	5,9	5,7
schnittspezifische Rohnährstoffformel (sRF)	6,7	6,6	6,1	5,8	5,7	5,7	5,7
Differenz zwischen HF und sRF	<b>0,0</b>	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	<b>0,0</b>
Cellulase-Methode (CM)	6,6	6,8	6,5	5,5	5,4	5,0	4,5
Differenz zwischen HF und CM	0,1	0,1	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	0,7	0,9	<b>1,2</b>

Im Jahr 2001 schwankte der **Zuckergehalt** aller Gräser im 1. Aufwuchs stark. *L. multiflorum* erreichte im Mittel signifikant höhere Werte als die bodenständigen Gräser (+2,8 bis +5,6 % Z in der TM). Im Verlauf des 2. Aufwuchses stieg der Z bei allen Gräsern an. *L. multiflorum* unterschied sich signifikant von den autochthonen Arten mit +4,0 bis +6,2 % Z in der TM.

Die **Pufferkapazität** von *L. multiflorum* war nicht geringer als die PK der autochthonen Gräser. *Ph. arundinacea* wies mit 3,1 g MS/100g TM im 1. Aufwuchs 2001 sogar eine signifikant geringere PK gegenüber *L. multiflorum* auf.

Der **Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient** von *L. multiflorum* war im Mittel des 1. Aufwuchses 0,5 bis 1,0 Einheiten höher als der ZPQ der autochthonen Gräser. Im Trend überschritt der ZPQ ab 5. Woche ab 1. Mai den Grenzwert von 4,0. Ein im Mittel des 1. Aufwuchses signifikant höherer ZPQ für *L. multiflorum* konnte nur gegenüber *E. repens* nachgewiesen werden. Im Mittel des 2. Aufwuchses war der ZPQ von *L. multiflorum* mit +1,5 bis +1,9 Einheiten signifikant höher als alle bodenständigen Arten.

#### 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

*L. multiflorum* führte durch die frühe Schnittwürdigkeit, die lang anhaltende hohe Verdaulichkeit der organischen Masse (VOM) und durch den hohen Zuckergehalt zu einer Verbesserung des Bestandes. Die höhere Energiedichte (NEL) der bodenständigen Gräser wurde nur zu einem Zeitpunkt erreicht, zu dem der Bestand 20 bis 30 cm hoch und noch nicht schnittwürdig war. Häufig sind zu diesem Zeitpunkt die Niedermoorflächen noch nicht befahrbar. In Folge der langsamen Abnahme von VOM und NEL bei *L. multiflorum* werden die Verluste bei witterungsbedingt spätem Erntetermin reduziert. Die Einsaat von *L. multiflorum* kann zur umbruchlosen Verbesserung vom Niedermoorgrünland mit Schnittnutzung empfohlen werden.

#### 5. Literatur

- FRIEDEL, K., 1990: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulasemethode, Wiss. Z. UNI ROSTOCK, N-Reihe 39 - 8, S. 78 - 86
- GRUND, C., 2001: Futterqualität und Siliereigenschaften von *Lolium multiflorum* LAMK. und *Lolium perenne* L. auf dem Niedermoorstandort Wolfsberger Seewiesen im Vergleich zu drei bodenständigen Grasarten (*Phalaris arundinacea* L., *Elytrigia repens* (L.) DESV. und *Holcus lanatus* L.), Diplomarbeit, Universität Rostock

Anschrift der Verfasser: Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät (AUF),  
Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

# Nährstoffentzug und $N_{\min}$ -Gehalte bei Extensivierung von Niedermoorgrünland auf Schwarz- und Sanddeckkulturen

von  
Susanne Eich und Renate Bockholt

Universität Rostock, Institut für umweltgerechten Pflanzenbau,  
Grünlandwirtschaft und Futterbau

## 1. Einleitung

Die aus marktwirtschaftlichen und ökologischen Gründen geforderte Grünlandextensivierung ist gekennzeichnet durch eine Reduzierung der Schnitthäufigkeit und der Düngung sowie durch den Verzicht auf Umbruch und Neuansaat. Nach BOCKHOLT & FUHRMANN (1994) entspricht eine halbintensive Nutzung den Richtlinien des ökologischen Landbaus, während die sehr extensive Nutzung den Richtlinien des Naturschutzes zuzuordnen ist. Art der Düngung, Häufigkeit der Nutzung, Besatzstärke bei Beweidung und Maßnahmen der Bestandespflege variieren entsprechend.

Entscheidend für den Landwirt sind in diesem Zusammenhang die Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf Ertrag, Futterqualität und botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes. FOTH (1986) charakterisiert degradierte Niedermoore des Typs Mulm – wie sie für Mecklenburg-Vorpommern typisch sind - als Standorte mit vorrangig uniformen Pflanzenbeständen und sinkender Zahl an Gefäßpflanzenarten. Vermehrtes Auftreten an *Elytrigia repens*, *Urtica dioica* und *Stellaria media* kann zur Verminderung der Futterqualität führen. Nach BAUER (1991) ist die Rückführung von Pflanzenbeständen auf degradiertem Niedermoor zu botanisch und futterwirtschaftlich wertvollen Gesellschaften schwierig.

## 2. Material und Methoden

Der 5jährige Feldversuch wurde in der Versuchsstation Klein Markow der Universität Rostock eingerichtet. Die Anlage erfolgte als dreifaktorielle Spaltanlage mit 4facher Wiederholung, wobei die Faktoren **Moorkultur** (Sanddeckkultur, Schwarzkultur), **Nutzung** (Zweischrittnutzung, 4malige Beweidung mit Schafen) und **Düngung** (ohne Düngung, PK-Düngung mit 60er Kali & Triplesuperphosphat, PKS-Düngung mit Thomassulfatkali, NPK-Düngung mit 60er Kali & Triplesuperphosphat & KAS) einbezogen wurden.

Die Anwendung von Thomassulfatkali entsprach den Richtlinien des ökologischen Landbaus und sollte auf die in der Literatur für Mineralböden beschriebene positive Wirkung geprüft werden. Das Düngungsniveau wurde bemessen auf  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ ,  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}$  und  $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}$ . Mit dem Thomassulfatkali wurden zusätzlich  $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ S}$  in der entsprechenden Variante zugeführt. Zeitgemäß wurden eine Sanddeckkultur sowie eine echte Beweidung in den Versuch einbezogen. Eine echte Beweidung unterscheidet sich von bisherigen simulierten Beweidungen durch Nährstoffrückflüsse über Exkrememente, die unter extensiven Bedingungen eine Schlüsselrolle hinsichtlich der Düngung spielen können. Sanddeckkulturen sind vielfach vorhanden und sollten auf eine vorteilhafte Wirkung auch unter extensiven Nutzungsbedingungen geprüft werden.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Nährstoffentzug und $N_{\min}$ -Gehalte bei Zweischnittnutzung

##### 3.1.1. Nährstoffentzug

Differenzen zwischen den Düngungsvarianten traten in erster Linie zwischen den gedüngten Varianten einerseits und der ungedüngten andererseits auf. Diese äußerten sich vor allem in signifikant geringeren K-Gehalten bei Verzicht auf Düngung ( $< 7,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ TS}$ ).

Auf der Schwarzkultur wurden bei signifikant geringeren P- und K-Gehalten im Pflanzenmaterial auch geringere Entzüge ermittelt (Tabelle 1). Der P- und K-Entzug war auf der besandeten Fläche im Vergleich zur Schwarzkultur doppelt so hoch. Vor allem der völlige Düngungsverzicht hatte auf der Schwarzkultur gravierende Ertragseinbußen und sehr geringe Nährstoffentzüge zur Folge. Unter diesen Bedingungen hat sich nach 5jähriger Versuchsdauer eine Rasenschmielen-Gesellschaft (*DESCHAMPSIETUM CAESPITOSAE*, nach PASSARGE 1999) etabliert. Extrem hohe Anteile an *Deschampsia caespitosa* waren für den sehr schlechten Futterwert von 3,2 und die geringe Diversität (12 Arten) verantwortlich.

Die Kalidüngerform beeinflusste die S-Entzüge lediglich auf der Sanddeckkultur. Die Düngung mit Thomassulfatkali erhöhte den Ertrag und die S-Gehalte im Pflanzenmaterial - und daraus resultierend den Entzug - im Vergleich zum 60er Kali markant. Die Cl-Entzüge waren entsprechend den Cl-Gehalten im Pflanzenmaterial bei Düngung mit 60er Kali erhöht. Die gute natürliche S- und Ca-Versorgung auf diesem Standort bedingte insgesamt hohe S- und Ca-Gehalte und Entzüge in allen geprüften Varianten.

Aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes war in diesem Zusammenhang die C-Bindung durch den Pflanzenbestand sowie das C/N-Verhältnis von entscheidender Bedeutung. Auf der besandeten Fläche war das C/N-Verhältnis im Pflanzenmaterial aufgrund der geringeren N-Gehalte im Futter deutlich weiter als auf der Schwarzkultur.

##### 3.1.2. $N_{\min}$ -Gehalte

Die  $N_{\min}$ -Vorräte waren unter Schnittnutzungsbedingungen niedriger als bei 4maliger Beweidung und lagen im Mittel unter  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ . Bei Schnittnutzung erfolgte demnach eine deutlich bessere Nährstoffabschöpfung durch höhere Erträge und Entzüge (Tabelle 2).

Insgesamt wurden auf der Schwarzkultur deutlich höhere  $N_{\min}$ -Gehalte als auf der Sanddeckkultur gefunden. Bei PK-Düngung und bei zusätzlicher N-Düngung waren die Vorräte im Vergleich zur besandeten Fläche fast doppelt so hoch, bei Verzicht auf Düngung sogar dreifach erhöht. Die bei reduzierter PK-Düngung niedrigeren Werte sind durch eine bessere Ausnutzung des mineralisierten Stickstoffs infolge einer K-Gabe zu erklären. In Übereinstimmung mit MUNDEL (1992) weisen die vorliegenden Befunde auf ein enges Zusammenspiel von Kalium und Stickstoff hin. Bei Verzicht auf Düngung hatte der Kalimangel Mindererträge und damit eine schlechte N-Abschöpfung zur Folge. Allgemein waren unter dem Regime der Zweischnittnutzung bei reduzierter PK-Düngung auf Sanddeckkultur die niedrigsten  $N_{\min}$ -Vorräte zu finden, während sich ein völliger Unterlaß der Düngung auf Schwarzkultur am ungünstigsten auswirkte. Der von MUNDEL (1976) beschriebene positive Einfluß besandeter Torfflächen konnte im vorliegenden Versuch bestätigt werden.

Im Jahresverlauf wurden auf der Schwarzkultur wesentlich stärkere Schwankungen der  $N_{\min}$ -Gehalte festgestellt als auf der besandeten Fläche. Auch die Differenzen zwischen den Düngungsvarianten traten am Jahresende wesentlich stärker hervor als zu Jahresbeginn.

## **3.2. Nährstoffentzug und $N_{\min}$ -Gehalte bei 4maliger Beweidung**

### **3.2.1. Nährstoffentzug**

Bei 4maliger Beweidung erfolgte ein Nährstoffrückfluß von 80-90 %, so dass der tatsächliche Nährstoffentzug gering war. Die bei 4maliger Beweidung gebundenen Nährstoffmengen waren weitaus höher als bei Zweischnittnutzung (Tabelle 1). Ursache waren die höheren Mineralstoffgehalte im Pflanzenmaterial als Folge der häufigeren Nutzung und des damit verbundenen jüngeren Futters.

Differenzen zwischen den Moorkulturen konnten vorrangig in Bezug auf die P-, K-, Ca- und C-Entzüge ermittelt werden, die wiederum auf der Sanddeckkultur deutlich erhöht waren. Hier wurde auch geringfügig mehr N gebunden, die S-Mengen waren hingegen etwas niedriger als auf der Schwarzkultur. Die P-Werte variierten nicht.

Die Differenzen zwischen den Düngungsvarianten traten weniger deutlich als bei Zweischnittnutzung hervor. Sie zeigten sich vorrangig in Bezug auf die im Pflanzenmaterial gebundenen K-Mengen, die bei Verzicht auf Düngung deutlich niedriger als bei mineralischer Düngung waren.

Das C/N-Verhältnis im Futter wurde sowohl von Moorkultur als auch von der Düngung beeinflusst. Die Schwarzkultur wirkte sich in diesem Zusammenhang nachteilig aus, da das C/N-Verhältnis aufgrund der höheren N-Entzüge generell enger als auf der Sanddeckkultur war. In Bezug auf die Düngung verengte sich das C/N-Verhältnis im Pflanzenmaterial vordergründig bei Verzicht auf Düngung auf der Sanddeckkultur, bedingt durch die in dieser Variante geringeren C-Entzüge.

### **3.2.2. $N_{\min}$ -Gehalte**

Unter Beweidungsbedingungen wurden auf der Schwarzkultur signifikant höhere Werte ermittelt als auf der Sanddeckkultur (Tabelle 2). Die Differenzen zwischen den Düngungsvarianten konnten ebenfalls statistisch gesichert werden. Die Wirkung der Düngung machte sich ausschließlich in den Nitratgehalten bemerkbar.

Im Jahresverlauf traten erhöhte  $N_{\min}$ -Werte zu Vegetationsbeginn (April) und nach den Ernteterminen auf. Zum Jahresende waren sie in beiden beprobten Bodenschichten deutlich höher als zu Jahresbeginn, so daß im Dezember  $N_{\min}$ -Vorräte bis  $650 \text{ kg*ha}^{-1}$  ermittelt wurden. Im Jahresverlauf wurden in allen Düngungsvarianten stark ansteigende Nitratgehalte zum Jahresende beobachtet.

Die vorliegenden Befunde bestätigen Angaben in der Literatur, daß der meist geringen Auswaschungsgefahr bei Schnittnutzung in der Regel eine wesentlich höhere bei Beweidung gegenübersteht. Die günstigste Variante bei 4maliger Beweidung war die reduzierte PK-Düngung auf Sanddeckkultur, am ungünstigsten wirkte sich die zusätzliche N-Düngung auf Schwarzkultur aus.

## **4. Zusammenfassung**

Die K-Düngung ist im Hinblick auf stabile Erträge und Nährstoffgehalte im Pflanzenmaterial sowie die damit verbesserte Stickstoffausnutzung unerlässlich. Sanddeckkulturen sind aus landwirtschaftlicher und ökologischer Sicht positiv zu bewerten, da hier eine Reduzierung der Mineralisierung der OS sowie eine Erhöhung des Nährstoffentzugs durch Anhebung des Ertragsniveaus zu beobachten ist.

Die  $N_{\min}$ -Vorräte waren auf der Schwarzkultur im Vergleich zur Sanddeckkultur doppelt so hoch. Sie waren signifikant erhöht bei Düngungsverzicht bzw. zusätzlicher N-Zufuhr (ausschließlich der Nitratgehalt). Als Extremvarianten waren die PKS-Düngung bei Zweischnittnutzung auf Sanddeckkultur (positiv,  $< 200 \text{ kg*ha}^{-1} N_{\min}$ ) sowie NPK-Düngung bei Beweidung auf Schwarzkultur (negativ, bis  $600 \text{ kg*ha}^{-1} N_{\min}$ ) auffallend.

Tabelle 1: Im Pflanzenmaterial gebundene Nährstoffmengen in Abhängigkeit von den Prüffaktoren (Mittel 1994-1997)

Faktor	4malige Beweidung				Zweischnittnutzung				
	Nährstoff	P	K	C	C/N	P	K	C	C/N
	kg*ha <sup>-1</sup>								
<b>Sanddeckkultur</b>									
• ohne Düngung	33	181	3684	12:1	23	85	4083	25:1	
• PK (60er Kali)	41	317	4775	14:1	23	142	4651	28:1	
• PKS (Thomassulfatkali)	40	299	4864	16:1	26	140	5127	27:1	
• NPK (60er Kali)	29	370	5384	14:1	28	148	5366	24:1	
<b>Schwarzkultur</b>									
• ohne Düngung	30	104	2687	11:1	10	14	1446	19:1	
• PK (60er Kali)	42	202	3443	11:1	18	76	3150	19:1	
• PKS (Thomassulfatkali)	41	210	3402	11:1	16	72	3128	20:1	
• NPK (60er Kali)	48	223	3714	9:1	19	82	3379	18:1	

Tabelle 2: N<sub>min</sub>-Vorräte im Boden - Zweijährige Mittelwerte (mehrfaktorielle Varianzanalyse & Student-Newman-Keuls-Test)

Faktor	N <sub>min</sub>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
	kg*ha <sup>-1</sup> in 0-60 cm Tiefe		
<b>Moorkultur</b>	++	++	++
• Sanddeckkultur	197	95	102
• Schwarzkultur	371	179	192
<b>Düngung</b>	++	++	n.s.
• Ohne Düngung	306 <sup>b</sup>	163 <sup>b</sup>	143 <sup>a</sup>
• PKS (Thomassulfatkali)	234 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>	147 <sup>a</sup>
• NPK (60er Kali)	313 <sup>b</sup>	161 <sup>b</sup>	152 <sup>a</sup>
<b>Nutzung</b>	++	+	+
• Zweischnittnutzung	255	216	139
• 4malige Beweidung	313	158	155

## Literatur

- BAUER, U. (1991): Veränderungen der Pflanzengesellschaften beim Übergang von der intensiven zur extensiven Wiesennutzung auf degradiertem Niedermoor. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 4, S. 127-129
- BOCKHOLT, R. & U. FUHRMANN (1994): Intensitätsstufen der Grünlandnutzung zur Verständigung mit Naturschutzbehörden, Planungsbüros für Landschaftsgestaltung und Landwirtschaftsämtern. Mitt. Ges. f. Pflanzenbauwiss. 7, S. 195-198
- FOTH, P. (1986): Beziehungen zwischen Vegetation und Bodenentwicklung auf ausgewählten Niedermoorstandorten im Norden der DDR unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung. Diss. A, Universität Rostock
- MUNDEL, G. (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk., Berlin 20 (1976) 10, S. 669-679
- MUNDEL, G. (1992): Negative Kaliumbilanzen bei intensiv genutztem Niedermoorgrasland - Ursachen und Folgen. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk., 36, S. 365-373
- PASSARGE, H. (1999): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands II. Cramer in d. Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, Stuttgart

# Eine kurze Geschichte der Wiesen Mitteleuropas

von

Dirk Kauter<sup>1</sup>, Reinhard Böcker<sup>2</sup>, Wilhelm Claupein<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenbau und Grünland und <sup>2</sup>Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie, Universität Hohenheim

## 1. Wiesengeschichte – ein Forschungsfeld mit vielen offenen Fragen

In der Literatur wurden seit dem Einsetzen der Graslandsoziologie kurz vor 1900 (STEBLER & SCHRÖTER 1892, WEBER 1892) Glatthaferwiesen, Goldhaferwiesen und Trespen-Halbtrockenrasen als vorherrschende Wiesengesellschaften Mitteleuropas beschrieben. Konkret weiß man über die Entstehung und Entwicklung dieser klassischen Wiesenformen – bei denen es sich ja nicht um natürliche, sondern um unter dem Einfluß des bewirtschaftenden Menschen entstandene Pflanzengemeinschaften handelt – nur wenig. Archäobotanische Synopsen kommen zu dem Befund, daß Nachweise der diagnostischen Arten bis zum ausgehenden Mittelalter im archäologischem Material weitgehend fehlen. Daraus wird der Schluß gezogen, daß die klassischen Wiesenformen erst nachmittelalterlich entstanden sind (GREIG 1988, KÖRBER-GROHNE 1990). Andere Autoren bringen die Entstehung der klassischen Wiesengesellschaften mit den Agrarreformen des 19. Jh. in Zusammenhang (POTT 1988, KÜSTER 1992, STUDER-EHRENSBERGER 1995, ELLENBERG 1996, SPEIER 1996). Erst durch die bessere Nährstoffversorgung, die Abstellung der (Frühjahrs-)Beweidung und die Einbürgerung von Wiesengräsern durch deren Anbau (namentlich bei *Arrhenatherum elatius*) seien konstituierende Voraussetzungen zu deren Ausbildung gegeben gewesen.

Somit deutet vieles darauf hin, daß die Entstehung der klassischen Wiesengesellschaften in die Zeit zwischen 1500 und 1900 zu datieren ist. Diese kritische Zeitspanne wurde auf der Grundlage eines Quellenstudiums im Hinblick auf die Verbreitung typischer Wiesengräser, die Zusammensetzung der Bestände und die Bewirtschaftung bearbeitet. Dabei ist berücksichtigt, daß es eine Wiesengeschichte per se nicht gibt, sondern diese sich immer vor dem Hintergrund eines komplexen Umfeldes abspielt. Dieser Beitrag stellt einen Auszug aus einer Dissertationsschrift (KAUTER 2002) dar.

## 2. Leitarten und deren Indigenat

Um die genutzten Quellen im Hinblick auf die Entwicklung von Wiesenbeständen effektiv bearbeiten zu können, wurden ›Leitarten‹ definiert, die für eine bestimmte Graslandform typisch sind, indem sie dort aspektbildend, treu, dominant und stet vorkommen. Wichtig bei diesen Arten ist außerdem eine möglichst frühe Entwicklung der Artenkenntnis, um Nennungen in historischen Quellen erwarten zu dürfen. Entsprechend wurden folgende fünf Leitarten gewählt:

*Arrhenatherum elatius* für Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum*-Typus)

*Trisetum flavescens* für Goldhaferwiesen (*Trisetetum*-Typus)

*Helictotrichon pubescens* für magere Mähwiesen (›Flaumhaferwiesen‹)

*Bromus erectus* für Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*-Typus)

*Lolium perenne* für intensiv bewirtschaftetes Grasland (*Arrhenatheretalia*)

Tabelle 1 gibt einen Überblick über subfossile Nachweise der Leitarten. Lediglich bei *Lolium perenne* ist die Verbreitung im Untersuchungsraum bis ins Neolithikum zurück

nachgewiesen, bei allen anderen Arten fehlen solche Nachweise bzw. sind schwierig zu bewerten. Eine Besonderheit stellt *Arrhenatherum elatius* mit einzelnen spätmittelalterlichen Nachweisen von Karyopsen dar. Es ist ungeklärt, ob es sich dabei um Früchte des Wiesenglatthafer (*Arrhenatherum elatius* var. *elatius*) oder des Knollenglatthafer (var. *bulbosum*) handelt. Diese heute in Mitteleuropa seltene Varietät hatte früher große Bedeutung als Getreideungras, kann sich jedoch aufgrund ihres spezifische Vegetationszyklus in Beständen des Wirtschaftsgraslandes nicht halten (STEBLER & SCHRÖTER 1892, JENKIN 1931).

**Tab. 1:** Subfossile Nachweise (Makroreste) der Leitarten in Mitteleuropa nach verschiedenen Autoren (KNÖRZER 1975; GREIG 1988; KÖRBER-GROHNE 1990, 1993, 1994). Unsichere Nachweise eingeklammert (Verwechslungsmöglichkeiten).

Zeitstellung	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Helictotrichon pubescens</i>	<i>Bromus erectus</i>	<i>Lolium perenne</i>
Neolithikum					x
Bronze- und Eisenzeit				(x)	x
römische Zeit				x	x
Völkerwanderungszeit und Frühmittelalter				(x)	x
Hoch- und Spätmittelalter	(x)				x

**Tab. 2:** Überblick über die Entwicklung der Artenkenntnis bei den Leitarten

Heutige Namen	BAUHIN (1620, 1622)	MORISON (1699), SCHEUCHZER (1719)
<i>Arrhenatherum elatius</i> var. <i>elatius</i>	<i>Gramen nodosum, avenacea panicula</i> * +	<i>Gramen avenaceum elatius juba longa splendente</i> RAY
<i>Trisetum flavescens</i>	–	<i>Gramen avenaceum pratense elatius, panicula flavescens, locustis parvis</i> RAY
<i>Helictotrichon pubescens</i>	–	<i>Gramen avenaceum panicula purpuro-argentea</i> DOODY
<i>Bromus erectus</i>	<i>Festuca pratensis, lanuginosa</i>	<i>Gramen Bromoides, pratense, foliis præter, culmus angustissimus, rarâ lanugina villosis</i> SCHEUCHZER
<i>Lolium perenne</i>	<i>Gramen loliaceum, angustiore folio &amp; spica</i> *	<i>Gramen loliaceum, angustiore folio &amp; spica</i> C.B.

\* Bereits vor BAUHIN beschrieben; + *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum*

### 3. Die Entwicklung der Artenkenntnis bei Wiesengräsern

Bei der Auswertung der Quellen muß der zeitliche Kontext ihrer Entstehung berücksichtigt werden, besonders der jeweilige Stand der Artenkenntnis. Erst ab einem Zeitpunkt, an dem eine breite Kenntnis einer bestimmten Art gegeben ist, kann aus den Angaben in den Quellen auf deren Verbreitung geschlossen werden. Tabelle 2 vermittelt einen Überblick über die Entwicklung der Artenkenntnis bei den Leitarten bei maßgeblichen botanischen Autoren des Untersuchungszeitraumes. BAUHIN beschreibt neben *Lolium perenne* auch *Bromus erectus* und *Arrhenatherum elatius*, dabei jedoch var. *nodosum* und nicht den Wiesenglatthafer, var. *elatius*. Gegen 1700 sind dann alle Leitarten eindeutig beschrieben. Mit einer allgemeineren Etablierung dieser botanischen Kenntnisse darf aber erst ab Mitte des 18. Jahrhunderts gerechnet werden. Entsprechend kann aus nur vereinzelt Nennungen einer Art vor 1750 nicht notwendigerweise auf eine geringe Verbreitung rückgeschlossen werden. Abbildungen 1 und 2 illustrieren wichtige Stationen der Entwicklung der Artenkenntnis bei *Arrhenatherum elatius*.

#### 4. Anfänge des Grasbaus und die Raygraseuphorie in Mitteleuropa

In der Literatur findet sich wiederholt die Aussage, *Arrhenatherum elatius* hätte sich erst durch die Ansaat als Futtergras im Rahmen der Agrarreformen Ende des 18. bis Mitte des 19. Jahrhunderts in mitteleuropäischen Wiesen etabliert (STUDER-EHRENSBERGER 1995, SPEIER 1996, LANGE in SEBALD & al. 1998, ELLENBERG 1996). Diese Aussage wird durch späte Nennungen in mitteleuropäischen Floren und dem Fehlen eindeutiger Nachweise für den Wiesenglatthafer im archäobotanischen Befund



Abb 1: Älteste nachgewiesene naturalistische Abbildung von *Arrhenatherum elatius* (var. *bulbosum*) bei GESNER (1555-65).

unterstützt. Um diese These zu prüfen, wurde die Geschichte seiner Nutzung im Futterbau rekonstruiert.

*Lolium perenne* wurde im Laufe des 17. Jahrhunderts in England oder eventuell in den Niederlanden in Kultur genommen (LANE 1980, FRANKLIN 1953). In Mitteleuropa findet diese Art jedoch erst mit der Veröffentlichung des »Mémoire sur le ray-grass ou faux seigle« durch den Franzosen MIROUDOT ab 1760 Beachtung. Darin werden Anbauversuche mit »ray-grass« beschrieben und es wird von Erträgen berichtet, die damals übliche Wiesenerträge weit in den Schatten stellen. Dies war von elementarer Bedeutung um durch Verbesserung der Futtergrundlage die »Düngerlücke« (PFISTER 1984) zu schließen. In Mitteleuropa brach ein regelrechtes »Raygras-Fieber« aus. Die damalige Diskussion wurde dadurch unübersichtlich, daß unwissentlich zwei verschiedene Raygräser nebeneinander angebaut wurden. Raygras englischer (*Lolium perenne*) und süd-ost-französischer (*Arrhenatherum elatius*) Provenienz. In der Literatur gilt MIROUDOT als Wegbereiter des Anbaus von *Arrhenatherum elatius*, der somit bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zurückreichen würde. Es konnten jedoch mehrere Nennungen in Quellen nachgewiesen werden, die zeigen, daß der Anbau von *Arrhenatherum elatius* als »Fromental« in Frankreich wahrscheinlich bis ins 16. Jahrhundert zurückreicht.

Der hier ausgespannte Zeitrahmen spiegelt jedoch die realen Verhältnisse in Mitteleuropa nicht wider. Erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhundert kann dort von einer einigermaßen gesicherten Versorgung mit Saatgut ausgegangen werden. Schon vor diesem Zeitpunkt ist die dominante Verbreitung von Glatthafer in Wiesenbeständen mehrfach bezeugt. Dies bedeutet, daß *Arrhenatherum elatius* bereits vor der Einbringung von Saatgut eine typische Art mitteleuropäischer Wiesen war.

#### 5. Wiesenbestände vor dem Einsetzen der Agrarreformen

Mit dem Ziel einer Rekonstruktion der damaligen Wiesenbestände wurden entsprechende Angaben aus

den Quellen zusammengestellt. Bei der Auswertung wurden die in den Quellen gegebenen Standortsangaben zugrundegelegt, nicht das rezente soziologische Verhalten. Auf diese Weise sollte vermieden werden, den Informationsgehalt der Quellen durch das Überstülpen eines modernen Korsetts nur unvollständig zu nutzen. Als Ergebnis konnten fünf Vegetationskomplexe für bewirtschaftetes Grasland des Untersuchungszeitraumes rekonstruiert werden (Tab. 3). Wiesen vom Typ der Glatthaferwiesen sind aufgrund der Quellenangaben wenigstens bis etwa 1720 zurück

nachweisbar, Wiesen vom Typ der Trespen-Halbtrockenrasen bis etwa 1620 und beim Typ der Goldhaferwiesen ist ein ähnliches Alter anzunehmen, wobei in diesem Fall die Datenbasis dünn ist (Es fehlt an Beschreibungen aus dem Wuchsgebiet der Goldhaferwiesen). Da diese Daten deutlich vor dem Einsetzen der Agrarreformen – und somit einschneidenden Änderungen bei der Bewirtschaftung – liegen, ist ein noch höheres Alter wahrscheinlich. Hier stößt das Quellenstudium allerdings an seine Grenzen da im relevanten Zeitabschnitt die Artenkenntnis noch nicht entsprechend weit entwickelt war.

In den Quellen werden wiederholt Bestände des Typs der Glatthaferwiese beschrieben, die durch das dominante und stete Vorkommen von *Arrhenatherum elatius* und *Helictotrichon pubescens* sowie dem Aspekt von *Salvia pratensis* geprägt waren. Die Standorte waren typischerweise nicht bewässert aber regelmäßig gedüngt (!) und eher trocken. Eine wichtige Frage in diesem Zusammenhang konnte bislang noch nicht befriedigend geklärt werden: Da, wie es allgemein üblich war, auch diese Wiesen im Untersuchungszeitraum in der Regel sowohl im Frühjahr als auch im Herbst beweidet wurden, verbietet sich an sich eine stärkere Verbreitung weideempfindlicher Arten, zu denen auch *Helictotrichon pubescens* und *Arrhenatherum elatius* zählen. Nicht gerechtfertigt ist die in der



**Abb. 2:** Erste Unterscheidung zwischen *Arrhenatherum elatius* var. *elatius* (links) und var. *bulbosum* (rechts) bei MORISON (1715).

**Tab. 3:** Aus Graslandbeschreibungen und Florenangaben rekonstruierte Vegetationskomplexe des Graslands im Untersuchungszeitraum und die jeweils wichtigsten Arten

---

Magerwiesen feuchter Standorte (Ried- und Waldwiesen)

*Gentiana pneumonanthe*, *Gentianella amarella* agg., *Geum rivale*, *Pinguicula vulgaris*, *Primula farinosa*, *Sanguisorba officinalis*, *Silaum silaus*, *Succisa pratensis*, *Trifolium dubium* agg., *Trollius europaeus*.

---

Fettwiesen feuchter Standorte

*Bistorta officinalis*, *Cardamine pratensis* agg., *Chaerophyllum* spec., *Cirsium oleraceum*, *Cirsium tuberosum*, *Myosotis scorpioides* agg., *Rumex obtusifolius/crispus*, *Silene flos-cuculi*, *Valeriana dioica*.

---

Fettwiesen frischer bis mäßig trockener Standorte

*Achillea millefolium* agg., *Alopecurus pratensis*, *Anthoxanthum odoratum* agg., *Anthriscus sylvestris*, *Arrhenatherum elatius* var. *elatius*, *Briza media*, *Carum carvi*, *Colchicum autumnale*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca pratensis*, *Helictotrichon pubescens*, *Heracleum sphondylium*, *Holcus lanatus*, *Knautia arvensis* agg., *Leucanthemum vulgare* agg., *Phleum pratense* agg., *Pimpinella saxifraga* agg., *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa*, *Taraxacum officinale* WEB. s.l., *Tragopogon pratensis* s.l., *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*.

---

Magerwiesen mäßig frischer bis trockener Standorte

*Antennaria dioica*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum*, *Gentiana verna*, *Linum catharticum*, *Ononis spinosa* agg., *Rumex acetosella* s.l.

---

Allmendweiden (Heiden)

*Calluna vulgaris*, *Genista tinctoria*, *Gentiana cruciata*, *Hypericum* spec., *Potentilla erecta*.

---

Literatur übliche Einschätzung, nach der Wiesen in Ackerbaugebieten nicht gedüngt waren. Aus diesen Ergebnissen wird postuliert, daß solche ›Flaumhaferwiesen‹ im Untersuchungsgebiet flächenmäßige Bedeutung hatten und die übliche Vorstufe zu eigentlichen Glatthaferwiesen darstellten. Dagegen hatten eigentliche *Festuca rubra* agg.-*Agrostis capillaris*-Gesellschaften – entgegen den Angaben verschiedenen Autoren (GLAVAC 1983, STUDER EHRENSBERGER 1995) – im Untersuchungsraum und -zeitraum im Wuchsbereich der Glatthaferwiesen keine wesentliche Bedeutung. Auch die in der Literatur vertretene These, Wasserwiesen stellten – da mit Nährstoffen versorgt – den Ausgangspunkt für die Entstehung der klassischen Fettwiesengesellschaften (Glatthafer- und Goldhaferwiesen) dar (POSCHLOD & SCHUHMACHER 1998), konnte nicht bestätigt werden. Nach den Quellen dominierte auf solchen Flächen meist »sauer Gras« und man hatte Probleme mit Verschlammungen und stagnierendem Wasser. Die Bestandeszusammensetzung zeigt, daß die Nährstoffzufuhr durch die Bewässerung nur sehr eingeschränkt wirksam war.

### **6. Graspärten – eine untergegangene Wiesenform**

Einen wichtigen Standort für Fettwiesenarten stellten in der Zeit vor den Agrarreformen Graspärten dar. Dabei handelte es sich im Gegensatz zu den Wiesen um Flächen, die der individuellen Bewirtschaftung unterstellt und entsprechend intensiv bewirtschaftet waren. Sie dienten überwiegend der Grünfüttertergewinnung während der Weideperiode. Dazu wurden die Flächen mehrmals im Jahr gemäht und auch regelmäßig gedüngt. Nach einzelnen Nennungen in Quellen waren die Pflanzenbestände dieser Graspärten von Nährstoffzeigern dominiert.

### **7. Zusammenfassung**

Das Quellenstudium erbrachte folgende Ergebnisse:

- Entgegen der in der Literatur vorherrschenden Meinung reichen Glatthaferwiesen deutlich in die Zeit vor dem Einsetzen der Agrarreformen zurück. Auch andere klassische Wiesenformen weisen ein deutlich höheres Alter auf.
- Entsprechend hatte die Einbringung von Saatgut (im wesentlichen seit Mitte des 19. Jahrhunderts) keinen wesentlichen Einfluß auf die Genese der Glatthaferwiesen, obwohl der Anbau von Glatthafer in Frankreich bereits im 16. Jahrhundert einsetzte. *Arrhenatherum elatius* ist spätestens seit 1700 ein häufiges Wiesengras in Mitteleuropa. Wegen der damals noch ungenügend entwickelten Artenkenntnisse ist auf Grundlage eines Quellenstudiums keine direkte Aussage über die Verbreitung vor diesem Zeitpunkt möglich.
- Teile der Wiesenfläche waren vor den Agrarreformen trotz der herrschenden ›Düngerlücke‹ regelmäßig gedüngt. Dazu zählen bevorzugte Heuwiesen auf eher trockenen Standorten und die Graspärten.
- Ein offenes Problem ist der Einfluß der im Untersuchungszeitraum üblichen (Frühjahrs-)Beweidung auf den Pflanzenbestand.
- Eine Ausprägung der Glatthaferwiesen mit den steten Arten *Arrhenatherum elatius*, *Helictotrichon pubescens*, *Anthriscus sylvestris*, *Leucanthemum vulgare* agg. *Plantago lanceolata*, *Tragopogon pratensis* s.l. und *Salvia pratensis* (›Flaumhaferwiese‹) kann im Untersuchungsraum als Vorläufer typisch ausgeprägter Glatthaferwiesen gelten. Je nach Standortbedingungen fanden sich auch Übergänge zum *Molinion*, zum *Mesobromion* oder zum *Violion*. - Wasserwiesen hatten keinen wesentlichen Beitrag an der Genesen der klassischen Wiesenformen Mitteleuropas.

### **Literatur und Quellenverzeichnis**

BAUHIN, C. (1620): Προδομοσ Theatri Botanici. Francofurti ad Mœnum.

- (1622): *Catalogvs Plantarvm Circa Basileam spontè nascentium*. Basileæ.
- ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. 5. Aufl. Stuttgart.
- FRANKLIN, T.B. (1953): *British Grasslands from the earliest times to the present day*. London.
- GESNER, C. [1555-1565]: *Historia plantarum*. (Universitätsbibliothek Erlangen Inv.Ms 2386).
- GLAVAC, V. (1983): Über die Rotschwengel-Rotstraußgras-Pflanzengesellschaft (*Festuca rubra-Agrostis tenuis*-Ges.) im Landschafts- und Naturschutzgebiet ›Dönche‹ in Kassel. – *Tüxenia* 3: 389-406.
- GREIG, J. (1988): Some evidence of the development of grassland plant communities. – In: M. Jones [Hrsg.], *Archaeology and the Flora of the British Isles*. Oxford: 39-54.
- JENKIN, T.J. (1931): Swollen stem internodes and other characters in *Arrhenatherum* BEAUV. – *Bulletin of the Welsh Plant Breeding Station, Series H*, 12: 126-147.
- KAUTER, D. (2002): »Sauergras« und »Wegbreit«? Die Entwicklung der Wiesen in Mitteleuropa zwischen 1500 und 1900. Stuttgart.
- KNÖRZER, K.-H. (1975): Entstehung und Entwicklung der Grünlandvegetation im Rheinland. – *Decheniana* 127: 195-214.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1990): *Gramineen und Grünlandvegetation vom Neolithikum bis zum Mittelalter in Mitteleuropa*. (Bibliotheka Botanica. 139). Stuttgart.
- (1993): ›Urwiesen‹ im Berg- und Hügelland aus archäobotanischer Sicht. – *Dissertationes Botanicae* 196: 453-468.
- (1994): Wirtschaftsgrünland in römischer und vorrömischer Eisenzeit. – *Archaeo-Physika* 13: 105-112.
- KÜSTER, H. (1992): Die Geschichte des Grünlandes aus pollenanalytischer und archäobotanischer Sicht. – *Laufener Seminarbeiträge* 2/92: 9-13.
- LANE, C. (1980): The Development of Pastures and Meadows during the Sixteenth and Seventeenth Centuries. – *The Agricultural History Review* 28: 18-30.
- MIROUDOT, J.-B. DU BOURG [1760] *Mémoire sur le ray-grass ou faux-seigle, présenté au roi de Pologne, le 29 juin 1760*. Nancy.
- MORISON, R. (1699): *Plantarum Historiae universalis Oxoniensis*. Oxonii.
- (1715): *Plantarum Historiæ Universalis ... Distributio Nova*. 3 Bde. Oxonii, Londini.
- PFISTER, C. (1984): *Bevölkerung, Klima und Agrarmodernisierung 1525-1860*. Band 2. Bern.
- POSCHLOD, P. & W. SCHUMACHER (1998): Rückgang von Pflanzen und Pflanzengesellschaften des Grünlandes – Gefährdungsursachen und Handlungsbedarf. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 29: 83-99.
- POTT, R. (1988): Entstehung von Vegetationstypen und Pflanzengesellschaften unter dem Einfluß des Menschen. – *Düsseldorfer Geobot. Kolloq.* 5: 27-54.
- SCHEUCHZER, J.J. (1719): *Agrostographia sive Gramium, Juncorum, Cyperorum, Cyperoidum*. Tiguri.
- SEBALD, O., SEYBOLD, G., PHILIPPI, A., WÖRZ & al. (1998): *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs*. Band 7. Stuttgart.
- SPEIER, M. (1996): Paläoökologische Aspekte der Entstehung von Grünland in Mitteleuropa. – *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft* 8: 199-219.
- STEBLER, F. G. & SCHRÖTER, C. (1892): Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz X: Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. – *Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz* 6: 95-212.
- STUDER-EHRENSBERGER, K. (1995): Geschichte und Naturschutz von artenreichen Kulturwiesen in der Schweiz: Eine Zusammenschau. – *Botanica Helvetica* 105: 3-16.
- WEBER, C.A. (1892): Über die Zusammensetzung des natürlichen Grünlandes in Westholstein, Dithmarschen und Eiderstedt. – *Schriftenr. der Naturwiss. Ver. Schleswig-Holsteins* 9: 179-217.

# Verschiedene Verfahren der Bewässerung bei Silomais

K. Schmalzer und K. Richter

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

## 1. Einleitung

Der Verbrauch an Wasser und Energie kann bei der sehr kostenaufwendigen aber technisch in den letzten Jahren stark verbesserten Tropfenbewässerung (SOURELL 2001) geringer als bei anderen Bewässerungsverfahren sein. In Deutschland kommt die Tropfenbewässerung bislang vor allem beim Anbau von Gemüse und Kartoffeln zum Einsatz. Die Frage der Zusatzbewässerung ist in einigen Betrieben des Landes Brandenburg in den letzten Jahren wieder zur Anwendung gekommen, wobei ebenfalls die Ertrags- und Qualitätssicherung bei Gemüse und Kartoffeln im Vordergrund steht. Innerhalb des landwirtschaftlichen Betriebes erfordert beispielsweise die Kartoffelberegung aus Fruchtfolgegründen und phytosanitärer Sicht das Einbeziehen weiterer beregnungswürdiger Früchte. Gleichzeitig werden damit die festen Kosten für die Bewässerung auf eine größere Fläche verteilt, ein höherer Ausnutzungsgrad der Bewässerungsanlagen und damit eine deutliche Kostensenkung erreicht (ALBRECHT 2001). Die Fruchtart Mais würde sich hierfür auf Grund der ausgewiesenen sicheren Reaktion auf den Zusatzwassereinsatz eignen. Das vorzeitige Absterben der Maisblätter und die damit verbundenen hohen Trockenmassegehalte haben im Land Brandenburg in den letzten Jahren häufig sehr frühe Erntetermine im Zeitraum Ende August bis Anfang September erfordert, wobei die Voraussetzungen für die Stärkeeinlagerung nicht mehr optimal waren. Dadurch waren in Abhängigkeit vom Wasserangebot oft die Voraussetzungen für hohe Trockenmasseerträge und Energiegehalte nicht gegeben. Mit der nachfolgend beschriebenen Versuchsanstellung soll geklärt werden, unter welchen Voraussetzungen Mais die Vorteile der Tropfenbewässerung zu nutzen vermag.

## 2. Material und Methoden

Im Jahre 2001 wurde am Standort Berge ein Versuch als zweifaktorielle Streifenanlage mit vier Wiederholungen durchgeführt (vorherrschende Bodenart lehmiger Sand,

Tabelle 1: Prüffaktoren und Prüfstufen

Faktoren	Stufen
<b>Faktor A</b>	a <sub>1</sub> Sorte A (S 210)
<b>Sorte</b>	a <sub>2</sub> Sorte B (S 240)
<b>Faktor B</b>	b <sub>1</sub> ohne Bewässerung
<b>Bewässerung zu Silomais</b>	b <sub>2</sub> Beregnung
	b <sub>3</sub> Tropfenbewässerung

Ackerzahl 40,  
Niederschlag 503 mm,  
Lufttemperatur 8,8°C). Es wurden die Trockenmasseerträge und Qualitätsparameter von Maissorten mit unterschiedlicher Siloreifezahl in Abhängigkeit von der Bewässerung untersucht

(Tab. 1). In der Vegetationszeit von 132 Tagen betrug das Wasserangebot aus den natürlichen Niederschlägen 206 mm und aus dem pflanzenverfügbaren Bodenwasservorrat im effektiven Wurzelraum (ROTH et al. 1987) 140 mm. Bei einer potenziellen Evapotranspiration von 395 mm entstand während des Maiswachstums ein

Wasserdefizit von 189 mm, wodurch der Bodenwasservorrat auf den unberegneten Parzellen ab der weiblichen Blüte fast bis zum permanenten Welkepunkt ausgeschöpft war. Der Zusatzwassereinsatz zu Silomais wurde nach dem Modell BEREST 90 (WENKEL et al. 1988) gesteuert. Die ausgebrachte Zusatzwassermenge betrug bei der Beregnung und der Tropfenbewässerung einheitlich 100 mm und die Gabenhöhe je Termin 20 mm. Die Tropfschläuche waren in einem Abstand von 1,5 m in jeder zweiten Maisreihe verlegt. Bei Tropferabständen von 30 cm und einer Ausflussgeschwindigkeit von  $1,65 \text{ l h}^{-1}$  wurde eine Gabe von 20 mm in einer Zeit von 5,5 h auf den Parzellen ausgebracht. Bei Beregnung mittels Perrot-Vierwegedüsen (Verbandaufstellung auf Stativen im Abstand von 6 m) war für das Ausbringen der gleichen Zusatzwassermenge eine Zeit von 0,5 h erforderlich. Die Bodenfeuchte wurde von der Aussaat bis zur Ernte mit TDR-Sonden in 30 cm Bodentiefe direkt unterhalb der Maisreihen gemessen. Die Ertragsanalyse bei Silomais beruhte auf der getrennten Ernte von Kolben und Restmais und der Bestimmung des Trockenmassegehaltes. Für die parallel gewonnenen Gesamtpflanzenproben lieferte die Nahinfrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS-Messung durch LVL Brandenburg, Referat Grünland- und Futterwirtschaft Paulinenaue) die Gehaltswerte für Stärke, Rohprotein, Rohfaser und Energie sowie Elos (enzymlösliche organische Substanz).

### 3. Ergebnisse

Nach den seit dem Jahre 1977 am Standort Berge durchgeführten Beregnungsversuchen mit Silomais liegt der mittlere Zusatzwasserbedarf bei 80 mm pro Jahr und der damit realisierbare Trockenmasseertrag bei 175 dt/ha.

Tabelle 2: Erträge von Silomais in Abhängigkeit von der Bewässerung im Jahre 2001 am Standort Berge

Sorte	Bewässerung	Trockenmasse dt ha <sup>-1</sup>	Energie GJNEL ha <sup>-1</sup>	Stärke dt ha <sup>-1</sup>
S 210	ohne	143,5	97,0	60,2
	Beregnung	158,1	101,7	52,8
	Tropfenbewässerung	155,1	100,6	52,3
S 240	ohne	139,1	86,0	43,2
	Beregnung	161,2	100,4	49,5
	Tropfenbewässerung	157,1	95,7	46,1
F-Test ( $\alpha \leq 5\%$ )	Sorte	n.s.	n.s.	n.s.
	Bewässerung	**	**	n.s.
	Sorte X Bewässerung	n.s.	n.s.	n.s.
	s <sub>R</sub> %	3,2	5,6	11,2
LSD ( $\alpha \leq 5\%$ )	beliebige AB-Mittel	16,0	14,3	12,0

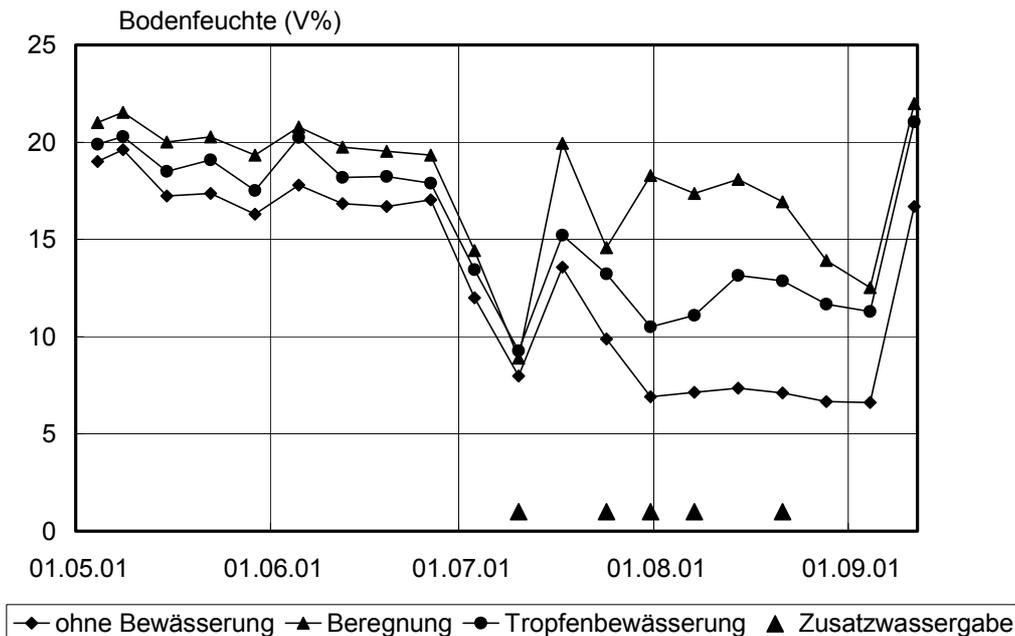


Abbildung: Bodenfeuchteverlauf in 30 cm Tiefe direkt unter den Maisreihen bei unterschiedlicher Bewässerung im Mittel der geprüften Sorten (TDR-Messungen)  
 Die im Vergleich zur unberegneten Kontrolle erzielten Mehrerträge an Trockenmasse durch die Bewässerung waren im Jahre 2001 signifikant, lagen aber deutlich unter dem langjährigen Mittel von 30 dt/ha (Tab. 2). Die Tropfenbewässerung bewirkte im Vergleich zur Beregnung etwas geringere Trockenmasse- und Energieerträge (nicht signifikant).

Das stärkere Absinken der Bodenfeuchte direkt unter den Maisreihen (Abb.) bei einem nach Menge und Termin gleichen Zusatzwassereinsatz kann als Ursache für die geringere Ertragswirksamkeit der Tropfenbewässerung im Vergleich zur Beregnung in Betracht kommen. Bei allen geprüften Qualitätsparametern traten signifikante Unterschiede in Abhängigkeit von Sorte und Bewässerung auf (Tab. 3). Die Maissorte mit der höheren Siloreifezahl (S 240) wies bei Tropfenbewässerung im Gegensatz zur Sorte mit geringerer Siloreifezahl die etwas geringeren Kolbenanteile und Trockenmassegehalte auf.

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Beregnung und Tropfenbewässerung führten im Feldversuch bei gleicher Zusatzwassermenge nicht zu signifikanten Unterschieden in den Ertragsparametern. Auf die Bewässerung reagierten die Maissorten mit verschiedener Siloreifezahl in der Ausprägung der Qualitätsparameter in unterschiedlicher Weise. Die vergleichsweise hohen Trockenmassegehalte des nicht bewässerten Silomaises verdeutlichen, dass durch die Bewässerung das vorzeitige Vertrocknen der Maisblätter vermieden wurde. Bei Maissorten mit früher Siloreife ist durch die Bewässerung kaum mit einer verzögerten Kolbenreife zu rechnen, wogegen bei Sorten mit höherer Siloreifezahl eher ein etwas späterer Erntetermin durch die Bewässerung zu erwarten ist.

Tabelle 3: Qualitätsparameter von Silomais in Abhängigkeit von der Bewässerung im Jahre 2001 am Standort Berge

Sorte	Bewässerung	TM	KA	MJ	Stärke	XA	XP	XF	Elos
S 210	ohne	46,8	68,9	6,8	41,9	3,1	7,0	15,4	73,9
	Beregnung	37,6	66,0	6,4	33,0	3,6	7,1	18,3	70,2
	Tropfenbewässerung	38,1	66,7	6,5	33,6	3,5	6,8	18,2	70,6
S 240	ohne	37,1	59,9	6,2	31,1	3,7	7,1	19,5	67,4
	Beregnung	32,0	62,0	6,2	30,7	3,9	7,5	19,2	67,8
	Tropfenbewässerung	31,6	61,3	6,1	29,3	4,0	7,2	20,5	66,2
F-Test	A Sorte	**	**	**	**	**	n.s.	**	**
$\alpha \leq 5\%$	B Bewässerung	**	**	**	**	**	n.s.	**	**
	A X B	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	$s_R\%$	3,7	2,0	2,8	8,6	2,7	6,3	7,6	2,8
LSD	beliebige AB-Mittel	2,4	2,6	0,4	4,9	0,3	0,8	2,5	3,9
$\alpha \leq 5\%$									

<b>TM</b>	<b>Trockenmassegehalt [%]</b>	<b>XP</b>	Rohproteingehalt [%]
<b>KA</b>	Trockenkolbenanteil [%]	<b>XF</b>	Rohfasergehalt [%]
<b>MJ</b>	Energiegehalt [MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM]	<b>Elos</b>	enzymlösliche organische Substanz
<b>Stärke</b>	Stärkegehalt [%]	**	signifikant
<b>XA</b>	Rohaschegehalt [%]	n.s.	nicht signifikant

In weiteren Versuchen muss geklärt werden, ob bei einem Abstand der Tropfschläuche von 1,5 m der Zusatzwassereinsatz im Vergleich zur Beregnung zeitiger beginnen sollte. Obwohl im Gegensatz zur Beregnung bei der Bewässerung unterhalb des Blätterdachs keine Wasserverluste durch Abdrift und Evaporation oberhalb des Bestandes sowie von den Blattflächen auftreten (YONTS et al. 2000), konnte im Jahre 2001 kein effizienterer Wassereinsatz bei Silomais durch die Tropfenbewässerung nachgewiesen werden.

## Literatur

- ALBRECHT, M. (2001): Wirtschaftlichkeit der Kartoffelberegnung, ausgehend von den Einsatzbedingungen in Thüringen. Beregnung von Kartoffeln und Mais. Schriftenreihe der Landesanstalt für Landwirtschaft Brandenburg H. 6, 15-22.
- ROTH, D., D. WERNER, D. KRUMBIEGEL und U. WENDLING, 1987: Modellparameter und Modellberechnungen zur Ermittlung des Niederschlags- und Zusatzwasserbedarfes landwirtschaftlicher Fruchtarten in Abhängigkeit von Standort und Witterung. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 31; 531-541
- SOURELL, H., 2001: Tendenzen bei der Mechanisierung der Beregnungstechnik. Schriftenreihe der Landesanstalt für Landwirtschaft Brandenburg H. 6, 10-14.
- WENKEL, K.-O., M. NEUMEYER und F. SCHIRACH, 1988: Neue Möglichkeiten für die Beregnungssteuerung mit Hilfe des BC-Projektes BEREST. Feldwirtschaft 29, 197 – 200.
- YONTS, C.D., W.L.KRANZ, D.L. MARTIN (2000): Water loss from Above-Canopy and In-Canopy Sprinklers. Nebraska Cooperative Extension G97-1328-A: Irrigation Engineering B-25, Irrigation Operations and Management.

# **Bestandeszusammensetzung und Futterqualität einjährig angebauten Kleegrases in einer Futterbau-Fruchtfolge**

Karen C. Volkers, Michael Wachendorf und Friedhelm Taube

**Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau  
Christian-Albrechts-Universität Kiel**

## **1. Einleitung**

Ein Konsequenz der zunehmenden Spezialisierung und des technischen Fortschritts im Milchvieh-/Futterbaubetrieb (Fütterung von Totalen-Misch-Rationen, Einführung des Melkroboters) ist die Einschränkung der Weidehaltung von Milchkühen bzw. im Gegenzug zu die vermehrte Schnittnutzung für die zunehmend im Stall gehaltenen Tiere. Gleichzeitig wird die Weidehaltung aufgrund der geringen Nährstoffeffizienz (v. a. hinsichtlich des Stickstoffs) und der daraus resultierenden Nährstoffakkumulation im System zunehmenden kritisiert, da es unter intensiv beweideten Grünlandflächen zwangsläufig zu erhöhten Auswaschungsverlusten kommt (BÜCHTER et al., 2002).

Eine alternative Form der Futterproduktion sind Futterbau-Fruchtfolgen, in denen Gras- bzw. Klee grasbestände mit 1 bis 3jähriger Nutzungsdauer integriert sind. Verschiedene Autoren weisen auf positive Ertragseffekte einer kombinierten Schnitt- und Weidenutzung von Klee grasbeständen hin (FRAME & PATERSON, 1987; SCHILS et al., 1999). Diese Beobachtungen erfolgten in Systemen, in denen auf 1 bzw. 2 Schnitte zur Siloreife eine Beweidung folgte.

Die vorliegende Untersuchung ist Teil des interdisziplinären Forschungsprojektes „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb (TAUBE & WACHENDORF, 2000). Übergeordnetes Ziel des Teilprojektes ist es, den Einfluß einer variierten Stickstoff (N)-Versorgung auf die Produktivität und N-Effizienz der Futterproduktion in einer 3gliedrigen Fruchtfolge mit Klee gras, Silomais und Triticale zu prüfen und die N-Flüsse in der gesamten Fruchtfolge zu quantifizieren. Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit der Bestandeszusammensetzung und der Futterqualität des in der Rotation überjährig angebauten Weißklee grasses.

## **2. Material und Methoden**

Der Versuch wurde auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (niedere Geest, Ø-Jahresniederschlag 802 mm, Ø-Jahrestemperatur 8,3 °C, Bodenart/-typ: hS/ tief umgebrochener Podsol-Gley) durchgeführt. Die Vorfrucht der Versuchsfläche stellte ein extensiv geführter 4 Jahre alter Grasbestand dar, der im Sommer 1999 umgebrochen wurde.

Details zur Konzeption des Versuches finden sich bei VOLKERS et al. (2001) und werden hier zusammengefasst wiedergegeben. Der Versuchsansatz geht von einem Milchvieh-/Futterbaubetrieb der schleswig-holsteinischen Geest mit einem

durchschnittlichen Viehbesatz von 1.8 GV ha<sup>-1</sup> inklusive Jungtiere und 100 Weidetage aus. Daraus resultiert ein durchschnittlicher Wirtschaftsdüngeranfall von 25 m<sup>3</sup> Gülle ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Die Intensität der Produktion wird durch eine differenzierte Mineraldüngerverabreichung in drei Stufen variiert, die jeweils sehr unterschiedliche Strategien der Futterproduktion bzw. Rationsgestaltung repräsentieren. Die Futterproduktion des sogenannten "extensiven" Systems basiert ausschließlich auf der Stickstoffversorgung, die aus dem Rückfluß der im System produzierten Gülle resultiert. Infolge der - angesichts einer Gesamt-N-Versorgung von nur durchschnittlich 75 kg ha<sup>-1</sup> - geringen Produktivität in der Grundfüttererzeugung ist in diesem System eine starke Zufuhr externer Futtermittel (hauptsächlich Milchleistungsfutter) notwendig, um den kalkulierten Viehbesatz pro Hektar ernähren zu können. Insofern kann man diese Variante auch als kraftfutterorientiertes System bezeichnen. Der Versuch wurde als Spaltanlage mit 2 Güllestufen (0 und 25 m<sup>3</sup>) und drei mineralischen N-Stufen differenziert nach den jeweiligen Fruchtfolgegliedern angelegt (Tab.1).

Innerhalb des Klee-gras-Fruchtfolgeglieds werden 2 Güllestufen (0 und 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) und drei mineralische N-Stufen (0, 100 und 150 kg ha<sup>-1</sup>) geprüft. Die Ansaat des Klee-grases erfolgte jeweils im August mit 20 kg Deutsch' Weidelgras (Sorte Fennema) und 4 kg Weißklee (Sorte AberHerald). Die Gölledüngung erfolgte zu Vegetationsbeginn mit 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> mit einem durchschnittlichen N-Gehalt der Gülle von 3,5 kg m<sup>-3</sup> Gesamt- N. Der Ausgleich der Phosphor- und Kali-Düngung erfolgte nach der Ertragsstufe 3 abzüglich der Gölledüngung (LUFA, 2000). Die erste mineralische N-Düngergabe mit Kalkammonsalpeter wurde Anfang April und die weiteren unmittelbar nach der vorangegangenen Nutzung ausgebracht. Die Bestände wurden zweimal geschnitten und anschließend zweimal von Jungvieh (Ø Lebendgewicht: 450 kg) beweidet. Die Tiere wurden bei Weideresten von 25-30 % abgetrieben. Die letzte Beweidung erfolgte Anfang bis Mitte September. Danach diente die bis zum Vegetationsende wachsende Biomasse als 'catch-crop', die Bestände wurden also vor Winter nicht mehr genutzt. Die Bestände wurden nach jedem Beweiden nachgemäht.

Tab. 1: Differenzierung der Systeme im Fruchtfolgeversuch

Kulturart	Mineraldünger-N (KAS) (kg ha <sup>-1</sup> )	Gülle-N (kg ha <sup>-1</sup> )	Gesamt-N (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>System 1: „Geringe Intensität“</b>			
Mähweide <sup>1</sup>	0	75	75
Silomais <sup>2</sup>	0	75	75
Triticale <sup>3</sup>	0	75	75
<b>Ø N-Einsatz</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
<b>System 2: „Reduzierte Intensität“</b>			
Mähweide	100 (50/50/0/0)	75	175
Silomais	25 zur Saat	75	100
Triticale	100 (30 EC21+40 EC31+30 EC39)	75	175
<b>Ø N-Einsatz</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>150</b>
<b>System 3: „Hohe Intensität“</b>			
Mähweide	150 (80/40/30)	75	225
Silomais	100 (60 Saat+40 EC21)	75	175
Triticale	200 (60 EC21+80 EC31+60 EC39)	75	275
<b>Ø N-Einsatz</b>	<b>150</b>	<b>75</b>	<b>225</b>

<sup>1</sup> Herbstblanksaat mit 4 kg Weißklee und 20 kg Deutsch' Weidelgras ha<sup>-1</sup>

<sup>2</sup> Sorte NAXOS mit 10 Pflanzen m<sup>-2</sup>

<sup>3</sup> Sorte MODUS mit 250 Körnern m<sup>-2</sup>

Sowohl der Trockenmasseertrag als auch der Ertragsanteil des Weißklee wurde zu jeder Nutzung gravimetrisch erfasst. Die Proben wurden 18 h bei 65 °C getrocknet und auf 1mm vermahlen, dann mit dem NIR-System 5000 Monochromator (NIR Systems, Silver Spring, MD, USA) bei einer Wellenlänge von 1100-2498 nm gemessen. Die Energiegehalte (NEL) in MJ NEL kg TM<sup>-1</sup> und die Rohproteingehalte (RP) in % der Trockenmasse (TM) wurden, gewichtet nach dem jeweiligen TM-Ertrag, mit dem Softwareprogramm SAS (SAS Institute, 1996) ausgewertet. Die Ergebnisse stellen das Mittel aus zwei Versuchsjahren dar.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

In den ersten beiden Aufwüchsen stellt sich in Abhängigkeit der N- Düngung ein Kleeanteil von 1-27 % ein (Abb.1). Da die Bodenbearbeitung nach der Ernte der Vorfrucht Triticale eine erhöhte N-Mineralisierung und -Verfügbarkeit bewirkt, ist der Graspartner im Frühjahr noch sehr konkurrenzstark, zumal die mineralische Düngung frühjahrsbetont zu den beiden Schnitten erfolgt. Da das Deutsche Weidelgras aber im ersten Hauptnutzungsjahr noch nicht über eine Triebdichte wie im Dauergrünland verfügt und die N-Düngung nur zu geringen Anteilen zu den Beweidungen im Sommer und Herbst erfolgt, kann der Weißklee, der sich bis dahin sehr stark über die Stolone

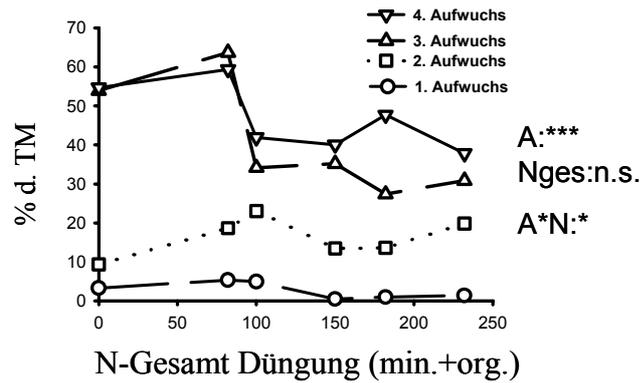


Abb. 1: Ertragsanteil Klee des einjährig angebauten Klee-grases in einer Futterbau-Frucht-folge im Mittel zweier Jahre

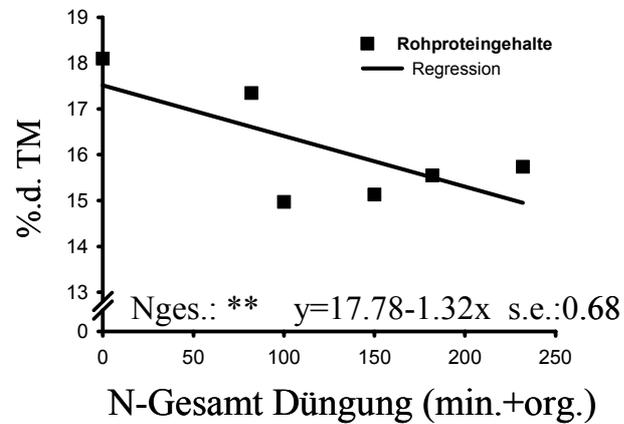


Abb. 2: Rohproteingehalte einjährig genutzten Klee-grases in einer Futterbau-Frucht-folge im Mittel zweier Jahre

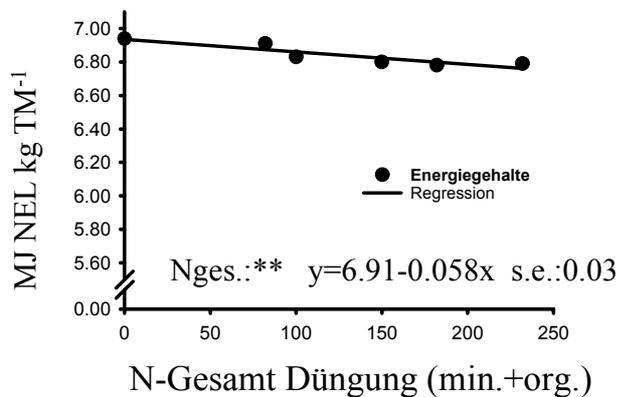


Abb. 3: Energiegehalte einjährig genutzten Klee-grases in einer Futterbau- Fruchtfolge im Mittel zweier Jahre

ausgebreitet hat, selbst bei höherer N-Düngung den Hauptanteil zum TM-Ertrag am 3. und 4. Aufwuchs beitragen. Diese Ergebnisse stehen in starkem Kontrast zu Beobachtungen auf dem Dauergrünland am selben Versuchsstandort (INGWERSEN, 2002), wo bei gleichartiger Nutzung bereits bei geringer N-Intensität die Kleeanteile drastisch abnahmen.

Abb. 2 gibt die Rohprotein (RP)- Gehalte des Kleeertrages wieder. Bei einer Gesamt-N-Versorgung von 0 bis 85 kg ha<sup>-1</sup> werden im Mittel von 2 Versuchsjahren und 4 Nutzungen signifikant höhere RP- Gehalte als bei einer höheren N-Intensität erzielt. Dies liegt maßgeblich in den hohen RP-Gehalten der bei geringer N-Intensitätsstufe stets ungedüngten 3. und 4. Aufwüchse (>23%) bzw. in den dann sehr hohen EAK von im Durchschnitt 45% begründet. Solch hohe Gehalte werden bei höherer N-Intensität nicht erreicht, da zum einen infolge der frühjahrsorientierten Düngerverteilung die beweideten Aufwüchse ebenfalls nur noch eine geringe oder keine N-Düngung erhalten, zum anderen aber die Anteile der proteinreichen Kleeerfraktion doch deutlich reduziert sind (vgl. Abb. 1).

Abb. 3 stellt die Energie (NEL)- Gehalte im geernteten Kleeertrag dar. Diese liegen generell auf sehr hohem Niveau und variieren nur in einem sehr engen Bereich (6.78-6.94 MJ NEL kg TM<sup>-1</sup>). Ebenso wie der RP- Gehalt weisen sie aber eine statistisch gesicherte lineare Beziehung mit negativer Steigung zur N-Gesamtdüngung auf. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in dem entsprechenden Nutzungssystem des Dauergrünlands im Mittel von drei Jahren gefunden (INGWERSEN, 2002).

#### **4. Zusammenfassung**

Die dargestellten Ergebnisse zeigen EAK, RP- und NEL- Gehalte eines in einer Fruchtfolge einjährig angebauten Weißkleeertrages. Die EAK der als Mähweide genutzten Bestände unterscheiden sich aufgrund des geringen Bestandesalters stark von denen der entsprechenden Varianten des Dauergrünlands. Das Düngungsmanagement und die daraus resultierende Dynamik der Kleeanteile während der Vegetationsperiode hatten einen wesentlichen Einfluss auf die Futterqualität der geernteten Biomasse.

#### **5. Literatur**

- Büchter, M., M. Wachendorf and F. Taube (2002): Nitrate leaching from permanent grassland on sandy soils – Results from an integrated research project. 19th General Meeting of the European Grassland Federation. La Rochelle (France), 27 - 30 May, 668-669 .
- Frame, J. & D. J. Paterson, 1987: The effect of strategic nitrogen application and defoliation systems on the productivity of a perennial ryegrass / white clover sward. *Grass and Forage Science*, 42, 271-280.
- Ingwersen, B., 2002: Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Leistungsfähigkeit von leguminosenbasiertem Dauergrünland unter besonderer Berücksichtigung der Nährstoffbilanzierung. Diss. Uni Kiel. Schriftenreihe des Inst. f. Pflanzenbau u. – züchtung **21**.
- LUFA, 2000: Richtwerte für die Düngung 2000, Hrsg.: Landwirtschaftskammer S.-H., Kiel.
- SAS Institute, 1996: SAS/STAT User's Guide, Release 6.12 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Schils, R. L. M., Th. V. Vellinga & T. Kraak, 1999: Dry-matter yield and herbage quality of a perennial ryegrass/ white clover sward in a rotational grazing and cutting system. *Grass and Forage Science*, 54, 19-29.

- Taube, F. and M. Wachendorf (2000): The Karkendamm Project: A system approach to optimize nitrogen use efficiency on the dairy farm. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg, May 22-25, 449-451.
- Volkers, K., Wachendorf, M. und F. Taube (2001): Steigerung der N-Effizienz im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb durch Futterbau in Fruchtfolgen - Erste Ergebnisse 45. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in Gumpenstein. Mittlg. AG Grünland und Futterbau, Band 3, 79-81.

# **Maisanbau auf Grenzstandorten**

von

Armin Hofhansel und Christian Gienapp

## **Institut für Pflanzenbau der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern**

Die natürliche Bodenfruchtbarkeit der Ackerbaustandorte in Mecklenburg-Vorpommern ist sehr unterschiedlich. Sandige und zur Trockenheit neigende Böden herrschen auf nahezu einem Fünftel der Ackerfläche vor. Unter den ungünstigen natürlichen Bedingungen und den momentanen agrarpolitischen Rahmenbedingungen befindet sich der Pflanzenbau auf diesen Standorten an der Grenze der Rentabilität. Man bezeichnet sie deshalb auch als Grenzstandorte.

Traditionell hat sich auf den Grenzstandorten die Tierhaltung stärker konzentriert. Diese erfordert trotz der ungünstigen Bedingungen eine qualitativ hochwertige und vor allem gesicherte Futterwirtschaft. Neben den vorhandenen natürlichen Grünlandflächen wächst bei steigender Leistung in der Tierhaltung die Bedeutung des Ackerfutterbaues. Mit hochwertigem Ackerfutter sind die oftmals geringeren Qualitäten des natürlichen Grünlandes auszugleichen. Dem Mais als der dominierenden Ackerfutterpflanze in Mecklenburg-Vorpommern kommt deshalb auch auf Grenzstandorten eine entscheidende Bedeutung für die Fütterung von Hochleistungsrindern zu.

Der entscheidende und begrenzende Faktor für einen erfolgreichen Maisanbau auf leichteren Standorten ist die unzureichende Wasserversorgung. Gerade bei Sommertrockenheit kommt es zu Befruchtungsstörungen oder zu Rückbildungen bereits befruchteter Körner im Kolben und dadurch zu Qualitäts- und Energieverlusten des Maises. Durch verbessertes Anbaumanagement kann man diese Risiken gezielt vermindern:

### **Bodenbearbeitung**

Die richtige dem Standort angepasste Bodenbearbeitung trägt erheblich zur Sicherung der Wasservorräte im Boden bei. Die Bearbeitungsgänge müssen auf geringste Wasserverluste ausgerichtet sein. So ist eine tiefe Frühjahrsfurche immer mit hohen Verlusten verbunden. Auf Grenzstandorten ist deshalb im Maisanbau eine Herbstfurche für stabile Qualitäten und Erträge zu empfehlen. Ist eine Frühjahrsfurche nicht zu umgehen, darf die Pflugtiefe 15cm nicht unterschreiten (s. Tab. 1).

Eine weitere Maßnahme zur besseren Wasserausnutzung ist die Mulchsaat. Versuche in der Landesforschungsanstalt haben gezeigt, dass durch Mulchsaatverfahren nach Zwischenfruchtanbau und Strohmulchverfahren mit Saatbettbereitung die Erträge und Qualitäten des Maises besonders bei knappem Wasserangebot im Vergleich zum konventionellen Maisanbau stabilisiert werden können (s. Tab.2). Einerseits wird durch die Zwischenfrucht eine sehr gute Bodenstruktur und Bodengare hinterlassen, die eine sehr hohe Aufnahme des Niederschlagswassers ermöglicht.

Tab.1: Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsvarianten auf den Trockenmasseertrag von Silomais (Standort Rustow, AZ 30)

Variante	Trockenmasseertrag dt/ha				
	1989	1990	1991	1989-1991	relativ
Herbstfurche 25cm	161	121	122	135	100
Frühjahrsfurche 25cm	151	107	128	129	96
Frühjahrsfurche 15cm	155	110	135	133	99

Andererseits erzeugt die aufliegende Mulchschicht aus Zwischenfrucht oder Stroh der Vorfrucht einen hervorragenden Verdunstungsschutz, der gerade in der Jugendentwicklung des Maises unnötige Wasserverluste verhindert.

Tab.2: Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf den Stärkegehalt und den Trockenmasseertrag des Silomaises, Gülzow 2000-2001

Bodenbearbeitungsverfahren	Stärkegehalt (%)	Trockenmasseertrag (dt/ha)
konventionell	30,4	170,9
GS nach SF m. SBB	31,8	172,4
GS nach SF o. SBB	30,5	155,3
SM m. BB m. SBB	31,5	167,7
SM m. BB o. SBB	28,4	164,5
SM o. BB m. SBB	29,4	162,0
GD 5%	3,1	17,2

### Aussaatzeitpunkt

Der richtige Aussaatzeitpunkt des Maises hat gerade auf Grenzstandorten einen wesentlichen Einfluss auf den Anbauerfolg. Die allgemeine Empfehlung für Mecklenburg-Vorpommern lautet, die Maisaussaat zwischen dem 25. April und maximal dem 5. Mai abzuschließen. Auf Grenzstandorten ist jedoch bei geringer Frostgefahr der Aussattermin vorzulegen. Der dadurch mögliche frühere Beginn der generativen Phase senkt das Risiko von trockenstressbedingten Schädigungen zur Kornfüllung im August.

## Bestandesdichte

Die Wahl der richtigen Bestandesdichte ist ein wesentlicher Faktor für die ausreichende Wasserversorgung, besonders in der Phase der Kolbenausbildung. In den letzten Jahren hat sich ein deutlicher Wandel zu geringeren Pflanzenzahlen pro Flächeneinheit vollzogen, um vorrangig hohe Qualitäten erzielen zu können. Unsere Empfehlung lautet deshalb, die Bestandesdichte auf Grenzstandorten im Vergleich zu Standorten mit besserer Wasserversorgung weiter zu reduzieren (s. Tab.3). Nur wenn die Bestandesdichte den Standortbedingungen angepasst ist, lassen sich bei ausreichendem Ertragsniveau hohe Qualitäten erzielen.

Tab. 3: Empfehlungen für die Bestandesdichte von Silomais auf Grenzstandorten in Abhängigkeit vom Reifetyp

Bestandesdichte (Pflanzen/m <sup>2</sup> )		
Wuchstyp	Reifetyp	
	früh	mittelfrüh
mittelrahmig	7,5-8,0	7,5
kompakt	8,0-8,5	7,5-8

## Sortenwahl

Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg des Maisanbaues auf Grenzstandorten ist die Sortenwahl. Sie sollte gerade hier auf eine sehr hohe Qualität, das heißt hohe Stärke- und Energiegehalte, ausgerichtet sein. Der Anbau von masse- und ertragsbetonten Sorten, die für die höhere Masseproduktion meist einen gesteigerten Wasserbedarf besitzen, ist nicht empfehlenswert. Die von der Landesforschungsanstalt durchgeführten Landessortenversuche geben Auskunft über die Wasserbedürftigkeit der einzelnen Sorten. Die Ergebnisse sollten deshalb für die Sortenwahl auf Grenzstandorten genutzt werden.

Nur bei konsequenter Verbesserung des Anbaumanagements ist in Zukunft auf Grenzstandorten ein erfolgreicher Maisanbau möglich, der den sehr hohen Anforderungen aus der Tierfütterung entspricht. Die Anstrengungen dazu müssen deutlich höher sein als in den besser mit Wasser versorgten Maisanbaugebieten in Mecklenburg-Vorpommern.

# **Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewirkung verschiedener Kleegrasmischungen auf Öko-Betrieben**

von

Edmund Leisen

**Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe**

## **1. Einleitung**

In der Praxis gibt es Klee grasbestände mit weniger als 5 % und solche mit mehr als 5 % Klee. Die Zusammensetzung des Aufwuchses dürfte die Bedeutung von Klee gras im ökologisch wirtschaftenden Betrieb entscheidend beeinflussen: Erzeugung von qualitativ hochwertigem Futter, Bindung von Luftstickstoff, Auflockerung der Fruchtfolge.

## **2. Material und Methoden**

Geprüft wurde die Eignung verschiedener Klee grasmischungen unter unterschiedlichen Ansaat- und Standortbedingungen. In der Prüfung standen sowohl die von der Arbeitsgemeinschaft der Norddeutschen Landwirtschaftskammern empfohlenen Mischungen A7 und A3 + W als auch weitere Mischungen. Bei der Sortenwahl wurde darauf geachtet, dass die Mischungspartner sich etwa gleich schnell entwickeln: Bei allen Gräserarten erscheinen die Blütenstände entsprechend der Beschreibenden Sortenliste zwischen dem 50. und 56. Tag nach dem 1. April. Mit Temara und Renova standen in allen Mischungen 2 sehr frühe Rotkleearten mit Blühbeginn am 57 bzw. 58 Tag nach 1. April. Die Weißkleearten Gigant und Milkanova, die ebenfalls in jeder Mischung standen, kommen allerdings etwas später in die Blüte. Angelegt wurden die Versuche als Blanksaat oder als Untersaat mit 3 – 4 Wdh. Auf 4 Standorten wurden zwischen 1996 und 1999 Bestandeszusammensetzung, Ertrag und Futterqualität, auf 2 Standorten 2000 und 2001 zusätzlich die Fruchtfolgewirkung festgehalten. Auf 4 weiteren Standorten wurde nur die Bestandeszusammensetzung festgehalten.

## **3. Ergebnisse und Diskussion**

### **3.1. Bestandeszusammensetzung**

#### **3.1.1. Klee**

Nach Untersaaten scheint der Kleeanteil häufig höher auszufallen. Nach Blanksaaten, vor allem auf dem wüchsigen sandigen Lehm, war er dagegen teilweise extrem niedrig, in Mischungen mit Welschem Weidelgras teilweise nur bei 2 %. Auch in den Folgejahren war der Kleeanteil auf diesem Standort im Frühjahr relativ niedrig, bei Mischungen mit Welschem Weidelgras bei 7 bis 21 %, bei Mischungen ohne Welsches Weidelgras immerhin noch bei 17 bis 38 %. Rotklee dominierte vor allem in sehr wüchsigen, Weißklee in weniger wüchsigen Beständen oder nach stärkerem Rückgang von Rotklee (z.B. im zweiten Hauptnutzungsjahr). Luzerne konnte sich weder im

Rheinland noch in Westfalen-Lippe etablieren. Zum Herbst zu nahm der Kleeanteil in der Regel deutlich zu.

### **3.1.2 Gräser**

- Welsches Weidelgras dominierte vor allem in den ersten Aufwüchsen, teilweise aber auch im 2. und 3. Hauptnutzungsjahr.
- Deutsches Weidelgras bildete meist hohe Ertragsanteile, auch dort, wo der Saatgutanteil nur sehr gering war. Durch Welsches Weidelgras und Knaulgras konnte es allerdings stark zurückgedrängt werden.
- Wiesenschwingel hatte auf den meisten Flächen einen gewissen Bestandesanteil, allerdings nur in Mischungen ohne Welsches Weidelgras. In von Anfang an sehr wüchsigen Beständen auf Lößlehm lag der Ertragsanteil aber trotz 33 % Saatgutanteil unter 10 %. In einem Untersaatversuch hat Wiesenschwingel in einer Mischung ohne Welsches Weidelgras aber auch dominiert. Die übrigen Gräser, einschließlich Deutschem Weidelgras traten in diesem Versuch weniger stark auf.
- Lieschgras zeigte auf einigen Flächen ähnliche Ertragsanteile wie Wiesenschwingel, unter sehr wüchsigen Bedingungen war es aber weniger konkurrenzfähig. Dort, wo Lieschgras größere Anteile einnehmen konnte, schwankte es sehr stark im Ertragsanteil: Beispiel: Versuchsbeginn 25 %, 2. Jahr 3 %, 3. Jahr: wiederum 25 %.
- Knaulgras konnte sich in Westfalen-Lippe nach Blanksaat im ersten Hauptnutzungsjahr nicht durchsetzen (zwei Versuche). Ende des zweiten Hauptnutzungsjahres bildete es aber je nach Standort in Mischungen ohne Welsches Weidelgras zwischen 22 und 41 Prozent, Anfang des 3. Hauptnutzungsjahres auf beiden Betrieben 50 % des Aufwuchses. In zwei Versuchen als Untersaat angelegt, hat sich Knaulgras allerdings schon im ersten Hauptnutzungsjahr stärker etabliert.
- Wiesenrispe konnte sich allenfalls mit wenigen Einzelpflanzen etablieren.

### **3.2. Erträge von Kleegrasmischungen**

Die Erträge lagen auf allen geprüften Betrieben jährlich zwischen 54.000 bis 86.000 MJ NEL/ha. Etwas höhere Erträge bei Mischungen mit Welschem Weidelgras zeigten sich im ersten Hauptnutzungsjahr, die Unterschiede sind aber nur relativ gering (Tabelle 1). Ab dem dritten Hauptnutzungsjahr wurden auf Betrieb A und B dagegen die höchsten Erträge bei Mischungen ohne Welsches Weidelgras gefunden (Ausnahme: Mischungen mit Knaulgras) (nicht dargestellt). Auf einem Standort war die Ertragsverteilung bei Mischungen mit Welschem Weidelgras stärker frühjahrsbetont, in den übrigen 3 Versuchen bei allen Mischungen etwa gleich.

### **3.3. Energie- und Rohproteingehalte in Kleegrasmischungen**

Bei 4 bis 5 – Schnittnutzung mit 1. Schnitt in der 1. oder 2. Maiwoche fiel der Energiegehalt bei den einzelnen Mischungen kaum unterschiedlich aus. Wichtig für viele Öko-Betriebe, in denen Protein im Futter oft knapp ist: Der Proteingehalt lag bei Mischungen ohne Welsches Weidelgras höher (Tabelle 1). Zwischen einzelnen Nutzungsterminen gab es sehr große Unterschiede. Sowohl extrem proteinarmes als auch proteinreiches Futter wurden je nach Mischung, Standort und Jahr geerntet.

### 3.4. Standortunterschiede beim Proteingehalt

In Mischungen mit Welschem Weidelgras wurden die niedrigsten Proteingehalte auf dem wüchsigen sandigen Lehm im 1. Hauptnutzungsjahr, auf dem weniger wüchsigen lehmigen Sand im 2. Hauptnutzungsjahr gemessen.

Tabelle 1: Ertrag und Rohproteingehalt im Aufwuchs von Kleegrasmischungen<sup>1)</sup> im 1. Hauptnutzungsjahr

	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
	Blanksaat 1996	1996	Untersaat 1996	1997
	<b>Ertrag (MJ NEL/ha)</b>			
Mischung A7	71.800	72.800	74.400	57.200
Relativerträge				
Mischung A7	100	100	100	100
A3 plusW	102	103	107	94
Zusatzmischungen	107	106	106	103
	<b>Rohproteingehalt (% in T)</b>			
Mischung A7	18,7	18,8	16,8	18,8
A3 plusW	17,2	15,0	14,8	16,6
Zusatzmischungen	17,7	12,8	14,7	nicht bestimmt
	<b>Standortbeschreibung</b>			
Kreis	Coesfeld	Minden- Lübbecke	Coesfeld	Mettmann
Höhenlage (m ü NN)	60	65	100	240
Jahresniederschlag in mm (langjähriges Mittel)	810	730	740	1200
Ackerzahl	37	65	45	50
Bodenart	LS	sL	L	L

1) A7: Mischung ohne Welsches Weidelgras;

A3 plus W: Mischung mit Welschem Weidelgras

Zusatzmischungen: Mischungen mit Welschem Weidelgras und viel Rotklee (10 bis 16 kg/ha)

### 3.5. Stickstoffmengen im Aufwuchs von Kleegrasmischungen

Wichtig für viele Öko-Betriebe, in denen Stickstoff in der Fruchtfolge oft Minimumfaktor ist: Mischungen ohne Welsches Weidelgras enthielten mehr Stickstoff im Aufwuchs und hatten wahrscheinlich auch eine höhere Stickstofffixierleistung. So enthielt der Aufwuchs bei A 7 (Mischung ohne Welsches Weidelgras) im Vergleich zur Mischung A3 + W (Mischung mit Welschem Weidelgras) bei 3-jähriger Nutzung auf 2 Standorten 148 bzw. 182 kg/ha mehr Stickstoff (+ 16 % bzw. + 18 %) (Tabelle 2).

### 3.6. Stickstoffmengen im Aufwuchs und Erträge von Folgefrüchten

Höhere Stickstoffmengen im Aufwuchs der Mischung ohne Welsches Weidelgras (A 7) könnten mit einer besseren Vorfruchtwirkung verbunden sein. Nach Umbruch wurden in den beiden Folgefrüchten nach A 7 etwas höhere N-Mengen im Erntegut auf dem lehmigen Sand gebunden (im 1. Jahr + 13%, im 2. Jahr + 9 %), nicht dagegen auf dem sandigen Lehm. Die Ertragsunterschiede lassen sich nicht absichern (Tabelle 3). Auf

dem sandigen Lehm lassen sich die geringen Unterschiede möglicherweise durch das für den ökologischen Landbau allgemein hohe Ertragsniveau dieses Betriebes erklären. Das hohe Ertragsniveau zeigt sich nicht nur in diesem Versuch sondern auch in den über 10 Jahre hier durchgeführten Sortenversuchen (seit 21 Jahren Bio-Betrieb).

Tabelle 2: Stickstoffmengen im Aufwuchs von zwei Kleegrasmischungen auf mehreren Standorten in Westfalen-Lippe im 1. Hauptnutzungsjahr

Betrieb	Mischung		A 3 + W = 0
	A 3 + W (mit Welschem Weidelgras)	A 7 (ohne Welsches Weidelgras)	
	<b>Stickstoffmenge (kg N/ha)</b>		
A	341	368	+ 27
B	325	395	+ 70
C	324	353	+ 29
D (Uni) <sup>1)</sup>	249	284	+ 35
	<b><math>\Sigma</math> 1997 – 1999</b>		
A	903	1.051	+ 148
B	990	1.172	+ 182

1) Versuch des Institutes für Organischen Landbau der Universität Bonn

Tabelle 3: Stickstoffmenge im Aufwuchs und Erträge von Folgefrüchten auf 2 Standorten

Standort	Mischung	N im Aufwuchs (kg/ha)		T-Ertrag (dt/ha T)	
		über Silomais	über Silomais (IS) über Winterweizen sL)	Silomais	Silomais (IS) Winterweizen (sL)
	bei Klee gras 1996 bis 1999	2000	2001	2000	2001
IS	A 3 + W	160	138	136	135
AZ: 37	A 7	181	150	138	142
sL	A 3 + W	204	127	169	69
AZ: 65	A 7	198	120	163	66

A 3 + W: Mischung mit Welschem Weidelgras

A 7: Mischung ohne Welsches Weidelgras

#### 4. Zusammenfassung

Mischungen mit Welschem Weidelgras waren nur im 1. Hauptnutzungsjahr leicht ertragreicher, auf 1 Standort auch schwächer. Mischungen ohne Welsches Weidelgras enthielten mehr Protein und es wurde 16 bis 18 % mehr Stickstoff mit dem Futter geerntet. In den Folgefrüchten wurde nach derartiger Mischung auf dem lehmigen Sand auch mehr Stickstoff eingelagert.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr. Edmund Leisen, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Nevinghoff 40,  
48147 Münster, email: [Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de](mailto:Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de)

# **Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewirkung von Mais und Getreide/Getreideleguminosengemenge in Öko-Betrieben**

von

Edmund Leisen

**Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe**

## **1. Einleitung**

Zur Gewinnung von Ganzpflanzensilagen steht auf vielen ökologisch wirtschaftenden Betrieben Getreide in Reinsaat oder im Gemenge mit Körnerleguminosen. Aber auch Mais wird angebaut. Viele Betriebe verzichten allerdings auf Mais, weil sie aufgrund der hohen Nährstoffentzüge negative Auswirkungen auf die Folgefrüchte befürchten oder Probleme bei Unkrautregulierung und mit Vogelfraß haben. Um die Vor- und Nachteile besser beurteilen zu können wurden auf mehreren Standorten Ertrag und Fruchtfolgewirkung beider Kulturen verglichen.

## **2. Material und Methoden**

Zwischen 1996 und 1999 wurden in Westfalen-Lippe auf 8 Flächen Mais und Getreide (Sommergerste oder Sommerweizen, in Reinsaat oder in Gemenge mit Erbsen) hinsichtlich Ertragsleistung und Futterqualität miteinander verglichen. Die Versuche waren jeweils mit 2 Wiederholungen als Streifenversuch (12 m Streifen) angelegt. Auf 7 Flächen wurde zusätzlich die Fruchtfolgewirkung festgehalten, je nach Fläche mittlerweile bis zur 5. Folgefrucht.

## **3. Ergebnisse und Diskussion**

Als Ganzpflanzensilage gewonnen lieferte Mais mit 67.000 bis 119.000 MJ NEL/ha teilweise doppelt so hohe Erträge wie Getreide (Abb. 1). Dabei wurden die Erträge von Zwischenfrüchten auf den Betrieben A und B schon mit berücksichtigt: Landsberger Gemenge vor Mais, Zwischenfrucht nach Getreide. Maissilage war darüber hinaus deutlich energiereicher als Getreideganzpflanzensilage (im Mittel 6,5 MJ NEL bzw. 5,4 MJ NEL/kg T bei Ernte in Teigreife) und enthielt relativ viel pansenbeständige Stärke, was in der Milchviehfütterung von besonderer Bedeutung ist.

Die Rohproteingehalte waren bei beiden Kulturen relativ niedrig (im Mittel 7,5 % RP bei Silomais und 7,9 % RP bei Ganzpflanzensilage aus Getreidereinsaat). Bei hohem Erbsenanteil von 50 % Erbsen im Aufwuchs lag der Rohproteingehalt zwischen 11 und 12 %.

Mit Mais werden hohe Nährstoffmengen abefahren (Abb. 2). Die Unterschiede in der N-Bilanz sind noch deutlicher. Zwar kann in der Fruchtfolge mit Mais über Landsberger Gemenge auch etwas Stickstoff gebunden werden. Ein Großteil des Stickstoffs im Landsberger Gemenge entstammt jedoch dem Bodenstickstoff, da die Leguminosen im Frühjahr noch wenig N binden. In Fruchtfolgen mit Getreideleguminosen kann die N-Bindung dagegen sowohl über Erbsen im Gemenge als auch über eine Klee-graszwischenfrucht erfolgen.

Folge: Nach Mais müssen der Folgekultur verstärkt Nährstoffe zugeführt werden oder es müssen Klee gras oder Körnerleguminosen folgen.

Bei ausreichender Nährstoffnachlieferung über Boden und wirtschaftseigene Dünger traten nach Mais im Vergleich zu Getreide keine Mindererträge auf (in 4 von 7 Versuchen; Abb. 3 und 4). In getreidereichen Fruchtfolgen auf flachgründigen Böden wurden 1999 im Kreis Coesfeld sogar Mehrerträge erzielt (Mais als Gesundungsfrucht). Nach ungünstigen Erntebedingungen traten allerdings nach Mais auch Mindererträge auf. Nach Bodenverdichtung oder später Aussaat der Folgekultur konnten empfindliche Mindererträge auftreten: 1999 und vor allem 1998 (späte Aussaat von Dinkel) am Standort in Gütersloh (Abb. 3). Auffallend ist allerdings, dass Klee gras als 3. Folgefrucht auf der ehemaligen Maisfläche mit Bodenverdichtung höhere Kleeanteile hat und auch höhere Erträge bringt (Fläche 3 in Abb. 3), auch bei den ersten Schnitten in 2002. Mindererträge gab es auch dort, wo die Nährstoffnachlieferung nach Mais witterungs- und standortbedingt (kühl-feuchte Witterung, schwerer Boden) in der 2. Folgefrucht 1999 begrenzt war (Abb. 4, Fläche 1).

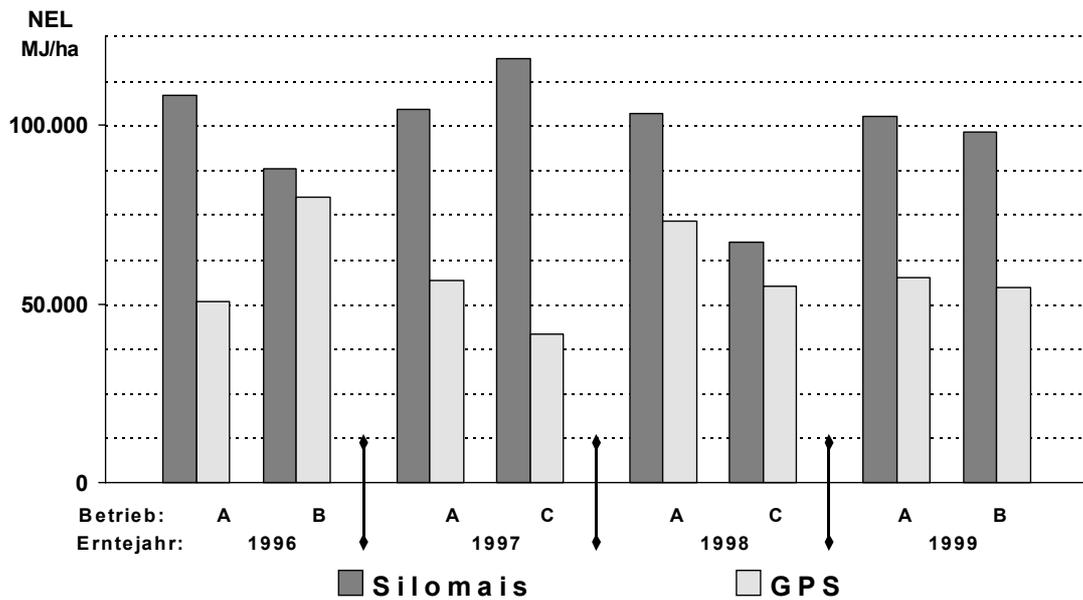
Bei der Einschätzung der Fruchtfolgewirkung muss die Entwicklung des Unkrautbesatzes berücksichtigt werden. Auf den meisten Versuchsflächen bereiteten die Unkräuter in den Versuchsjahren keine großen Probleme. Auf dem Lehmboden standen 1997 allerdings viele Ackerkratzdisteln. Im Mais konnte in diesem Jahr keine wirksame Gegenmaßnahme durchgeführt werden. In Lücken (Vogelfraß) breiteten sich vielmehr die Disteln aus. Auf den Getreideflächen konnte dagegen nach der Ernte bei trockenen Bodenverhältnissen eine Stoppelbearbeitung durchgeführt werden. Wie erfolgreich diese Maßnahme war zeigte sich in der Folgekultur Triticale. Die Streifen unterschieden sich optisch schon von weitem: In den Parzellen nach Getreide standen praktisch keine Disteln, nach Mais gab es dagegen verbreitet Distelnester.

#### **4. Zusammenfassung**

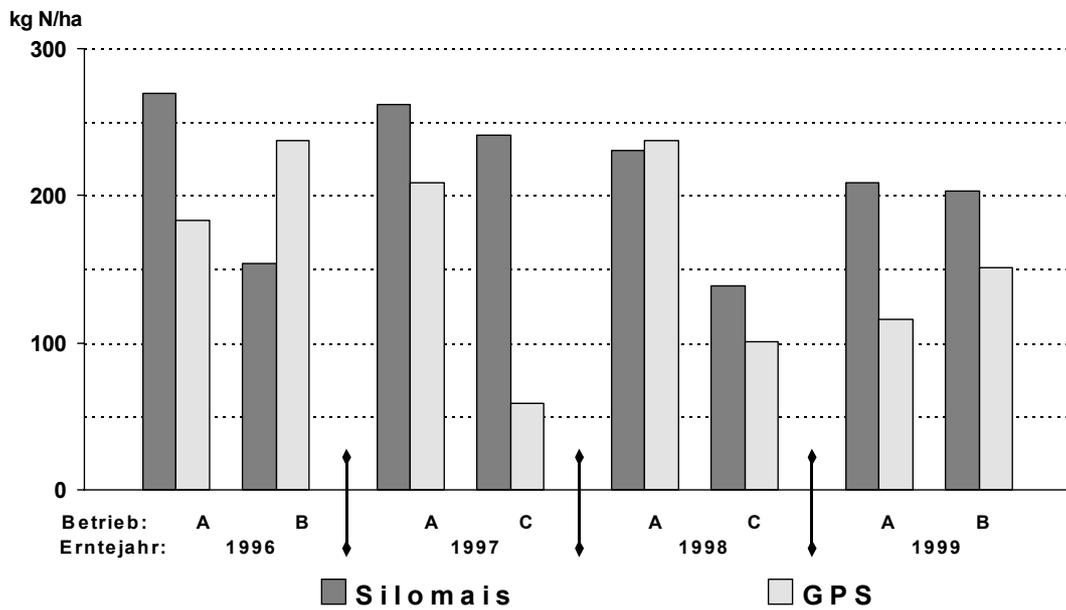
Mais bringt hohe Erträge und liefert ein energiereiches Futter mit hohen Anteilen an pansenbeständiger Stärke. Der hohe Nährstoffstoffentzug muss durch entsprechende Nährstoffzufuhr oder entsprechende Fruchtfolgestellung ausgeglichen werden. Wesentliche Vorteile von Getreide/Getreideleguminosengemenge sind vor allem ein geringer Unkrautdruck, die Möglichkeit zur Stoppelbearbeitung, weniger Probleme mit Vogelfraß, keine Bodenverdichtung bei der Ernte und eine sichere Folgefruchtbestellung auch auf problematischen Standorten.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Edmund Leisen, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Nevinghoff 40, 48147 Münster, email: [Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de](mailto:Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de)

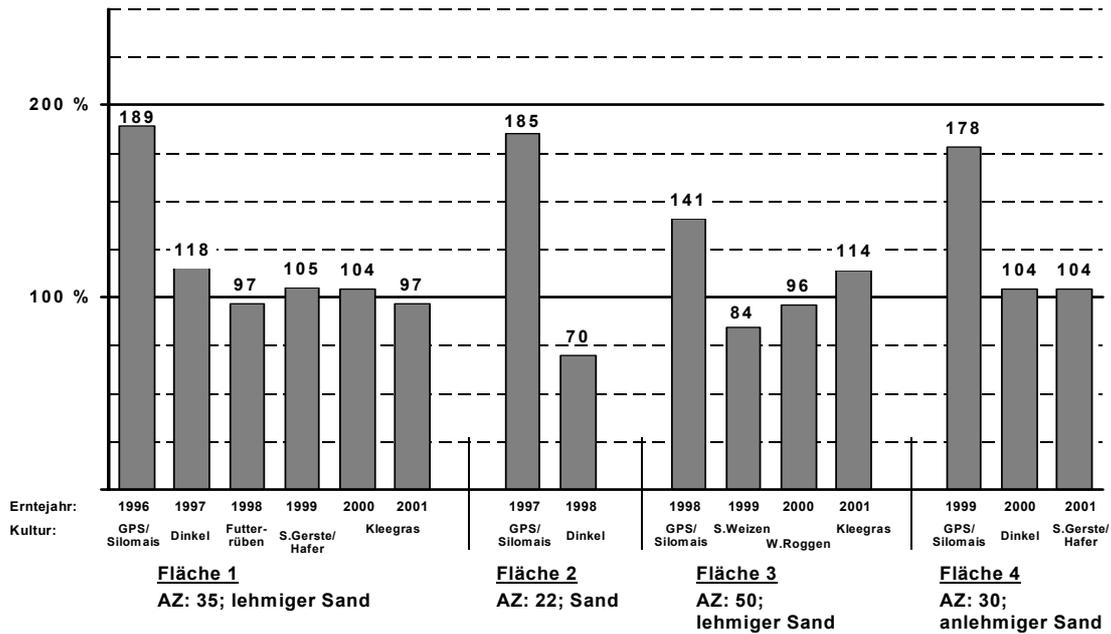


**Abbildung 1:** Energieertrag von Silomais und Getreide/Getreideleguminosengemenge inklusive der Zwischenfrüchte  
**Standorte:** alle: viehhaltende Betriebe; A und B: S bis IS, AZ: 22 – 50, C: L, AZ: 40 - 60



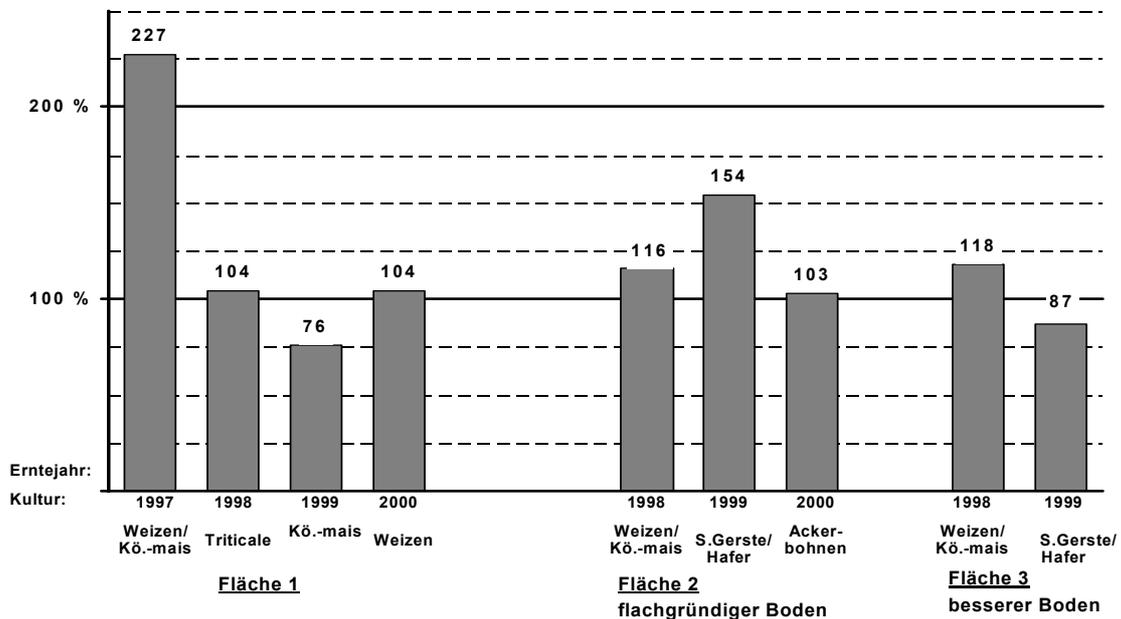
**Abbildung 2:** Gesamtstickstoffabfuhr von Silomais und Getreide bzw. Getreideleguminosengemenge inklusive der Zwischenfrüchte

**Relativverträge der  
Mais-Fruchtfolgen**



**Abbildung 3:** Fruchtfolgen mit Getreide und Mais im Vergleich  
100 = Relativverträge der GPS-Fruchtfolgen  
Standort: Kreis Gütersloh

**Relativverträge der  
Mais-Fruchtfolgen**



**Abbildung 4:** Fruchtfolgen mit Getreide und Mais im Vergleich  
100 = Relativverträge der GPS-Fruchtfolgen  
Standort: Kreis Coesfeld; alle Flächen: Lehm; Ackerzahl 40 - 60

# **Ertrag und Futterwert beim Silomaisanbau mit unterschiedlicher Reihenweite auf einem humosen Sandstandort in Nordostdeutschland**

von

Jürgen Pickert

Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg  
Referat Grünland- und Futterwirtschaft, 14641 Paulinenaue

## **1. Zielstellung**

Gegenüber dem herkömmlichen Anbauverfahren mit etwa 75 cm Reihenweite werden beim Silomaisanbau im Engreihenverfahren mit etwa 37,5 cm Reihenweite aus Thüringen und Rheinland-Pfalz mehrjährig positive Ergebnisse mitgeteilt (PEYKER und KERSCHBERGER 2000, SCHMITT 2001). Dabei waren in Thüringen die Silomaiserträge nach Engreihensaat in keinem Jahr niedriger als bei der herkömmlichen Reihenweite, bei den Futterwert charakterisierenden Parametern (Kolbenanteil bzw. Stärkegehalt) traten nur sehr geringe Unterschiede auf. In dreijährigem Anbau wurden im Gebiet Weser-Ems mit einer Silomaisorte über drei Jahre bei 45 und 30 cm Reihenweite 5 bzw. 10 % höhere TS-Erträge als mit 75 cm Reihenweite erzielt, denen jedoch 5 % geringere Stärkegehalte gegenüber standen (LWK Weser-Ems 2001). In einem dreijährigen Versuch in Schleswig-Holstein stellten WULFES et al. (2002) zwischen 75 und 37,5 cm Reihenweite keine signifikanten Ertragsunterschiede fest. Die Energiedichte fiel bei Engreihensaat jedoch signifikant um ca. 0,1 MJ NEL/kg TS ab. Am Standort Paulinenaue unter nordostdeutschen Standortbedingungen führte im Jahre 1990 ein Feldversuch mit 5 Sorten und 3 Bestandesdichten nicht zu signifikanten Ertrags- und Qualitätsunterschieden zwischen Silomaisbeständen mit 70 und 35 cm Reihenweite (SCHUPPENIES 1990).

In einem Parzellenfeldversuch sollte geprüft werden, ob bei Engreihensaat mit einem neuen Sortenspektrum positive Wirkungen eintreten. Geprüft wurden die Bestandsentwicklung, der Ertrag und der Futterwert beim Silomaisanbau mit den Reihenweiten 75 cm und 37,5 cm (Faktor A), den Bestandesdichten 7, 10 und 13 Pflanzen/m<sup>2</sup> (Faktor B) sowie den Sorten Lenz, Prinz (1999 Canberra) und Banguy (Faktor C).

## **2. Material und Methoden**

Der Versuch wurde über 3 Jahre (1999-2001) in Paulinenaue, etwa 50 km nordwestlich Potsdams, durchgeführt. Der Boden ist ein humoser Sand (S 3 Al, Ackerzahl 30) mit einem Gehalt von ca. 4 % organischer Substanz. Grundwassereinfluss bestand zumindest phasenweise während der Vegetationsperiode in einer Tiefe von etwa 80 bis 100 cm. Der Witterungsverlauf am Standort weist mit 513 mm jährlichen Niederschlag und 9,0 °C Jahresmitteltemperatur einen kontinentalen Charakter auf.

Die Versuchsanlage entsprach einer dreifaktoriellen zweistufigen Spaltanlage (A \* B / C,

r=3). Die Aussaat erfolgte von Hand in doppelter Aussaatstärke. Die 18 m<sup>2</sup> großen vier- bzw. achtreihigen Parzellen wurden etwa im 3- bis 4-Blatt-Stadium entsprechend Prüffaktor B vereinzelt. Düngung und Pflanzenschutz wurden standortüblich vorgenommen. Die Bonituren erfolgten auf der Grundlage der „Richtlinien für landwirtschaftliche Wertprüfungen ...“ (Bundessortenamt 2000). Beerntet wurden die 2 bzw. 4 Kernreihen mit einem Maisvollernter Hege 212 mit selbsttätiger Probenahme. Die Futterwertparameter wurden mit dem NIRS-Verfahren geschätzt. Die Ergebnisse wurden mit EFDAS varianzanalytisch verrechnet.

### 3. Ergebnisse

Zwischen den Prüfgliedern wurden vor allem Unterschiede im Stärkegehalt, in der Energiedichte und im Trockenmasseertrag festgestellt. Es bestanden keine Wechselwirkungen bei den signifikanten Mittelwertdifferenzen, die Reaktion aller Prüffaktoren war hier gleich gerichtet. Somit können die Prüfgliedmittelwerte der Hauptwirkungen miteinander verglichen werden.

Signifikante Unterschiede im **TS-Ertrag** traten vor allem zwischen den Sorten ein. Dies war gewollt, weil die Wirkung unterschiedlicher Sortentypen auf die anderen Prüffaktoren ermittelt werden sollte. Bei Engreihensaat mit 37,5 cm Reihenweite waren die TS-Erträge in jedem Jahr etwas niedriger als bei der Reihenweite 75 cm, allerdings nur in einem Jahr statistisch gesichert. Mit 7 Pfl./m<sup>2</sup> wurden in zwei von drei Jahren signifikant niedrigere Erträge als bei den anderen Bestandesdichten erzielt.

Im Mittel der Versuchsjahre wurden bei Engreihensaat um 26 g/kg TS geringere **Stärkegehalte** und um 0,16 MJ NEL/kg TS geringere Energiedichten festgestellt. Die Differenzen waren in allen Versuchsjahren signifikant. Bei der für den Standort sehr hohen Bestandesdichte von 13 Pfl./m<sup>2</sup> wurden stets der niedrigste Stärkegehalt und die niedrigste Energiedichte ermittelt. Zwischen den anderen Bestandesdichten bestanden bei diesen Futterwertparametern keine signifikanten Differenzen.

Auch beim **Beulenbrandbefall** gab es signifikante Unterschiede zwischen den Sorten und den Bestandesdichten. Die Unterschiede zwischen den Reihenweiten waren dagegen nicht signifikant. Wegen der zahlreichen Wechselwirkungen zwischen den Prüffaktoren ist eine Bewertung der Prüfglied-Mittelwerte kompliziert. Angesichts der aus praktischer Sicht meist geringen Differenzen soll dies aus Platzgründen hier nicht erfolgen. Es ist aber die Tendenz erkennbar, dass bei engeren Reihenweiten und mit wachsender Bestandesdichte der Befall mit Maisbeulenbrand zunahm.

### 4. Schlussfolgerungen

Beim Silomaisanbau in Engreihensaat mit 37,5 cm Reihenweite verringerten sich gegenüber der herkömmlichen Reihenweite von 75 cm auf dem nordostdeutschen Versuchsstandort unabhängig von den verwendeten Sorten und Bestandesdichten der Stärkegehalt um über 26 g und die Energiedichte um fast 0,2 MJ NEL je kg TS. Dies stimmt mit den Versuchsergebnissen aus Schleswig-Holstein überein, bei denen in mehreren Jahren nach Engreihensaat ebenfalls geringere Energie- und Stärkegehalte

festgestellt wurden. Angesichts der Anstrengungen, die in der Praxis für eine Steigerung gerade dieser Futterwertparameter unternommen werden, kann das Verfahren der Engreihensaat unter vergleichbaren Standortbedingungen nicht empfohlen werden, auch wenn der Ertragsverlust eher gering ausfiel.

## **5. Literatur**

Bundessortenamt, 2000: Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Hannover 2000.

LWK Weser-Ems, 2001: Prüfungen und Versuche mit Mais 2000 – Ergebnisse und Berichte. Oldenburg, Landwirtschaftskammer Weser-Ems.

PEYKER, W. und M. KERSCHBERGER, 2000: Plus bei engeren Reihenweiten. Bauernzeitung, H. 11, 42-43.

SCHMIDT, K.-O., 2001: Mdl. Mitt. Tagg. DLG Ausschuss Grünland u. Futterbau, Bitburg.

SCHUPPENIES, R., 1990: Versuchsergebnisse – Einfluss der Reihenweite auf den Silomaisbestand. Institut f. Futterproduktion, Paulinenaue (unveröffentlicht).

WULFES, R., R. THODE UND H. OTT, 2002: Effects of row space, genotype and crop density on yield and quality of forage maize. Proc. of 19<sup>th</sup> Gen. Meet. Europ. Grassl. Fed., La Rochelle. Grassland Science in Europe vol. 7, 490-491.

Tab. 1: Einfluss der Reihenweite auf den Silomaisbestand bei verschiedenen Bestandesdichten und Sorten (Paulinenaue, humoser Sand)

Reihenweite cm	Bestandesdichte Pfl./m <sup>2</sup>	Sorte	Ertrag (Ganzpflanze) dt TS/ha				Stärkegehalt g/kg TS				Energiedichte MJ NEL/kg TS			
			1999	2000	2001	Mittel	1999	2000	2001	Mittel	1999	2000	2001	Mittel
			<b>75</b>		170	168	142	160	351	367	353	357	6,50	6,83
<b>37,5</b>		167	165	136	156	311	355	326	331	6,27	6,76	6,47	6,50	
	<b>7</b>	161	160	133	151	329	342	344	338	6,49	6,77	6,68	6,65	
	<b>10</b>	171	169	138	159	340	375	343	353	6,39	6,85	6,52	6,59	
	<b>13</b>	174	169	144	162	324	365	332	340	6,28	6,75	6,46	6,50	
		<b>1</b>	160	162	145	156	328	355	333	339	6,31	6,73	6,51	6,52
		<b>2</b>	171	166	133	157	324	357	335	339	6,39	6,75	6,55	6,56
		<b>3</b>	175	170	137	161	341	370	351	354	6,45	6,89	6,61	6,65
<b>F-Test</b>														
			n.s.	n.s.	s.		s.	s.	s.		s.	s.	s.	
	Bestandesdichte		s.	n.s.	s.		n.s.	s.	n.s.		s.	s.	s.	
	Sorte		s.	s.	s.		n.s.	s.	n.s.		n.s.	s.	n.s.	
	Reihenweite x Bestandesdichte		n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	
	Reihenweite x Sorte		n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	
	Bestandesdichte x Sorte		n.s.	n.s.	n.s.		s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	
<b>GD 0,05</b>														
	Reihenweite		-	-	5,5		16,8	9,7	9,5		0,13	0,06	0,07	
	Bestandesdichte		7,7	-	6,7		-	11,8	-		0,16	0,07	0,09	
	Sorte		9,3	3,7	4,5		-	11,1	-		-	0,07	-	

# Hohe Energieerträge mit gestaffelt nutzungsreifen Futtergrasbeständen

Karin Neubert und Jürgen Pickert

Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg  
Referat Grünland- und Futterwirtschaft, 14641 Paulinenaue

## • Einleitung

Grundfutter mit hohem Energiegehalt von über 6,0 MJ NEL/kg TS ist bei schnittwürdigen Erträgen nur in einer kurzen Zeitspanne von etwa 10 Tagen am Beginn des Ähren/Rispenschiebens erntbar. Mit verstärkter Halmbildung und der Ausbildung der Blütenstände steigt der Rohfasergehalt stark an. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz und die Energiedichte sinken dadurch rasch ab. Insbesondere Landwirtschaftsbetriebe mit einer großen Grünlandfläche haben häufig Probleme, diese optimale Erntezeitspanne im 1. Grünlandschnitt einzuhalten und das gesamte herangewachsene Futter in hoher Qualität zu ernten. Deshalb wurde bereits lange vor 1990 von Prof. Günther Wacker in Paulinenaue unter Nutzung der Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Gräserarten und Sorten das Konzept der „gestaffelten Nutzungsreife“ von Grünlandbeständen entwickelt und für die Praxis empfohlen (WACKER 1969). Durch intensive züchterische Arbeiten bei Futtergräsern in den vergangenen Jahren und Neuzulassungen von Sorten steht heute für dieses Konzept ein wesentlich breiteres Sortenspektrum zur Verfügung. Die 2001 für den Futterbau in Deutschland zugelassenen 107 Sorten von Deutschem Weidelgras haben beispielsweise eine Reifezeitspanne von 36 Tagen zwischen der frühesten und der spätesten Sorte (BUNDESSORTENAMT 2001). Aber auch von weniger bedeutenden Arten wie Knaulgras und Wiesenlieschgras sind Sorten zugelassen und verfügbar, deren Reife sich deutlich unterscheidet. Die mögliche Staffelung des Nutzungstermines wird seit 2000 in einem Feldversuch in Paulinenaue untersucht, wo in Zusammenarbeit mit verschiedenen Züchterhäusern 16 verschiedene Mischungen unterschiedlicher Arten und Sorten unter dem Gesichtspunkt einer möglichst großen Reifestaffelung konzipiert und angebaut worden sind.

## 2. Material und Methoden

Der Versuch wurde 1999 als Langparzellenanlage mit 6 Wiederholungen auf grundwasserbeeinflusstem humosem Sand am Standort Paulinenaue (ca. 50 km nordwestlich von Potsdam, 513 mm jährlicher Niederschlag, 9,0 °C Jahresmitteltemperatur) angelegt. Als Standard diente die Mischung GR III mit 24 % Deutschem Weidelgras unterschiedlicher Reifegruppen, 50 % Wiesenschwingel, 16 % Wiesenlieschgras und 10 % Wiesenrispe. Die geprüften Mischungen bestanden aus verschiedenen Sorten der Arten Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne* L., WD), Wiesenschweidel (*Festulolium*, *Festuca pratensis* Huds. X *Lolium multiflorum* Lam., FEL), Bastardweidelgras (*Lolium x boucheanum* Kunth, BW), Wiesenschwingel (*Festuca pratensis* Hudson, WSC), Wiesenrispe (*Poa pratensis* L., WRP), Knaulgras (*Dactylis glomerata* L., KL), Rotschwingel (*Festuca rubra* L. sensu lato, ROT), Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis* L., WF) und Weißklee (*Trifolium repens* L., WK). Sie wurden mit einer Saatstärke von 30 bzw. 40 kg/ha angesät. Die Nutzung erfolgte als reine Schnittnutzung mit 4 bis 5 Schnitten jährlich. Gedüngt wurde ortsüblich mit 240 kg N/ha. Geerntet wurde jeweils im visuell bestimmten Stadium der

frühen Siloreife (Beginn des Ähren/Rispenschiebens der Hauptbestandbildner) nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (BUNDESSORTENAMT 2000). Der Futterwert der Mischungen wurde mit dem NIRS-Verfahren bestimmt.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Mischungen (in Prozent) im Versuch

Prüf- glied	WD					FEL	BW	WSC	WL	WRP	KL	ROT	WF	WK
	sf	f	m	sp	ssp									
1		7	7	10				50	16	10				
2	24							50	16	10				
3		24						50	16	10				
4			24			20		30	16	10				
5				16		25		25	24	10				
6					16	25		25	24	10				
7		20						30		10	20		20	
8			50	50										
9		20	15				20	30	15					
10		11	10	8				33	18	12		3		5
11											100			
12		10	10				10				40	20		10
13		5	5	5			7	55		23				
14				16	16				50	18				
15		14	12	8				41	10	8		4		3
16		10	15	20	15			18	8	9				5

### 3. Ergebnisse

Die **Staffelung der Nutzungsreife** wurde in den Mischungen zum einen durch Verwendung früh schossender Arten, z. B. Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras, bzw. spät schossender Arten wie Wiesenlieschgras und zum anderen durch das große Reifespektrum der zugelassenen Sorten des Deutschen Weidelgrases erreicht. Konkurrenzstarke Arten und Bastarde wie Deutsches Weidelgras, Wiesenschweidel, und Bastardweidelgras dominierten auch bei verhältnismäßig geringen Saatanteilen in den ersten drei Jahren die jeweiligen Mischungen und bestimmten damit den Erntetermin. In den Mischungen mit der Kombination von Festulolium konnte mit späte bzw. sehr späte Sorten des Deutschen Weidelgrases nur geringe Bestandesanteile erreichen und damit auch keinen Beitrag zur Verbesserung der Nutzungselastizität dieser relativ früh reifenden Mischungen leisten. Die in fast allen Mischungen enthaltene Wiesenrispe konnte in den ersten drei Nutzungsjahren keine nennenswerten Bestandsanteile einnehmen und beeinflusste deshalb auch nicht die jeweilige Nutzungsreife.

Im Laufe der ersten Nutzungsjahre schichtete sich die Narbe in den einzelnen Mischungen noch etwas um, wodurch sich die Reifeentwicklung und auch die Reihenfolge der Beerntung änderten.

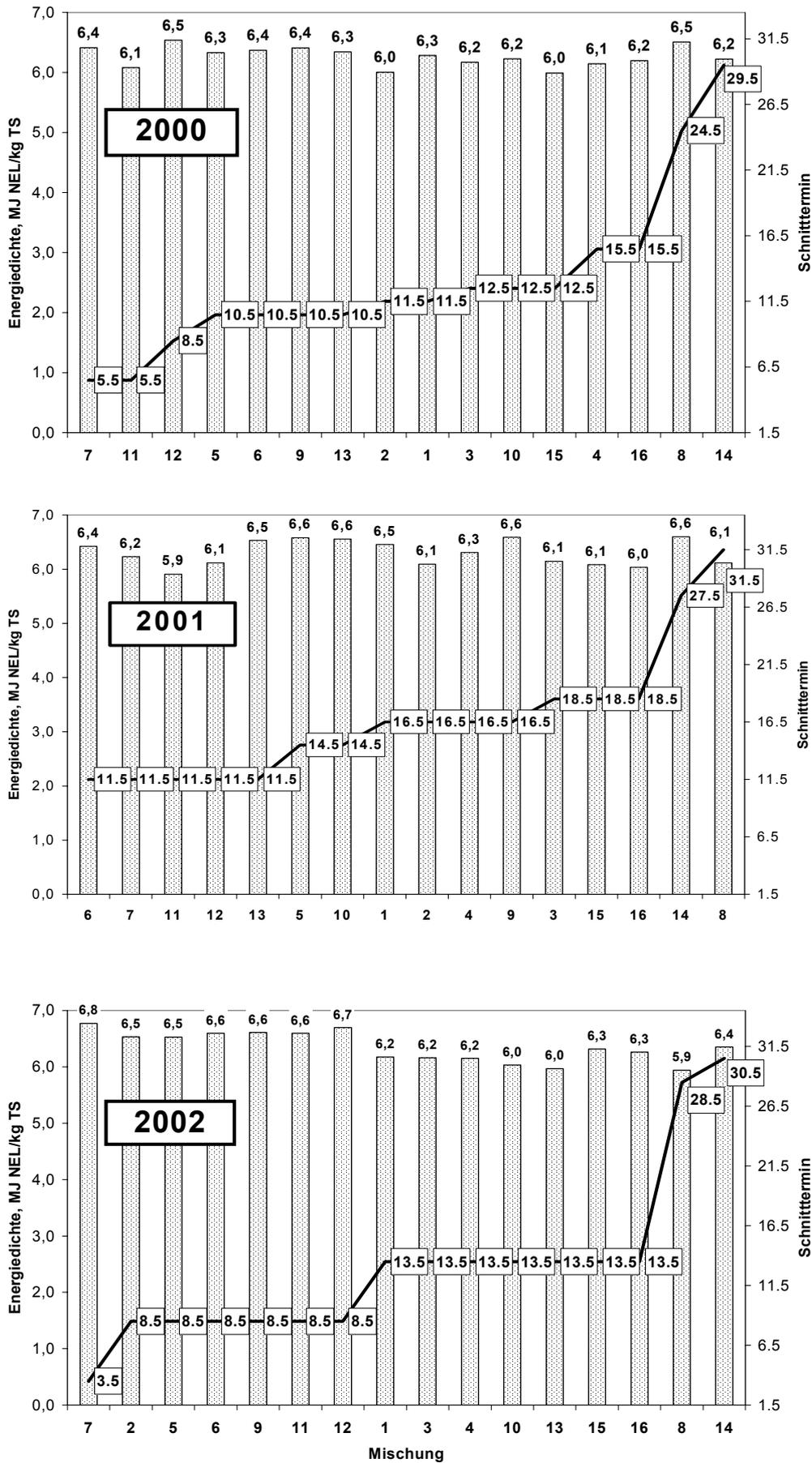


Abbildung 1: Schnitttermin und Energiedichte im 1. Aufwuchs der Jahre 2000 bis 2002 (Paulinenaue)

Mit den verwendeten Mischungen ergab sich eine gestaffelte Nutzungsreife bei hohem Energiegehalt in den **Erntezeitspannen** von 24 Tagen (2000), 21 Tagen (2001) bzw. 25 Tagen (2002). Während dieser Zeitspannen standen zu jedem Erntetermin Mischungen mit Energiegehalten von rund 6,5 MJ NEL/kg TS zur Verfügung. Insgesamt variierte die erzielte Energiedichte im Bereich zwischen 5,9 und 6,8 MJ NEL/kg TS.

Die **Ansprache des optimalen Schnitttermines** ist im wesentlichen gelungen, wenngleich in jedem Jahr einige Mischungen nicht sehr treffgenau erfasst worden sind. Ist der Anteil stark massenwüchsiger Gräser mit einem hohen Halm- und geringen Blattriebanteil wie Bastardweidelgras und Festulolium, an der Bestandeszusammensetzung nur gering oder sind sehr viele Arten im Bestand vertreten, war es schwieriger, visuell den optimalen Erntetermin festzulegen. Hinzu kamen, wie 2002 bei der Ernte der Mischungen 1, 3, 4, 12, 16, durch Befahrbarkeitsprobleme verursachte Verzögerungen im Ernteablauf, die etwas geringere Energiedichten zur Folge hatten. Mit den Jahren gelang es aber zunehmend besser, die Mischungen tatsächlich zum geforderten Schnitttermin zu ernten.

#### **4. Schlussfolgerungen**

- Mit Mischungen aus dem vorhandenen Arten und Sortenspektrum war zum 1. Schnitt eine Erntestaffelung von drei Wochen bei gleichbleibend hoher Futterqualität möglich.
- Mischungen mit wenigen und in der Reife gut aufeinander abgestimmten Partnern ließen sich in Bezug auf den Schnitttermin besser führen als artenreiche Mischungen und Mischungen mit geringen Anteilen hochwüchsiger, zahlreiche Halme ausbildender Arten.
- Mischungen mit hohen Anteilen hochwüchsiger, zahlreiche Halme ausbildender Arten tolerieren bereits leichte Schnittterminverzögerungen nicht und erfordern eine besonders sorgfältige Ansprache. Die im Versuch gemachten Erfahrungen belegen die alte „Weisheit“, dass solche Mischungen früher als blattriche zu beernten sind.

#### **5. Literatur**

Bundessortenamt, 2000: Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Hannover 2000.

Bundessortenamt, 2001: Beschreibende Sortenliste Gräser; Klee, Luzerne.

Bundessortenamt, Hannover.

WACKER, G., 1969: Der Anbau gestaffelt nutzungsreif werdender Futtergräser. Feldwirtschaft, H. 3, 133 –136.

# Beitrag des Zwischenfruchtanbaus zur Reduzierung von Stickstoff- und Phosphatverlusten aus der Landwirtschaft

Bettina Eichler<sup>\*</sup>, Birgit Zachow<sup>\*\*</sup>

## 1 Einleitung

Diffuse Stickstoff- und Phosphorausträge aus der Landwirtschaft sind erheblich an der Eutrophierung von Wasserressourcen beteiligt. Neben Verlusten durch Erosionsprozesse kann es, hauptsächlich auf brach liegenden Flächen während der Wintermonate, zur Auswaschung von Nährstoffen in tiefere Bodenschichten kommen. Viele Regionen besonders im Westeuropa weisen positive Nährstoffbilanzsalden auf. Im internationalen Vergleich ist das unterschiedliche Ausmaß des N- und P-Überschusses in erster Linie durch des jeweilige Niveau der Tierhaltung geprägt (LEINWEBER 1993, ISERMANN 1998). Marktfrüchte tragen im weitaus geringeren Ausmaß zur Nährstoffübersorgung bei. Durch Bewirtschaftungsmaßnahmen, wie z.B. Pflanzenschutzmitteleinsatz, Gestaltung der Fruchtfolgen, zeitliche Anpassung der Nährstoffgaben an den Bedarf, können negative Auswirkungen einer zu hohen Nährstoffversorgung der Böden jedoch reduziert werden.

Auch der Zwischenfruchtanbau kann zur Reduktion von Nährstoffverlusten beitragen, da er die Erosion vermindert und Nährstoffe konserviert, und sie damit vor Auswaschung schützt (MERBACH et al. 1996). Mittels eines 3-jährigen Versuches wurde untersucht, in welchem Ausmaß verschiedene Zwischenfrüchte den P- und N-Gehalt in der Bodenlösung und den Nmin-Gehalt sowie verschiedene P-Parameter des Bodens beeinflussen.

## 2 Material und Methoden

In der Versuchsstation Groß Lüsewitz wurde im Sommer 1999 ein Versuch mit 10 verschiedenen Varianten (Brache und 9 Zwischenfrüchte) als einfaktorielle Spaltanlage angelegt. Der P-Gehalt des Bodens war zu Versuchsbeginn mit 17,3 mg P 100 g Boden<sup>-1</sup> sehr hoch (Gehaltsklasse E). Die Zwischenfrüchte wurden Anfang August gesät und blieben bis zum nächsten Frühjahr auf den Flächen. In den Jahren 2000 und 2001 wurde danach als Hauptfrucht Kartoffel angebaut, die jährlich mit 80 kg N gedüngt wurde. Jeweils vor der Aussaat der Zwischenfrüchte, nach der Vegetationszeit im Herbst und vor deren Umbruch im Frühjahr wurden Bodenproben aus 3 Schichten (0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm) entnommen. Die Gewinnung der Bodenlösung mittels Saugkerzen erfolgte jährlich im Winterhalbjahr zu 8-9 Terminen in 2 Tiefen (30 und 90 cm). In der pflanzlichen Trockenmasse wurden der N- und P-Gehalt bestimmt, im Boden der mineralische N-Gehalt (Nmin), der doppelactatlösliche P-Gehalt (P(DL)) und der Gesamt-P-Gehalt (P(ges.), Königswasseraufschluss) sowie der Gehalt an oxalatlöslichem Fe, Al und P (Fe(ox), Al(ox), P(ox)) im Boden. Daraus wurde das Phosphatbindungsvermögen und der P-Sättigungsgrad des Bodens berechnet (SCHOUmans & BREEUWSMA 1997). In der Bodenlösung wurden der Nitratstickstoff-

---

\* Universität Rostock, FB: Agrarökologie, J.v.Liebig-Weg 6 18051 Rostock, [bettina.eichler@auf.uni-rostock.de](mailto:bettina.eichler@auf.uni-rostock.de)

\*\* Universität Rostock, FB: Landeskultur und Umweltschutz, Versuchsstation Groß Lüsewitz [birgit.zachow@auf.uni-rostock.de](mailto:birgit.zachow@auf.uni-rostock.de)

und Orthophosphatgehalt bestimmt. Die Messung der Elemente im Oxalatextrakt erfolgte mittels der ICP-Spektroskopie. Die anderen Bestimmungen wurden photometrisch durchgeführt (P(DL)-Gehalt: Specol; Orthophosphatgehalt in der Bodenlösung mittels Fließinjektion (Aqua Tec, Foss Tecator); N-Bestimmungen: Analysenautomat EPOS (Eppendorf)).

Es wurden Varianz-, Regressions- und Korrelationsanalysen vorgenommen.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Ertrag und Nährstoffaufnahmen der Fruchtarten

Sowohl die Fruchtarten als auch die Versuchsjahre hatten einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Erträge und N- und P-Aufnahmen. Diese schwankten deutlich in den einzelnen Jahren, wobei, unter anderem begründet durch ungünstige Witterungsverhältnisse zur Zeit des Auflaufens der Fruchtarten, ein deutlicher Abfall von 1999 zu 2001 zu verzeichnen war (Tab. 1). Auch kam es in den beiden letzten Versuchsjahren zum Auftreten von Pilzkrankheiten. So konnte die Erbse auf Grund sehr starken Mehltau-Befalls im Jahr 2000 nicht geerntet werden, was sich auf die Durchschnittserträge sowie die N- und P-Aufnahme auswirkte.

Tabelle 1: Erträge und Nährstoffaufnahmen der Zwischenfrüchte (Durchschnittswerte aus den 3 Versuchsjahren)

Fruchtart	Ertrag (dt TM ha <sup>-1</sup> )	N-Aufnahme* (kg N ha <sup>-1</sup> )	P-Aufnahme (kg P ha <sup>-1</sup> )
Ölrettich	54,6 b	255,5 e	31,9 c
Gelber Senf	43,3 ab	146,9 bc	22,2 bc
Phacelia	40,9 ab	155,3 cd	21,4 bc
Buchweizen	28,7 ab	83,1 ab	15,1 abc
Einj. Weidelgras	28,1 ab	85,9 b	11,1 ab
Gelbe Lupine	35,3 ab	126,4 bc	12,0 ab
Erbse	8,5 a	29,8 a	3,6 a
Serradella	37,5 ab	161,4 cd	17,6 abc
Raphanobrassica	47,8 b	243,1 de	22,4 bc
<b>Jahr</b>			
1999	72,5 c	198,4 b	35,7 c
2000	28,8 b	87,3 a	14,0 b
2001	5,4 a		2,9 a

\*Durchschnitt aus 2 Jahren, da keine N-Gehaltswerte für 2001 vorliegen

Im Durchschnitt wiesen die kruziferen Fruchtarten (Ölrettich, Senf und Raphanobrassica) sowie Phacelia sehr hohe N- und P-Aufnahmen auf. Infolge des zusätzlichen Nährstoffentzuges ist der Zwischenfruchtanbau eine Möglichkeit zum Abbau hoher Nährstoffvorräte im Boden, wenn die Fruchtarten geerntet und von Feld geräumt werden.

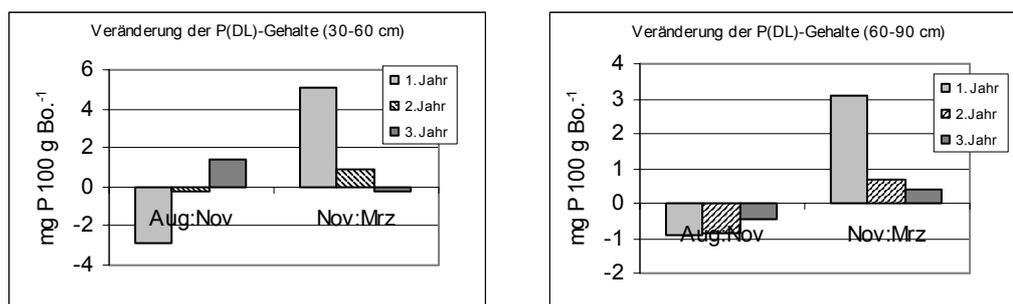
#### 3.2 N- und P-Gehalte im Boden und Bodenlösung

Hinsichtlich der Nmin-Werte (0-90cm) waren im Durchschnitt der 3 Versuchsjahre im Frühjahr keine statistisch gesicherten Unterschiede in Abhängigkeit der geprüften Varianten festzustellen, während die Unterschiede im Herbst zum Teil erheblich waren (Tab. 2). Der Anbau von Raphanobrassica verminderte besonders deutlich die mineralische N-Menge. In der Brachevariante waren die Nmin-Werte im Herbst extrem hoch, fielen dann jedoch bis zum Frühjahr auf das Niveau der anderen Varianten ab, was auf hohe N-Verluste schließen lässt.

Tabelle 2: Einfluss des Zwischenfruchtanbaus auf die Nmin-Menge und P(DL)-Gehalte im Boden.<sup>1</sup> Durchschnittswerte aus den 3 Versuchsjahren.

Fruchtart/	Nmin Nov 99-01 kg ha <sup>-1</sup>	P(DL) mg P 100 g Bo. <sup>-1</sup> < Aug:Nov				Nmin Mrz 00-02 kg ha <sup>-1</sup>	P(DL) mg P 100 g Bo. <sup>-1</sup> < Nov:Mrz			
		Tiefe cm	0-90	0-30	30-60		60-90	0-90	0-30	30-60
Brache	358,6 d	0,45 a	-0,74ab	-1,11 a	42,5 a	1,30 a	1,71 ab	1,25abc		
Ölrettich	59,8 ab	0,06 a	1,11 b	-0,81ab	59,7 a	1,19 a	1,62 ab	2,24 bc		
Senf	63,0 ab	0,08 a	-1,75 a	-0,95ab	47,5 a	0,87 a	3,34 b	2,66 c		
Phacelia	57,0 ab	-0,34 a	-0,93ab	-0,53ab	50,4 a	1,49 a	1,11 ab	1,19abc		
B.weizen	70,8 ab	-0,95 a	0,08ab	-0,49ab	57,1 a	1,40 a	2,65 ab	1,83abc		
Weidelgras	74,8 ab	-0,91 a	-0,12ab	-0,04ab	47,6 a	0,16 a	0,02 a	1,21abc		
Lupine	81,0 b	-0,96 a	-2,04 a	0,37 b	50,4 a	1,47 a	3,15 ab	0,24 a		
Erbse	101,1 c	-0,88 a	0,35ab	-0,57ab	38,9 a	0,96 a	1,47 ab	1,42abc		
Serradella	70,1 ab	-1,21 a	-0,69ab	-0,27ab	56,0 a	1,17 a	1,13 ab	1,37abc		
R.brassica	49,3 a	-0,53 a	-1,07ab	0,09ab	53,7 a	1,45 a	2,60 ab	0,73 ab		
Jahr										
1.V.jahr	75,8 a	-1,17 a	-2,89 a	-0,93 a	47,4 a	1,70 b	5,07 c	3,09 c		
2.V.jahr	59,8 b	-0,82 b	-0,26 b	-0,83 a	60,6 b	0,03 a	0,92 b	0,73 a		
3.V.jahr	88,4 c	-1,20 a	1,40 c	0,47 b	43,2 a	1,72 b	-0,19 a	0,42 a		

Der Einfluss der Zwischenfrüchte auf die Veränderungen der P(DL)-Gehalte im Boden ist im Durchschnitt der 3 Jahre in der mittleren und untersten Bodenschicht signifikant, nicht aber in der Schicht von 0-30 cm.



(Abbildung 1: Veränderung der P(DL)-Gehalte in der mittleren und unteren Bodenschicht Durchschnittswerte).

Im Herbst kam es besonders im ersten Versuchsjahr zu einem Abfall der P(DL)-Werte in der mittleren und unteren Bodenschicht, während zum Frühjahr die Werte dann wieder anstiegen (Abb.1). Lupine und Senf waren die Varianten, die den P(DL)-Gehalt zum November am stärksten verringerten, aber im Frühjahr den größten Anstieg bewirkten (30-60 cm) (Tab. 2). Die Jahreswirkung hat einen signifikanten Einfluss sowohl auf die P(DL)- als auch die Nmin-Werte.

Zwischen den N-Aufnahmen der Fruchtarten und den Nmin-Werten im Herbst bestand eine negative Korrelation ( $r = -0,69^{**}$ ); und zwischen N-Aufnahmen und den Nmin-

<sup>1</sup> Bei den P(DL)-Werten wurden auf Grund von Schwankungen zu Versuchsbeginn nicht die absoluten Werte, sondern die Veränderungen der P(DL)-Gehalte von August bis zum Herbst (Aug:Nov) sowie von den Gehalten im Herbst zum nächsten Frühjahr (Nov:Mrz) angegeben. Bei den Nmin-Mengen sind die absoluten Werte in der gesamten untersuchten Bodenschicht im Herbst (Nov 99-01) sowie im Frühjahr (Mrz 00-02) dargestellt.

Werten im Frühjahr ein positiver Zusammenhang ( $r = 0,55^{**}$ ). Gleiches ließ sich auch für die P-Aufnahme und Veränderung der P(DL)-Werte in der mittleren und unteren Bodenschicht feststellen (Tab.3).

Tabelle 3: Pearsonsche Korrelationskoeffizienten und Funktionen zur Berechnung der Beziehung zwischen den Veränderungen der P(DL)-Gehalte in verschiedenen Bodentiefen (y) und der P-Aufnahme in den einzelnen Varianten (x) (Durchschnitt aus 3 Versuchsjahren).

	<P(DL) mg P 100 g Bo. <sup>-1</sup>			
	Aug:Nov 30-60	Nov:Mrz 30-60	Aug:Nov 60-90	Nov:Mrz 60-90
P-Aufnahme	$r = -0,54^{**}$	$r = 0,56^{**}$	$r = -0,28^*$	$r = 0,44^{**}$
kg ha <sup>-1</sup>	$y = -0,08x + 0,65$	$y = 0,10x + 0,33$	$y = -0,02x - 0,10$	$y = 0,04x + 0,71$

\*Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 0,05$ ; \*\* Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 0,01$

In der Bodenlösung sind vor allem die Nitrat- und Orthophosphat-Konzentrationen in 90 cm von Interesse, weil sie Aufschluss über die Nährstoffverlagerung in tiefere Bodenschichten sowie über die Nährstoffausträge mit dem Sickerwasser geben.

Der Anbau der Fruchtarten reduzierte im Vergleich zur Brache die Nitrat- und die Orthophosphatgehalte in der Bodenlösung in 90 cm Tiefe signifikant (Durchschnitt aller Fruchtarten und Jahre). Besonders hohe Nitratkonzentrationen in 90 cm Tiefe wurden unter brachliegenden Flächen ( $168 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ ) und auch unter Lupinen und Erbsen ( $153,3$  und  $157,7 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ ) gemessen. Die geringsten Gehalte wurde für Raphanobrassica ermittelt ( $47,0 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ ).

Auch hinsichtlich der  $\text{PO}_4^{3-}$ -Gehalte wurden für die Brache die höchste Konzentration in der Bodenlösung in 90 cm ermittelt ( $0,44 \text{ mg PO}_4^{3-} \text{ l}^{-1}$ ); die geringsten Werte für Erbse, Serradella und Weidelgras ( $0,17$ ;  $0,17$ ;  $0,18 \text{ mg PO}_4^{3-} \text{ l}^{-1}$ ).

Die zusätzlichen Nährstoffaufnahmen der Zwischenfrüchte und ihr im Sinne des Gewässerschutzes positiver Einfluß auf die Nitrat- und Orthophosphatgehalte in der Bodenlösung sollten ein Grund sein, den Zwischenfruchtanbau in Gebieten mit hoher Nährstoffversorgung der Böden als Möglichkeit der Reduktion des N- und P-Eintrages in Gewässer in Betracht zu ziehen.

#### 4 Literatur

- ISERMANN, K. (1998): Actual non-sustainable and future sustainable phosphorus balance of agriculture and waste water management in Germany. –In: Practical and innovative measures for the control of agricultural phosphorus losses to water. An OECD sponsored workshop, 16.-19.June, 1998, Antrim (Northern Ireland)
- LEINWEBER, P.; GEYER-WEDELL, K.; JORDAN, E. (1993): Phosphorversorgung der Böden im agrarischen Intensivgebiet Südoldenburg. Vechtaer Druck. u. Verlag, 68 S.
- MERBACH, W., WURBS, A., LATUS, C., (1996): Auswirkungen der Stickstoffkonservierung durch Winterrüben auf die N-Verwertung von nachfolgend angebautem Mais und die N-Verlagerung in einem leichten Boden Nordostdeutschlands. Mitteilgn Dtsch. Bodenkundl. Gesell., 79, 259-262.
- SCHOUMANS, O.F.; BREEUWSMA, A. (1997): The relation between accumulation and leaching of phosphorus. laboratory, field and modelling results – In: Tunney, H.; Carton, O.T.; Brookes, P.C.; Johnston, E.A. (eds). Phosphorus losses from soil to water. CAB International, Wallingford, 361-363

# Lysimeteruntersuchungen zum Nähr- und Schadstoffstoffaustrag bei Anbau von Silomais nach Einsatz von gereiftem Baggergut zur Bodenverbesserung

Michael Henneberg<sup>1)</sup>, Adolf Grüner<sup>2)</sup>

## Einleitung

Das in Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns anfallende organikhaltige und deshalb gemäß diesbezüglichen Richtlinien an Land abzusetzende Nassbaggergut ist als Abfall einzustufen. Es kann aber wegen seiner meist günstigen stofflichen Zusammensetzung (hohe Gehalte an Organischer Substanz (OS), Schluff, Ton und Nährstoffen; günstige Gefügeeigenschaften; unter entsprechenden Grenz- bzw. Richtwerten liegende Schadstoffgehalte) i.d.R. einer Verwertung im Land- oder Landschaftsbau als Bodenverbesserungsmittel (BVM) bzw. Kulturbodenschicht zugeführt werden. Um gemäß AbfG die Schadlosigkeit einer Verwertung zu sichern, ist auch der Stoffpfad Boden-Grundwasser zu prüfen. Mehrjährige Lysimeterversuche sollen praxisrelevante Aussagen zu den Stofffrachten in Richtung Grundwasser und zu ihren Auswirkungen auf die Grundwasserqualität nach Baggerguteinsatz bringen. Die Ergebnisse dienen der einzelfallbezogenen Berechnung der zulässigen Aufwandmenge an Baggergut.

## Material und Methoden

Zu Beginn des hydrologischen Jahres 2000/01 wurden in der Lysimeteranlage Rostock (Lysimeteroberfläche 1,06 m<sup>2</sup>) 3 Versuche zur Verwertung von Baggergut als BVM im Landbau mit insgesamt 17 Versuchsvarianten (jede in 4facher Wiederholung) angelegt:

**1. Hauptversuch (HV):** differenzierte einmalige Aufbringung von Baggergut im Herbst (0, 280 und 420 t TM/ha), abgestuftes Düngungsregime (keine Mineraldüngung, Mineraldüngung mit einfacher sowie erhöhter N-Gabe bei jeweils gleicher P-Gabe), einheitliches C<sub>org.</sub>-Niveau im Ausgangsboden,

**2. Nebenversuch I (NV I):** differenziertes C<sub>org.</sub>-Niveau im Ausgangsboden (C<sub>org.1</sub> = 0,95 %, C<sub>org.2</sub> = 1,24 %), einheitliche Aufwandmenge an Baggergut (280 t TM/ha) mit jährlicher Ausbringung im Herbst, einheitliche Mineraldüngung (N, P).

**3. Nebenversuch II (NV II):** differenzierte Aufwandmenge an Baggergut (140 t TM/ha einmalig und 280 t TM/ha jährlich) zu unterschiedlichen Ausbringungszeiten (Frühjahr [FA], Herbst [HA]), einheitliche Mineraldüngung (N, P).

Das Baggergut stammt aus dem Rostocker Aquatorium und reifte in einem zweijährigen Aufbereitungsprozeß (Aufspülen in Klassierpolder, später Aufsetzen in Mieten) zu einem gut handhabbaren bodenähnlichen Substrat. Nach KA4 ist der Oberboden der Lysimeter (0 – 30 cm) als S13 einzustufen. Der Unterboden (30-100 cm) ist bei der Hälfte der Lysimeter ein Su2 und bei der anderen Hälfte S13.

In allen Versuchen und in allen Versuchsjahren kommt einheitlich Silomais zum Anbau. Die Versuchsanstellungen sind darauf ausgerichtet zu ermitteln, wie und wann sich unter den jeweils verschiedenen Rahmenbedingungen der Sickerwasseranfall und die Sickerwasserzusammensetzung verändern und ab wann und auf welchem Niveau sich die Verhältnisse wieder stabilisieren. Dazu werden 14-tägig (wenn notwendig auch in kürzeren Abständen) der Sickerwasseranfall und vor Ort die Leitfähigkeit ermittelt. Aus Mischproben des Sickerwassers werden für jede Variante unter Berücksichtigung von Sickerwassermenge und differenziertem Untersuchungsrythmus (14-tägig, monatlich zweimonatlich) Salzionen (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), Nährstoffionen (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>,

Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mo<sup>+</sup>, B<sup>+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>), P<sub>ges.</sub> sowie die Gehalte an Schadstoffen (As, Hg, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn; IR-KW, TBT) bestimmt. Boden- und Pflanzenuntersuchungen erfolgen jährlich im Herbst.<sup>2</sup>

## Ergebnisse und Diskussion

**Kennzeichnung des Baggergutes:** Es besitzt eine neutrale Bodenreaktion (pH 7,2), hohe Gehalte an C<sub>org.</sub> (8 %), Ton (24 %) und Schluff (45 %), eine hohe Kationenaustauschkapazität (36 mval/100 g) sowie eine sehr gute Versorgung mit Makro- und Mikronährstoffen. Aufgrund seiner Herkunft aus einem Brackgewässer liegt die Salzkonzentration (bez. auf KCl) auch nach seiner Aufbereitung noch bei ca. 2 %. Obwohl entsprechende Untersuchungen belegen, dass die Nährstoffionen (insbes. K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) diesen Summenparameter wesentlich mitbestimmen, müssen bei den Sickerwasseruntersuchungen die Salzionen Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> besonders beachtet werden.

**Sickerwasseranfall:** Mit zunehmender Aufwandmenge an Baggergut ist ein geringerer Sickerwasseranfall zu verzeichnen (Abb. 1). Ursache ist das sehr hohe Wasserspeichervermögen des Baggergutes aufgrund seiner hohen Gehalte an C<sub>org.</sub>, Ton und Schluff.

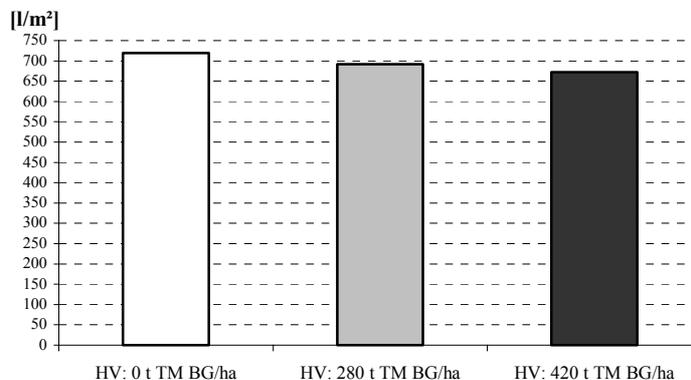


Abb. 1: Sickerwasseranfall Hauptversuch (November 2000 - Juni 2002)

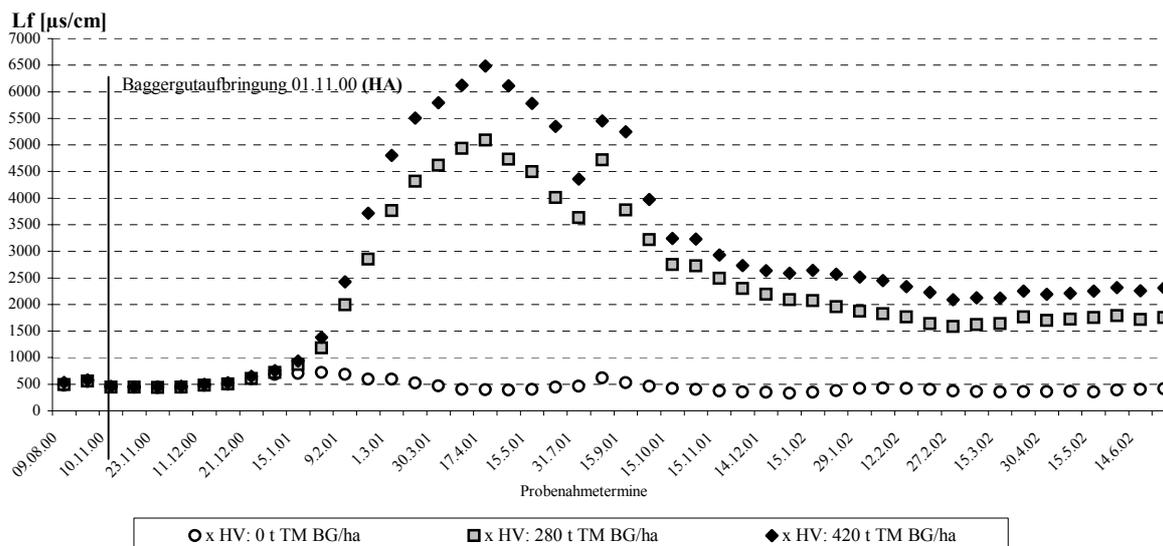
**Leitfähigkeit:** Zweieinhalb Monate nach Versuchsbeginn wurden im Sickerwasser der Varianten mit Herbstausbringung erstmals erhöhte Leitfähigkeiten gemessen. Bis Mitte April nahmen sie bei allen Varianten mit Baggergutausbringung in Abhängigkeit von der ausgebrachten Baggergutmenge stetig zu. Danach war bei den Varianten mit einmaliger Baggergutausbringung zuerst eine deutliche, ab Dezember 2001 nur noch eine geringe Abnahme der Leitfähigkeit des Sickerwassers festzustellen (Abb. 2).

Bei den Varianten mit jährlicher Baggergutausbringung stieg die Leitfähigkeit des Sickerwassers nach der 2. Ausbringung wieder an, ohne bisher das Maximum nach der ersten Anwendung wieder zu erreichen.

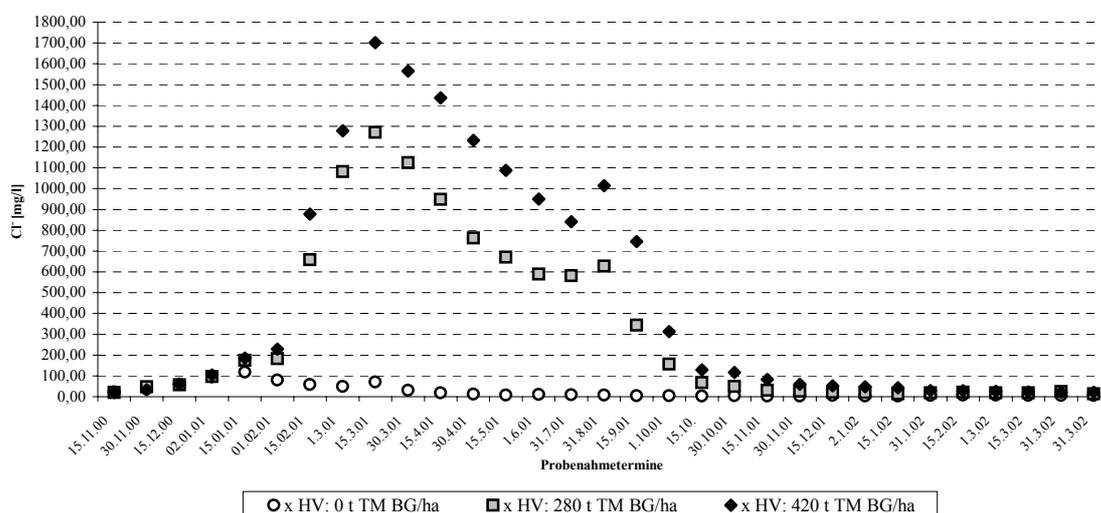
**Inhaltsstoffe des Sickerwassers:** Zwischen den untersuchten Nähr- und Schadstoffionen bestehen deutliche Unterschiede in bezug auf die Höhe und den Verlauf der Konzentrationsbeeinflussung durch das Baggergut. Das leicht auswaschbare Cl<sup>-</sup> erreichte bei Baggerguteinsatz schon Mitte März 2001 (4,5 Monate nach Baggergutausbringung) sein Konzentrationsmaximum (Abb. 3). Seitdem sinken die Gehalte im Sickerwasser stetig. Im Januar 2002 hatten sie nahezu wieder das Ausgangsniveau erreicht.

<sup>1</sup>) Universität Rostock, Fachbereich Landeskultur und Umweltschutz,

<sup>2</sup>) Universität Rostock, Fachbereich Agrarökologie,  
Justus-von-Liebig-Weg 6 18051 Rostock



**Abb. 2: Niveau und Veränderung der Leitfähigkeit (Lf) bei den Varianten des Hauptversuches**



**Abb. 3: Niveau und Veränderung des Gehaltes an Chlorid (Cl) bei den Varianten des Hauptversuches**

Die schwerer beweglichen  $Mg^{2+}$ - bzw.  $SO_4^{2-}$ -Ionen erreichten Ihr Konzentrationsmaximum erst im April bzw. Mitte Mai.

Im Unterschied dazu beeinflusste der Baggerguteinsatz die Gehalte an  $NO_3^-$  und  $NH_4^+$  im Sickerwasser nicht. Die Gehalte an  $P_{ges}$  im Sickerwasser sind mit zunehmender Aufwandmenge an Baggergut sogar deutlich geringer als ohne Baggergut (Abb.4). Ursache hierfür ist die P-Festlegung in der Organische Substanz des Baggergutes.

Die Gehalte an Schadstoffen (TBT, Pb, Cu, Cr, Cd) im Sickerwasser erhöhten sich durch das Baggergut nicht.

**Stoffausträge:** Die aus Sickerwasseranfall und Stoffkonzentration berechneten Austräge an Chlorid, Sulfat, Natrium, Magnesium, Kalium und Calcium wurden durch Baggergutaufbringung erheblich gesteigert, insbesondere bei Sulfat. So erhöhte sich bei einer Aufwandmenge von 420 t TM BG/ha der Austrag an Sulfat-Schwefel im hydrologischen Jahr 2000/01 gegenüber der Nullvariante um mehr als das 100fache (Abb. 5).

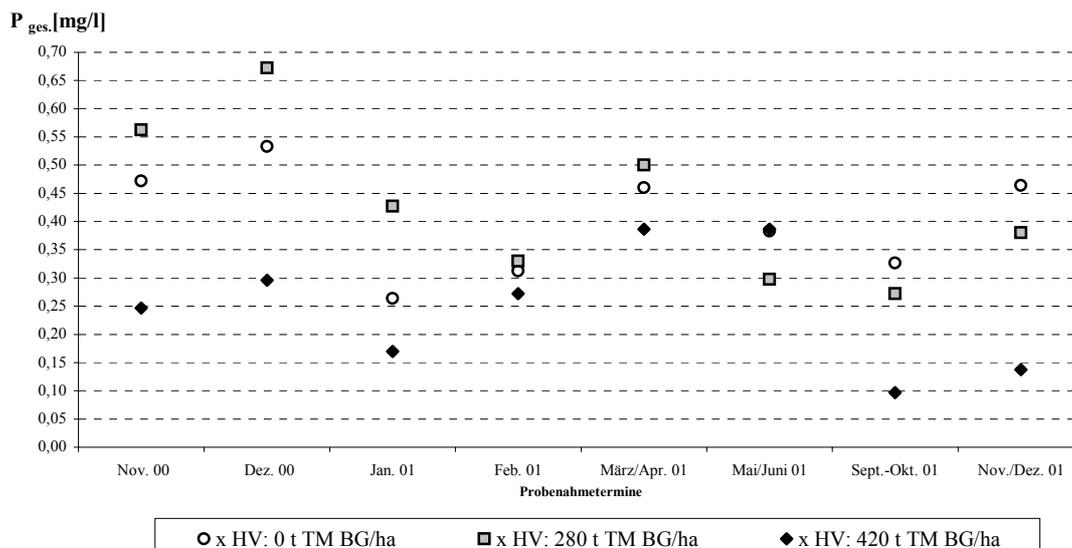


Abb. 4: Niveaue und Veränderung der Gehalte an P<sub>ges.</sub> bei den Varianten des Hauptversuches

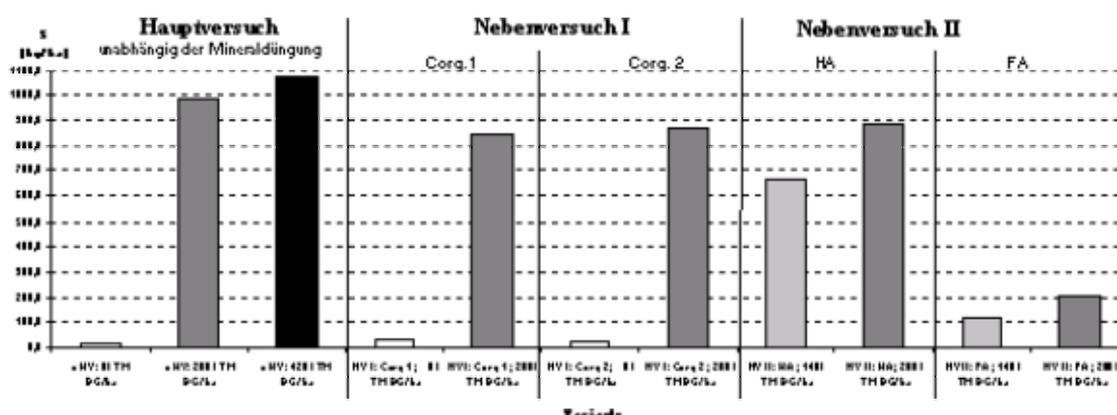


Abb. 5: Austragan Sulfat- Schwefel (S) [kg/ha] (11/00 - 10/01), variantenabhängig

**Zusammenfassung:** Die bisherigen Ergebnisse belegen eine deutliche Beeinflussung von Sickerwasseranfall und -zusammensetzung durch das Baggergut. Wie bereits andere Versuche zeigen, werden durch das Baggergut die Gehalte an  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  im Sickerwasser sehr deutlich erhöht. Der große Stickstoffvorrat (0,4 %  $\text{N}_t$ ) im Baggergut ist fest gebunden und wird nur zögerlich freigesetzt. Aufgrund der geringen Gehalte an Schadstoffen im Baggergut sowie der festen Bindung im Substrat (großes Sorptionspotential, hoher pH-Wert) ist keine Grundwassergefährdung durch Schadstoffe zu erwarten. Eine grundsätzliche Beurteilung der Beeinflussung der Grundwasserqualität wird erst nach Abschluß der mehrjährigen Untersuchungen möglich sein.

# **Analysis of ecological records preserved in isotopic signatures of cattle tail switch hair**

Michael Schwertl, Karl Auerswald, Rudi Schäufele, Hans Schnyder

**Lehrstuhl für Grünlandlehre  
Department für Pflanzenwissenschaften, Wissenschaftszentrum Weihenstephan  
Technische Universität München**

## **Introduction**

Animal diet is important for the flow of energy, carbon and other nutrients in grazed ecosystems. In contrast to controlled experiments, this diet is difficult to assess in ecosystem studies, where the behaviour of the animals should not be influenced.

The composition of carbon and nitrogen stable isotopes in animals depends on the respective composition of the diet (DENIRO & EPSTEIN 1978, DENIRO & EPSTEIN 1981, RUNDEL ET AL. 1989). Thus, examination of animal tissues can provide information about dietary components, if they exhibit distinct isotopic signatures. Hair consists of keratin, which is produced more or less continually at the base of the hair follicle. Once the keratin structure is established, hair becomes a metabolically inactive and persistent tissue (O'CONNELL & HEDGES 1999, LUBEC ET AL. 1987). Thus, every section of the hair shaft contains the isotopic information from the time when it was produced. Hair can therefore be regarded as an isotopic archive, that records dietary changes following seasonal changes or migration (NAKAMURA ET AL. 1982, HOBSON ET AL. 1996). The tail switch is the distal part of the tail and produces especially long hair. The large hair length can be due to either a long period of growth or a particular high growth rate.

In this study we demonstrate a method of how to reveal the isotopic records along hairs with special emphasis on reproducibility and appropriate sampling. For interpretation it is helpful if the isotope signatures can be assigned to a time axis. To this end JONES ET AL. (1981) regularly shaved their experimental cattle. As this is usually not possible in ecological studies, we propose a different approach.

## **Materials and methods**

The samples were collected from cattle of different age, breed and sex (total n=15), which were kept and raised at the Grünschwaige research station ([www.weihenstephan.de/gs](http://www.weihenstephan.de/gs)). From October to April the animals were fed on grass silage and hay, whereas in summer green pasture vegetation was the only feed source.

From each animal a bundle of about 100 tail switch hairs from about 1 cm<sup>2</sup>, was cut close to the skin with scissors in April 2001. For 6 animals, consisting of each age group, sampling was repeated in the same way in September/October 2001. The hairs were cleaned by ultra-sonication with deionised water, soaked in a 2:1 mixture of methanol and chloroform (ca. 2h) and finally washed and soaked in deionised water again. Two dried (40°C, 48h) hairs of similar length were then chosen from each hair bundle and cut into 1 cm ( $\pm 0.1$  cm) pieces (masses 0.5 – 0.05 mg) with the help of a stencil. Shorter pieces would have increased the spatial (and hence temporal) resolution but also would have decreased the analytical precision due to small sample weights.

At least every second cm section was enclosed in a tin cup (4x6 mm, IVA Analyse-technik Meerbusch) and combusted in an elemental analyser (Carlo Erba NA 1108), interfaced to a isotope ratio mass spectrometer (Delta Plus, Finnigan MAT). The isotope data are presented as  $\delta^{13}\text{C}$  relative to PDB standard and  $\delta^{15}\text{N}$  relative to N in air and were calculated as follows:

$$\delta X = [(R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}}) - 1] * 10^3,$$

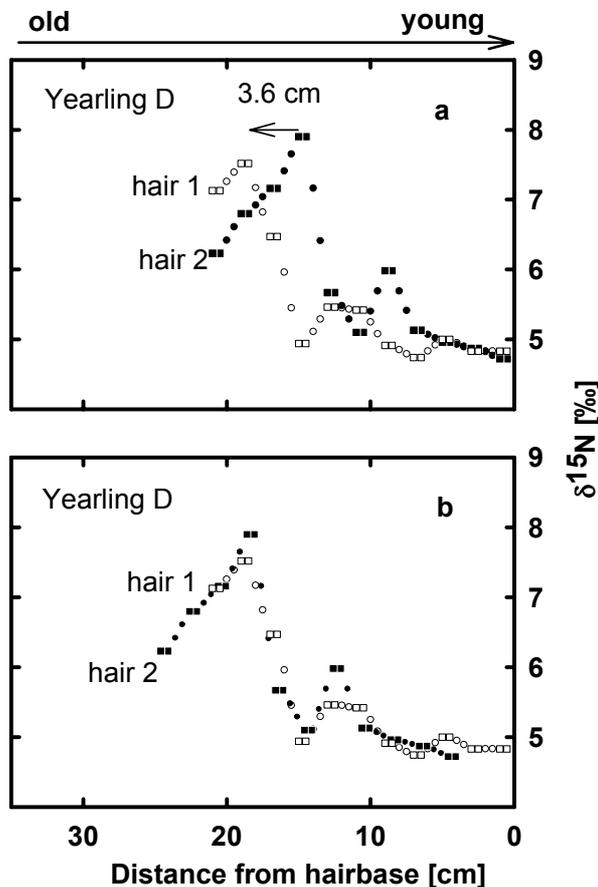
where  $\delta X$  is  $\delta^{13}\text{C}$  or  $\delta^{15}\text{N}$ , and R is the respective  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  or  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ratio. The analytical precision was  $\pm 0.2$  for  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\pm 0.3$  for  $\delta^{15}\text{N}$ .

The data were plotted versus the distance from the hair base from the right to the left. This corresponds to a time axis, as the tip of the hair is the oldest and the base of the hair the youngest section. Linear interpolation between two measured values produces a series of values in 0.5 cm distance (Figure 1a).

A main uncertainty in the assignment to a time axis and in the comparison of different hairs results from the part of the hair that is left underneath and above the skin after cutting. To quantify the length of these “stubbles”, 430 of them were plucked from the tail of a slaughtered cattle after cutting 4 hair bundles. Total stubble length was measured and the part below the skin was determined by visual inspection.

The isotope patterns of two corresponding hairs can be displaced relative to each other (Figure 1). Two mechanisms may contribute to such a mismatch. A “cutting error” may arise from a difference in stubble length. A “growth cycle error” can originate from sampling a non-growing (telogen) hair after the end of its growth cycle. Such a hair cannot be distinguished from a growing (anagen) hair. A telogen hair does not contain the most recent information (ORFANOS & HAPPLE 1990).

To correct for the mismatch, the isotope record of one hair had to be shifted, until maximum match was reached (Figure 1a and 1b). Correspondence was evaluated by independently regressing the N and C signatures of two hairs, while the position of one hair was successively shifted relative to the other. The hair, that did not contain the most recent information, was chosen for shifting. After optimum shifting, the most recent



**Figure 1a:** original 1 cm measurements of yearling D in spring sampling, hair 1 (□□) and hair 2 (■) and 0.5 cm interpolations (○, ●); **1b:** signature of hair 1 and hair 2 after optimum shifting by 3.6 cm

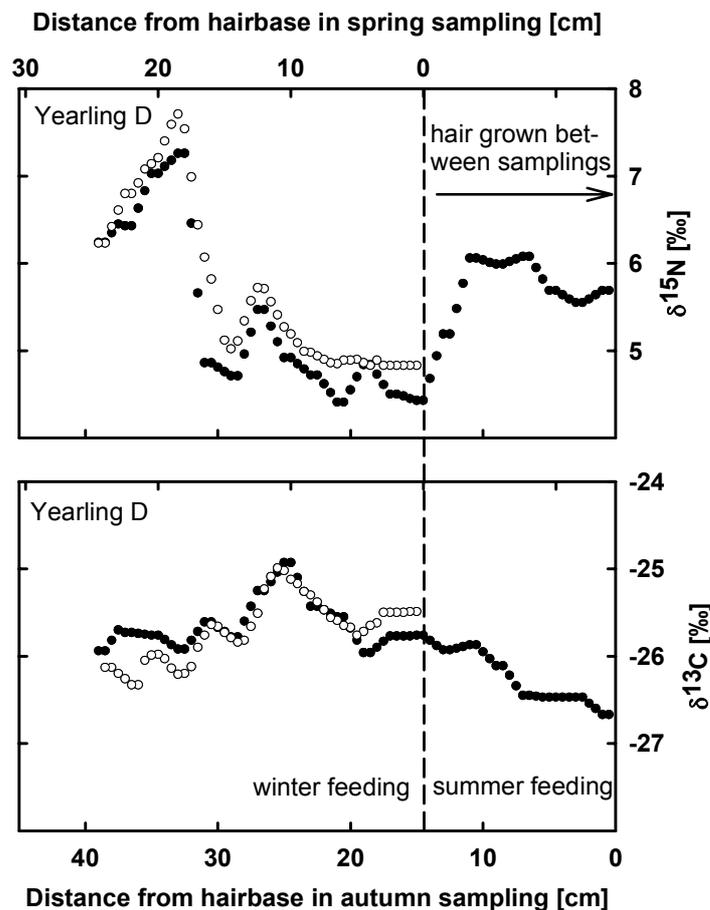
information was thus always located near the origin of the x-axis. The optimum shift was defined as that producing the highest  $r^2$ .

To compare the signatures of autumn and spring sampling, the average isotopic signatures of both sampling dates were calculated for each animal. Then, length data from spring sampling was manipulated, as for the correction of the mismatch, until the correspondence with the autumn sampling was maximum.

### Results and discussion

The hairs were 7 to 39 cm long. Along each, the  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  signatures changed, with differences between maximum and minimum being 1-4‰ for  $\delta^{15}\text{N}$  and 0,5-3‰ for  $\delta^{13}\text{C}$ . Changes in  $\delta^{13}\text{C}$  occurred within a shorter distance and were less pronounced than changes in  $\delta^{15}\text{N}$ . They were thus more difficult to distinguish from scatter. Corresponding isotopic patterns of two hairs from the same animal showed remarkable similarities after optimum shifting. This was indicated by high correlation coefficients with the slope being close to 1 and the intercept close to 0 in most cases.

The recovered hair stubbles were 3 to 40 mm long, with the most frequent length near 8 mm. The longer stubbles were obtained at the edge of the sampling area and resulted from the round profile of the tail. To avoid these sampling uncertainties FISHER ET AL.



**Figure 2:** Mean isotopic signatures for pairs of hair, cut in autumn (●) and spring (○) 2001

(1985) plucked the whole hair shaft. However, this is only possible when single hairs are available. In our case, the hairs usually formed firm strands connected by dried faeces. Washing prior to plucking was considered too laborious. Thus, we reduced the uncertainties of sampling by combining two hairs. Monte Carlo simulation predicted, that the proposed method of analysing two hairs and shifting their signatures along the length axis, reduced the length error in 97% of all cases by 4 mm on average. The predicted improvement from combining three hairs was small (1 mm in 28% of all cases) and therefore did not justify the increase in analyses.

Already after combining two hairs, most of the error was caused by the part underneath the skin, which was 4 to 6 mm long. This error would also occur with shaving and could only be avoided by plucking. However, even with plucking telogen hairs are not easily identified (ORFANOS & HAPPLE 1990). Combining the patterns of two hairs also corrected for the growth cycle error. Additionally, the combination of hairs reduced the

analytical error, which can be a considerable fraction of the total signal where this is weak. Also it allows judgement of the accuracy of the signal, which would be impossible from the analysis of a single hair. To obtain a complete record of the signature along the hairs, it is thus better to analyse only every second cm section of two hairs than every section of one hair.

The isotopic patterns from autumn and spring sampling of Yearling D were remarkably similar. The autumn hairs entirely repeated the spring pattern in the older material (Figure 2). This was indicated by high correlation coefficients after optimal shifting. As autumn and spring hairs were randomly sampled at different locations, this suggests that tail switch hairs grow together, at the same rate. Assuming the same error for both sampling dates, the part of the autumn hair, from its origin to the beginning of the spring hair, represents the growth between the two samplings. In case of Yearling D this was 14.5 cm, grown within 145 days, thus yielding a growth rate of 1.00 mm/d. For 5 other animals sampled twice (data not shown), the individual growth rates varied between 0.69 and 1.06 mm/d. These rates were higher than those reported by FISHER ET AL. (1985) for tail switch hair of cows (0.51 - 0.63 mm/d). This discrepancy could be related to differences between breeds and – possibly – age of the animals.

## Conclusions

Analysing isotopic signatures of cm sections along cattle tail switch hair provides a representative and reproducible archive of dietary history. The length of the sections was chosen according to desired resolution (about 10 days).

To obtain the most recent information, plucking is the preferred method. However, even with this method the most recent information can be obscured when non-growing hair is sampled. Where plucking is impossible, an additional stubble error results. Both can be reduced by analysing the isotope signatures of more than one hair. This also allows judgement of the accuracy of the signal.

Overlapping isotopic records from hairs of the same animal, sampled at different times, give information about the growth rates. Our data suggest, that hairs within one tail grow at similar rates, which allows to convert the positional data to a time axis.

## References

- DENIRO MJ, EPSTEIN S (1978) Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta* 42:495-506
- DENIRO MJ, EPSTEIN S (1981) Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta* 45:341-351
- FISHER DD, WILSON LL, LEACH RM, SCHOLZ RW (1985) Switch hair as an indicator of magnesium and copper status of beef cows. *Am. J. Vet. Res.* 46:2235-2240
- HARKEY MR (1993) Anatomy and physiology of hair. *Forensic Sci. Jnt.* 63:9-18
- HOBSON KA, SCHELL DM, RENOUF D, NOSEWORTHY E (1996) Stable carbon and nitrogen isotopic fractionation between diet and tissues of captive seals: implications for dietary reconstructions involving marine mammals. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:528-533
- JONES RJ, LUDLOW MM, TROUGHTON JH, BLUNT CG (1981) Changes in the natural carbon isotope ratios of the hair from steers fed diets of C<sub>4</sub>, C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> species in sequence. *Search* 12:85-87
- LUBEC G, NAUER G, SEIFERT K, STROUHAL E, PORTEDEH H, SZILVASSY J, TESCHLER M (1987) Structural stability of hair over three thousand years. *J. Arch. Sci.* 14:113-120
- NAKAMURA K, SCHOELLER DA, WINKLER FJ, SCHMIDT H-L (1982) Geographical variations in the carbon isotope composition of the diet and hair in contemporary man. *Biomed. Mass Spectrom.* 9:390-394
- O'CONNELL TC, HEDGES REM (1999) Investigations into the effect of diet on modern human hair isotopic values. *Am. J. Phys. Anthropol.* 108:409-425
- ORFANOS CE, HAPPLE R (Eds.) (1990) Hair and hair diseases, Springer Verlag, Berlin
- RUNDEL PW, EHLERINGER JR, NAGY KA (Eds.) (1989) Stable isotopes in ecological research. Springer Verlag, Berlin, Germany
- [www.weihenstephan.de/gs](http://www.weihenstephan.de/gs) (2002) Grünschaige, verified on 10 July 2002

# Silierung traditioneller sowie neuer Futterleguminosen

von

Günter Pahlow<sup>1</sup>, Chri Rammer<sup>2</sup>, David Slottner<sup>2</sup> und Mikko Tuori<sup>3</sup>

**Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der <sup>1</sup>Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig, <sup>2</sup>Kungsängen Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, <sup>3</sup>Department of Animal Science, University of Helsinki**

## 1. Einleitung

Ziel eines von der EU geförderten Gemeinschaftsprojektes war die Entwicklung und Erprobung zuverlässiger Verfahren für die Konservierung von Futterleguminosen, die auf Grund ihrer geringen Zuckergehalte bei gleichzeitig hohem Pufferungsvermögen schwer vergärbar sind. Dazu wurden in Deutschland, Schweden und Finnland dieselben vier Arten Luzerne (*Medicago sativa*), Rotklee (*Trifolium pratense*), Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Geißbraute (*Galega orientalis*) angebaut und zu 2 Reifestadien nach schwachem bzw. stärkerem Anwelken einsiliert, und zwar unbehandelt sowie mit einem Milchsäurebakterien-Zusatz oder mit Ameisensäure als chemischem Siliermittel. Im frisch geernteten Zustand waren sämtliche Leguminosen als schwer silierbar einzustufen und auf technische Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlgärungen angewiesen. Durch leichtes Anwelken auf 25 % Trockenmassegehalt (TM) ließ sich Buttersäurebildung nicht verhindern, besonders bei Luzerne und Geißbraute. Dies gelang erst durch Anwelken auf 40% TM-Gehalt. Die Gärqualität konnte jedoch durch geeignete Siliermittel noch weiter erheblich gesteigert werden. Bei der Verminderung des Eiweißabbaus während der Silierung war die Ameisensäure dem Impfprodukt überlegen. Speziell in den höher angewelkten Silagen verstärkte dagegen der Bakterienzusatz die Milchsäurebildung noch erheblich. Bis auf wenige Ausnahmen waren die Silagen aerob stabil.

## 2. Material und Methoden

Die Leguminosen wurden mit einem Walzen - Mähaufbereiter (Krone) geerntet. Der angestrebte Trockenmassegehalt von 20 bzw. 40 % wurde jeweils innerhalb von 1 bzw. 2 Tagen erreicht. Die Konservierungsversuche erfolgten im Labormaßstab mit 1,5 l Silos in 3-facher Wiederholung. Für jede Futterart wurden die Varianten K (Kontrolle), AS (Ameisensäure) mit einer Dosis von 6,0 l für das schwach angewelkte und 3,5 l für das stark angewelkte Futter sowie ECO, einem biologischen Siliermittel (Ecosyl) bei einer Impfdichte von 10<sup>6</sup> koloniebildenden Einheiten (KbE) einsiliert. Das Analysenprogramm ist in Tabelle 1 aufgeführt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Siliereignung der Leguminosen wurde durch Berechnung ihres Vergärbarkeitskoeffizienten (VK) charakterisiert, der in einer Zahl die Effekte des aktuellen Trockenmas-

segehaltenes, der Menge an vergärbarem Substrat sowie der Pufferkapazität des Pflanzenmaterials zusammenfasst (PAHLOW und WEISSBACH 1999).

$$VK = TM [\%] + 8 Z/PK$$

Ein Wert >45 kennzeichnet gute Vergärbarkeit, so dass mit einer buttersäurefreien Silage gerechnet werden darf. Die Gültigkeit dieses Schwellenwertes setzt jedoch einen ausreichenden Nitratgehalt im Futter voraus. Dieser kann je nach Beschaffenheit des Futters etwa zwischen 1 und 5 g NO<sub>3</sub>/kg TM schwanken (KAISER et al. 2002, PAHLOW, 2002). Für den VK ergaben sich zwischen den 4 Leguminosen keine signifikanten Unterschiede. Dagegen wirkte sich die durch das Anwelken erzielte Differenz im TM-Gehalt sehr deutlich aus. (Tabelle 2):

**Tabelle 1:** Analysen an Ausgangsmaterial (AM) und Silagen nach 90-tägiger Lagerung

Chemische Zusammensetzung beim Einsilieren	
Siliergut-Parameter	Dimension
Trockenmassegehalt	g TM kg <sup>-1</sup>
Epiphytische Milchsäurebakterien (MSB)	log KbE g <sup>-1</sup> FM
Wasserlösliche Kohlenhydrate	g kg <sup>-1</sup> TM
Pufferkapazität	g Milchsäure <sup>-1</sup> 100g-1 TM
Nitratgehalt	g kg <sup>-1</sup> TM
Chemische Zusammensetzung der Silagen nach 90 Tagen Lagerdauer (25°C)	
Silage-Parameter	Dimension
Trockenmassegehalt (korr. um flücht. Substanzen)	g TM kg <sup>-1</sup>
pH-Wert	-----
Gärprodukte (Gärsäuren, Alkohole)	g kg <sup>-1</sup> TM
Ammoniak-Fraktion	NH <sub>3</sub> N in % v. Gesamt N <sub>(AM)</sub>
Aerobe Stabilität	Tage bis zur Erwärmung (>3°C)

**Tabelle 2:** Vergärbarkeitskoeffizient in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt

Leguminosenart	Frisch geerntet	Angewelkt auf 25% TM	Angewelkt auf 40% TM
Luzerne	27	35	48
Rotklee	27	38	50
Hornklee	24	34	47
Geißbraute	29	35	47
<b>Mittelwert</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>48</b>
Stand. Abw.	1.8	1.5	1.2

Der niedrige VK von 27 des frisch geschnittenen Materials kennzeichnet extrem zu Fehlgärungen neigendes Futter. Schwaches Anwelken allein garantierte ebenfalls noch kein gutes Konservierungsergebnis. Erst die stärker angewelkten Leguminosen übertrafen den o.g. Grenzwert von 45.

**Tabelle 3:** Nitratgehaltsklassen in Futterleguminosen, 1998-2000 (SÖLTER, 2002)

Nitratgehalt	1. Schnitt			2. Schnitt			3. Schnitt		
	x	n	%	x	n	%	x	n	%
< 1,1	0,4	233	91,4	0,5	249	82,5	0,4	244	80,8
1,1.....2,2	1,4	22	8,6	1,5	50	16,6	1,6	42	13,9
> 2,2	-	-	-	2,4	3	0,9	2,5	16	5,3

Den in diesem Zusammenhang bedeutsamen Nitratgehalt von Leguminosen und Leguminosen-Gras-Gemischen zeigt die Tabelle 3 auf Basis aktueller Untersuchungen aus

den Jahren 1998-2000 (SÖLTER, unveröffentlicht). Die  $\text{NO}_3$ -Konzentrationen schwankten zwischen der Nachweisgrenze und  $2,75 \text{ g NO}_3/\text{kg TM}$ . Mehr als 80 % der Proben enthielten weniger als  $1,1 \text{ g NO}_3/\text{kg TM}$  und ließen damit prinzipiell Fehlgeruchungen bei der Silierung erwarten.

Analog zur Kennzeichnung der Silierbarkeit anhand des VK wurde auch der Konservierungserfolg durch ein Punktsystems klassifiziert, das die Gärqualität ebenfalls mit nur einer Zahl bewertet, dem sogenannten DLG-Schlüssel. Dieser berücksichtigt die Konzentration von Butter- und Essigsäure sowie des Ammoniak-Stickstoffs in % des Gesamtstickstoffs des Ausgangsmaterials gemeinsam mit dem pH-Wert in Beziehung zum TM-Gehalt der Silage. Erzielbar sind maximal 100 Punkte für höchste Gärqualität.

Den Siliermitteleffekt auf das Gärproduktspektrum und weitere Indikatoren der Silagequalität zeigt die Tabelle 4:

**Tabelle 4:** Einfluss von Siliermitteln auf Gärungsprodukte und Qualität der Silagen

	Milchsäure	Essigsäure	Buttersäure	$\text{NH}_3\text{-N}$ in % d.GN im AM	DLG-Punkte (max.100)
	$\text{G kg}^{-1} \text{ TM}$				
Kontrolle	66 b	23 a	4.6 a	12 a	71 c
Ecosyl <sup>®</sup>	88 a	21 b	0.9 b	8 b	85 a
Formic acid	22 c	8 c	0.6 b	5 c	77 b
*HSD	4.8	1.6	1.3	0.8	3.6

Sämtliche Siliermittelbehandlungen hatten signifikant positive Einflüsse auf die Gär- und Qualitätsparameter. Ecosyl erhöhte vor allem die Milchsäurekonzentration. Beide Zusätze reduzierten die Essigsäurebildung und senkten den Proteinabbau zu Ammoniak. Hervorzuheben ist die vergleichbare Eignung beider Zusätze gegen Buttersäurebildung. Die Beurteilung nach dem DLG-Schlüssel ergab eine klare Rangfolge von Ecosyl vor Ameisensäure und der Kontrolle. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der chemische Zusatz wegen seiner stark fermentationshemmenden Wirkung durch das für Gärungsilagen entwickelte Punktsystem fallweise fehlbewertet werden kann.

Der Einfluß der Leguminosenart auf die erzielte Gärqualität ist in Tabelle 5 dargestellt und wird nochmals mit dem für die vier Leguminosen nahezu identischen VK-Wert verglichen.

**Tabelle 5:** Einfluss der Pflanzenart auf das Gärergebnis und die Qualität der Silagen

Leguminosenart	pH-Wert	$\text{NH}_3\text{-N}$ in % d.GN im AM	DLG-Punkte Bewertung	Vergärbarkeits- koeffizient
Luzerne	4.8 a	10.7 a	71 a	41 a
Rotklee	4.5 b	7.2 b	81 b	43 a
Hornklee	4.5 b	6.6 b	82 b	41 a
Geißbraute	4.6 a	8.4 a	75 a	41 a
<b>Mittelwert</b>	4.6	8.3	77	41.5
Stand. Abw.	0.09	0.99	4.6	3.5

Für das Gesamtprojekt LEGSIL hatte Proteinerzeugung und -erhaltung einen besonders hohen Stellenwert. Deshalb wird in Tabelle 6 dieser Aspekt mit den siliertechnischen Möglichkeiten der steuernden Beeinflussung durch Siliermittel speziell hervorgehoben.

**Tabelle 6:** Proteinerhaltung durch Siliermittel in Abhängigkeit vom TM Gehalt

	% TM Gehalt	Kontrolle	Ecosyl®	Ameisensäure
NH <sub>3</sub> N % d. GN	25	14 ± 4	9 ± 4	4 ± 1
NH <sub>3</sub> N % d. GN	40	8 ± 2	7 ± 3	5 ± 2

Nur in den schwach angewelkten Leguminosen ohne Zusatz fanden sich NH<sub>3</sub>-Gehalte von mehr als 10 %, bezogen auf den Gesamtstickstoffgehalt des Ausgangsmaterials, die zu einem Qualitätsabzug führten. Das weitere Anwelken reduzierte die NH<sub>3</sub>-Fraktion von 14 auf 8 %. Wie bereits erwähnt, war der Proteinschutzeffekt der Ameisensäure am ausgeprägtesten.

Abgesehen von der deutlichen Siliermittelwirkung waren auch pflanzenartspezifische Effekte auf den Eiweißabbau feststellbar, mit signifikant geringeren NH<sub>3</sub>-Werten in den Silagen aus Rotklee und Lotus als aus Luzerne und Galega (Tabelle 5).

Sämtliche 264 Silagen des ersten Versuchsjahres wurden durch Temperaturmessung über 7 Tage auf ihre Haltbarkeit unter Lufteinfluss untersucht (Honig, 1990). Sie waren generell aerob sehr stabil. Keine der Silagen erwärmte sich innerhalb der ersten 4 Tage dauerhaft um mehr als 3 °C über die Umgebungstemperatur von 20 °C. (Tabelle 7).

**Tabelle 7:** Mindestdauer aerober Stabilität von Leguminosensilagen nach der Entnahme

Prozentualer Anteil aerober stabiler Silagen für einen Zeitraum von mindestens:			
4 Tagen	5 Tagen	6 Tagen	7 Tagen
100	99	97	89

Von den 30 instabilen Silagen bestand der überwiegende Anteil entweder aus Rotklee (15) oder Galega (13). Damit bestätigten sich frühere Befunde zur guten aeroben Stabilität von Gärfutter aus Leguminosen. Als Ursachen werden pflanzeigene Tannine und hoher Gehalt an Polyphenoloxidasen angenommen.

## 4. Literatur

- HONIG, H. 1990: Evaluation of aerobic stability In: Proceedings of the EUROBAC Conference, Grass and Forage Reports 3, 76-81
- KAISER, E., K. WEISS and POLIP IV, 2002, A new concept for the estimation of the ensiling potential of forages. In: Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Silage Conference, Ayr (im Druck)
- PAHLOW, G. 2002: Application of a new concept for the estimation of the ensiling potential of forages for a range of crops. In: Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Silage Conference, Ayr (im Druck)
- PAHLOW, G. and F. WEISSBACH; 1999: New aspects of evaluation and application of silage additives. Landbauforschung Völkenrode, SH 206, 141-158
- SÖLTER, U. 2002: pers. Mitteilung, unveröffentlichte Ergebnisse aus dem Gemeinschaftsprojekt LEGSIL

# Futteraufnahme verschiedener Leguminosen durch Schafe - (EU-Projekt LEGSIL) -

Christian Paul, Gerd-Joachim Schild und Horst Auerbach<sup>3</sup>

**Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig**

## 1. Einleitung

Als Teilziel des von der EU geförderten Projektes „Low-input animal production based on forage legumes for silage“ (LEGSIL) wurde der Futterwert in Form der Futteraufnahme und der Verdaulichkeit verschiedener Leguminosenarten in Fütterungsversuchen mit Schafen geprüft. Dabei stand die Ermittlung der relativen Vorzüglichkeit der in Nordeuropa noch wenig bekannten Geißbraute und des selten angebauten Hornklee gegenüber Luzerne und Rotklee sowie Deutschem Weidelgras im Mittelpunkt.

## 2. Material und Methoden

In den Hauptnutzungsjahren 1998 und 1999 wurden über eine weite Spanne physiologischer Stadien in mehreren Aufwüchsen Anwelksilagen (Mindest-Trockenmassegehalt 28%; Siliermittel *Kofasil liquid* 3,0 l/t) verschiedener Futterpflanzenarten hergestellt. Dabei wurde folgende Anzahl von Proben je Art gewonnen: Geißbraute (*Galega orientalis* Lam.; n = 6), Hornklee (*Lotus corniculatus* L. n = 7), Rotklee (*Trifolium pratense* L. n = 5), Luzerne (*Medicago sativa* L. n = 5) und Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne* L. n = 6). Nach Abschluß des Fermentationsprozesses (mindestens 5 Monate nach Ernte) wurden Teilproben entsprechend der täglichen Futtermenge entnommen und bis zum aktuellen Fütterungszeitpunkt bei – 20°C portionsweise zwischengelagert. Für die Fütterungsversuche standen 24 Hammel der Rasse Leineschaf (4-5 Jahre alt; 80 – 100kg Lebendgewicht) zur Verfügung. In den Fütterungsversuchen wurde das Futter zunächst begrenzt (10 Tage Vorperiode und 8 Tage Hauptperiode der Verdaulichkeitsbestimmung) und anschließend ad libitum vorgelegt (2 Tage Vorperiode und 8 Tage Hauptperiode zur Erfassung der Futteraufnahme). Der Versuch war als Lateinisches Quadrat angelegt, so daß von den o.a. 28 Futtermitteln 20 mit jeweils 10 Tieren und 8 mit jeweils 6 Tieren getestet werden konnten. Diverse laboranalytische Untersuchungen dienten zur Ermittlung der Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstoffe und der organischen Substanz sowie sonstiger vermuteter Einflußgrößen der Futteraufnahme (weitere Details siehe Paul *et al.* 2002a).

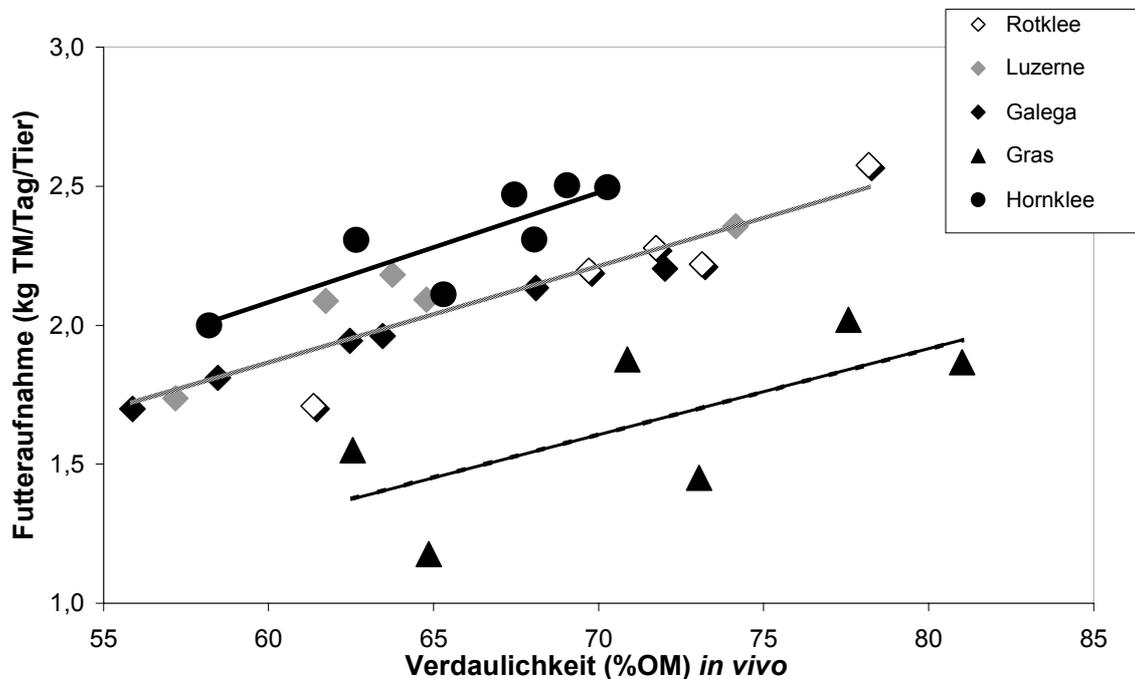
## 3. Diskussion der Ergebnisse

Unter den vorliegenden Versuchsbedingungen war die Futteraufnahme der untersuchten Leguminosen – unabhängig von Aufwuchs und physiologischem Stadium – deutlich höher als von Gras (vgl. Abb. 1). Innerhalb der Leguminosen erwies sich Hornklee gegenüber Luzerne, Rotklee und Geißbraute als überlegen. Für jede der oben genannten drei Gruppen stieg die Futteraufnahme linear mit der Verdaulichkeit. Bei rechnerischer

---

<sup>3</sup> Fa. Roethel GmbH, Schwänheid 10, 34281 Gudensberg

Übertragung der gewonnenen Ergebnisse von Schafen auf Milchkühe resultieren diese Beobachtungen in einer Futtermittelaufnahme von 122, 116 bzw. 100 g DM pro kg metabolischem Körpergewicht für a) Hornklee, b) Rotklee, Luzerne und Geißbraute bzw. c) Gras, wenn man eine Verdaulichkeit der OM von 65% zugrunde legt (vgl. Paul *et al.* 2002a). Diese Überlegenheit des Hornklees spiegelt sich nicht in der Verdaulichkeit *in vivo* oder *in vitro*, sondern vielmehr in der Geschwindigkeit des Abbaus im Pansen wider (vgl. Lebzién *et al.* 2002).



**Abb. 1: Futtermittelaufnahme vs. Verdaulichkeit *in vivo* für a) Hornklee und b) Rotklee, Luzerne und Geißbraute (Galega) im Vergleich mit Gras**

Bei der Betrachtung über alle Arten, d.h. Leguminosen einschließlich Gras, weist die Futtermittelaufnahme im Vergleich mit anderen Inhaltsstoffen die engste Abhängigkeit vom Zellwandgehalt (Neutral-Detergent-Fibre) auf (vgl. Paul *et al.* 2002a). Die Schätzung der Futtermittelaufnahme in Silagen aus Rein- oder Mischbeständen kann außer über NDF auch mittels Nah-Infra-Rot-Spektroskopie vorgenommen werden, wenn eigens entwickelte Schätzggleichungen verfügbar sind (vgl. Paul *et al.* 2002b).

## Literatur

- LEBZIEN, P., C. MIKLED & C. PAUL, 2002: *In sacco* -Abbau von Silagen aus verschiedenen Futterpflanzen. In: Kongressband 113.VDLUFA-Kongress (2001), S. 451 - 453
- PAUL, C., H. AUERBACH & G.-J. SCHILD, 2002a: Intake of legume silages by sheep. *Landbauforschung Völkenrode SH 234*, S. 33-38
- PAUL, C., M. ALEX, U. SOELTER, M.TUORI, M.HELLÄMÄKI, J. NOUSIAINEN & S.LISTER, 2002b: Laboratory evaluation of legume quality. *Landbauforschung Völkenrode SH 234*, S. 55-61

# **Futterqualität diverser Leguminosen in Reinsaat und im Gemenge mit Wiesenschwingel (EU-Projekt LEGSIL)**

von

Ulrike Sölter, Jörg-Michael Greef und Christian Paul

**Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft**

## **1. Einleitung**

Das Ziel des 50 monatigen Projektes „Low-input animal production based on forage legumes for silage“ war, die Eignung von Futterleguminosen für die Silagebereitung und den Einsatz in der Milchviehfütterung zu prüfen und eine solide Datengrundlage zu schaffen. Ein Schwerpunkt wurde auf die Verwendung der für den nordeuropäischen Raum neuen Leguminosenart Geißbraute und den selten angebauten Hornklee gelegt. An dem Versuch beteiligten sich Forschungsanstalten und Institute aus Finnland, Schweden, Großbritannien und Deutschland.

## **2. Material und Methoden**

Im Rahmen des von der EU geförderten Projektes LEGSIL wurden auf drei Norddeutschen Standorten die Leguminosen Geißbraute (*Galega orientalis* Lam.), Rotklee (*Trifolium pratense* L.), Luzerne (*Medicago sativa* L.), Weißklee (*Trifolium repens* L.) und Hornklee (*Lotus corniculatus* L.) auf ihre Futterqualität geprüft. Die Leguminosen wurden in Reinsaat und im Gemenge mit Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) in Kleinparzellen im Herbst 1997 angesät. In den folgenden beiden Hauptnutzungsjahren (HNJ) fand jeweils eine dreimalige Schnittnutzung statt. Der Zeitpunkt für die Schnitte war der Beginn des Knospenstadiums des Rotklee. Alle Parzellen wurden zeitgleich geerntet. Die Parzellen bekamen eine P und K Grunddüngung im Herbst.

Die Gehalte an Rohprotein (RP), Rohfaser (RF) und Zucker (WLK) wurden mit NIRS geschätzt. Die Kalibrationsgleichungen wurden aus den Pflanzenproben des LEGSIL Versuches erstellt. Die metabolisierbare Energie (ME) wurde mit der modifizierten Gleichung von WEIBBACH et al. (1999) und PAUL et al. (2002) errechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS unter Verwendung der GLM Prozedur.

## **3. Ergebnisse**

Dargestellt werden die Futterinhaltsstoffe des 1.HNJ als das Mittel der drei deutschen Standorte.

Der Weißklee in Reinsaat hatte die höchste Futterqualität und unterscheidet sich signifikant von den anderen Reinsaatvarianten mit seinen hohen Gehalten an RP, Zucker und ME, sowie seinem niedrigen RF-Gehalt. Galega und Luzerne in Reinsaat waren in ihren Gehalten ähnlich und hatten insgesamt die niedrigste Futterqualität, sie unterscheiden sich in fast allen Parametern signifikant von den anderen Reinsaaten. Der Rotklee hat insgesamt eine gute Futterqualität und den höchsten Zuckergehalt. Der Hornklee nimmt eine Zwischenstellung ein, im Zuckergehalt ist er dem Weißklee ähnlich und sein RP-Gehalt gleicht dem der Galega.

In der Mischung hat der Rotklee die besten Werte, er unterscheidet sich aber nicht signifikant von den Gehalten des Weißklee in der Mischung. Galega, Luzerne und der Hornklee haben eine niedrige Qualität, wobei die Luzerne die schlechtesten Werte hat.

**Tabelle 1: Futterqualität der Leguminosen in Reinsaat und im Gemenge mit Wiesenschwingel (Mischsaaten)**

Reinsaaten	Geißraute	Rotklee	Luzerne	Hornklee	Weißklee	GD
ME (MJ/kg TM)	9,0	10,3	9,0	9,7	10,9	0,5
RP (g/kg TM)	212	216	196	213	257	20
RF (g/kg TM)	283	212	303	263	177	35
WLK (g/kg TM)	40	72	44	60	62	13
Mischsaaten						
ME (MJ/kg TM)	8,9	9,8	8,8	9,1	9,4	0,5
RP (g/kg TM)	183	202	176	176	172	19
RF (g/kg TM)	289	234	313	296	269	24
WLK (g/kg TM)	48	71	46	56	68	14

GD = Grenzdifferenz bei  $\alpha < 0,05$

Der Weißklee in Reinsaat hatte die höchste Futterqualität und unterscheidet sich signifikant von den anderen Reinsaatvarianten mit seinen hohen Gehalten an RP und ME, sowie seinem niedrigem RF-Gehalt und seiner hohen Verdaulichkeit. Galega und Luzerne in Reinsaat waren in ihren Gehalten ähnlich und hatten insgesamt die niedrigste Futterqualität, sie unterscheiden sich in fast allen Parametern signifikant von den anderen Reinsaaten. Der Rotklee hat insgesamt eine gute Futterqualität und den höchsten Zuckergehalt. Der Hornklee nimmt eine Zwischenstellung ein, im Zuckergehalt ist er dem Weißklee ähnlich und sein RP-Gehalt gleicht dem der Galega. In der Mischung hat der Rotklee die besten Werte, er unterscheidet sich signifikant von den RF- und RP- Gehalten des Weißklee in der Mischung. Galega, Luzerne und der Hornklee haben eine niedrige Qualität, wobei die Luzerne die schlechtesten Werte hat. Die Mischsaaten des Hornklee, des Weißklee und des Rotklee haben im Vergleich zu ihren Reinsaaten eine signifikant schlechtere Futterqualität mit Ausnahme des Zuckergehaltes. Bei der Geißraute und der Luzerne gibt es bei diesem Vergleich nur signifikante Unterschiede im RP-Gehalt.

#### 4. Diskussion

Da alle Varianten zum gleichen Zeitpunkt geerntet wurden, ist ein Vergleich schwierig, denn die Entwicklungsstadien waren sehr unterschiedlich. Der späte Rotklee hat zum Schnittzeitpunkt eine gute Qualität, sowohl in der Reinsaat als auch in der Mischung. Auch der Weißklee hat mit seinen hohen Gehalten an RP, ME und Zucker und seinem niedrigen RF-Gehalt eine hohe Futterqualität. Die Geißraute und die Luzerne waren zu den Schnittzeitpunkten schon am Blühen und hatten Einbußen in ihrer Qualität. Der Hornklee steht sowohl in Reinsaat als auch in der Mischung mit Schwingel zwischen den anderen Varianten. Die Gemenge mit Schwingel verringern die RP-Gehalte und erhöhen die Zuckergehalte geringfügig.

#### 5. Literatur

- WEIBBACH, F., S. KUHLA, L. SCHMIDT UND A. HENKELS, 1999: Schätzung der Verdaulichkeit und der umsetzbaren Energie von Gras und Grasprodukten. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 8, S. 72.
- PAUL, C., H. AUERBACH & G.-J. SCHILD, 2002: Intake of legume silages by sheep. Landbauforschung Völkenrode SH 234, S. 33-38

# **Einfluss von Selenzulagen bei gras-, grassilage- oder maissilagebetonten Futterrationen auf den Selenstatus und Leistungsparameter von Milchkühen**

von

Martin Gierus\*, Frieder J. Schwarz<sup>1</sup> und Manfred Kirchgessner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department für Tierwissenschaften, Bereich Tierernährung, Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, TU-München-Weihenstephan, Freising

## **1. Einleitung**

Viele Länder Europas, so auch Deutschland, gehören zu den Gebieten die einen Selenmangel oder eine suboptimale Versorgungssituation aufgrund der geringen Selengehalte der Futtermittel aufweisen (HARTFIEL und BAHNERS, 1985). Der Bedarf an Selen für Milchkühe wurde neuerdings von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie von den bisherigen 150 µg Se/kg TS auf 200 µg Se/kg TS erhöht (GFE, 2001). Eine Selenzulage ist daher notwendig, um gesundheitliche Risiken zu vermeiden, da Selenmangel in Verbindung mit Fruchtbarkeitsstörungen und Eutererkrankungen gebracht wird (KOLB, 1994; OCHRIMENKO et al. 1998). Allerdings kann je nach Rationsgestaltung eine sehr unterschiedliche Selenzufuhr der Milchkühe auftreten. Die Versorgung wird durch unterschiedliche Selenzulage im Mineralfutter und im Leistungsfutter in Abhängigkeit des Einsatzes und der Ration differenziert. Zugekaufte Futtermittel aus Regionen mit selenreichen Böden können bis zu 10-fach höhere Gehalte an nativem Selen im Vergleich zu Produkten die auf selenarmen Böden erzeugt wurden, aufweisen. Die Rationsgestaltung kann einen Einfluss auf den Selenstatus ausüben, da bei Wiederkäuern die Vorgänge im Pansen und die Art der chemischen Verbindung die Absorption von Selen beeinflussen (KOENIG et al. 1997, WOLFFRAM, 2000). Ziel der Arbeit ist es aufgrund der nativen Se-Gehalte der Futterkomponenten von praxisüblichen Winter- und Sommerfütterungsrationen den Einfluss gestaffelter Selenzulagen auf Futteraufnahme, Milchleistung und Selenstatus zu überprüfen.

## **2. Material und Methoden**

In drei voneinander unterschiedlichen Versuchsreihen (VR1, VR2, VR3) mit je 30 Milchkühen wurden 3 Behandlungen gebildet. Behandlung 1 diente als Kontrolle (T1), wo nur natives Se die gesamte Se-Aufnahme bestimmte. In Behandlung 2 und 3 wurde, in Anlehnung an die native Se-Aufnahme, jeweils eine Se-Zulage vorgenommen, die eine Se-Versorgung von etwa 150 µg/kg TS (T2) oder 350 µg/kg TS (T3) erreichte. Die Se-Ergänzung wurde den Kühen täglich einmal durch 0,4 kg TS Weizenschrot mit eingemischtem Na-Selenit vorgelegt. Die Versuchsdaten wurden über ein Zeitraum von 7 Wochen erfasst, wobei die erste Woche als Vorperiode (ohne Se-Zulage) galt. Alle Tiere bekamen mindestens 100 Tage vor Versuchsbeginn eine Mineralmischung ohne Selen. Die Zusammensetzung der Futterrationen ist in Tabelle 1 dargestellt. In VR1 wurde Gras aus dem 1. Aufwuchs bzw. in den Versuchswochen 3 bis 6 aus dem 2. Aufwuchs zweimal täglich gemäht und den Kühen frisch zur freien Aufnahme vorgelegt. Zusätzlich erhielten die Tiere in VR1 noch 4 kg TS Maissilage. In VR2 wurde Grassilage aus dem 3. Aufwuchs zur freien Aufnahme angeboten, die mit einer

Getreidemischung (40% Körnermais, 30% Wintergerste, 30% Winterweizen) ergänzt wurde. In VR3 wurde als Hauptgrundfutter Maissilage angeboten, die zusätzlich mit gehäckseltem Heu und Sojaextraktionsschrot ergänzt wurde. In jeder VR wurde Leistungskraftfutter (LKF) entsprechend der Leistung verabreicht. Das LKF bestand in allen VR aus 21% Winterweizen, 11% Wintergerste, 10% Körnermais, 29% Trockenschnitzel, 27% Sojaextraktionsschrot und 2% Mineralfutter. Die Futteraufnahme und Milchleistung wurde täglich am Einzeltier ermittelt und zu wöchentlichen Mittelwerten zusammengefasst. Milchproben wurden wöchentlich zur Milchinhaltbestimmung gezogen. Zur Selenbestimmung wurden Milch- und Blutproben zu Versuchsbeginn und Versuchsende gezogen. Der Se-Gehalt wurde in sämtlichen Proben im Aufschlussverfahren mit Salpetersäure und Wasserstoffperoxid ermittelt und die Konzentration mittels AAS mit Hydridtechnik gemessen (GIERUS et al. 2002). Die Aktivität der Glutathion-Peroxidase (GSHPx) wurde photometrisch gemessen. Die Daten wurden anhand einer randomisierten Blockanlage im Split-plot Design analysiert und die Mittelwerte mit dem SNK-Test geprüft.

**Tabelle 1. Futterkomponenten (g/kg DM) und Se-Gehalt in den Versuchsreihen VR1, VR2 und VR3**

Futtermittel	VR1	VR2	VR3	Se-Gehalt (µg/kg DM)
<b>Grundfutter</b>				
Frischgras, 1. u. 2. Aufwuchs	420	-	-	25
Grassilage, 3. Aufwuchs	-	630	-	48
Maissilage	220	-	560	14
Heu, mehrere Aufwüchse	-	-	90	22
<b>Kraffutter</b>				
Getreidemischung*	287	332	177	13
Sojaextraktionsschrot	68	35	178	278
Mineralfutter	5	3	5	-

\* Winterweizen, Gerste, Körnermais, Trockenschnitzel

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Alle Grundfutterproben und auch das Getreide können als selenarm angesprochen werden (Tabelle 1). Das Gras vom 1. und 2. Aufwuchs weist im Mittel 25 µg Se/kg TS auf, die Grassilage vom 3. Aufwuchs hat im Mittel 48 µg Se/kg TS. Der Se-Gehalt im Heu bewegte sich zwischen 20-40 µg/kg TS. Demgegenüber waren Maissilage und Getreide durch sehr niedrige Se-Gehalte von 10-15 µg/kg TS gekennzeichnet. Sojaextraktionsschrot kann als selenreich bezeichnet werden, da die Mischproben im Mittel 278 µg Se/kg TS enthielten. Die Se-Aufnahme der Tiere in der Kontrolle (nativer Selengehalt) ist sehr gering und erreicht im Mittel 38 - 54 µg/kg TS bei einem derzeitigen Bedarfswert von 200 µg/kg TS (GfE, 2001). Die Se-Zulage mit Na-Selenit in T2 und T3 im Mittel der VR erhöhte die Se-Zufuhr auf 102 - 165 µg/kg TS (T2) bzw. 294 - 373 µg/kg TS (T3). Die Grundfutteraufnahme war in VR1 mit einem täglichen Verzehr von 10,4 kg TS sehr gering. Die Gesamtfutteraufnahme betrug 16,4 in VR1, 17,4 in VR2 und 19,0 kg TS/Tag in VR3 (Tabelle 2). Ein Einfluss der Se-Zulage konnte allerdings bei keiner VR beobachtet werden. In gleicher Weise blieben die Milchleistungskriterien von der Se-Versorgung unbeeinflusst. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit Ergebnissen von WEISS et al. (1990), die in einen ähnlichen 53-tägigen Versuch ebenfalls keinen Einfluss auf Milchleistung und Milchinhaltstoffe beobachten.

Die Se-Zulage mit Na-Selenit erhöhte bei allen VR den Se-Gehalt im Blutplasma erheblich (Tabelle 3). Die höchste Zulage (T3) konnte im Vergleich zur Kontrolle (T1) und zu T2 bei allen VR den Se-Gehalt weiterhin erhöhen. Im Gegensatz zum Se-Gehalt des Blutplasmas, wird der Se-Gehalt der Milch im Vergleich zur Kontrolle nur durch die höhere Se-Zulage (T3) erhöht. Kühe in VR3 zeigten ein leicht erhöhten Se-Gehalt im Blutplasma und in der Milch im Vergleich zu Kühe in VR1 und VR2. Dies ist durch den hohen Se-Gehalt des Sojaextraktionsschrotes begründet. Darüber hinaus ist zu bemerken, dass je nach Pflanzenart und Anreicherungsvermögen etwa 50% des Se-Gehaltes organisch gebunden vorkommen kann, meist in Form von Selenomethionin (BEILSTEIN et al., 1991). Einmal absorbiert, kann Selenomethionin analog zu Methionin unspezifisch in Proteine eingebaut werden, darunter auch Milcheiweiß. Als selenabhängiges Enzym reflektiert die GSHPx daher eher die im Stoffwechsel verfügbare Selenmenge, während der Se-Gehalt im Blutplasma und in der Milch das gesamte Selen (organisch und anorganisch) im Organismus darstellt. Dies ist deutlich in der vorliegenden Arbeit zu beobachten. Gegenüber den Ergebnissen des Se-Gehaltes des Blutplasmas und der Milch, zeigt die GSHPx-Aktivität kein einheitliches Bild. Während bei VR1 und VR3 schon mit der ersten Se-Zulage die GSHPx-Aktivität erhöht werden kann, ist bei VR2 die zweite Se-Zulage notwendig um eine GSHPx-Aktivität durch die Se-Zulage positiv zu beeinflussen. Die GSHPx ist im Antioxidationssystem des Organismus beteiligt und durch Se-Mangel in der Aktivität gehemmt.

#### **4. Fazit**

Die Se-Zulage in Form von Na-Selenit hat keinen Effekt auf die Milchleistung, Milchinhaltstoffe und Futteraufnahme der Milchkühe. Allerdings ist die Versorgung mit Selen durch Auswirkungen auf biochemische Parameter von entscheidender Bedeutung. Während der Se-Gehalt des Blutplasmas und der Milch durch die Se-Zulage gesteigert werden kann, ist bei der grassilagebetonten Futtermischung (VR2) die zweite Se-Zulage notwendig um die GSHPx-Aktivität weiterhin steigern zu können. Zwar konnte Sojaextraktionsschrot den Se-Gehalt der Milch und des Blutplasmas allgemein im Vergleich zu gras- und grassilagebetonten Futtermischungen steigern, dieses wurde jedoch bei der GSHPx-Aktivität nicht beobachtet. Eine ausreichende Selenversorgung ist grundsätzlich sicherzustellen, obwohl im Versuch kein Effekt auf die Leistung der Tiere zu beobachten war.

#### **5. Literatur**

- BEILSTEIN, M.A., WHANGER, P.D., YANG, G.Q., 1991. Biomed. Environm. Sci., 4, 392-398.
- GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GIERUS, M., SCHWARZ, F.J., KIRCHGESSNER, M., 2002. Das Wirtschaftseigene Futter, 44 (im Druck).
- HARTFIEL, W.; BAHNERS, N., 1985. VDLUFA-Schriftenreihe, Kongressband, Giessen, 16, 511-518.
- KOENIG, K.M., RODE, L.M., COHEN, R.D.H., BUCKLEY, W.T., 1997. J. Anim. Sci. 75, 817-827.
- KOLB, E., 1994. Mh. Vet. –Med. 49, 269-273.
- OCHRIMENKO, W.I., LÖHNERT, H.-J., SCHWARTZE, J., LOBER, U., 1998. Tierärztl. Umschau 53, 613-620.
- WEISS, W.P., TODHUNTER, D.A., HOGAN, J.S., SMITH, K.L., 1990. J. Dairy Sci. 73:3187-3194.
- WOLFFRAM, S. 2000. Übers. Tierernährg. 28, 65-94.

Tabelle 2. Futteraufnahme, fett- und eiweißkorrigierte Milchmenge (FPC-Milch) und Milchinhaltsstoffe

	T1 (Kontrolle)	T2 (Zulage 1)	T3 (Zulage 2)
<b>VR1 (Gras)</b>			
TS-Aufnahme, <i>kg/Tag</i>	16,9 ±1,6	15,9 ±2,2	16,3 ±1,5
FPC-Milch, <i>kg/Tag</i>	19,5 ±3,1	20,0 ±3,1	19,6 ±2,8
Milchfett, %	3,59 ±0,53	3,74 ±0,66	3,80 ±0,64
Milcheiweiß, %	3,18 ±0,28	3,08 ±0,20	3,25 ±0,23
<b>VR2 (Grassilage)</b>			
TS-Aufnahme, <i>kg/Tag</i>	17,6 ±3,1	17,4 ±2,8	17,3 ±2,9
FPC-Milch, <i>kg/Tag</i>	16,2 ±4,3	16,0 ±4,1	16,4 ±4,6
Milchfett, %	4,26 ±0,60	4,32 ±0,62	4,28 ±0,71
Milcheiweiß, %	3,28 ±0,28	3,29 ±0,24	3,34 ±0,22
<b>VR3 (Maissilage)</b>			
TS-Aufnahme, <i>kg/Tag</i>	19,3 ±2,6	19,0 ±1,9	18,8 ±1,8
FPC-Milch, <i>kg/Tag</i>	26,6 ±4,0	26,4 ±5,4	27,1 ±6,1
Milchfett, %	3,73 ±0,54	3,42 ±0,61	3,51 ±0,53
Milcheiweiß, %	3,38 ±0,31	3,29 ±0,32	3,30 ±0,34

Tabelle 3. Selenaufnahme, Se-Gehalt im Blutplasma, in der Milch und Glutathione Peroxidase (GSHPx) -Aktivität

	T1 (Kontrolle)	T2 (Zulage 1)	T3 (Zulage 2)
<b>VR1 (Gras)</b>			
Se-Aufnahme, <i>µg/Tag</i>	38	165	373
Se im Blutplasma, <i>µg/l</i>	19,2 ±6,8 <sup>c</sup>	47,0 ±10,5 <sup>b</sup>	55,5 ±8,9 <sup>a</sup>
Se i.d. Milch, <i>µg/kg</i>	9,9 ±2,2 <sup>b</sup>	9,5 ±1,9 <sup>b</sup>	14,7 ±2,3 <sup>a</sup>
GSHPx-Aktivität, <i>U/l</i>	76 ±13 <sup>b</sup>	107 ±22 <sup>a</sup>	111 ±26 <sup>a</sup>
<b>VR2 (Grassilage)</b>			
Se-Aufnahme, <i>µg/Tag</i>	43	102	294
Se im Blutplasma, <i>µg/l</i>	13,0 ±3,9 <sup>c</sup>	16,2 ±7,0 <sup>b</sup>	58,2 ±6,9 <sup>a</sup>
Se i.d. Milch, <i>µg/kg</i>	6,5 ±1,7 <sup>b</sup>	7,3 ±2,1 <sup>b</sup>	10,6 ±2,1 <sup>a</sup>
GSHPx-Aktivität, <i>U/l</i>	42 ±19 <sup>c</sup>	85 ±18 <sup>b</sup>	129 ±42 <sup>a</sup>
<b>VR3 (Maissilage)</b>			
Se-Aufnahme, <i>µg/Tag</i>	54	123	305
Se im Blutplasma, <i>µg/l</i>	32,2 ±5,6 <sup>c</sup>	49,8 ±6,7 <sup>b</sup>	70,8 ±5,5 <sup>a</sup>
Se i.d. Milch, <i>µg/kg</i>	15,2 ±0,8 <sup>b</sup>	15,8 ±2,8 <sup>b</sup>	20,1 ±2,3 <sup>a</sup>
GSHPx-Aktivität, <i>U/l</i>	84 ±23 <sup>b</sup>	111 ±24 <sup>a</sup>	120 ±22 <sup>a</sup>

Mittelwerte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant lt. SNK-Test (P < 0.05)

\* Derzeitige Adresse: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel

# **Praxisgestützte Reifeprüfung zur Einschätzung der Futterqualität auf Öko-Betrieben**

von

Edmund Leisen

## **Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe**

### **1. Einleitung**

Ziel der Reifeprüfung war es, Praxis und Beratung frühzeitig Hinweise zu Futterwert und Mineralstoffversorgung im jeweiligen Frühjahr zu liefern. Geprüft wurde darüber hinaus, in wie weit sich die frühe Silierreife (etwa 21 % RF in T) anhand einfacher phänologischer Merkmale erkennen und damit in der Praxis einschätzen lässt.

### **2. Material und Methoden**

Im 1. Untersuchungsjahr 2000 wurden im Frühjahr 6 Flächen getestet. Zur besseren Beurteilung von Standort- und Bestandeszusammensetzung waren es in den beiden Folgejahren 13 bzw. 23 Flächen, verteilt auf unterschiedliche Regionen in Niederungs-, Übergangs- und Höhenlagen. Die Beprobung erfolgte im wöchentlichen Abstand durch die Landwirte. Damit die Schnitthöhe auf allen Flächen etwa gleich war, wurde einheitlich ein Aku-Schneidergerät mit leichter Höhenführung von Gardena eingesetzt. Der Transport erfolgte gekühlt im Tankwagen bis zur Molkerei und von hier im Kühlwagen des Landeskontrollverbandes bis zur LUFA Münster. Vor der Analyse wurde die Artenzusammensetzung festgehalten. Die Analyseergebnisse standen Praxis und Beratung innerhalb 5 – 6 Tagen nach der Probenahme zur Verfügung.

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

Analysen zur Weidereife gaben für den einzelnen Standort Hinweise zur Mineralstoffversorgung. So zeigte sich in 2001 im Vergleich zu 2000 und 2002 eine knappe Versorgung vor allem bei P und Mg (Tabelle 1). Eine knappe Versorgung gab es später auch beim Winterfutter der Ernte 2001 (58 Proben vom 1. Schnitt) (Leisen, 2002a). Bei P und Mg, auf einzelnen Standorten aber auch bei anderen Elementen, war eine Ergänzung durch Mineralfutter erforderlich. Bei Natrium ist die Versorgung in fast allen Jahren und auf fast allen Standorten knapp, nach hohen Niederschlägen 2002 auch dort, wo in vorhergehenden Jahren die Versorgung ausreichend war. Mineralstoffanalysen von Probeflächen sind kaum auf andere Standorte übertragbar. Im Vergleich zum Vorjahr können auf den einzelnen Flächen höhere oder niedrigere Gehalte auftreten. Niedrige Werte bei Mg auf mehreren Standorten in 2001 zeigen aber beispielsweise, dass in dem Frühjahr die Gefahr von Tetanie besonders groß war.

Zur Weidereife im Frühjahr ist das Futter energie- und meist auch proteinreich: im Mittel der 3 Jahre 7,0 MJ NEL/kg T (Spanne: 6,7 bis 7,5) und 18,9 % RP (Spanne: 14,1 bis 26,1 % RP).

Mit zunehmender Entwicklung sinken die Energie- (Abbildungen 1 und 2) und Proteingehalte: Beim Energiegehalt bei kühler Witterung um nur 0,1 MJ NEL pro Woche, bei warmer Witterung um 0,3 bis 0,5 MJ NEL, kleereiche Bestände etwas

langsamer, reine Grasbestände mit Sorten vergleichbarer Abreife zumindest ab Ende Schossen auch schneller. So gab es in 2002 den stärksten Rückgang beim Energiegehalt

Tabelle 1: Mineralstoffgehalte im Aufwuchs kurz vor Weidereife<sup>1)</sup> 2001 im Vergleich zu den Jahren 2002 und 2000

			<b>Mineralstoffgehalte (g/kg Trockenmasse)</b>				
			<b>Ca</b>	<b>P</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>
<b>Erforderliche Gehalte<sup>2)</sup></b>			<b>4,0 – 6,1</b>	<b>2,5 – 3,8</b>	<b>1,2 – 1,4</b>	<b>-</b>	<b>1,5 – 1,6</b>
<b>2001<sup>3)</sup></b>	Grünland	Mittel	6,4	3,8	0,7	29,4	1,6
		Max.	8,2	4,2	1,9	35,1	2,4
		Min.	5,1	3,2	0,2	26,1	1,1
	Kleegras	Mittel	7,1	3,1	0,7	26,2	1,2
		Max.	11,7	3,6	1,8	28,7	1,8
		Min.	4,1	2,8	0,1	22,8	0,9
<b>2001 im Vergleich zu</b>							
<b>2002<sup>3)</sup></b>	Grünland	Mittel	± 0	- 0,3	+ 0,1	- 1,2	- 0,3
	Kleegras	Mittel	+ 0,7	± 0	+ 0,3	- 1,2	- 0,2
<b>2000<sup>4)</sup></b>	Grünland	Mittel	- 1,0	- 0,6	± 0	- 2,6	- 0,4
	Kleegras	Mittel	+ 0,7	- 0,4	+ 0,2	- 3,7	- 0,4

1) Weidereife: Maßstab: 11 – 15 cm Wuchshöhe, etwa 15 dt/ha T

2) Erforderliche Gehalte für Milchkühe; hohe Werte: 35-l-Leistung

3) Berücksichtigt: 10 Grünland- und 5 Kleegrasflächen

4) Berücksichtigt: 5 Grünland- und 2 Kleegrasflächen

etwa 1 Woche vor Erscheinen der 1. Ähren von Weidelgräsern in Aufwüchsen mit hohen Anteilen an Welschem Weidelgras (Minden LG, Altenheerse LG), mittelfrühen Deutschen Weidelgrassorten (Warstein 1), Knaulgras (Batenhorst 1 + 3). Die insgesamt niedrigen Gehalte in Altenheerse sind auf einen hohen Anteil an Ackerfuchsschwanz zurückzuführen.

Werden **Energiegehalte von 6,3 MJ NEL/kg T** in der Silage angestrebt, sollten die Energiegehalte im Grünfutter bei etwa 6,6 MJ NEL/kg T liegen. Derartige Gehalte wurden in 2001 und 2002 in der Woche vor Erscheinen der 1. Ähren bei Weidelgräsern erreicht. Bestände mit frühreifenden Pflanzenarten enthielten weniger (höhere Anteile an Wiesen- und Ackerfuchsschwanz und Wolligem Honiggras, aber auch Knaulgras), kleereiche Bestände noch mehr Energie. Die T-Erträge lagen zu diesem Zeitpunkt auf Grünland meist zwischen 20 und 30 dt/ha, 2002 auf kühlen Standorten (Moor, Tallagen) niedriger.

Die Praxis hat häufig ebenfalls in der Woche vor oder bei Erscheinen der 1. Ähren bei Deutschem Weidelgras geschnitten. Das belegen sowohl die von den Landwirten angegebenen Schnittermine als auch Energiegehalte in der Silage von im Mittel meist 6,1 bis 6,2 MJ NEL/kg (Tabelle 2).

Im Jahr 2000 wurden bei der Reifeprüfung auf vielen Flächen Rohfasergehalte von 21% schon Ende April gemessen und damit 2 Wochen früher als im Mittel der bisherigen 9 Jahre mit Reifeprüfung (3 – 4 Flächen). Die 1. Ähren waren im Halm schon fühlbar, so Tabelle 2: Frühe Silierreife und phänologische Entwicklung im Vergleich zu tatsächlichem Schnittermin und Energiegehalt in Silagen

Ernte-jahr	frühe Silierreife <sup>1)</sup>	Probenahme in Woche vor 1. Ä <sup>2)</sup> von W.	Häufiger Schnitttermin <sup>3)</sup>	Energiegehalt in Silage (MJ NEL/kg T) Grünland / Klee gras	
2000	(28.4 - 5.5) <sup>4)</sup>	(5. - 14.5.) <sup>4)</sup>	bis 15.5.: 67 %	6,2 (n=30)	5,9 (n = 12)
2001	8. - nach 21.5	5. – 19.5.	bis 15.5.: 50% 21.-25.5.: 22 %	6,1 (n=44)	6,2 (n=15)
2002	5. - nach 20.5.	5. - 15.5.	12. - 17.5. 25. - 30.5.	Werte liegen noch nicht vor	

<sup>1)</sup> frühe Silierreife definiert mit 21 % Rohfaser in T; nicht berücksichtigt Bestände mit 80% und mehr Klee oder frühreifenden Pflanzenarten (z.B. Wiesenfuchsschwanz)

<sup>2)</sup> Woche vor 1.Ä. von W = Woche vor sichtbar werden der 1. Ähren bei Weidelgräsern

<sup>3)</sup> %-Angabe: Anteil Betriebe, die in diesem Zeitraum geschnitten haben

<sup>4)</sup> Termine in Klammern: in 2000 wurden zu diesem Zeitpunkt nur 6 Flächen beprobt

dass mit einem Ährenschieben innerhalb einer Woche gerechnet wurde. Anschließend herrschte aber gut eine Woche lang kühl-feuchte Witterung, in der die Ähren im Halm zum Beispiel bei Welschem Weidelgras nur 1 – 2 cm Zuwachs hatten. Die 1. Ähren zeigten sich deshalb erst in der 2. Maiwoche. Nach Abtrocknen der Böden erfolgte in der Praxis der Schnitt auf Grünland noch rechtzeitig. Die in dem Frühjahr häufig grasbetonten Klee grasbestände (Proteingehalt im Mittel nur 12, 8 % in T) waren in der Alterung schon weiter fortgeschritten. Hier war es, ähnlich wie 2002 (Abbildungen 1 und 2) in der Woche vorm Ährenschieben zu einem starken Rückgang der Energiegehalte um etwa 0,5 MJ NEL/kg T gekommen.

#### 4. Zusammenfassung

Die Mineralstoffgehalte können sehr unterschiedlich ausfallen. Veränderungen gegenüber dem Vorjahr lassen sich kaum auf andere Standorte übertragen. Extremwerte geben einen Hinweis auf mögliche Probleme. Anhand der phänologischen Entwicklung von Weidelgräsern sowie der Arten- und Sortenzusammensetzung kann der Zeitpunkt der frühen Silierreife (Rohfasergehalt von 21 %) abgeschätzt werden. Die ausführlichen Untersuchungsergebnisse sind in einem Bericht zusammengestellt (Leisen, 2000b).

#### 5. Literatur

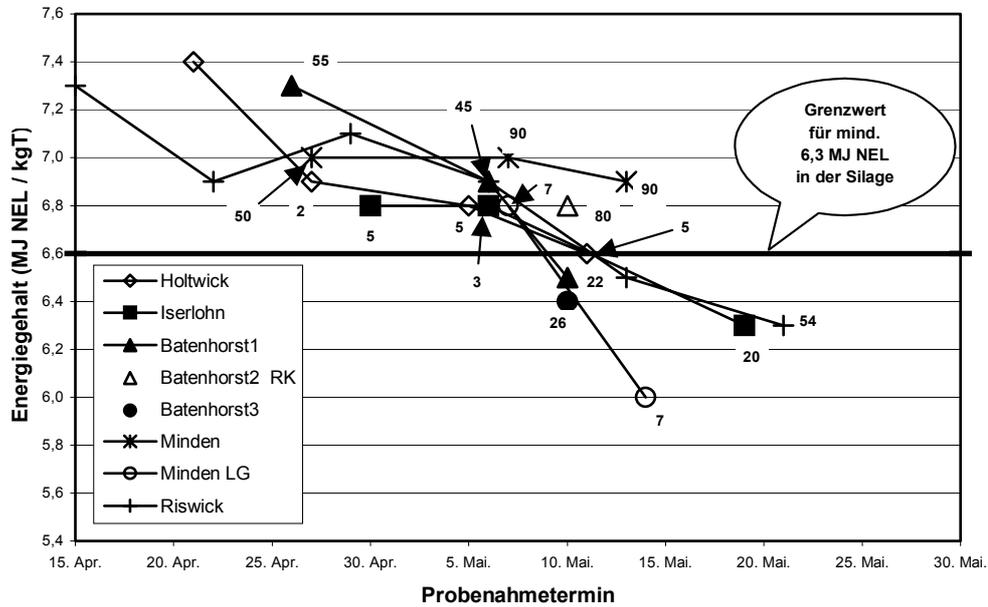
LEISEN, E., 2002a: Mineralstoffversorgung von Futterpflanzen auf Öko-Betrieben in Nordrhein-Westfalen 2002 – Mengen- und Spurenelemente. In: Versuchsbericht 2001, Ökologischer Land- und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen.

LEISEN, E., 2002b: Praxisnahe Methode zur Einschätzung von Futterwert und Mineralstoffversorgung im Frühlingsaufwuchs von Grünland und Klee gras. Bericht.

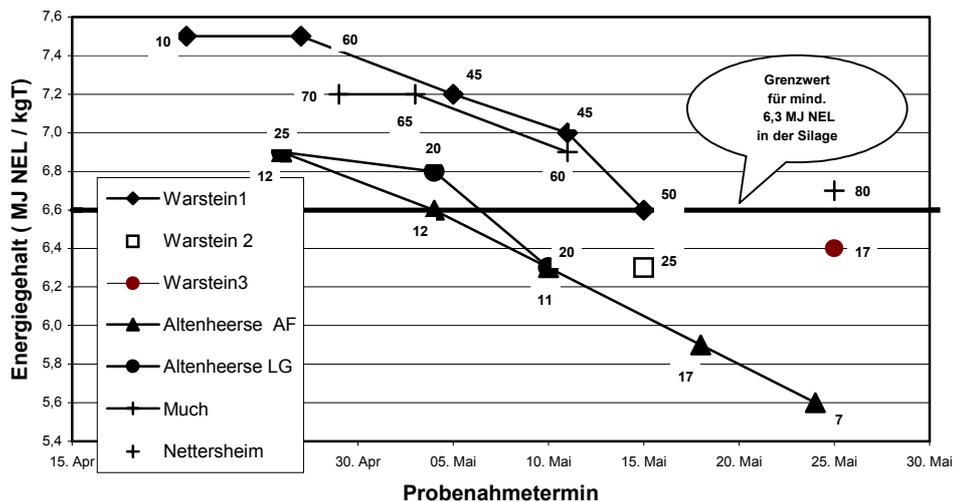
#### Anschrift des Verfassers:

Dr. Edmund Leisen, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Nevinghoff 40, 48147 Münster, email: [Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de](mailto:Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de)

**Danksagung:** Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes und der EU sowie der Milchlieferanten und der Molkerei Söbbeke durchgeführt.



**Abbildung 1:** Reifepfung 2002 - Entwicklung des Energiegehaltes im Kleegras in Niederungslagen



**Abbildung 2:** Reifepfung 2002 - Entwicklung des Energiegehaltes im Kleegras in Übergangs- und Höhenlagen

Anmerkung: Zahlen in Abbildungen zeigen Ertragsanteil von Klee

# **Einfluss von Futterqualität und Hygienebedingungen auf die Clostridienbelastung in der Milch von Öko-Betrieben in Nordwestdeutschland**

von

Edmund Leisen

**Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe**

## **1. Einleitung**

Clostridien in der Milch können die Käseherstellung erheblich beeinträchtigen. Sind diese Keime in großer Zahl vorhanden, treten Geruchs- und Geschmacksfehler im Käse auf. Die Ursachen für hohe Gehalte liegen im landwirtschaftlichen Betrieb. In die Milch gelangen die Clostridien ausschließlich von außen über Futter, Kot und Schmutz, nicht dagegen über den Blutkreislauf (Kalzendorf, 1997). Im Winter 2001/ 2002 war die Clostridienbelastung in der Milch auf vielen Betrieben höher als in den vorangegangenen Wintern. In einigen Hofkäsereien traten vermehrt Fehlchargen auf, empfindliche Käsesorten ließen sich nicht mehr herstellen, einzelne Käsereien mussten ihre Produktion fast vollständig einstellen.

Für gezielte Gegenmaßnahmen musste als erstes abgeschätzt werden, wo die Problem-bereiche liegen.

## **2. Material und Methoden**

Im Herbst/Winter 2001/2002 wurden die käseerschädlichen Clostridien in Kot und Milch auf insgesamt 96 Betrieben untersucht: bei Milch an der Milchwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Oldenburg, bei Kot an der LUFA Münster. Die Hygienebedingungen ließen sich aus dem Vergleich von Clostridienbelastung in Kot und Milch abschätzen. Als Maßstab für ein mittleres Hygieneniveau wurde die Regressionsgerade in Abbildung 1 verwendet.

Zur Ursachenklärung gaben die Betriebe Auskunft über die einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen. Zur Einschätzung der Futterqualität standen Futteranalysen (bei etwa der Hälfte der Betriebe) sowie eine Beschreibung der Silagequalität zur Verfügung.

## **3. Ergebnisse und Diskussion**

### **3.1. Clostridienbelastung bei Verfütterung von Grünland- und Kleegrassilagen**

Die Clostridienbelastung im Kot fiel im Winter 2001/2002 sehr unterschiedlich aus: Gemessen wurden zwischen 20 und über 11.000.000 Sporen pro g Kot. Einen entscheidenden Einfluss scheint dabei das innerbetriebliche Belastungsniveau zu haben, zumindest in Grünlandbetrieben (Tabelle 1). Grünlandbetriebe, die in den vergangenen Wintern eine geringe Belastung zeigten, hatten in diesem Winter zu 55 % niedrige Clostridiengehalte im Kot von maximal 24 000 Sporen. Derart niedrige Gehalte gab es bei keinem Betrieb mit hoher bis sehr hoher Clostridienbelastung in der Vergangenheit. Diese Betriebe hatten auch in diesem Winter häufig hohe Gehalte im Kot. Grund für die höhere Belastung könnte ein innerbetrieblicher Clostridienkreislauf sein: Hohe

Clostridiengehalte im Kot führen bei Düngung zu einer höheren Belastung auf den Futterpflanzen und letztendlich im Ernteprodukt.

Bei Verfütterung von Kleegrassilagen waren Probleme mit der aktuellen Qualität des Futters wesentliche Gründe für hohe Clostridiengehalte: Nasssilagen, stärker verschmutzte Silagen und Regenwassereinwirkung (Tabelle 2). Anders als in Grünlandbetrieben muss sich dies aber nicht nachteilig auf die kommende Ernte auswirken. Werden die hoch belasteten organischen Dünger oder auch Silagereste auf Ackerland eingearbeitet, so wird der innerbetriebliche Kreislauf weitestgehend unterbrochen.

<b>Tabelle 1: Vergleich von Clostridienbelastung in der Milch der vergangenen vier Winter mit den Clostridiengehalten im Kot im Februar/März 2002 bei unterschiedlichem Futterangebot</b>								
Bisherige Clostridienbelastung in der Milch <sup>1)</sup>	überwiegend Grünlandsilage				überwiegend Kleegrassilage			
	Anzahl Betriebe	Aufteilung der Betriebe nach Clostridiengehalten (pro g Kot)			Anzahl Betriebe	Aufteilung der Betriebe nach Clostridiengehalten (pro g Kot)		
		bis 24 000	46 000 – 240 000	460 000 – 11 Mill.		bis 24 000	46 000 – 240 000	460 000 – 11 Mill.
niedrig bis sehr niedrig	11 (= 100 %)	55 %	27 %	18 %	21 (= 100 %)	43 %	33 %	24 %
mittel	8 (= 100 %)	13 %	62 %	25 %	17 (= 100 %)	41 %	18 %	41 %
hoch bis sehr hoch	9 (= 100 %)		44 %	56 %	1 (= 100 %)		100 %	
1) Einteilung der Betriebe: niedrig bis sehr niedrig: nie über 1.000; mittel: 1 – 2 x über 1.000; hoch bis sehr hoch: häufiger über 1.000								

<b>Tabelle 2: Einfluss von Futtereigenschaften auf die Clostridienbelastung im Kot im Februar / März 2002 bei Verfütterung von Grünland- und Kleegrassilagen</b>					
Futtereigenschaften	überwiegende Grundfutterherkunft	Anzahl Proben <sup>1)</sup>	Clostridienbelastung im Kot (Sporen pro g Kot)		
			bis 24 000	46 000 bis 110 000	150 000 bis 11 000 000
Relative Verteilung der Proben					
Heu, trockene oder gute Silagen	Klee gras	22 (=100%)	72 %	14 %	14 %
	Grünland	16 (=100%)	44 %	19 %	37 %
nasse Silagen oder Regenwassereinwirkung <sup>2)</sup> Schmutzeintrag über Reifen	Klee gras	15 (=100%)	13 %	7 %	80 %
	Grünland	8 (=100 %)		25 %	75 %
	Klee gras	16 (=100%)	6 %	94 %	
	Grünland	6 (=100 %)		100 %	
Nacherwärmung <sup>2)</sup> oder Schimmelbildung <sup>2)</sup>	Klee gras und Grünland	3 (=100%)		33 %	67 %
<b>Gesamtzahl an Proben</b>	<b>Klee gras</b>	<b>41 (=100%)</b>	<b>44 %</b>	<b>10 %</b>	<b>46 %</b>
	<b>Grünland</b>	<b>29 (=100%)</b>	<b>24 %</b>	<b>21 %</b>	<b>55 %</b>
1) Doppelnennung möglich, da nasse Silagen oft auch stärker verschmutzt sind.					

2) Berücksichtigt: nur Silagen mit stärkerer Regenwassereinwirkung, Nacherwärmung oder Schimmelbildung

### 3.2. Häckseln, Siliermitteleinsatz und Ballensilagen

Beim Einsatz von Häckslern und Siliermitteln war die Clostridienbelastung geringer (Tabelle 3). Bei Silagen ohne Siliermitteleinsatz traten Clostridiengehalte im Kot (Spiegelbild der Belastung im Futter) von über 150 000 Sporen pro g in 77 % der Betriebe auf, nach Häckslereinsatz immer noch in 53 % der Betriebe. Eine derart hohe Belastung gab es bei Siliermitteleinsatz nur selten. Bei Ballensilagen trat eine höhere Belastung ausschließlich bei nassen Silagen, Regenwassereinwirkung oder höherem Schmutzgehalt auf.

Tabelle 3: Clostridiengehalte im Kot bei unterschiedlichen Ernteverfahren mit und ohne Siliermitteleinsatz					
Clostridiengehalte im Kot (Sporen pro g Kot)	Ohne Siliermittel		mit Siliermitteln		Ballensilage oder Heu
	Ladewagen	Häckslern	Ladewagen	Häckslern	
<b>Relative Verteilung nach Clostridienbelastung</b>					
bis 24 000	5 %	20 %	45 %	72 %	55 %
43 000 – 110 000	18 %	27 %	22 %	14 %	6 %
150 000 – 240 000	41 %	33 %	0 %	0 %	6 %
460 000 – 11 Mill.	36 %	20 %	33 %	14 %	33 %
<b>Anzahl Betriebe</b>	<b>22</b> (= 100 %)	<b>15</b> (= 100 %)	<b>9</b> (= 100 %)	<b>7</b> (= 100 %)	<b>18</b> (= 100 %)

### 3.3. Einfluß der Hygienebedingungen

Unterschiede in der Hygiene führten dazu, dass die Clostridienbelastung in der Milch bei vergleichbaren Gehalten im Kot sehr unterschiedlich ausfiel (siehe Abbildung). Werte oberhalb der Geraden stehen für Betriebe, bei denen Schwachstellen in der Hygiene die Clostridienbelastung in der Milch maßgeblich mit beeinflussen. Werte unterhalb der Geraden stehen für Betriebe mit insgesamt besseren Hygienebedingungen.

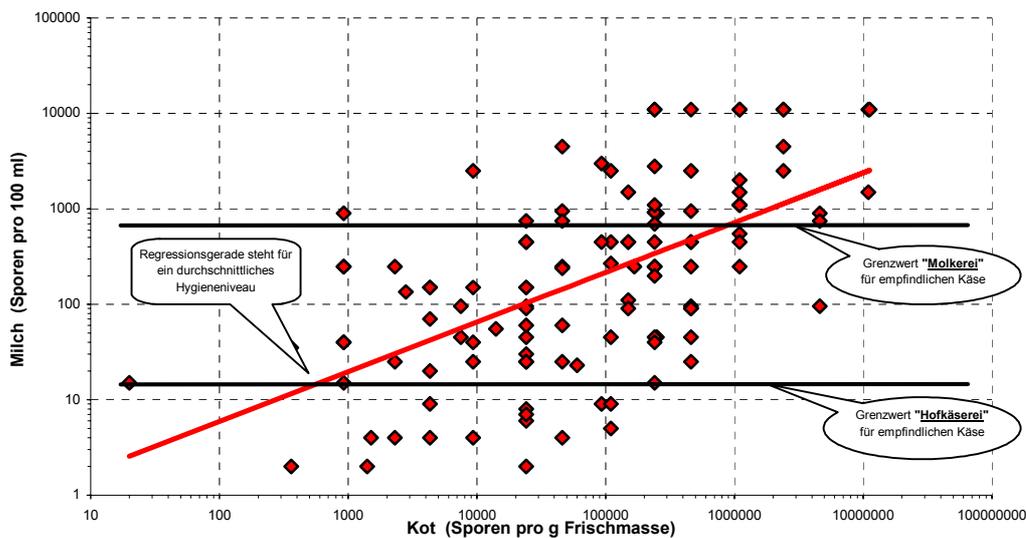


Abbildung: Clostridiengehalt in Kot und Milch im Vergleich

Entscheidend sind sowohl die Hygienebedingungen im Stall als auch am Tier und beim Melken. Vorteile bringen geschorene Euter, vor allem bei der Anbindehaltung (Tabelle 4).

<b>Tabelle 4:</b>		<b>Einfluss des „Euterscherens“ auf das Hygieneniveau bei unterschiedlicher Aufstallung im Februar/März 2002</b>			
<b>Aufstallung</b>	<b>Tiere geschoren</b>	<b>Anzahl Betriebe</b>	<b>Hygieneniveau <sup>1)</sup></b>		
			<b>über 100</b>	<b>20 bis 100</b>	<b>unter 20</b>
		<b>Relative Verteilung</b>			
Anbindehaltung	Ja	7 (=100 %)	72 %	14 %	14 %
	Nein	11 (=100 %)	9 %	55 %	36 %
Boxenlaufstall	ja	20 (=100 %)	55 %	40 %	5 %
	nein	16 (=100 %)	25 %	38 %	38 %
Tieflauf- oder Tretmiststall	ja	5 (=100 %)	60 %	40 %	0 %
	nein	9 (=100 %)	44 %	44 %	11 %
<b>Alle Betriebe</b>	<b>ja</b>	<b>32 (=100 %)</b>	<b>60 %</b>	<b>34 %</b>	<b>6 %</b>
	<b>nein</b>	<b>36 (=100 %)</b>	<b>25 %</b>	<b>44 %</b>	<b>31 %</b>
Hygieneniveau: über 100 = überdurchschnittlich gut; kleiner 100 = unterdurchschnittlich; z.B. 10: bei durchschnittlichem Hygieneniveau wären im Betrieb nur 10 % der tatsächlichen einzelbetrieblichen Clostridiengehalte in der Milch zu erwarten; Berechnung auf der Grundlage der Clostridienbelastung in Kot und Milch (Abbildung 1, S. 29)					

#### 4. Zusammenfassung

Der Grund für die häufig höhere Belastung speziell im Winter 2001/2002 ist auf die witterungsbedingt höhere Clostridienbelastung im Futter zurückzuführen. Positiv wirkten Häckseln und der Einsatz von Siliermitteln. Silagen in Grünlandregionen waren oft stärker belastet. Bei Weidenutzung und guten Silagen war die Clostridienbelastung im Futter meist geringer (niedrige Kotwerte). Aber auch die Hygienebedingungen haben die Clostridienbelastung in der Milch maßgeblich beeinflusst. Positiv wirkten hier Euterscheren, zumindest bei Anbindehaltung.

Aufbauend auf den Erfahrungen der letzten Jahre wurden Checklisten zur Ursachenklärung erstellt und Empfehlungen für Landwirte, Molkereien und Hofkäsereien herausgegeben.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse erfolgte im Abschlußbericht (Leisen, 2002).

#### 5. Literatur

KALZENDORF, CH., 1997: Einfluss der Gärqualität auf die Beschaffenheit der Milch.

Milchpraxis 2, S. 92-95

LEISEN, E., 2002: Einfluss von Futterqualität und Hygienebedingungen auf Clostridiengehalt sowie Zellgehalt und Keimzahl in der Milch von Öko-Betrieben Nordwestdeutschlands. Abschlussbericht, 45 S.

##### Anschrift des Verfassers:

Dr. Edmund Leisen, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Nevinghoff 40, 48147 Münster, email: [Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de](mailto:Edmund.Leisen@lk-wl.nrw.de)

**Danksagung:** Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes und der EU sowie der Milchlieferanten und der Molkerei Söbbeke durchgeführt.

# Endotoxingehalt von Grünlandaufwüchsen differenzierter Nutzung

von

Undine Behrendt

Institut für Primärproduktion und Mikrobielle Ökologie des Zentrums für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V. Müncheberg

## 1. Einleitung

Veränderungen der Nutzungsintensität des Grünlandes können insbesondere unter dem Einfluss reduzierter Schnitthäufigkeit und Düngung die Mikroorganismengemeinschaften der Phyllosphäre nachhaltig beeinflussen (BEHRENDT, 2001). Dabei werden speziell auf nährstoffreichen Standorten Voraussetzungen geschaffen, die einen signifikanten Anstieg der Besiedlung mit heterotrophen Bakterien zur Folge haben und damit die Gefahr der Bildung und Anreicherung von toxischen Stoffwechselprodukten und Zellinhaltsstoffen im Futter erhöhen. Von besonderem Interesse sind dabei die Endotoxine Gram-negativer Bakterien.

Als Endotoxin wird der hitzestabile Lipopolysaccharid-Protein-Komplex der Zellwand Gram-negativer Bakterien bezeichnet, dessen eigentliche toxische Komponente - das Lipid A – vorwiegend beim Zelltod freigesetzt wird, darüber hinaus aber auch aktiv über das „Shedding“ in die Umwelt abgegeben werden kann. Die Toxizität bzw. Aktivität des Endotoxins ist struktur- und speziesspezifisch determiniert (RIETSCHEL, 1999). Dabei sind insbesondere die Endotoxine der Gruppe der Enterobakterien, eingeschlossen typische Bewohner der Phyllosphäre von Gräsern wie z.B. *Pantoea agglomerans*, durch eine relativ hohe Toxizität gekennzeichnet (HELANDER *et al.*, 1980; HELANDER *et al.*, 1982). Endotoxine können in Abhängigkeit von Exposition und Konzentration einerseits mit dem Auftreten von akuten und chronischen Lungenkrankheiten bei Beschäftigten in der Landwirtschaft und Nutztieren in Korrelation gesetzt werden (OLENCHOCK *et al.*, 1990; OLENCHOCK, 1997), andererseits werden sie bei erhöhter alimentärer Aufnahme durch Ruminante in Beziehung zu Endotoxikosen in ihren vielfältigen Erscheinungsformen gebracht (FRITSCHKE, 1998; KRÜGER *et al.*, 1999).

Im folgenden sollen erste Ergebnisse zum Gehalt an bioaktivem Endotoxin bei extensiv genutzten Aufwüchsen im Rahmen der Spätschnittnutzung im Vergleich zur konventionellen Schnittnutzung dargestellt werden.

## 2. Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden sowohl Praxis- als auch Versuchsflächen im Havelländischen Luch (E; V5) und im Oberen Rhinluch (SF; M; F) ausgewählt, die sich hinsichtlich der Schnitthäufigkeit und Düngung unterschieden. Die Spätschnittflächen erhielten wenigstens 5 Jahre vor der Beprobung keinerlei Düngung, wobei sie einer einschürigen (M) bzw. zweischürigen (V5; F) Nutzung unterlagen. Die konventionell genutzten Vergleichsvarianten (E; SF) erhielten eine Grunddüngung entsprechend des Entzugs und wurden zum optimalen Schnitttermin Mitte Mai geschnitten. Für die mikrobiologische Untersuchung und Toxinbestimmung wurden jeweils drei

repräsentative Proben á 500 g Pflanzenmaterial gewonnen und getrennt analysiert. Dazu wurde das Gras rund 5 cm über dem Erdboden geschnitten, in atmungsaktiven Tüten verpackt und unter klimatisierten Bedingungen bis zur Aufarbeitung innerhalb von 2-3 h gelagert. Die Erfassung der Besiedlung mit kultivierbaren heterotrophen Bakterien und Enterobakterien erfolgte entsprechend BEHRENDT (2001). Für die Endotoxinbestimmung wurden die geschnittenen Pflanzenteile gut gemischt und in sterilen Beuteln zunächst bei  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis zur Analyse eingefroren. Zwei Gramm der Grasprobe wurden mit 18 ml pyrogenfreiem Wasser vermischt und 30 min im Wasserbad bei  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$  erhitzt. Danach wurde die Probe 15 min bei 250 U/min geschüttelt und 10 min im Ultraschallbad behandelt. Es folgte nochmals ein 5 minütiges Schütteln, in dessen Anschluss sofort eine Verdünnungsreihe in pyrogenfreiem Tris-Puffer angelegt wurde.

Die Quantifizierung des bioaktiven Endotoxins erfolgte mit dem Limulus-Amöbozyten-Lysat(LAL)-Biotest, der auf der Koagulation von Amöbozyten des Pfeilschwanzkrebses (*Limulus polyphemus*) unter Einwirkung von Endotoxinen beruht. In dem verwendeten chromogenen Nachweissystem (QCL-1000, BioWhittaker) wurde ein Proenzym durch aktives Endotoxin konzentrationsabhängig aktiviert und damit die Abspaltung von *p*-Nitroanilin vom ursprünglich farblosen Substrat katalysiert. Die Menge des freigesetzten *p*-Nitroanilins wurde im Mikrotiterplattenlesegerät bei einer Wellenlänge von 405-410 nm bestimmt, wobei mittels der Eichgeraden eines mitgeführten Standards mit bekanntem Endotoxingehalt (*E. coli* 0111:B4) die Konzentration in der untersuchten Probe in dreifacher Wiederholung bestimmt wurde. Um Fehler durch potenzielle Störungen (Hemmung oder Verstärkung) der LAL-Reaktion durch Bestandteile der Probenlösung auszuschließen, wurden Stichproben mit einer bekannten Endotoxinkonzentration versetzt und die Wiederfindungsrate innerhalb eines Grenzwertbereiches geprüft.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Der Gehalt an bioaktivem Endotoxin im Pflanzenmaterial zeigte einen deutlichen Zusammenhang mit der Seneszenz der Grünlandbestände. Wie aus Abb. 1 zu ersehen ist, wurden zum optimalen Schnitzeitpunkt Anfang Mai sowohl in den Extensivbeständen als auch auf der intensiv genutzten Fläche Werte zwischen 90 und 500 Endotoxineinheiten (EU)  $\text{g}^{-1}$  FM gefunden. Mit voranschreitender Entwicklung der Pflanzen nahmen die Gehalte drastisch zu, so dass auf den überständigen Aufwüchsen im Juli bereits Werte zwischen 9000 und 75000 EU  $\text{g}^{-1}$  FM erreicht wurden. Eine Umrechnung dieser Endotoxineinheiten ergab überwiegend Werte über  $15\text{ }\mu\text{g g}^{-1}$  TS bioaktives Endotoxin. Nach Einschätzung von KRÜGER *et al.* (1999) müssen diese Aufwüchse als mittelgradig kontaminiert eingestuft werden. Bei Aufnahme von Futtermitteln, die in diesem Bereich belastet sind, muss sicher nicht mit einem dramatischen Verlauf von Erkrankungen gerechnet werden. Dennoch sind wie FRITSCH (1998) zusammenfassend darstellte, endotoxinassoziierte Belastungen zu erwarten, die auf Grund einer latent anflutenden Menge die Puffersysteme im Tier ständig gering- bis mittelgradig überlasten. Ein permanent erhöhter TNF-alpha-Spiegel durch Endotoxineinwirkung kann zu schweren irreversiblen Schädigungen von Körperzellen führen und den Weg für Immundepressionen und opportunistische Infektionen frei machen.

Setzt man die Endotoxinkonzentrationen mit der allgemeinen Besiedlung durch heterotrophe Bakterien in Beziehung, ist mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,77\* ein relativ starker linearer Zusammenhang gegeben. Mit ansteigender Besiedlung durch heterotrophe Bakterien finden sich so auch die höchsten Endotoxinkonzentrationen.

Diese Bakteriengruppe, kultiviert auf einem Komplexmedium, umfasst jedoch gleichzeitig Gram-positive Bakterien, so dass ein selektiver Nachweis von Gram-negativen Bakterien hier engere Beziehungen vermuten ließ. Die Verwendung von MacConkey-Agar zur Bestimmung der Zahl der Enterobakterien, deren Endotoxine sich durch erhöhte Toxizität auszeichnen, zeigte jedoch eine sehr geringe Beziehung. In Proben mit hohen Keimzahlen wurden z.T. geringe Endotoxinkonzentrationen gefunden und umgekehrt. Auf der Basis des Nachweises von Enterobakterien auf VRBD-Agar konnte dagegen wie in Abb. 2 dargestellt, ein engerer Bezug gefunden werden.

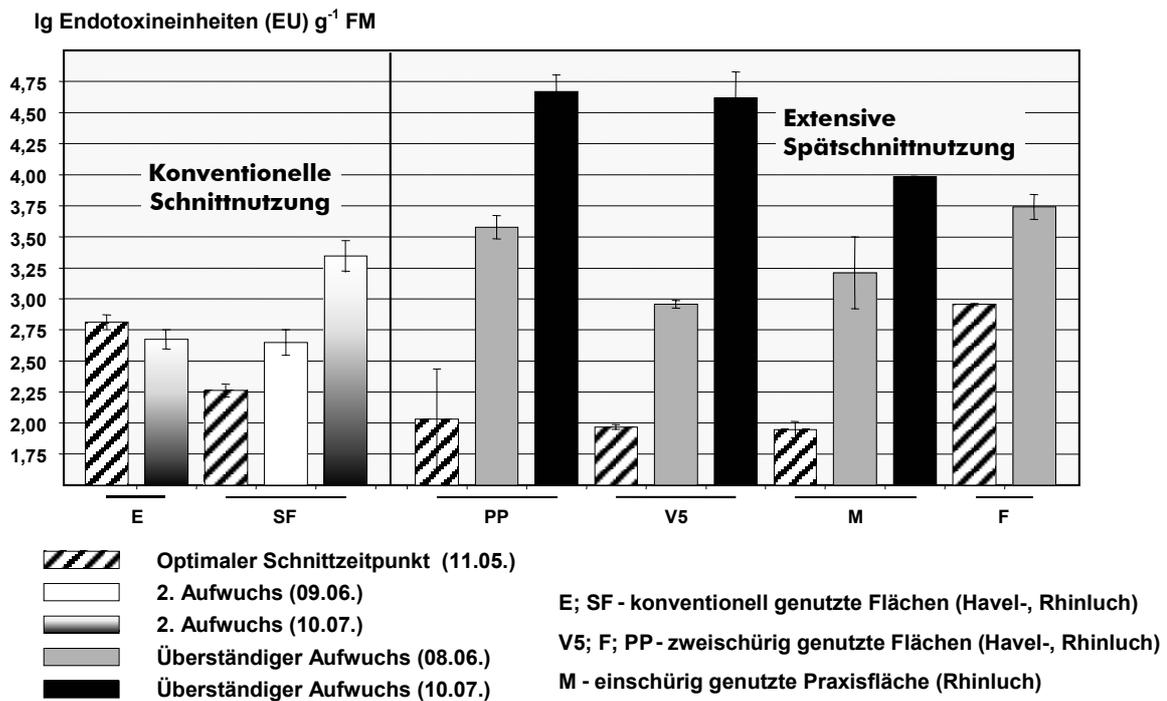


Abb.1: Endotoxinbelastung von Grünlandbeständen differenzierter Bewirtschaftungsintensität unter dem Einfluss der Seneszenz der Bestände

Ein Vergleich der untersuchten Varianten zeigte darüber hinaus, dass im zweiten Aufwuchs nach konventionellem Schnitttermin z.T. auffallend hohe Endotoxinkonzentrationen gefunden wurden, die vergleichbar den Belastungen der überständigen Aufwüchse im Juni waren. Dieses Ergebnis sollte durch weitere Untersuchungen bestätigt werden, da hier zu vermuten wäre, dass bei einer Verzögerung des ersten Schnittes bis Anfang Juni keine relevante Endotoxinkontamination erfolgt, sondern vielmehr, dass diese erst bis zum Spätschnitt Mitte Juli zu erwarten wäre.

Zusammenfassend kann ausgeführt werden, dass mit Verzögerung des ersten Schnittes im Rahmen von Extensivierungsprogrammen insbesondere im überständigen Pflanzenmaterial Anfang Juli mit einer mittelgradigen Endotoxinbelastung zu rechnen ist, die eine negative Beeinflussung der Tiergesundheit zur Folge haben kann.

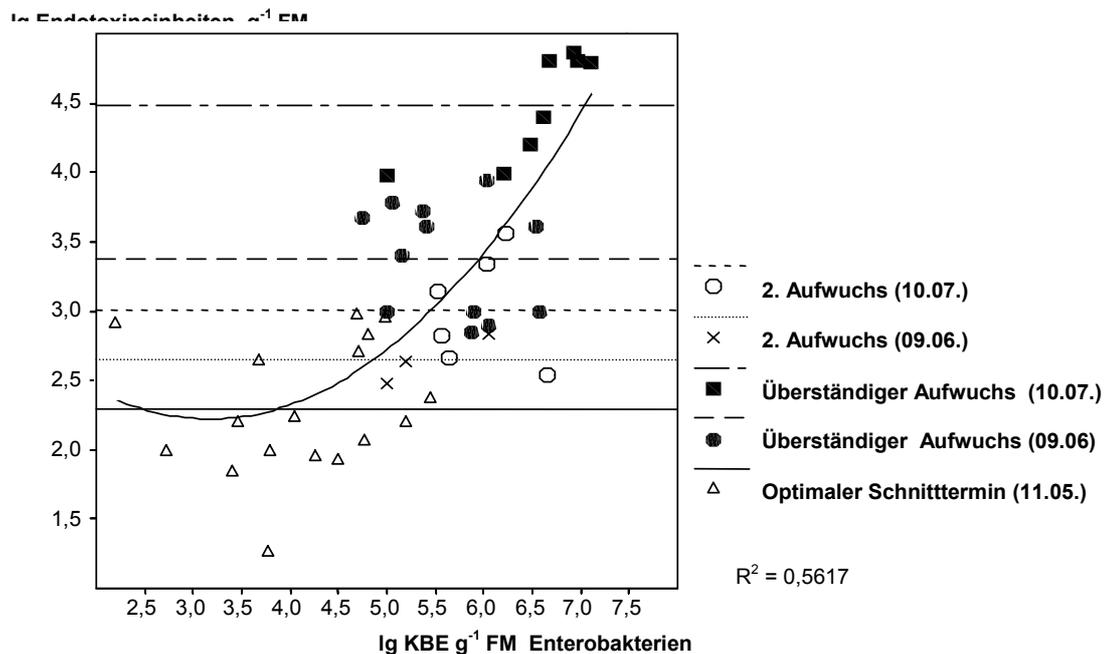


Abb. 2: Beziehung zwischen nachgewiesenen Endotoxineinheiten und der Besiedlung des Pflanzenmaterials mit Enterobakterien (Querlinien geben den Mittelwert der Endotoxineinheiten in der jeweiligen Gruppierung an)

## Literatur

- BEHRENDT, U., 2001: Der Einfluß differenzierter Bewirtschaftungsintensität von Niedermoorgrünland auf die Entwicklung von Mikroorganismen-Gesellschaften in der Phyllosphäre von Gräsern. - ZALF-Bericht Nr. 45, Müncheberg: Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V.
- FRITSCH, D., 1998: Endotoxinpromovierte bakterielle Translokationen und Besiedlung von Uterus und Euter beim Hochleistungsrind im peripartalen Zeitraum. - Diss. Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig.
- HELANDER, I., SALKINOJA-SALONEN, M. UND RYLANDER, R., 1980: Chemical structure and inhalation toxicity of lipopolysaccharides from bacteria on cotton. - *Infection & Immunity* **29**, 859-862.
- HELANDER, I., SAXËN, H., SALKINOJA-SALONEN, M. UND RYLANDER, R., 1982: Pulmonary toxicity of endotoxins: Comparison of lipopolysaccharides from various bacterial species. - *Infection & Immunity* **35**, 528-532.
- KRÜGER, M., SCHRÖDL, W., SEIDLER, T. & LINDNER, A., 1999: Endotoxinassoziierte Erkrankungen bei Hochleistungstieren. - In: Fragen der Fütterung und des Managements von Hochleistungskühen, pp. 56-67. Eds. B. PIEPER & S. POPPE, Neuruppin.
- OLENCHOCK, S.A., 1997: Airborne Endotoxin. - In: *Manual of environmental Microbiology*, pp. 661-665. Eds. C.J. HURST, G.R. KNUDSEN, M.J. MCINERNEY, L.D. STETZENBACH & M.V. WALTER, Washington D.C.: ASM Press.
- OLENCHOCK, S.A., MAY, J.J., PRATT, D.S., PIACITELLI, L.A. UND PARKER, J.E., 1999: Presence of endotoxins in different agricultural environments. - *Am. J. Ind. Med.* **18**, 279-284.
- RIETSCHEL, E.T., 1999: Bakterielle Endotoxine: Chemische Konstitution und Biologische Wirkung. - In: Vorträge - N 440: Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften.

# Einsatz von Siliermitteln in ökologisch wirtschaftenden Betrieben

von  
Dr. Hansjörg Nußbaum

Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf

## 1. Einleitung

Biologisch wirtschaftende Betriebe sind mehr noch als konventionelle Milchviehbetriebe auf gutes Grundfutter angewiesen, weil der Einsatz von Kraftfutter beschränkt und teuer ist. Die Gärprozesse und folglich die Regeln zur guten Silagebereitung sind unabhängig von der Art der Bewirtschaftung. Das bedeutet, dass vom Pflanzenbestand über das physiologische Entwicklungsstadium bis hin zum optimalen Anwelkgrad, Häckselqualität, Verdichtung und Siloabdeckung die gleichen Bedingungen und Empfehlungen gelten. Unterschiede sind teilweise im Pflanzenbestand und vor allem beim Einsatz von Silierzusätzen gegeben.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Silierversuch

Auf einem Milchviehbetrieb bei Schwäbisch Hall, der nach den Demeter-Richtlinien wirtschaftet, wurde der erste Aufwuchs einer vierschürigen Dauerwiese als Anwelkgut am 11. Mai 2001 in 1,5-Liter-Weckgläser einsiliert. Als Siliermittel kamen Melasse (25 kg/t FM), gequetschtes Getreide (35 kg/t FM), homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien (MSB), jeweils alleine oder in Kombination mit Melasse oder Getreide, zum Einsatz. Als Kontrolle dienten die unbehandelte Variante sowie die Zudosierung einer Säuremischung (4 l/t FM), bestehend aus Ameisen- und Propionsäure. Das Erntegut ist in Tabelle 1 dargestellt. Aufgrund der Ernte von physiologisch jungem Aufwuchs sowie dem Anwelken auf 39 % TM war das Erntegut sehr gut silierbar (VK>45). Nach 90 Tagen Gärdauer bei 18-20 °C wurden die Silagen ausgelagert und zur Untersuchung des Futterwertes, der Gärqualität und aeroben Stabilität aufgeteilt. Die Untersuchung erfolgte analog der Vorgehensweise bei der DLG-Siliermittelprüfung. Die Gärverluste wurden über regelmäßige Wägungen der Weckgläser ermittelt.

**Tabelle 1:** Merkmale des Ausgangsmaterials hinsichtlich Futterwert und Siliereignung

Parameter	Einheit	Wert
TS-Gehalt	%	39,0
Rohprotein	% i. TM	14,7
Rohfaser	% i. TM	23,4
Rohasche	% i. TM	10,5
Energie NEL	MJ/kg TM	6,16
Vergärbare Zucker (Z)	% i. TM	11,1
Pufferkapazität (PK)	g MS bis pH 4,0	6,5
Z/PK - Verhältnis		1,7
Vergärbarkeitskoeffizient (VK)	$VK = TM + 8 \times Z/PK$	52,7

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Gärverluste und Futterwert nach 90 Tagen Gärdauer

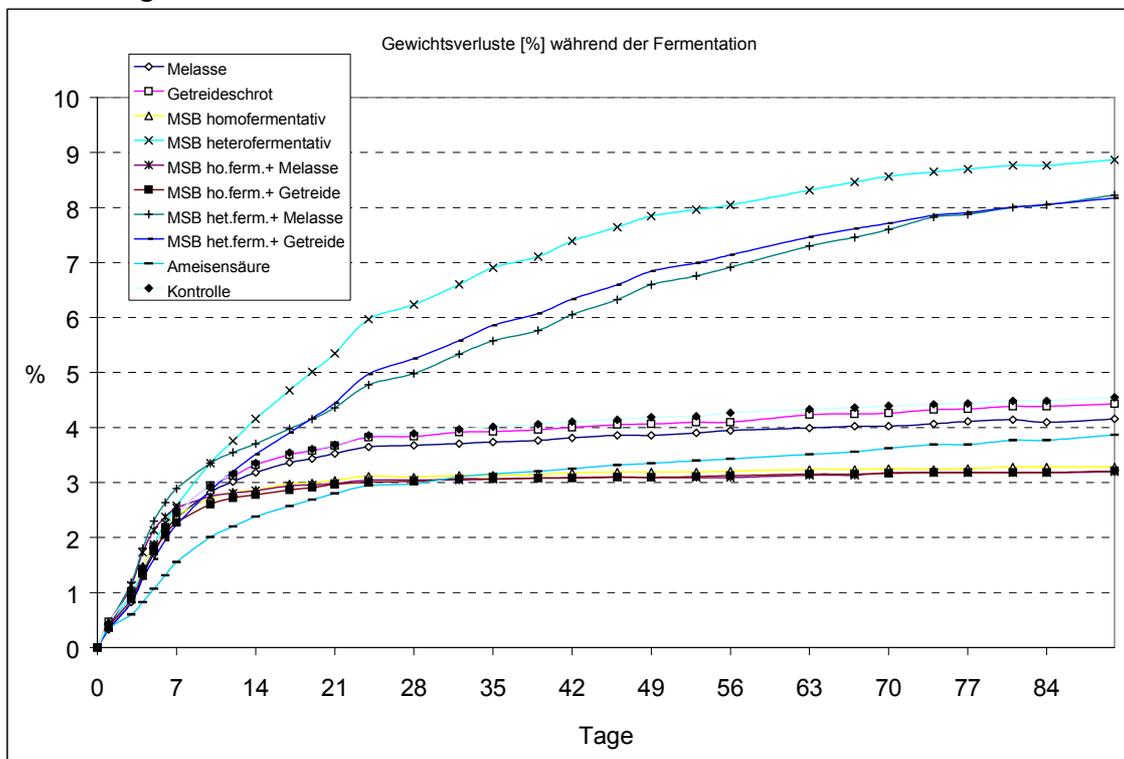
Die Silierzusätze wirkten sich nur unwesentlich auf den Futterwert der Silagen aus (Tabelle 2). Ausnahme bilden die Varianten mit heterofermentativen MSB, bei denen sich die signifikant höheren Gärverluste (Abbildung 1) sowohl in höheren Rohfaser- als auch in niedrigeren Energiegehalten niederschlugen.

**Tabelle 2:** Futterwert der Silagen nach der Auslagerung

Variante	TM <sub>k</sub> %	XP	XF % i. TM	XA	NEL MJ/kg TM
Melasse	40,5 ab *	15,5 cd	22,4 ed	9,1 ab	6,08 ab
Getreide	40,3 bc	15,2 d	22,8 cde	8,8 b	6,13 ab
MSB <sub>homo</sub>	39,2 cd	15,6 c	24,0 bc	9,9 ab	6,07 ab
MSB <sub>hetero</sub>	36,8 f	16,2 a	25,9 a	10,4 ab	5,69 c
MSB <sub>homo</sub> + Melasse	40,5 ab	15,6 c	22,2 e	10,2 ab	6,14 ab
MSB <sub>homo</sub> + Getreide	41,7 a	15,2 d	21,9 e	9,9 ab	6,23 a
MSB <sub>hetero</sub> + Melasse	38,8 de	16,1 ab	23,7 bcd	10,5 a	6,00 b
MSB <sub>hetero</sub> + Getreide	39,6 bcd	15,8 cd	24,4 b	9,5 ab	5,99 b
Säure	37,6 ef	16,1 ab	23,0 bcde	9,8 ab	6,08 ab
Kontrolle	38,9 d	15,4 cd	24,4 b	9,4 ab	6,00 b
GD 5 %	1,24	0,42	1,38	1,61	0,18

\* ungleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei  $\alpha = 0,05$

Die Zudosierung von Melasse und Getreide wirkte sich in höheren Energie- sowie aufgrund von „Verdünnungseffekten“ in niedrigeren Rohfaser- und Rohaschegehalten aus. Homofermentative MSB bewirkten, alleine oder zusammen mit Melasse oder Getreide, höhere Energiegehalte, wengleich der Effekt nur in Kombination mit Getreide signifikant war.



**Abbildung 1:** Gärverluste (%) in der 90-tägigen Gärphase

### 3.2 Gärqualität der Silagen

Die unbehandelten Silagen waren mit einem pH-Wert von 4,5 und 6,3 % i. TM Milchsäure gut vergoren. Die Restzuckergehalte von 5,8 % i. TM bestätigen die für die Vergärung ausreichende Versorgung mit Kohlenhydraten. Der Einsatz homofermentativer MSB wirkte sich unabhängig, ob mit oder ohne Zusatz von Melasse oder Getreide, über signifikant höhere Milch- und niedrigere Essigsäuregehalte auch senkend auf den pH-Wert aus. Demgegenüber wiesen die mit heterofermentativen MSB behandelten Grassilagen signifikant weniger Milch- und höhere Essigsäuregehalte auf. Diese Varianten hatten auch signifikant höhere Alkoholgehalte sowohl in Form von Ethanol als auch Propandiol. Die letztere Form ist ein typisches Fermentationsprodukt der heterofermentativen *Lactobacillus buchneri*-Stämme des zugesetzten Siliermittels. Die Zudosierung von Kohlenhydraten über Melasse oder Getreide hatte keinen Einfluss auf den Gärverlauf, erhöhte jedoch die Restzuckergehalte in den Silagen. Säure in Form von Ameisen- und Propionsäure hatte auf die Gärung aufgrund des gut silierbaren Ausgangsmaterials keine Effekte, wenngleich die Propionsäuregehalte (nicht dargestellt) signifikant höher waren.

**Tabelle 3:** Gärqualität der Silagen nach der Auslagerung

Variante	pH	Milch-säure	Essig-säure	Propan-diol % i. TM	Ethanol	Zucker
Melasse	4,6 c	6,7 c	3,8 ab	0,0 c	0,3 b	10,4 a
Getreide	4,5 d	6,5 cd	3,8 ab	0,0 c	0,4 b	6,5 b
MSB <sub>homo</sub>	4,2 e	9,6 a	1,4 d	0,0 c	0,3 b	4,4 d
MSB <sub>hetero</sub>	4,7 a	2,9 g	2,5 c	2,9 a	0,9 a	0,1 f
MSB <sub>homo</sub> + Melasse	4,2 e	8,9 b	1,3 d	0,7 b	0,3 b	5,7 bc
MSB <sub>homo</sub> + Getreide	4,2 e	8,7 b	1,3 d	0,0 c	0,4 b	4,7 cd
MSB <sub>hetero</sub> + Melasse	4,5 d	4,7 e	4,6 a	0,9 b	0,7 a	2,1 e
MSB <sub>hetero</sub> + Getreide	4,7 b	3,7 f	4,6 a	0,8 b	0,9 a	0,8 ef
Säure	4,5 d	6,0 d	2,7 c	0,1 c	0,3 b	6,0 b
Kontrolle	4,5 d	6,3 cd	3,3 bc	0,0 c	0,4 b	5,8 bc
GD 5 %	0,05	0,67	0,87	0,25	0,24	1,29

\* ungleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei  $\alpha = 0,05$

### 3.3 Aerobe Stabilität der Grassilagen nach der Entnahme

Nach Auslagerung der Silagen waren diese unter Lufteinfluss über sechs Tage hin aerob stabil (Abbildung 2). Danach erwärmten sich die Varianten mit homofermentativen MSB, unabhängig ob alleine oder in Kombination mit Melasse oder Getreide zudosiert, schneller als die Kontrolle. Als aerob instabil gelten Silagen, sobald die Temperatur diejenige der Umgebung um mehr als 1,5 °C überschritten hat. Die mit heterofermentativen MSB behandelten Grassilagen waren auch in Kombination mit zusätzlichen Kohlenhydraten über 11 Tage ohne Erwärmung und demzufolge sehr stabil. Ähnliches gilt für die Säurevariante, wobei hier der bekannte stabilisierende Effekt der Propionsäure erkennbar war. Die alleinige Zugabe von Melasse oder Getreide ergab gegenüber der Kontrolle kein wesentlich anderes Nacherwärmungsverhalten.

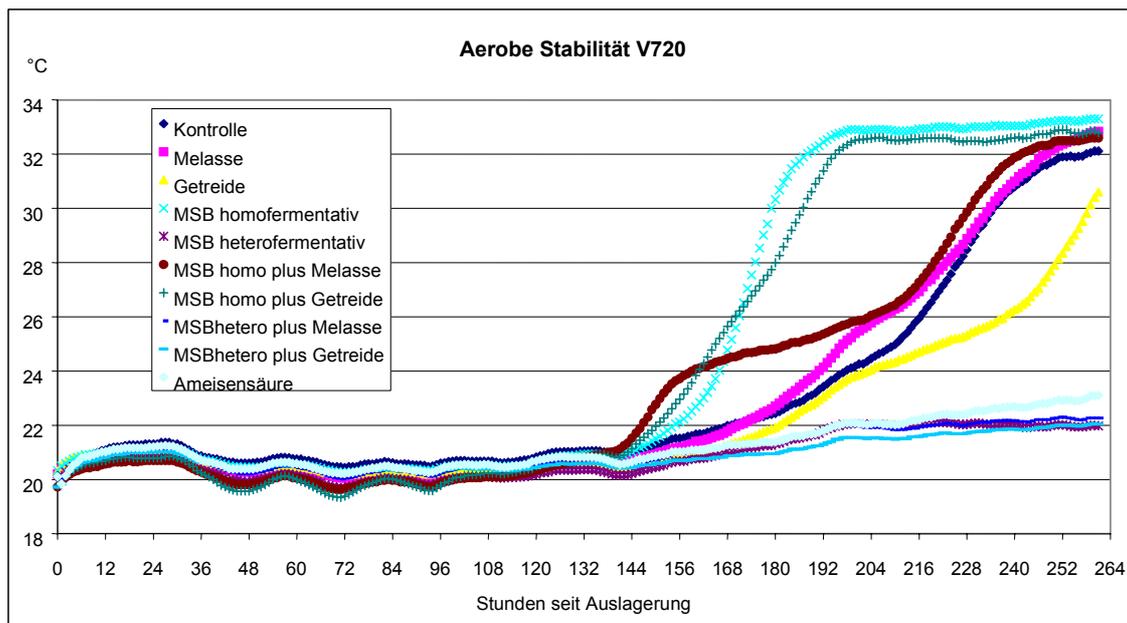


Abbildung 2: Temperaturentwicklung der Silagen nach der Entnahme

#### 4. Zusammenfassung

Durch die Ernte physiologisch junger Wiesenbestände im Stadium Ähren- / Rispenstadien konnte im vorliegenden Versuch aufgrund ausreichender Zuckergehalte und folglich guter Vergärbarkeit auch ohne Silierzusätze Grassilagen mit gutem Futterwert und Gärqualität erzeugt werden.

Da für die Fermentation genügend vergärbare Kohlenhydrate vorhanden waren, hatte die Zudosierung von Melasse oder Getreide wenig Einfluss auf den Gärverlauf und die Gärqualität. Die zugesetzte Energie wurde zwar in den Silagen wieder gefunden, könnte jedoch genau so gut und ohne Risiko einer Fehlgärung direkt im Futtermischwagen bei der Fütterung zugesetzt werden.

Der Einsatz homofermentativer Milchsäurebakterien (MSB) wirkte sich sowohl bei alleiniger Zugabe als auch in Kombination mit Melasse oder Getreide positiv auf den Gärverlauf, Futterwert und Gärqualität aus. Aufgrund signifikant höherer Milch- und demgegenüber verminderter Essigsäuregehalte in Verbindung mit hohen Restzuckergehalten war allerdings die aerobe Stabilität nach etwa 6 Tagen Überlagerung unter Lufteinfluss schlechter als in der Kontrollsilage. Demzufolge ist der Einsatz homofermentativer MSB nur bei gutem Management und ausreichendem Entnahmepush zu empfehlen.

Der erwünschte Effekt heterofermentativer MSB in Form von besserer aeroben Stabilität wurde aufgrund vermehrter Bildung von Essigsäure und Propandiol erreicht. Allerdings hatten diese Silagen, auch in Kombination mit Melasse oder Getreide, erhöhte Gärverluste und demzufolge verminderte Energiegehalte zur Folge.

Der Einsatz von Säuren in Form von Ameisen- und Propionsäure wirkte sich aufgrund optimaler Gärbedingungen nicht auf Futterwert und Gärqualität der Silagen aus. Einzig der bekannte, stabilisierende Effekt der Zudosierung von Propionsäure war zu beobachten.

# **Entwicklung der Vegetation von gedeichtem Salzgrasland der Ostseeküste nach 10jähriger Extensivierung**

(Kernzone des Nationalparks „Vorpommersche Boddenlandschaft“)

Renate Bockholt, Sonja Schmitz, Stefanie Noel

**Universität Rostock**

## **Zielstellung**

Feinsandgleye sind typische Graslandstandorte der Ostseeküste Mecklenburg – Vorpommerns. Sie sind in der Zeit von 1920 bis 1970 durch Bau von Deichen und Regulierung des Grundwassers von Salzgrasland zu Intensivgrasland umgewandelt worden. Diese Flächen wurden von 1970 – 1990 sehr intensiv als Wechselgrünland genutzt. Es handelt sich um Böden (18 bis 22 Bodenpunkte) mit einem früheren Ertragsniveau von 120 bis 150 dt TM/ha bei intensivster Bewirtschaftung (BOCKHOLT, 1990).

Seit Gründung des Nationalparks „Vorpommersche Boddenlandschaft“ im Jahre 1992 besteht die Zielstellung, das früher intensiv genutzte Grasland zu Salzgrasland zu renaturieren. Seitdem ist im Rahmen von Naturschutzprogrammen auf Düngung und Erneuerung der Grasnarbe verzichtet worden. Die wechselseitige Wasserregulierung wurde eingestellt. Die frühere Schnittnutzung zur Silagegewinnung wurde durch extensive Weidenutzung mit Mutterkühen (1 Großvieheinheit/ha) abgelöst.

## **Lösungsweg**

Die Kartierung der Pflanzengemeinschaften erfolgte bisher 2 mal, jeweils in den Jahren 1992 und 2001. Die Grenzen der Pflanzengemeinschaften wurden mit GPS (Global Positioning System) aufgezeichnet. Die seit der Extensivierung entstandenen Pflanzengesellschaften wurden aus landwirtschaftlicher Sicht, ökologischer Sicht und aus der Sicht des Naturschutzes bewertet. Bodenproben wurden separat genommen und untersucht. Außerdem wurde das Ertragsniveau in 6jährigen Parzellenversuchen festgestellt.

## **Entwicklung des Grundwasserniveaus**

Durch wöchentliche Messungen des Grundwassers ist die gelungene Wiedervernässung der Fläche nachgewiesen worden. Das mittlere Grundwasserniveau ist zum Beispiel in der *Lolium perenne* / *Elytrigia repens* – Pflanzengemeinschaft in 10 Jahren um 24 cm gestiegen (von -64 cm unter Geländeniveau auf -40 cm unter Geländeniveau). Besonders auffällig ist der Anstieg des Grundwassers in den Wintermonaten. Der Anstieg des Grundwassers wird einerseits mit dem Verzicht auf wechselseitige Grundwasserregulierung, andererseits mit den extrem hohen Niederschlägen der letzten 3 Winter erklärt.

## **Ergebnisse**

### **Vegetationsgliederung des großflächigen Weidegebietes im Jahre 1992**

Unter Einbeziehung des gut erhaltenen Salzgraslandes vor dem Deich und anderer Randflächen wurden 1992 im gesamten Gebiet 29 Pflanzenarten der Roten Liste Mecklenburg - Vorpommerns gefunden. Insgesamt wurden 138 Pflanzenarten des Graslandes nachgewiesen. Dadurch waren gute Voraussetzungen für die

Wiederbesiedlung des Intensivgraslandes mit seltenen Pflanzenarten und gute Voraussetzungen für die Renaturierung zu Salzgrasland gegeben.

Das Intensivgrünland selbst enthielt in der Ausgangssituation des Jahres 1992 nur wenige Arten. Unterschiede bestanden hauptsächlich in Abhängigkeit von der Ansaatmischung und dem Alter der Neuansaat. Damals zog das geordnete Grabensystem die Grenzen für die frühere Bewirtschaftung mit turnusmäßigem Umbruch und Neuansaat der Grasnarben. Das Grabensystem zog auch die Grenzen für die früheren Vegetationsstrukturen. In den Senken, in denen sich das Niederschlagswasser regelmäßig staute, wuchs schon 1992 eine *Alopecurus geniculatus* - Pflanzengemeinschaft. In diesen Senken sind schon ab 3. Jahr nach der Extensivierung einige geschützte Sumpf- und Salzgraslandarten nachgewiesen worden (Bockholt, 2000).

### Vegetationsgliederung des großflächigen Weidegebietes im Jahre 2001

Nach 10jähriger Extensivierung waren Unterschiede zwischen den Flächen mit verschiedenen Grasarten der Ansaatmischung nicht mehr zu erkennen. An Stelle dessen hatte sich ein unregelmäßiges Mosaik von Pflanzengesellschaften herausgebildet. Im Jahre 2001 wurden 4 Pflanzengesellschaften festgestellt, von denen die von *Lolium perenne* und *Elytrigia repens* dominierte Gesellschaft mit 53% Flächenanteil den größten Raum einnahm. Tabelle 2 zeigt das Ergebnis in ha und % der Fläche. In den ausgewählten Teilflächen nahm das entstehende Salzgrünland mit den dominierenden Arten *Eleocharis uniglumis* und *Juncus gerardii* nach 10 Jahren Extensivierung bereits 8,4 % der Fläche ein.

**Tabelle 1:** Verteilung der Pflanzengesellschaften auf 150 ha im Jahre 2001

Dominierende Arten der Pflanzengesellschaft	NOEL (2001) ha	NOEL (2001) %	SCHMIT Z (2001) ha	SCHMITZ (2001) %	Insgesamt (ha)	Insgesamt (%)
<i>Lolium perenne</i> / <i>Elytrigia repens</i>	40,7	52,5	39,2	54	79,9	53,3
<i>Juncus conglomeratus</i> / <i>Juncus effusus</i>	24,8	32	15,7	22	40,5	27,0
<i>Alopecurus geniculatus</i>	6,6	8,8	10,2	14	20,6	11,2
<i>Eleocharis uniglumis</i> / <i>Juncus gerardii</i>	5,2	6,7	7,4	10	12,6	8,4
Summe	77,5	100	72,5	100	150	100%

### Arteninventar und Ertrag der Pflanzengesellschaften

In den Parzellenversuchen wurden verschiedene Varianten der Schnittführung geprüft (freie Sukzession, 1 Schnitt, 3 Schnitte, 3 Schnitte). Bei 3- Schnittnutzung war die Diversität der Pflanzenarten am höchsten. Es gab eine gute Übereinstimmung des Artenspektrums mit der Weidefläche, die extensiv mit 3 Rotationen genutzt wurde.

Erträge und Futterwertzahlen dokumentieren, dass die *Lolium perenne* / *Elytrigia repens*- Pflanzengesellschaft, welche den größten Teil der Fläche einnahm, trotz Verzichtes auf Düngung noch ein für die Landwirtschaft interessantes Niveau hatte (Tabelle 2).

Die Diversität der Pflanzenarten war in der *Lolium perenne* / *Elytrigia repens* – Gesellschaft am höchsten, während die entstehende Salzgrassland -

Pflanzengesellschaft mit *Eleocharis uniglumis* und *Juncus gerardii* die meisten geschützten Pflanzenarten der Roten Liste Mecklenburg- Vorpommerns enthielt.

**Tabelle 2:** Diversität, Seltenheitswert und Futterwertzahlen der Pflanzengesellschaften auf den Weideflächen, Trockenmasseertrag bei 3-Schnittnutzung

Dominierende Arten der Pflanzengesellschaften	Anzahl der Pflanzenarten	Anzahl der Arten der Roten Liste	Futterwertzahlen	Ertrag 1992 -1997 ( dt TM / ha)
<i>Lolium perenne</i> / <i>Elytrigia repens</i>	48 / 58	3	6,7	69 a
<i>Juncus conglomeratus</i> / <i>Juncus effusus</i>	45 / 50	5	4,4	52 ab
<i>Alopecurus geniculatus</i>	24 / 34	2	5,5	30 b
<i>Eleocharis uniglumis</i> / <i>Juncus gerardii</i>	<b>25 / 40</b>	7	<b>4,9</b>	<b>34 b</b>

Alle Pflanzengemeinschaften enthielten bereits einige typische Pflanzenarten des Salzgraslandes. Insgesamt sind auf den Weideflächen nach 10 Jahren 11 geschützte Pflanzenarten der Roten Liste aufgetreten, die sich ebenfalls über alle 4 Pflanzengesellschaften verteilten. Deshalb ist aus der Sicht des Naturschutzes nicht nur das entstehende Salzgrasland wertvoll. Es traten folgende geschützte Arten auf: *Aster tripolium*, *Centaurium pulchellum*, *Eleocharis uniglumis*, *Lotus tenuis*, *Juncus conglomeratus*, *Juncus gerardii*, *Plantago media*, *Ranunculus flammula*, *Triglochin maritimum*, *Triglochin palustre*, *Tripleurospermum maritimum*.

**Tabelle 3:** Ökologische Kennzahlen der Pflanzengesellschaften auf den Weideflächen (2001)

Dominierende Arten der Pflanzengesellschaften	Feuchte – Zahl	Reaktions– Zahl	Stickstoff– Zahl	Salz– zahl
<i>Lolium perenne</i> / <i>Elytrigia repens</i>	5,6 / 5,8	6,8 / 6,9	6,9 / 7,0	0,3 / 0,4
<i>Juncus conglomeratus</i> / <i>Juncus effusus</i>	6,5 / 6,7	3,9 / 5,0	5,8 / 5,9	0,5 / 0,6
<i>Alopecurus geniculatus</i>	7,3 / 7,9	6,7 / 6,9	6,2 / 6,3	0,9 / 1,4
<i>Eleocharis uniglumis</i> / <i>Juncus gerardii</i>	7,9 / 8,0	7,2 / 7,4	4,9 / 5,7	3,7 / 4,1

Die Vernässung der Flächen wird zukünftig zu einer weiteren Zunahme der Pflanzengesellschaften mit den dominierenden Arten *Juncus conglomeratus*, *Alopecurus pratensis* und *Eleocharis uniglumis* führen.

### **Ergebnisse der Untersuchung des Bodens der Weideflächen**

Die Gesamtmittelwerte demonstrieren mittlere Versorgungsgrade für die pflanzenverfügbaren Nährstoffe P und K (Versorgungsstufe C) bzw. gute pH-Werte im oberen Bereich. Die Gehaltswerte an organischer Masse, Gesamt – N, Gesamt – C, Gesamt – S entsprechen normalen Werten für Dauergrünland auf Sandstandorten. Dasselbe gilt für das C/N-Verhältnis (Tabelle 4 a und 4 b).

Die Pflanzengesellschaften dokumentieren nach 10 Jahren einheitliche Anteile von organischer Substanz im Boden und nur geringfügige Differenzen der Nährstoffgehalte des Bodens. Sie dokumentieren jedoch deutlich verschiedene ökologische Kennziffern, signifikant verschiedene Leitfähigkeiten und Salzgehalte des Bodens. Das Ertragsniveau nahm in den stark vernässten Bereichen signifikant bis auf 30 dt Trockenmasse je Hektar ab. Die Futterwertzahlen reduzierten sich in stark vernässten Bereichen um 2 Einheiten.

**Tabelle 4 a:** Mittelwerte der Bodenparameter auf den Weideflächen

Pflanzen - gesellschaft	pH- Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Leit- fähigkeit μS/cm <sup>2</sup>	P (DL) mg/100g	K (DL) mg/100g	P (KÖWA) mg/100g	K (KÖWA) mg/100g
Signifikanz	+	+++	+	++	n. s.	n. s.
<i>Lolium perenne</i> / <i>Elytrigia repens</i>	5,8b	397b	9,8b	11,4b	130	41
<i>Juncus conglomeratus</i> / <i>Juncus effusus</i>	5,5a	152a	7,7a	8,3a	132	41
<i>Alopecurus geniculatus</i>	5,4a	190a	6,8a	8,1a	119	35
<i>Eleocharis uniglumis</i> / <i>Juncus gerardii</i>	5,9b	1083c	9,5b	13,9b	114	37

**Tabelle 4 b:** Mittelwerte der Bodenparameter in den Weideflächen

Pflanzen- gesellschaft	Organische Masse (%)	Na mg/100g	Ges.-N (%)	Ges.-C (%)	Ges.-S (%)	C/N
Signifikanz	n. s.	+++	n. s.	n. s.	+++	+
<i>Lolium perenne</i> / <i>Elytrigia repens</i>	7,1	22,7b	0,20	2,2	0,078a	10,9a
<i>Juncus conglomeratus</i> / <i>Juncus effusus</i>	5,7	7,2a	0,23	2,6	0,086a	11,2ab
<i>Alopecurus geniculatus</i>	6,4	6,7a	0,21	2,2	0,081a	10,8a
<i>Eleocharis uniglumis</i> / <i>Juncus gerardii</i>	7,1	75,8c	0,21	2,4	0,121b	11,6b

Das entstehende Salzgrünland mit den dominierenden Arten *Eleocharis uniglumis* und *Juncus gerardii* hob sich besonders durch erhöhte Leitfähigkeit, erhöhte Natriumgehalte, erhöhten Schwefelgehalt und die ökologische Salzzahl von den übrigen Pflanzengesellschaften ab.

#### Literatur:

- BOCKHOLT, R., 1990: Standorte, Pflanzenbestände, Ertragspotential, Futterwert und Nutzung des Überschwemmungsgrünlandes im Küstenbereich der DDR.- Diss. B, Universität Rostock
- BOCKHOLT, R., 2000: Vegetation, Bodenzustand und Primärproduktion des Grünlandes der Kernzone des 1990 gegründeten Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft zum Zeitpunkt des Übergangs von der intensiven zur extensiven Nutzung.- Archiv d. Freunde d. Naturg. Mecklenburgs. , XXXIX, S. 115-126
- BOHNE, B., 1996: Untersuchungen zum Grundwasserhaushalt der Sundischen Wiese.- Rostocker Agrar- und Umweltwissenschaftliche Beiträge, Heft 5, S. 101 - 117
- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER, D. PAULISSEN, 1991: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas.- Scripta Geobotanica XYIII, Göttingen
- ROTHMALER, W., 1990: Exkursionsflora von Deutschland
- UMWELTMINISTERIUM von M.-V., 1992: Rote Liste der gefährdeten höheren Pflanzen Mecklenburg - Vorpommerns

# **Probleme und Perspektiven der ökologischen Saatgutvermehrung alpinen Arten für die Hochlagenbegrünung am Beispiel von *Festuca nigrescens*, *Trifolium alpinum* und *Sesleria albicans*.**

von

Giovanni Peratoner und Günter Spatz

**Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie der Universität Kassel**

## **1. Einführung**

Die Anwendung autochthonen Saatgutes für die Hochlagenbegrünung wird von mehreren Autoren erwünscht, da nur solche Arten den klimatischen Bedingungen des Gebirges angepasst sind. Die praxisüblich verwendeten Flachland-Zuchtsorten sind hingegen ungeeignet, weil sie für futterbauliche Zwecke selektiert wurden und teure Pflegemaßnahmen für ihre Erhaltung (regelmäßige Düngung und Mahd) benötigt werden.

Die Anwendung ökologisch vermehrten autochthonen Saatgutes wäre notwendig für die Beseitigung von Narbenschäden und erosionsgefährdeten Bereichen in ökologisch bewirtschafteten Weiden und Wiesen in Berggebieten mit rauhem Klima.

Durch die Vermehrung im Flachland wird die Keimfähigkeit des Saatgutes meistens entscheidend verbessert (KRAUTZER, 1995). Auch Arten, deren Samen an den natürlichen Standorten eine ausgeprägte Keimruhe aufweisen, sind nach der Flachland-Vermehrung in Saadmischungen für die Begrünung anwendbar, da ihr Saatgut in der Lage ist, schnell zu keimen und sich zu etablieren und somit einen raschen Bodenschutz vor der Erosion zu gewährleisten.

Die Saatgutvermehrung alpiner Arten könnte außerdem eine zusätzliche Einnahmequelle für ökologische Landwirte darstellen.

Es wird vermutet, dass eine Vermehrung solcher Arten wegen ihrer schwachen Konkurrenzkraft und Anfälligkeit gegen Krankheitserreger ohne den Einsatz von Herbiziden und Fungiziden unmöglich ist (KRAUTZER, 1995). Diesbezüglich fehlen jedoch bis jetzt wissenschaftliche Untersuchungen.

## **2. Material und Methoden**

Die Untersuchungen wurden an einer bereits konventionell vermehrten Art (*Festuca nigrescens*) und zwei weniger untersuchten Arten (*Trifolium alpinum* und *Sesleria albicans*) geführt.

Für den Versuch wurden alpine Herkünfte verwendet, mit der Ausnahme von *Sesleria albicans*, in deren Versuchen Herkünfte aus den Alpen und der Schwäbischen Alb verwendet wurden. Das Wildsaatgut wurde getrocknet, gereinigt und bei 6°C aufbewahrt bis zum Versuchsbeginn.

In Hebenshausen (Hessen, 220 m) wurden vier Methoden der mechanischen Unkrautbekämpfung (Faktor 1) und drei Erntemethoden (Faktor 2) in einem Feldversuch in Kleinparzellen getestet (Drillsaat für Gräser und Saatband für *Trifolium alpinum* in 6 Reihen, 5 m lang für *Festuca nigrescens* und 3 m lang für die anderen Arten; 24 cm Reihenabstand; Ansaattermin Anfang Mai/Anfang Juni; Aussaatmenge 7,2 kg/ha für *Sesleria albicans*, 5 kg/ha für *Festuca nigrescens*, 4 cm Abstand in der Reihe für *Trifolium alpinum*). Versuchsdesign war eine vollständig randomisierte Blockanlage in drei Wiederholungen. Als Methoden der Unkrautbekämpfung kamen

Jäten (Hacken zwischen den Reihen, Jäten in den Reihen), Hacke, Hackbürste und Schröpfen zum Einsatz.

Deckungsgrad und Dichte der Kulturpflanze und des Unkrauts wurden bei den ersten zwei Terminen der Unkrautbekämpfung (7 und 9 Wochen nach der Aussaat) untersucht. Sie wurden unmittelbar vor der Unkrautbekämpfung und zwei Wochen danach an 6 Dauerbeobachtungspunkten pro Parzelle mit dem Göttinger Schätzrahmen (WAHMHOFF, 1983) aufgenommen. Für jede Parzelle wurden die Ergebnisse gemittelt.

Die Ernte wurde mit der Hand, mit Mähdrescher oder mit einem Bürst-Sauggerät (eigener Prototyp) durchgeführt. Die Handparzellen wurden mit Handscheren gemäht und dann im Stand gedroschen. Randeffekte sind möglicherweise vorhanden und wurden nicht berücksichtigt. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf das erste Erntejahr (2001).

Das Erntegut wurde unter Luftzug bei Raumtemperatur eine Woche lang getrocknet und mittels Sieb und Steigsichter gereinigt. Die Reinheitsprüfung des Saatgutes wurde an Proben von 1 g nach den Vorschriften von ISTA (1996) durchgeführt.

Prozentuelle Daten (Deckungsgrad) und Zählungen (Pflanzendichte) wurden Arcussinus- bzw. logarithmisch transformiert. Die Daten wurden mit der GLM-Prozedur vom Statistik-Paket SPSS (1995) analysiert; statistisch signifikante Mittelwertunterschiede wurden mittels DMRT bei  $P=0,05$  festgestellt.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1. Mechanische Unkrautbekämpfung**

Die sehr langsame anfängliche Wachstumsphase von *Sesleria albicans* verspätete und erschwerte erheblich den Einsatz der Methoden, bei denen die Erkennung der Reihen notwendig war (Jäten, Hacken und Hackbürsten).

Die Ergebnisse der Unkrautbekämpfung bei dieser Art sind der Abb. 1 zu entnehmen.

Beim ersten Einsatz konnten Hacken und Hackbürsten die Pflanzendichte nur teilweise kontrollieren, während der Deckungsgrad nach dem Einsatz zunahm.

Der zweite Einsatz von Hacke und Hackbürste ließ die Unkrautdichte unverändert, während der Deckungsgrad stark zunahm. Zwei Wochen nach der Unkrautbekämpfung lag der Deckungsgrad des Unkrauts in diesen Behandlungen durchschnittlich über 40%. Die Unkrautpflanzen, die in den Reihen vorhanden waren, wurden von den Hackelementen nicht mehr erreicht und waren in der Lage, die Kulturpflanze zu überwachsen. Zur Zeit der zweiten Unkrautbekämpfung betrug der Deckungsgrad der Kulturpflanze zwischen 0,3% und 0,7% bei einer Dichte von 48 bis 71 Pflanzen/m<sup>2</sup>.

Unter den getesteten Methoden war Jäten die einzige, die wirksam war. Die Unterschiede zwischen der geschröpften Behandlung und den Hackvarianten wurden mit der Zeit immer geringer.

Eine ähnliche Situation wurde für *Trifolium alpinum* beobachtet, während *Festuca nigrescens* deutlich höhere Wachstumsraten und höhere Konkurrenzfähigkeit zeigte, wie schon von Krautzer (1995) berichtet.

#### **3.2. Anfälligkeit gegen Krankheitserreger**

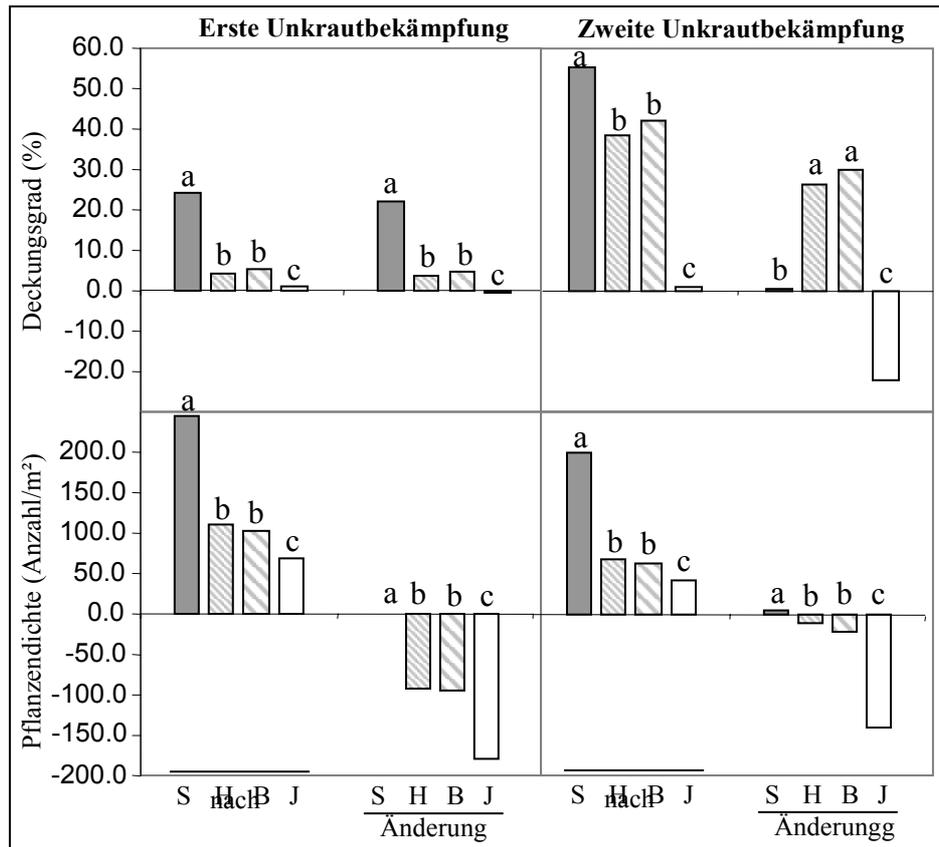
An *Trifolium alpinum* wurde eine extreme Anfälligkeit gegen pflanzenfressenden Nematoden der Gattung *Pratylenchus* festgestellt. Der Versuchspflanzenbestand wurde derart dezimiert, dass keine Saatguternte dieser Art im Erntejahr möglich war.

*Sesleria albicans* erwies sich als sehr anfällig gegen *Claviceps purpurea*. Trotz einer kontinuierlichen Produktion neuer Blüten durch die ganze Vegetationszeit erscheint deshalb eine einzige Ernte sinnvoll, da das Saatgut bei den späteren Ernteterminen fast

ausschließlich Sklerotia enthielt. Hochlagen-Ökotypen von *Sesleria albicans* sind außerdem gegen Rost anfällig.

*Festuca nigrescens* zeigte im Gegensatz dazu keine nennenswerte Anfälligkeit gegen Krankheitserreger.

Abb. 1: Deckungsgrad und Pflanzendichte des Unkrauts zwei Wochen nach der mechanischen Bekämpfung ("nach") und ihre Änderung nach dem Einsatz ("Änderung"). Mittelwerte von neun Wiederholungen pro Behandlung (S=Schröpfen, H=Hacken, B=Hackbürsten, J=Jäten). Säulen ohne gemeinsame Buchstaben sind signifikant unterschiedlich.



### 3.3. Samenertrag und Reinheit des Saatgutes

Eine Saatgutproduktion von *Sesleria albicans* wurde nur in den gejäteten Parzellen, und in sehr geringer Menge (durchschnittlich 3,9 kg/ha) erreicht. Die Handernte erwies sich als wirksamste Methode (6,8 kg/ha), während hohe Verluste bei der Anwendung des Mähdreschers hohe Verluste durch das zu geringe Erntegut entstanden.

Bei *Festuca nigrescens* beeinflussten beide Faktoren (Methode der Unkrautbekämpfung und Erntemethode) signifikant den Ertrag und die Produktion reinen Saatgutes (Tab. 1). Es wurden keine Wechselwirkungen festgestellt. Der prozentuelle Fremdbesatz im Saatgut zeigte starke Schwankungen und wurde nur von den Erntemethoden beeinflusst. Die Erträge beim Einsatz von Hacke und Hackbürste unterschieden sich nicht signifikant und blieben im Bereich der Werte, die andere Autoren in konventionellen Vermehrungen erhielten (KRAUTZER 1995; LICHTENEGGER 1994).

Der Drusch erwies sich als geeignete Erntemethode, obwohl ein hoher Fremdbesatz (meistens von *Alopecurus pratensis*) festgestellt wurde. Der Einsatz des Bürstsauggeräts scheint im Fall von *Festuca nigrescens* nicht sinnvoll zu sein, da die

Samenreife gleichmäßig erreicht wird und relative hohe Ernteverluste wegen unzureichender Saugkraft beobachtet wurden. Als Vorteil wurde ein niedriger Fremdbesatz im Vergleich zu der gedroschenen Variante beobachtet.

Tab. 1: Einfluss der Methoden der Unkrautbekämpfung und der Erntemethode auf Ertrag (nach einfacher Reinigung), reinen Saatgutertrag und Fremdbesatz im Saatgut von *Festuca nigrescens*. Daten sind Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler von 9 bzw. 12 Wiederholungen. Werte in den Spalten ohne gemeinsame Buchstaben sind signifikant unterschiedlich.

	Ertrag (kg/ha)	Reines Saatgut (kg/ha)	Fremdbesatz (%)
<b>Unkrautbekämpfung</b>			
1 Jäten	1216,7 <sup>a</sup>	1070,1 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>
2 Hacken	855,7 <sup>b</sup>	737,3 <sup>b</sup>	7,3 <sup>a</sup>
3 Hackbürsten	765,4 <sup>bc</sup>	664,3 <sup>bc</sup>	7,3 <sup>a</sup>
4 Schröpfen	641,6 <sup>c</sup>	522,9 <sup>c</sup>	11,8 <sup>a</sup>
<b>Erntemethode</b>			
1 Handerte	916,4 <sup>b</sup>	849,6 <sup>a</sup>	1,4 <sup>c</sup>
2 Dreschen	1163,8 <sup>a</sup>	927,7 <sup>a</sup>	17,6 <sup>a</sup>
3 Bürst-Sauggerät	529,3 <sup>c</sup>	468,7 <sup>b</sup>	5,5 <sup>b</sup>

#### 4. Diskussion

Die Ergebnisse der zweijährigen Untersuchung bestätigen, dass die Saatgutvermehrung von Arten aus den alpinen Hochlagen nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus extrem problematisch ist. Sie ist jedoch für Arten möglich, welche ein relativ rasches Wachstum in der ersten Entwicklungsphase und geringe oder keine Anfälligkeit gegen Krankheiten zeigen, wie im Fall von *Festuca nigrescens*. Ein Saatgutqualitätsverlust bei den mechanisierten Varianten ist allerdings unvermeidbar, und relativ hohe Fremdbesätze oder hohe Reinigungskosten sind zu erwarten.

Eine Saatgutproduktion von langsamwüchsigen und weniger konkurrenzfähigen Arten ist nur möglich, wenn viel manuelle Arbeit eingesetzt wird, was eine extreme Verteuerung des Saatgutes zur Folge hat. Ihre ökologische Saatgutproduktion unter den untersuchten Bedingungen scheint deshalb wirtschaftlich nicht sinnvoll.

#### Literatur

- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION 1996: International Rules for Seed Testing. - *Seed Science & Technology* 24, 0-342.
- KRAUTZER, B. 1995: Untersuchungen zur Samenvermehrbarkeit alpiner Pflanzen. - *Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein* 24
- KRAUTZER, B. 1995: Saatgutvermehrung alpiner Gräser und Kräuter. - *Rasen - Turf - Gazon*, 26, 123-131.
- LICHTENEGGER, E. 1994: Hochlagenbegrünung mit Alpinsaatgut. - *Der Förderungsdienst*, 42, 125-131.
- WAHMHOFF, W. 1983: Versuche zur praktischen Anwendung von Schadenschwellen für Unkräuter in Wintergerste. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Georg-August-Universität zu Göttingen. Fachbereich Agrarwissenschaften.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden von der Europäischen Kommission im Rahmen des EU-Projektes ALPEROS (FAIR CT98-4024) zum Teil finanziert.

# Die Differenzierung von Niedermoor-Pflanzengesellschaften anhand der Bodennährstoffgehalte - ein Vergleich zwischen volumen- und gewichtsbezogener Angabe der Nährstoffgehalte

von

Thomas Kaiser

Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie  
des Zentrums für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg

## 1. Problemstellung

Bei volumenbezogenen Bodennährstoffanalysen berücksichtigt man, dass „die Pflanzenwurzeln ... den Boden in seiner natürlichen Lagerung erfassen“ (KUNTZE, ROESCHMANN & SCHWERDTFEGGER, 1994). Gegenüber trockenmassebezogenen Analysen sind sie daher ökologisch präziser. In diesem Beitrag werden die doppellaktatlöselichen P- und K-Gehalte von Niedermoorböden untersucht. Dabei werden einerseits die auf 100 g trockenen Boden und andererseits die auf 100 cm<sup>3</sup> ungestörten Boden bezogenen Werte miteinander verglichen. Beide Ermittlungsmethoden sollen daran gemessen werden, wie gut sich mit Hilfe der Nährstoffangaben ausgewählte Pflanzengesellschaften feuchter bis nasser Niedermoorstandorte differenzieren lassen.

## 2. Material und Methoden

Von mittel- bis langfristig unbewirtschafteten Niedermoorstandorten im Oberen Rhinluch (nördlich von Berlin) wurden Zylinderproben in den Bodentiefen 5 – 10 cm, 15 – 20 cm und 25 bis 30 cm gezogen. Für die Probeentnahme wurden Standorte mit größeren geschlossenen Dominanzbeständen folgender Gesellschaften ausgewählt: Rohrglanzgrasröhricht (Urtico-Phalaridetum Succ. 1988); Großseggenried (Magnocaricion W. Koch 1926), [inclusive Wunderseggenried (Caricetum appropinquatae W. Koch 1926), Schlankseggenried (Caricetum gracilis Almqu. 1929), Sumpseggenried (Caricetum acutiformis Eggl. 1933)] und Schilfröhricht (Phragmitetum australis Gams 1927). Es wurden die Trockenrohddichten und die pflanzenverfügbaren Phosphor- und Kaliumgehalte (Doppellaktatmethode nach VDLUFA, 1991) ermittelt.

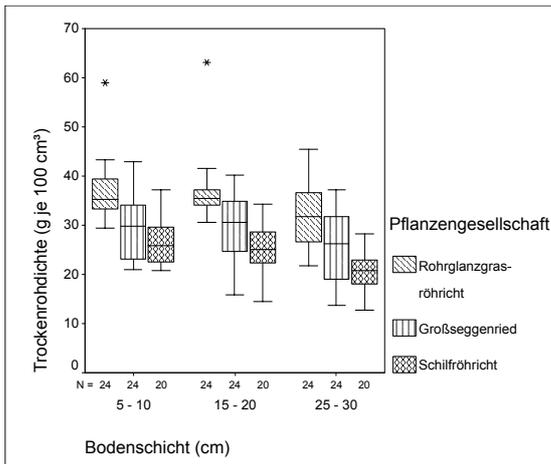
## 3. Ergebnisse

Die relative Übereinstimmung zwischen gewichts- und volumenbezogenen Nährstoffangaben wurde mittels einer Korrelationsanalyse überprüft. Die Korrelationskoeffizienten in Tabelle 1 zeigen, abgesehen bei Kalium in der oberen Schicht, hohe Werte an.

**Tabelle 1:** Beziehungen zwischen gewichts- und volumenbezogenen Elementangaben (Korrelationskoeffizienten nach PEARSON, 68 Wertepaare je Bodenschicht)

Bodenschicht	P <sub>DL</sub>	K <sub>DL</sub>
5 – 10 cm	0.928**	0.760**
15 – 20 cm	0.931**	0.903**
25 – 30 cm	0.868**	0.834**

\*\* Signifikanz bei  $p < 0.01$  (zweiseitiger Test)  
(1a) Trockenrohddichte (g/100 cm<sup>3</sup>)

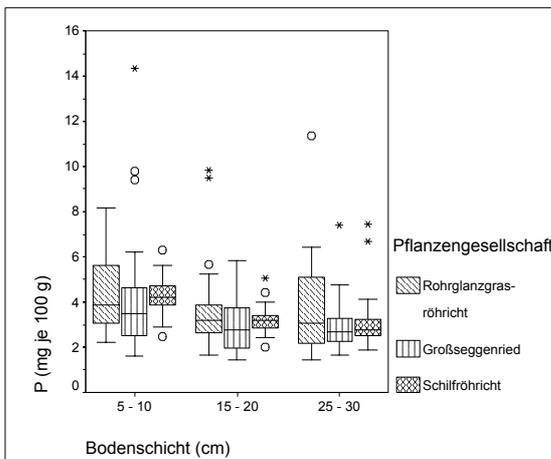


### Abbildungen 1a - e:

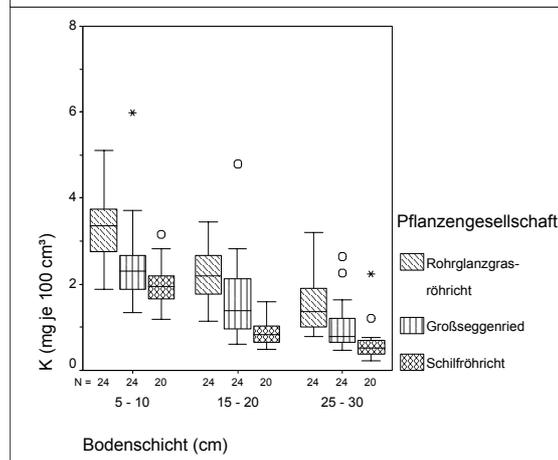
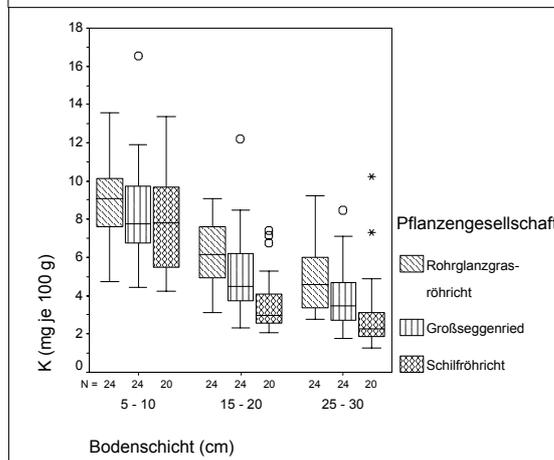
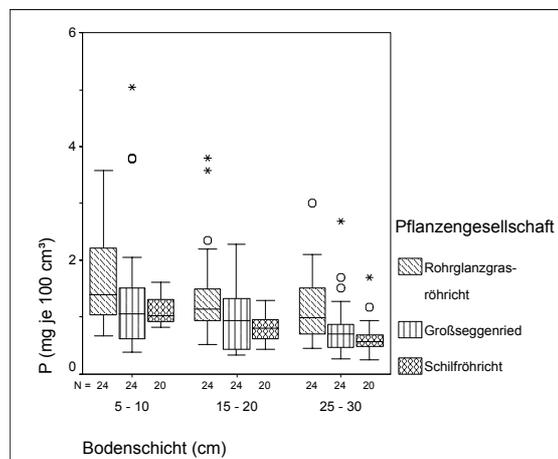
Boxplotdarstellung der Verteilung von Trockenrohddichte (1a) sowie gewichts- und volumenbezogenen Nährelementangaben (1b bis 1e)

\* kennzeichnet Extremwert  
o kennzeichnet Ausreißer

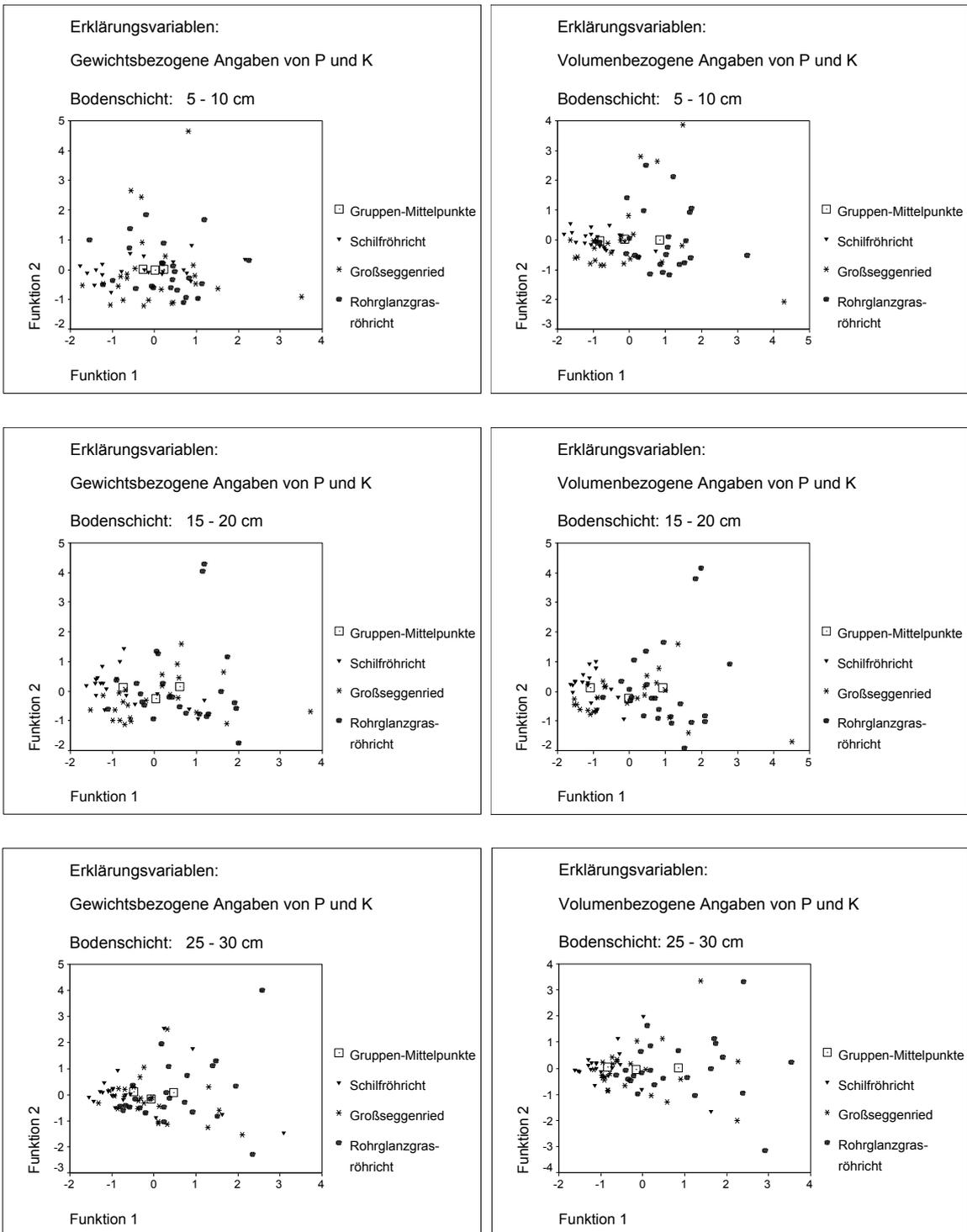
(1b) Phosphor<sub>DL</sub> (mg/100 g)



(1c) Phosphor<sub>DL</sub> (mg/100 cm³)



Obwohl die relativen Abweichungen zwischen beiden Angaben offenkundig nicht sehr groß sind, kommen die standortbedingten Nährstoffunterschiede bei den volumenbezogenen Angaben besser zum Ausdruck (Abbildungen 1b – e). Die Ursache dafür ist in den unterschiedlichen Trockenrohddichten der 3 Standortgruppen zu sehen (Abb. 1a). Die Nährstoffunterschiede sind allerdings von der Größenordnung her gering. Die Stichprobenmehrheit aller drei Standortgruppen liegt bei  $P_{DL}$  und  $K_{DL}$  nach der Klassifi-



**Abbildung 2:** Ergebnisse der Diskriminanzanalyse - Gruppendiagramme

kation von KUNTZE, ROESCHMANN & SCHWERTFEGER (1994) in der Gehaltsklasse A (gering).

Die Frage, inwieweit sich durch Kombination von  $P_{DL}$ - und  $K_{DL}$ -Werten Pflanzengesellschaften differenzieren lassen, wurde mittels einer Diskriminanzanalyse geprüft. Abgesehen von den gewichtsbezogenen Werten der obersten Bodenschicht bestanden in allen anderen Gruppierungsanalysen signifikante Gruppenunterschiede. Eine gute Gruppen-

differenzierung ist dann gegeben, wenn die Streuung der Funktionswerte zwischen den Gruppen sehr viel größer ist als die Streuung innerhalb der Gruppen. Das ist meist dann der Fall, wenn die Gruppen-Mittelpunkte deutlich voneinander getrennt liegen (Abbildung 2). Auf die Funktion 1 fällt jeweils der Hauptanteil der diskriminanzanalytisch erklärten Variabilität (88 - 99 %). Daher sind die Gruppen-Mittelpunkte nahezu parallel entlang der x-Achse angeordnet. Die Erklärungsvariable „Kaliumgehalt“ war bei allen sechs Analysen am höchsten mit der 1. Diskriminanzfunktion korreliert, die Variable „Phosphorgehalt“ dagegen mit der 2. Diskriminanzfunktion; d.h. Kalium als Einflussfaktor trug wesentlich mehr zur Gruppendifferenzierung bei als Phosphor. Insgesamt gesehen verdeutlichen die graphischen Darstellungen in Abbildung 2, dass sich die Zugehörigkeit zu den drei Pflanzengesellschaften nur sehr unvollständig aus den pflanzenverfügbaren Kalium- und Phosphorgehalten herleiten lässt. Aus den Abständen der Gruppenmittelwerte geht aber der Tendenz nach hervor, dass die volumenbezogenen Nährstoffwerte die Gruppen besser differenzieren als die gewichtsbezogenen. Die im Ergebnis der Diskriminanzanalyse vorhergesagten Zugehörigkeiten zu den drei Vegetationsgruppen stimmte in den ersten beiden Bodenschichten mit den tatsächlichen Gruppenzugehörigkeiten besser überein, wenn die volumenbezogenen  $P_{DL}$ - und  $K_{DL}$ -Werte verwendet wurden (Tabelle 2). Nur in der untersten Bodenschicht verschlechterte sich die Trefferquote bei den volumenbezogenen Angaben merklich.

**Tabelle 2:** Trefferquoten zwischen diskriminanzanalytisch vorhergesagter und tatsächlicher Gruppenzugehörigkeit unter Verwendung von a) gewichtsbezogenen und b) volumenbezogenen  $P_{DL}$ - und  $K_{DL}$ -Werten

Bodenschicht	Trefferquoten (in %) zwischen vorhergesagter und tatsächlicher Gruppenzugehörigkeit	
	Gewichtsbezogene $P_{DL}$ - und $K_{DL}$ -Werte	Volumenbezogene $P_{DL}$ - und $K_{DL}$ -Werte
5 – 10 cm	41.2	58.8
15 – 20 cm	48.5	57.4
25 – 30 cm	54.4	50.0

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist stets zu berücksichtigen, dass aufgrund der engen Spannbreite der Phosphor- und Kaliumgehalte in den untersuchten Böden (siehe Boxplotdarstellungen in Abbildung 1) eine scharfe Gruppentrennung ohnehin erschwert war.

Aus den Ergebnissen kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass volumenbezogene Bodennährstoffgehalte zur ökologischen Charakterisierung von Niedermoorgrünland besser geeignet sind als gewichtsbezogene Angaben.

## Literatur

KUNTZE, H.; ROESCHMANN, G; SCHWERTDTFEGER, G. (1994): Bodenkunde.- 5. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

VDLUFA, 1991: Methodenbuch Bd. I, Die Untersuchung von Böden.- VDLUFA-Verlag, 4. Auflage, Darmstadt 1991.

# Landwirtschaftliches Monitoringprogramm zur Erhaltung und Restitution von ökologisch wertvollem Grünland im Oberharz

von

Uwe von Borstel, Jürgen Gräßler

Landwirtschaftskammer Hannover

## 1. Einleitung

Die Bergwiesen im Oberharz zeichnen sich durch Einzigartigkeit, Artenvielfalt mit hohem Anteil gefährdeter Arten sowie durch eine besondere Wirkung auf das Landschaftserleben aus. Ihre Erhaltung ist daher eine wichtige Aufgabe des Naturschutzes. Bei der Erfüllung dieser Aufgabe nimmt die Landwirtschaft eine Schlüsselrolle ein, denn die bunten Bergwiesen sind das Resultat einer spezifischen Bewirtschaftung. Im Oberharz stellt die Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung neben der Nutzungsintensivierung die größte Gefährdung dar. Ziel des Monitoringprogrammes ist es, auf der Grundlage vegetationskundlich-ökologischer, bodenkundlicher und agronomischer Verfahren und Methoden der Standortbeurteilung Nachweis- und Voraussagemöglichkeiten von Extensivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen auf dem Grünland erproben und beurteilen zu können.

## 2. Material und Methoden

Für das Monitoringprogramm wurden im Jahr 1994 in drei standortökologisch verschiedenen Pflanzengesellschaften – der Rispengras-Goldhaferwiese, der Blutwurz-Goldhaferwiese und dem Kreuzblumen-Borstgrasrasen - verschiedene Bewirtschaftungsvarianten eingerichtet. Sie wurden im Berichtszeitraum 1995-2001 unterschiedlich bewirtschaftet (vgl. Abb. 1 – 4).

Die Vegetationsaufnahmen zur Erfassung von Bestandsveränderungen erfolgten jeweils zu den Schnittterminen nach Klapp / Stählin (KLAPP, 1965). Desweiteren wurden die ökologischen Zeigerwerte (nach ELLENBERG, 1991) und die Futterwertzahl (nach KLAPP, 1965) ermittelt. Die Analyse des Bodens erstreckte sich auf den Gehalt an N, P, K, Mg, auf pH-Wert und Humusgehalt.

Die Ertrags- und Qualitätsermittlungen wurden mit der Quadratrahmenmethode durch Beerntung in der Kernparzelle durchgeführt. Die Untersuchungen umfassten die Ermittlung von Trockenmasseertrag, Energiegehalt (nach VAN ES, 1975), Rohprotein-, Rohfasergehalt, Mineralstoffe P, K, Mg, Na, Ca, in-vitro-Verdaulichkeit (Cellulase-Methode nach DE BOEVER et al. 1986, in: KUHLA, WEIßBACH und SCHMIDT, 1994).

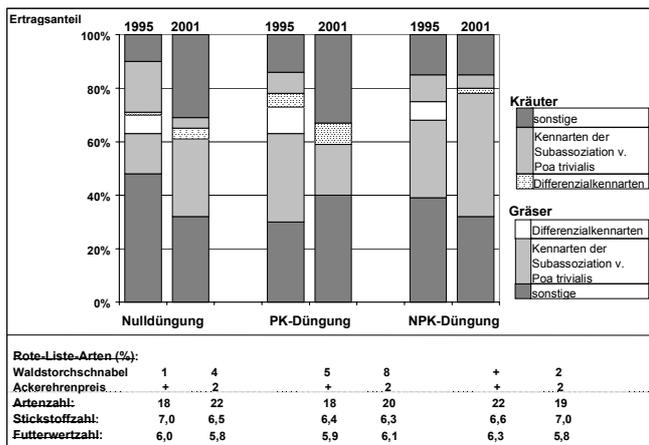
## 3. Ergebnisse

Die **Rispengras-Goldhaferwiesen** sind die agronomisch wertvollsten Wiesengesellschaften der Mittelgebirge. Hauptbestandbildner sind die wertvollen Futtergräser Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras. Die Subassoziation des Gemeinen Rispengrases kommt auf Standorten mittlerer bis sehr guter Basen- und Nährstoffversorgung vor und weist ein Artenspektrum auf, das mit allgemein verbreiteten Arten des Intensivgrünlandes angereichert ist.

Die **Blutwurz-Goldhaferwiesen** sind weniger produktive, nicht oder schwach gedüngte Bergwiesen. Sie kommen auf mittel- bis flachgründigen Braunerden vor.

Beim **Kreuzblumen-Borstgrasrasen** handelt es sich um eine produktionschwache Pflanzengesellschaft, die nährstoffarme Standorte besiedelt. Vertreten sind hier Charakterarten der Borstgrasrasen wie Steinlabkraut und Borstgras.

Der mit 3-4 Nutzungen intensiv genutzte Bestand der Rispengras-Goldhaferwiese (2-3 Schnitte, Nachweide) war vor Beginn des Monitoringprojektes in der Nutzungshäufigkeit dem Wachstumsrhythmus der typischen Goldhaferwiese nicht angepasst. Hohe Ertragsanteile nahmen die wertvollen und ertragreichen Futtergräser Wiesenfuchsschwanz und Knautgras ein. Die Reduzierung der Nutzungsintensität auf eine 2-schürige Wiesenutzung bei Nulldüngung und PK-Düngung hat eine Erhöhung des Kräuteranteils bewirkt (Abb. 1). N-Düngung dagegen fördert die Gräseranteile, insbesondere den des stickstoffliebenden Wiesenfuchsschwanzes.



**Kräuter**  
Kennarten der Subassoziation:  
 Gemeiner Löwenzahn, Wiesenkerbel  
Differenzialkennarten:  
 Waldstorchschnabel

**Gräser**  
Kennarten der Subassoziation:  
 Wiesenfuchsschwanz, Wiesenrispe,  
 Gemeine Rispe

Abb. 1: Entwicklung des ökologischen und landwirtschaftlichen Wertes der Rispengras-Goldhaferwiese (intensive Nutzung) in Abhängigkeit von der Düngung

Bei Wegfall der N-Düngung und angepasster Nutzungsintensität zeigt sich auch in der typischen Variante der Rispengras-Goldhaferwiese ein erhöhter Kräuteranteil (Abb. 2). Die NPK-Variante ist mit der vorherigen Bewirtschaftung vergleichbar, hier zeigen sich in der Bestandszusammensetzung kaum Unterschiede zum Ausgangszustand.

In den Varianten ohne N-Düngung reagiert die Stickstoffzahl auf den Wegfall der Düngung. Im Mittel des Untersuchungszeitraumes erzielen die Rispengras-Goldhaferwiesen mit NPK-Düngung Erträge zwischen 60 und 74 dt TM/ha.

In der Futterqualität zeigen sich keine deutlichen Veränderungen im Versuchszeitraum. Die niedrigsten Energiegehalte finden sich in den stickstoffgedüngten Varianten (5,6 – 5,8 MJ NEL/kg TS). Sie sind grasreicher und erreichen früher die Schnittrife. Der optimale Schnitzeitpunkt ist zum vorgegebenen Erntetermin 30. Mai bereits überschritten; zu späte Nutzung des wiesenfuchsschwanzreichen Bestandes führt zu einem deutlichen Rückgang des Energiegehaltes.

Das Brachestadium zu Beginn des Versuches zeigte, dass bei Aufgabe der Nutzung der Gräseranteil stark zurückgedrängt wird. Die 2-schürige Wiesenutzung (ohne Düngung) erhöht dagegen den Gräseranteil und drängt die zur Dominanz gelangten Arten wie Bärwurz und Waldstorchschnabel deutlich zurück. Die hohen Energiegehalte von 6,2 – 6,4 MJ NEL/kg TS sind auf die hohen Anteile blattreicher Kräuter zurückzuführen, wodurch die Pflanzenbestände länger physiologisch jung bleiben.

Die aus dem Brachestadium in die Nutzung überführte **Blutwurz-Goldhaferwiese** (Abb. 3) hat durch die Wiederaufnahme der Nutzung eine floristisch günstige Entwicklung genommen. Die dominierenden Arten Bärwurz und Bergrispengras werden durch Schnittnutzung zurückgedrängt; auch mit der Variante „Mulchen“ lassen sich die Anteile der Charakterkennarten stabil halten. Der landwirtschaftliche Wert dieser Gesellschaft ist (auch nach Wiederaufnahme der Nutzung) gering, wie die niedrigen Stickstoff- und Futterwertzahlen dokumentieren.

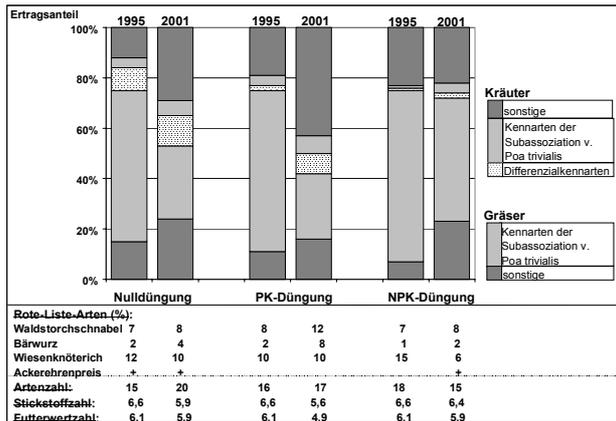


Abb. 2: Entwicklung des ökologischen und landwirtschaftlichen Wertes der Rispengras-Goldhaferwiese (typische Variante) in Abhängigkeit von der Düngung

**Kräuter**  
Kennarten der Subassoziation:  
 Gemeiner Löwenzahn,  
 Wiesenkerbel  
Differenzialkennarten:  
 Waldstorchschnabel, Bärwurz,  
 Hallers Schaumkresse

**Gräser**  
Kennarten der Subassoziation:  
 Wiesenfuchsschwanz,  
 Wiesenrispe, Gemeine Rispe

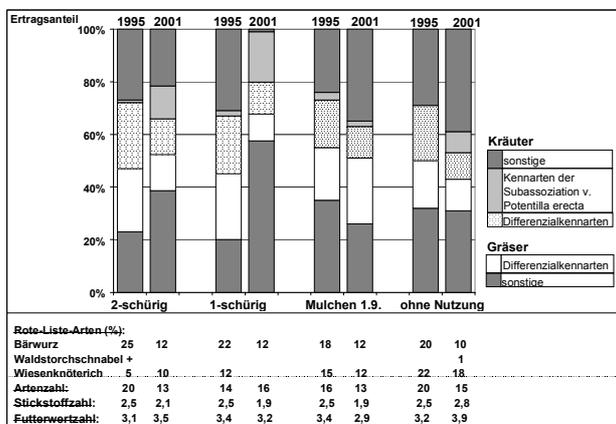


Abb. 3: Entwicklung des ökologischen und landwirtschaftlichen Wertes einer Blutwurz-Goldhaferwiese bei unterschiedlichen Nutzungsregimen

**Kräuter**  
Kennarten der Subassoziation:  
 Blutwurz, Steinlabkraut,  
 Hainsimse  
Differenzialkennarten:  
 Waldstorchschnabel, Bärwurz,  
 Hallers Schaumkresse

**Gräser**  
Differenzialkennarten:  
 Bergrispengras

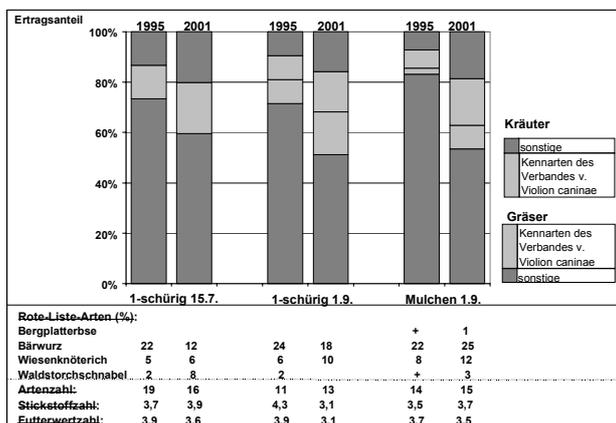


Abb. 4: Entwicklung des ökologischen und landwirtschaftlichen Wertes des Kreuzblumen-Borstgrasrasens bei unterschiedlichen Nutzungsregimen

**Kräuter**  
Verbandskennarten:  
 Bärwurz, Steinlabkraut,  
 schmalblättrige Hainsimse,  
 Geflecktes Johanneskraut

**Gräser**  
Verbandskennarten:  
 Borstgras

In den **Kreuzblumen-Borstgrasrasen** haben alle Nutzungsvarianten durch Zunahme des Kräuteranteils zu einer Ausprägung der Pflanzengesellschaft mit verbandstypischen Arten geführt (Abb. 4). Die dominierenden Arten Rotschwengel, Drahtschmiele und Bärwurz lassen sich mit den beiden Varianten der 1-schürigen Wiesennutzung

zurückdrängen. Gekennzeichnet ist diese Grünlandgesellschaft durch niedrige TM-Erträge, schlechte Futterqualitäten und hohe Artenzahlen.

Insgesamt ist die Artenzahl bei allen untersuchten Pflanzengesellschaften seit Versuchsbeginn weitgehend konstant geblieben. Die vorkommenden bedrohten Arten (in der Roten Liste der gefährdeten Blütenpflanzen in Niedersachsen aufgeführt) und der Kategorie 3 („gefährdet“) zugeordnet, konnten in allen Düngungs- und Nutzungsvarianten erhalten und z.T. in ihren Massenanteilen gefördert werden (Abb. 1 - 4).

#### **4. Schlussfolgerungen**

Rispengras-Goldhaferwiesen produzieren unter 2-schüriger Wiesennutzung und standortangepasster Düngung ausreichende Massenerträge für die landwirtschaftliche Nutzung. Die ökologische Wertigkeit der Pflanzengesellschaft lässt sich bei dieser Bewirtschaftungsintensität erhalten. Hinsichtlich der Futterqualität genügt das Futter nicht den Ansprüchen der Hochleistungskühe. Es eignet sich jedoch zur Verfütterung an Kühe mit niedriger Milchleistung und in der Mutterkuhhaltung.

#### **5. Literatur**

- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIBEN, D., 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, 18, Verlag Erich Goltze KG, Göttingen
- KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. Parey-Verlag, Berlin u. Hamburg
- KUHLA, S., WEIBBACH, F., SCHMIDT, L., 1994: Die Nutzung einer Cellulase-Methode zur Schätzung des energetischen Futterwertes von Gras und Grasprodukten. VDLUFA-Schriftenreihe 38, Kongressband 1994, 469-472
- SCHWAHN, C., VON BORSTEL, U., 1997: Möglichkeiten des Zusammenwirkens von Naturschutz u. Landwirtschaft bei der Erhaltung montanen Grünlands. Natur und Landschaft, 72.Jg., H.6, 267-274
- VAN ES, A.J.H., 1975: Feed evaluation for dairy cows. Livest.Prod.Sci.2, 95-107

#### **Danksagung**

Das Monitoringprogramm wurde mit finanzieller Unterstützung des Niedersächsischen Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt, wofür an dieser Stelle vielmals gedankt sei.

# **Ausgewählte Parameter zur Schätzung von Pflanzen-gesellschaften, die auf Torf-Mursch- und Torf-Mudde-Böden unter feuchteren und nassen Standortbedingungen vorkommen**

von

Maria Trzaskoś, Edward Niedźwiecki, Marek Bury und Henryk Czyż

**Agraruniversität Szczecin, Fakultät für Umweltgestaltung und Landwirtschaft**

## **1. Einleitung**

Die Flusstäler bilden seit langem ein interessantes Untersuchungsobjekt aus dem Bereich der Geobotanik, Umwelt- und Naturschutz. Grünlandflächen mit Weidepflanzen und Kräutern stellen wertvolle wirtschaftliche und natürliche Enklaven der Täler und besonders die Quelle der Biomannigfaltigkeit dar (GRYNIA et al. 2001, RYCHNOVSKA et al. 1994, TRZASKOŚ et al. 1998). Sie weisen große Standortvariabilität auf, auf der die hydrologischen Bedingungen der angrenzenden Flächen in erster Linie, aber auch Charakter des Flusses und Überschwemmungsintensität einen bedeutenden Einfluss haben (KOCHANOWSKA et al. 1995, NIEDŹWIECKI und TRZASKOŚ 1999, KWARTA 1993). Der Fluss Odra (Oder) ist eine der größten Flüsse Polens. In unterem Teil des Flusses nimmt das Grünland die bedeutende Fläche ein, die oft überflutet wird. Die hier auftretenden Pflanzengesellschaften und ihre Zusammensetzung hängen von Feuchteverhältnisse und menschlichen Tätigkeit ab (BORKOWSKI und MIKOŁAJCZAK 1993, CZYŻ et al. 1997). Ziel der Arbeit ist die floristische und naturschutzfachliche Beurteilung der Grünlandgesellschaften auf feuchten und nassen Niedermoortorfstandorten am Odergebiet und Ermittlung dessen Nutzungswertes.

## **2. Material und Methoden**

Das Material bilden die Pflanzenproben, die aus zwei Objekten in Unterem Oder-Tal gewonnen wurden: 1. Grünlandkomplex am rechten Ufer der Ost-Oder, gelegen in der Nähe von Dorf Marwice (Marwitz); 2. Grünlandkomplex am linken Ufer der Ost-Oder, das ein südlicher Bereich Międzyodrza (des ZwischenOdergebietes) zwischen Widuchowa (Fiddichow) und Gryfino (Greifenhagen) bildet. Auf den gewählten Objekten wurden Transekte bestimmt: I – Marwice, II – Międzyodrza (Zwischenodergebiet), auf denen die Untersuchungsflächen (2-3 ha) gesondert wurden: Transekt I: A, B, C, D, E, F, G, G', H, H'; Transekt II: A,B,C,D,E,F. Auf den gesonderten Untersuchungsflächen wurden die Bohrungen ins Bodenprofil vorgenommen und Bodenproben entnommen zur weiteren Analyse im Labor, wo pH-Wert, Gehalt an organische Substanz und Makroelementen ermittelt wurde. Es wurden Pflanzengesellschaften ermittelt und anhand der entnommenen Pflanzenproben die Vegetationszusammensetzung nach der botanischen Gewichtsanalyse bestimmt. Auf der Grundlage der Gesamtbeurteilung der Vegetation wurden: • feuchte Standorte ausgesondert mithilfe Phytoinduktionmethode nach KLAPP, modifiziert durch OŚWIT (1992), • Futterwert des Auswuchses nach FILIPEK (1973) bestimmt und • Naturwert (ökologischer Wert) nach OŚWIT (2000) beurteilt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Boden

Gewählte Untersuchungsobjekte befinden sich auf organischen Böden: Alluvialböden (Transekt I) und Torf-Mursch-Böden (Transekt II). Auf dem Transekt I dominieren Alluvialböden mit hohem Anteil an organischen Schlamm an der Bodenoberfläche. Sie zeigen überwiegend saure bis stark saure Bodenreaktion und hoher Gesamtgehalt an Kalium, Magnesium und Natrium.

Allgemein die obere Schicht des Bodens (0-20 cm) auf Transekt II stellt eine organische Bildung mit einem Gehalt an organische Substanz von 20% dar, die aus Mull und gelegentlich Torf besteht. Dagegen in den tieferen Bodenschichten von 20–50 cm (manchmal bei 70 cm) weist die Schlamm-Bildung unter 20% organischer Substanz aus und besitzt somit einen organisch-mineralischen Charakter. Darunter, in der Tiefe von 50–100 cm, tritt Torflager mit verschiedenen Verschlammungserscheinungen auf (dabei auch mit Sand und oft mit kleinen Mengen an Kieselalgen. Diese Böden zeigen überwiegend saure bis stark saure Bodenreaktion und hoher Gesamtgehalt an Kalium, Magnesium und Natrium.

#### 3.2. Vegetation

Auf den untersuchten Objekten entschieden über Auftreten von einzelnen Pflanzengesellschaften (Mikro)Relief, existierende Wasser-Luft-Verhältnisse einerseits und Intensität der Grünlandnutzung verbunden mit Instandsetzung von Meliorationseinrichtungen andererseits. In dem tieferen Bereich der rechten Seite der Oder entwickelten sich mannigfaltige Pflanzengesellschaften (Tab. 1). Auf die Flächengröße mit bestimmten Pflanzengesellschaften haben unter Standortbedingungen des Transektes I einen starken Einfluss die Geländegestaltung und auch damit verbundene Feuchtigkeitverhältnisse.

Auf den nassen Bereichen, die unmittelbar am Fluss liegen, treten verschiedene Röhrichte auf: Schlank-Segge (*Carex gracilis*), Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) mit Großem Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Flatter-Binse (*Juncus effusus*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) mit Schlank-Segge (*Carex gracilis*). Nach ÖSWIT-Methode (1992) wurde dieser Standort als stark feucht und nass bewertet. Auf vom Ufer etwas weiter entferntem Standort auf feuchtem Untergrund entwickelten sich hauptsächlich Gräser- und Kräuter-Grasgesellschaften: Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) mit Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*), Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), Gemeine Quecke (*Elymus repens*) mit Rot-Schwingel (*Festuca rubra*). Auf etwa höher gelegenen Stellen kommen die Gesellschaften von Typ vor: Echtes Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*). In weiterer Entfernung von Flussbett auf kleiner Erhöhung mit trockener Lage entwickelten sich Gesellschaften von Typ Rotes Straußgras (*Agrostis tenuis*). Mittlere Feuchtezahl für den Standort betrug 4,93 (Tab. 1). Die Vegetationszusammensetzung der analysierten Gesellschaften war stark differenziert. Artenreich war die Gesellschaft von Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) und Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) mit Großem Mädesüß (*Filipendula ulmaria*). Der größte Anteil an Gräser war in der Gesellschaft der Gemeinen Quecke (*Elymus repens*) mit Rot-Schwingel

(*Festuca rubra*), Rotes Straußgras (*Agrostis tenuis*) und Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*). Gesellschaften mit höchsten Anteil an Kräuter (über 50%) waren: Gesellschaft Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*), Echtes Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) und Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) mit Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*). Botanische Differenziertheit hat eine enge Verbindung zu Eigenschaften des Bewuchses (FILIPEK 1973, NOWAK 1972). Auflistung der Futterwerte des Aufwuchses auf dem Grünlandkomplex am rechten Ufer der Ost-Oder weist hin, dass für die Futterzwecke geeignet sind die Gesellschaften von: Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) und Gemeiner Quecke (*Elymus repens*) mit Rot-Schwingel (*Festuca rubra*), worüber Futterwertzahlen, die entsprechend 6,15 und 6,92 betragen, für diese Gesellschaften das beweisen. Diese Werte bezeichnen ein gutes Futter, aber die Fläche unter diesen Gesellschaften gering ist.

Der hier auftretenden Niedermoortorf bildet günstige Bedingungen für die Pflanzenarten, die keine gute Futterwerte aufweisen. Der Aufwuchs der meisten beurteilten Gesellschaften wurde als minderwertig (gering) und arm eingestuft (Tab. 1), was aber nicht dem Naturwert (ökologischer Wert) entspricht. Der ist als sehr hoch oder mäßig hoch ermittelt.

Entwicklung und Erhalten der Wiesegesellschaften bleiben in enger Beziehung mit Wasserverhältnissen (BORKOWSKI und MIKOŁAJCZAK 1993, CZYŻ et al. 1997, NIEDŹWIECKI und TRZASKOŚ 1999).

Der übermäßig feuchter bis nasser Standort auf dem Gebiet der linken Oderseite – Transekt II - (ZwischenOderGebiet) fördert das Wachstum und Entwicklung der hydrophilen Arten (Nässezeiger) wie Großer Schwaden (*Glyceria maxima*), Ästiger Igelkolben (*Sparganium ramosum*) und Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*), die bestimmte Gesellschaften bildeten. Unter vorhandenen Standort- und Wasserverhältnissen, die als moorige klassifiziert wurden d.h. dauernd moorige oder schwach moorig abgetrocknet (Tab. 2), dominierten die Gesellschaften von Typ Großer Schwaden (*Glyceria maxima*), die Schwadenröhricht auf der Untersuchungsfläche A,B,C und D bildete. An länger überstauten Stellen und mit stagnierendem Oberflächenwasser trat Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) auf, der die Gesellschaft bildete von Typ Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) mit Großem Schwaden (*Glyceria maxima*). Ähnliche Gesellschaften wurden von PAŁCZYŃSKI (1966) ausgesondert. Der Autor stellte fest, dass Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) am See- und Flussufer und auf Moorstandorten wächst. Auf kleineren Flächen trat Ästiger Igelkolben (*Sparganium ramosum*) auf. Auch andere Autoren (CZYŻ et al. 1997, GRYNIA et al. 2001, KOCHANOWSKA et al. 1995, KWARTA et al. 1993) stellten fest, dass die lang andauernden Überschwemmungen Auftreten von artenarmen, vereinfachten Gesellschaften z.B. *Glyceria maxima* begünstigen und in den Senken mit stagnierendem Wasser Seggen und andere hydrophile Arten wachsen.

### 3.3. Chemische Untersuchung

Bodenvorräte, Feuchtigkeit und botanische Zusammensetzung des Aufwuchses haben einen großen Einfluss auf die chemische Eigenschaften des Pflanzenbestandes (NOWAK 1971, FALKOWSKI et al. 1990). Der Rohproteingehalt im Pflanzenbewuchs (Tab. 3) war gering, besonders auf dem Zwischenodergebiet, wo die minderwertigen Gräser und Seggen vorherrschten. Auch der Gehalt an Kalium war sehr niedrig. Ähnliche Werte erzielte FALKOWSKI et al. (1990), der niedriger Gehalt an Kalium

durch ausbleibende landwirtschaftliche Nutzung erläutert. Der Gehalt an Phosphor, Magnesium, Calcium und Natrium in der Trockenmasse war in beiden Grünlandkomplexen stark differenziert. Allgemein war der Gehalt an den Makroelementen auf dem Zwischenodergebiet ausreichend für das gute Futter, dagegen auf dem Grünland in Marwice war der Gehalt nicht ausreichend.

#### 4. Schlussfolgerungen

- Grünland am Unteren Oder-Tal ist durch ihren Niedermoorcharakter geprägt und die Vegetation unterliegt in Abhängigkeit vom Hochwasser und der Witterung einem starken Wandel. In nassen Bereichen treten Feuchte- und Nässezeiger auf, unter denen sich gefährdete Arten befinden.
- Röhrichtgesellschaften auf dem Zwischenodergebiet besitzen keinen Futterwert, aber sie können naturschutzfachliche Funktionen ausüben als Rückzugsraum für Fische und Vögel.
- Futterwert der untersuchten Gesellschaften von Typ Großer Schwaden (*Glyceria maxima*), Ästiger Igelkolben (*Sparganium ramosum*) und Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) ist gering, aber ihre hohe ökologische Werte (Natur- und Landschaftswerte) sprechen für ihr Erhalten und Schutz und auch für eine extensive, naturschutzgerechte Nutzung.
- Verlieren des Futtercharakters der Grünlandflächen in Marwice und auf dem Zwischenodergebiet kann in Zukunft zur Bildung von Enklaven der Wildnis führen und zur Entstehung von Landschaftsschutzparks und Pflanzenschutzgebieten.

#### Literatur:

- BORKOWSKI J. UND Z. MIKOŁAJCZAK, 1993: Gleby łąkowe i roślinność na madach próchnicznych siedlisk łągowych doliny środkowej Odry. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 412, 63-67
- CZYŻ H., G. SCHALITZ UND M. TRZASKOŚ, 1997: Influence of the Odra river flooding on the floristic composition of meadows located within the German-Polish National Park. Zesz. Nauk. AR Szczecin z. 180, Rol. 67 s. 11-17.
- FALKOWSKI M., L. KUKUŁKA UND S. KOZŁOWSKI, 1990: Składniki mineralne. W: Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Skrypty Akademii Rolniczej w Poznaniu: 59-102.
- FILIPEK J., 1973: Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej. Post. Nauk Rol. 4, 59-68.
- GRYNIA M., M. GRZELAK UND A. KRYSZAK, 2001: Rola szuwarów mozgowych w ochronie środowiska. Inżynieria ekologiczna 5, 54-62.
- KOCHANOWSKA R., R. MATUSIAK UND T. RYGIELSKI, 1995: Zbiorowiska roślinne łąk nad Zalewem Szczecińskim. Ann. UMCS, S. E, L: 267 - 270.
- KWARTA CZ., M. TRZASKOŚ, M. DOBROMILSKI, A. GOS UND T. KITCZAK, 1993: Niektóre warunki glebowe i roślinność łąk bagiennych doliny Dolnej Odry. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 412, 135-138.

- NIEDŹWIECKI E. UND M. TRZASKOŚ, 1999: Zbiorowiska roślinne doliny rzeki Iny jako wynik długotrwałych przemian w środowisku glebowym przy zmiennym natężeniu pratotechniki. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*, 197, 239-245.
- NOWAK M., 1971: Zawartość składników mineralnych oraz niektórych pierwiastków śladowych w roślinach runi łąkowo - pastwiskowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 114, 29-43.
- OŚWIT J., 1992: Identyfikacja warunków wilgotnościowych za pomocą wskaźników roślinnych (metoda fitoindykacji) W: *Hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe IMUZ Falenty* 79, 39-67.
- OŚWIT J., 2000: Metoda przyrodniczej waloryzacji mokradeł i wyniki jej zastosowania na wybranych obiektach. *Wyd. IMUZ, Falenty*, 35, 3-32.
- PAŁCZYŃSKI A., 1966: Dynamika rozwojowa zespołów roślinnych torfowiska "Bagno Wizna" na tle czynników siedliskowych, a metody zagospodarowania łąkarskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 66., 95-113.
- RYCHNOVSKA M., D. BLAZKOVA UND F. HRABE, 1994: Conservation and development of floristically diverse grasslands in central Europe. *Proc. 15th Gen. Meet. Europ. Grassld. Fed. Wageningen*, 6 - 9 June: 266-277.
- TRZASKOŚ M., H. CZYŻ UND E. BOBOWSKA, 1998: Funkcje zbiorowisk roślinnych występujących w dolnym odcinku rzeki Odry. *Mat. Międz. Konf. „Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry. Sytuacja po powodzi 1997”*. Zielona Góra, 279-289.

Tabelle 1: Auflistung der Beurteilung des Aufwuchses der einzelnen Gesellschaften am rechten Oder-Ufer (Transekt I)

Fläche	Gesellschaft und Feuchtezah	Standort	Nutzungswert des Aufwuchses		Naturwert (ökologischer Wert)		
			Futterwertzahl	Futterwert	Mittlere Wertzahl	Wertklasse	Naturwert
A	<i>Carex gracilis</i> 7,41	Stark feucht und nass - stark nass	2,48	Arm	4,05	VIII C	Sehr hoch
B	<i>Ranunculus repens</i> mit <i>Carex gracilis</i> 7,46	Stark feucht und nass - stark nass	3,32	Gering	3,46	VII C	Hoch
C	<i>Juncus effusus</i> 6,80	Stark feucht und nass - stark feucht	0,93	Arm	3,09	VI B	Mäßig hoch
D	<i>Phalaris arundinacea</i> ) mit <i>Filipendula ulmaria</i> 7,08	Stark feucht und nass	4,51	Gering	3,0	V B	Mittel mäßig
E	<i>Cirsium arvense</i> mit <i>Phalaris arundinacea</i> 5,95	Frisch feucht austrockend	3,81	Gering	2,65	IV B	Mäßig
F	<i>Alopecurus pratensis</i> 5,78	Frisch feucht - frisch	6,15	Gut	2,30	IV B	Mäßig
G	<i>Elymus repens</i> 5,55	Frisch feucht - frisch	6,92	Gut	1,95	III A	Klein
G'	<i>Achillea ptarmica</i> 5,75	Frisch feucht - frisch	4,31	Gering	2,20	III A	Klein
H	<i>Agrostis tenuis</i> 4,93	Trocken periodisch angefeucht - stark angefeucht	5,46	Gering	1,60	III A	Klein
H'	<i>Hypericum perforatum</i> 5,50	Frisch feucht - frisch	4,57	Gering	1,94	III A	Klein
	<b>Mittelwert</b>		<b>4,25</b>	<b>Gering</b>	<b>2,62</b>	<b>V B</b>	<b>Mittel mäßig</b>

Tabelle 2: Auflistung der Beurteilung des Aufwuchses der einzelnen Gesellschaften am linken Oder-Ufer (Transekt II)

Fläche	Gesellschaft und Feuchtezahl	Standort	Nutzungswert		Naturwert (ökologischer Wert)		
			Futterwert-zahl	Futterwert	Mittlere Wertzahl	Wertklasse	Naturwert
A	<i>Glyceria maxima</i> 8,50	moorig - schwach abgetrocknet	4,77	Gering	3,75	VII C	Hoch
B	<i>Glyceria maxima</i> 8,57	moorig - dauernd moorig	3,17	Gering	3,71	VII C	Hoch
C	<i>Glyceria maxima</i> 8,14	moorig - periodisch abgetrocknet	3,42	Gering	3,87	VIII C	Sehr hoch
D	<i>Glyceria maxima</i> 8,36	moorig - schwach abgetrocknet	4,79	Gering	4,0	VIII C	Sehr hoch
E	<i>Sparganium ramosum</i> 8,70	moorig - dauernd moorig	1,93	Arm	3,91	VIII C	Sehr hoch
F	<i>Typha latifolia</i> mit <i>Glyceria maxima</i> 8,50	moorig - schwach abgetrocknet	2,32	Arm	4,0	VIII C	Sehr hoch
	Mittelwert		3,40	Gering	3,87	VIII C	Sehr hoch

Tabelle 3: Gehalt an Rohprotein und Makroelementen ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  TM) im Pflanzenbewuchs

	Rohprotein	Makroelementen				
		P	K	Ca	Mg	Na
Marwice (Mittel aus 10 Proben)	123,9	1,6	13,8	4,0	1,9	1,3
Międzyodrze (Zwischenodergebiet) (Mittel aus 6 Proben)	114,9	3,5	7,2	11,4	2,5	4,6
Optimaler Gehalt nach FALKOWSKI et al. (1990)	140-180	3,0	17,0	7,0	2,0	0,2

# Untersuchungen zur Fließfähigkeit von Rindergülle

Rainer Schröpel

**Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft,  
Spitalhof Kempten**

## 1. Einleitung und Problemstellung

Als dickflüssiges Medium ist Gülle in ihrer Anwendung nicht unproblematisch. So kommt es bei der Lagerung von Gülle zu einer Entmischung von festen und flüssigen Bestandteilen. Nach der Ausbringung verzögert die mehr oder weniger zähflüssige Konsistenz der Gülle ein rasches Ablauen von den Pflanzen und die rasche Infiltration in den Boden. Zudem ist Gülle eine thixotrope Flüssigkeit, d.h. bei starker Scherung, wie z.B. bei Versprühen unter Druck, sinkt die Viskosität, während sie bei Abnahme der Scherkräfte wieder ansteigt.

Für die Gülleanwendung wäre eine möglichst geringe Viskosität, d.h. eine gute Fließfähigkeit des Mediums sehr vorteilhaft. So ist es nicht verwunderlich, dass eine Reihe von Gülle-Zusatzstoffen auf dem Markt angeboten werden, die lt. Herstellerangaben eine Verbesserung der Fließfähigkeit bewirken sollen. KEMPKE berichtet, dass Abbau der organischen Masse im Biogas-Prozess die Fließfähigkeit verbessert werden, ohne jedoch genaue Angaben zu machen.

Um Präparate oder Verfahren hinsichtlich ihrer Veränderung im Fließverhalten der Gülle zu prüfen, müssen zuvor Prüfbedingungen festgelegt werden.

THALMANN versuchte die Fließfähigkeit der Gülle zu erfassen, indem er die Menge der Gülle an der Pflanze bestimmte. Diese Methode war außerordentlich arbeitsaufwendig und wurde nicht weiter verfolgt.

DIE LVVG Aulendorf legte die Fließfähigkeit als den Quotienten einer Güllemenge fest, die in einer Zeiteinheit durch eine relativ kleine Öffnung aus einem Gefäß fließt. Diese Messmethodik hat den Nachteil, dass die kleine Öffnung kaum grobe Kot- oder Strohpartikel passieren lässt. Außerdem fehlt diesem Experiment eine zur Bestimmung der Fließfähigkeit notwendige Fließstrecke.

Ziel unseres Vorhabens war es, die Fließfähigkeit von Güllen zu erfassen unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Einfacher, robuster Aufbau
- Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
- weitreichender Messbereich von einem dickflüssigen Kot-Harnmisch bis zu Wasser mit ein und demselben Versuchsaufbau
- Einbau einer Fließstrecke

## Material und Methoden

Der prinzipielle Aufbau der Versuchsanlage war folgender: von einem Vorratsgefäß wird die zu beprobende Gülle über eine Fließstrecke geleitet und anschließend in einem Vorratsgefäß aufgefangen. Als Maßstab für die Fließfähigkeit dienen: die Fließstrecke oder die in einer Messzeit aufgefangene Güllemenge im Vorratsgefäß.

Kernstück des Versuchsaufbaues war eine Fließstrecke, die mit einem verwindungssteifen Doppel-T-Träger (Materialstärke 6 mm) aufgebaut wurde, wobei der Steg als Fließfläche und die 80 mm hohen Gurte als Rinnenwände dienen. Die Fließstrecke hatte bei einer Länge von 238 mm ein Gefälle von 1,5%. Am Ende der Fließstrecke wurden an den Gurten einige Metallplatten schräg zur Fließrichtung angebracht, um den Abfluss zu verzögern. Die Befüllung des Vorratsgefäßes erfolgte mittels Überlauf volumetrisch (9.967 l). Um einen definierten Messbeginn zu erreichen wurde die zu beprobende Gülle von dem Vorratsgefäß mit einem Inhalt über eine große Öffnung schlagartig auf die Rinne ausgekippt. Die Messdauer betrug 200 sek.

Nach dem Durchfluss durch die Rinne wurde die Gülle in einem auf einer Waage (Fa. Hoffinger, Typ WE 2110) stehenden Vorratsgefäß aufgefangen, wobei automatisch pro Sekunde eine Messung erfolgte. Die Gewichtsmessung wurde mit dem Auskippen der Gülle gestartet. Über einen an der Waage angeschlossenen PC wurden die Gewichtsmessungen in einer Datei abgelegt. Die Auswertung der Daten erfolgte mit der STAT-Procedur aus dem SAS-Programm.

Die für die Messungen verwendete Gülle stammte aus der Milchviehherde des Spitalhofes. Die Gülle wurde zur Prüfung der Fließfähigkeit verschiedener Verdünnungen direkt aus dem Treibmistkanal entnommen. Für die Testreihe „gerührt / ungerührt“ wurde vorgelagerte, betriebseigene Gülle in einen 38 m<sup>3</sup> fassenden Versuchsbehälter (Durchmesser 300 cm, Füllhöhe der Gülle 260 cm) gepumpt, 6 Wochen gelagert und anschließend beprobt. Die Güllen aus Biogas-Anlagen stammten aus zwei landwirtschaftlichen Betrieben im Raum Kempten verwendet.

## Ergebnisse

In einem ersten Versuchsdurchgang wurde die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse mit dem vorgegebenen Versuchsaufbau geprüft. Dazu wurde eine einheitliche Gülle (5,4% TS) in 10 Wiederholungen über das Messgerät geleitet. Außerdem wurde zur Kontrolle Wasser getestet. Mit Gülle ergaben die Messungen einen Durchschnittswert von 8,442 kg Abflussmenge nach 200 sek. mit einer Standardabweichung von 0,07 kg. Von der eingefüllten Wassermenge flossen 9,870 kg ab, mit einer Standardabweichung von 0,005 kg. Die geringe Streuung der Ergebnis zeigt, dass mit dieser Versuchsanordnung die Fließfähigkeit von Gülle gut zu erfassen ist.

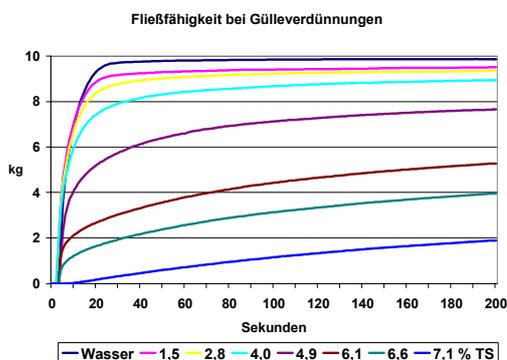


Abb. 1. Fließverhalten von Gülle bei unterschiedlichen Trockenmasse-Gehalten

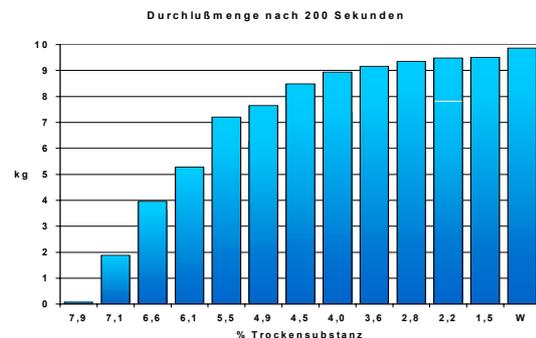


Abb. 2: Abflussmenge von Gülle unterschiedlicher Trockenmasse-Gehalte nach 200 Sekunden

Um die Fließfähigkeit von Gülle unterschiedlicher Trockensubstanzgehalt zu prüfen, wurde eine Gülle von 8,4% TS stufenweise auf 1,5% TS verdünnt, und die Fließfähigkeit dieser Verdünnungen in 4-facher Wiederholung gemessen.

Die Abflusskurven zeigen die deutliche Abhängigkeit der Fließfähigkeit vom Trockenmasse-Gehalt. Bei dünnflüssigen Gülle (< 5% TS) flossen mehr als 90% der vorgelegten Flüssigkeit innerhalb von 5 Sekunden durch die Rinne. Abbildung 1 zeigt das Abflussverhalten. Die dickflüssigen Gülle (>5% TS) zeigten diesen raschen Abfluss innerhalb der ersten Sekunden nicht. Abbildung 2 stellt die Abflussmenge nach 200 Sekunden dar. Die dünnflüssigen Gülle flossen während der Messdauer nahezu vollständig durch die Rinne. Nennenswerte Reste verblieben erst bei Trockenmassegehalten > 5 %. Bei der 7,1%igen Gülle wurden nach 200 Sekunden lediglich 1,923 kg aufgefangen, bei 7,9% TS nur noch 0,103 kg, die Restmengen blieben in der Rinne. Das Fließverhalten der Gülle mit 8,4% TS war so zäh, dass sie das Ende der Fließstrecke im vorgegebenen Zeitraum nicht erreichte. In diesem Fall wurde der von der Gülle bedeckte Teil der Rinne als Maßstab für die Fließfähigkeit herangezogen. Im konkreten Fall betrug die Fließstrecke 209 cm.

Die Ergebnissen zeigen, dass mit der gewählten Versuchsanordnung Gülle aller Trockenmassegehalte hinsichtlich ihrer Fließfähigkeit bestimmt werden können.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden unterschiedlich behandelte Gülle hinsichtlich des Fließverhaltens geprüft, zum einen Gülle aus Biogasanlagen, zum anderen Gülle in gerührtem und ungerührtem Zustand.

Zur Prüfung der Fließfähigkeit von Faulgülle aus wurde je eine Gülleprobe aus zwei verschiedenen landw. Betrieben mit Milchviehhaltung und Biogasanlage untersucht (Abb. 3). Die Gülle hatten Trockenmassegehalten von 4.2 % bzw. 5.0 %. Die Untersuchungen ergaben, dass sich die Fließfähigkeit der Gülle durch den Faulprozess in einer Größenordnung veränderte, wie es einer Verdünnung um etwa einen Prozentpunkt entspricht. In unserer Messreihe hatte demnach die Faulgülle mit einem TS-Gehalt von 5,0 % das gleiche Fließverhalten wie eine unbehandelte Gülle mit einem TS-Gehalt von 4,0 %.

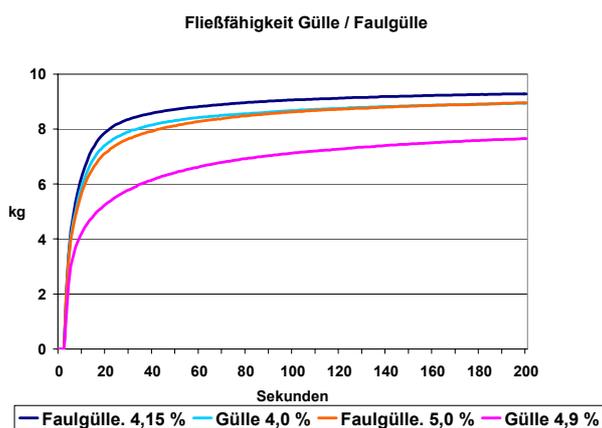


Abb. 3: Fließverhalten von unbehandelter Gülle und Faulgülle mit ähnlichen Trockenmassegehalten

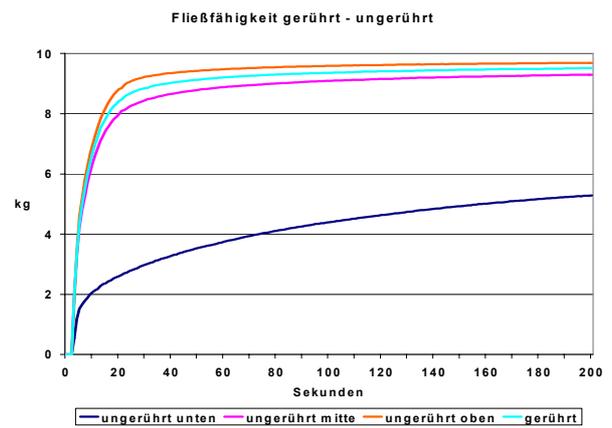


Abb. 4: Fließverhalten von aufgerührter und nicht aufgerührter Gülle

Zur Prüfung des Einflusses der Rührarbeit auf die Fließfähigkeit der Gülle wurden Gülleproben aus verschiedenen Tiefen des Güllebehälters entnommen: aus 40 cm (oben), 120 cm (Mitte) und 180 cm Tiefe (unten). Während „oben“ der TS-Gehalt der Gülle lediglich einen Wert von 2,4 % aufwies, stieg er in der Mitte des Behälters auf 4,1 % an und erreichte in 180 cm Tiefe 6,4 % TS. Bei der Lagerung der Gülle entstand offensichtlich eine deutliche Zonierung im Behälter. Im Anschluss an die Beprobung wurde die Gülle im Behälter aufgerührt und anschließend eine Mischprobe entnommen. Die gerührte Gülle hatte einen Trockenmassegehalt von 3,5 %.

Die Abflusskurven (Abb. 4) zeigen, dass das Rühren kaum einen Einfluss auf die Fließfähigkeit hatte. So entspricht die Abflusskurve der gerührten Gülle und die Abflusskurven der ungerührten Güllen dem Abflussverhalten der Güllen in der Verdünnungsreihe (Abb.1). Unterschiede im Fließverhalten zwischen gerührter und ungerührter Gülle wie sie in den Untersuchungen der LVVG Aulendorf dokumentiert sind, haben offensichtlich nur für kleine Laborgefäße Gültigkeit. Für Messungen in großen Behältern dürften die unterschiedlichen Trockenmassegehalte der Gülle in verschiedenen Tiefen den Rühreffekt deutlich überdecken.

### **Zusammenfassung**

Mit dem vorgestellten Geräteaufbau mit Fließstrecke und Messung der in der Zeiteinheit abfließenden Güllemenge ist es möglich, die Fließfähigkeit von Gülle unterschiedlicher Trockensubstanzgehalte sehr gut reproduzierbar messtechnisch zu erfassen. Die ersten Messreihen ergaben, dass die Fließfähigkeit von Rindergülle vor allem vom Trockenmassegehalt abhängt.

### **Literatur**

THALMANN, H. (1985): Wirkungen belüfteter und unbelüfteter Rindergülle unter Schnitt und Beweidung auf Dauergrünland. Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

ANONYMUS: Prüfungen von Güllezusatzmitteln im Güllekeller der LVVG, Tätigkeitsbericht für den Zeitraum 1999 – 2000, LVVG Aulendorf

KEMPKENS, H.: Biogas – ein zweites Standbein für Landwirte? Milchpraxis, 36 (1) 1998

Anschrift des Verfassers: Rainer Schröpel, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft, Spitalhof Kempten, Spitalhofstr. 9, 87437 Kempten

# Etablierung von Extensivgrünland

von

Hermann Giebelhausen, Andreas Milimonka und Karlheinz Richter

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

## 1. Einleitung

Aus ökonomischen Gründen verringern sich die Chancen der ackerbaulichen Nutzung ertragsschwacher Sandböden. Im Land Brandenburg nimmt der Trend zur Umwandlung dieser Flächen in extensiv bewirtschaftetes Grünland zu (NEUBERT & FECHNER 1999). Eine großflächige Aufforstung würde zu unerwünschten Veränderungen der Kulturlandschaft und zu Verlusten an Biodiversität führen (KNAUER 1993). Die Alternative dazu ist die Etablierung von Grünland mit Ansaat und schnellem Narbenschluss sowie eine auf die ökologischen Funktionen des Grünlandes ausgerichtete extensive Bewirtschaftung. Obwohl selbst begrünte Brache zunächst Kosten spart, ist die Entwicklung verunkrauteter Bestände zu Extensivgrünland unsicher und dann mit Folgekosten zur Narbenkorrektur verbunden. Ziel eines Versuches auf einem sorptionsschwachen Sandboden ist es, den Einfluss von Nutzungsart und Ansaatmischung sowie ihrer Saatstärke auf den Etablierungsverlauf von Extensivgrünland zu untersuchen.

## 2. Material und Methoden

Die Bodenart des Versuchsstandortes in Thyrow (Landkreis Teltow-Fläming, Land Brandenburg) ist ein schluffiger Sand mit hohem Fein- und Mittelsandanteil und der Bodentyp eine Salmtieflehm-Fahlerde/Sand-Rostbraunerde. Im langjährigen Mittel fallen in Thyrow 495,3 mm Jahresniederschlag bei einer Tagesmitteltemperatur von 8,9 °C. Die Nährstoffgehalte des Bodens an Phosphor und Kalium waren zu Versuchsbeginn mittel bis gut. Nach der Vorfrucht Winterroggen wurde am 9. April 1998 ein dreifaktorieller Parzellenversuch als Spaltanlage mit folgenden Prüffaktoren und Faktorstufen in vierfacher Wiederholung unter Deckfrucht Grünhafer angelegt (Tab.1).

Tabelle 1: Prüffaktoren und Faktorstufen des Versuchsanlage

<b>Faktoren</b>	<b>Faktorstufen</b>
A: Nutzung	a1: 2 mal Mulchen a2: 2 Schnitte
B: Ansaaten/Bestandstyp	b1: Rot-/Schafschwingel b2: Knautgras/Wieserispe b3: Artenreiche Mischung*
C: Saatstärke	c1: volle Saatstärke c2: reduzierte Saatstärke (25 % von c1)

\* Glatthafer, Wehrlose Trespe, Rotschwingel, Wiesenschwingel, Wieserispe

Als Zusatzprüflied wurde die Brache (ohne Ansaat) als Faktorstufe der Nutzung aufgenommen. In den 27 m<sup>2</sup> großen Parzellen wurden ab 1999 Mitte Juni und Mitte September je 4 m<sup>2</sup> aus der Parzellenmitte zur botanischen Bestandsanalyse (Deckungsgrad %, Ertragsanteilschätzung nach KLAPP/STÄHLIN) ausgewählt und je 6,75 m<sup>2</sup> zur Biomassebestimmung gemäht.

Für das Merkmal Mannigfaltigkeit wurde der Shannon-Index (HAEUPLER 1982) mit den Ertragsanteilen berechnet. Zur Darstellung der Mannigfaltigkeit wird die Eveness (E %) als der Grad der maximal möglichen Mannigfaltigkeit verwendet. Ab Versuchsbeginn wurde die Mineraldüngung eingestellt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Biomassebildung

Mit nur ca. 20 dt/ha TM war die oberirdische Biomasseerzeugung der Bestände unerwartet gering (Abb. 1). In allen Jahren wurde bei der Nutzungsart Mulchen die größte Pflanzenbiomasse erzeugt. Der zeitweilige Schutz der Mulchschicht vor zu starker Bodenwasserverdunstung und die gegenüber Mahd nicht abgeführten Nährstoffe schufen für die Mulchbestände die besseren Wuchsbedingungen.

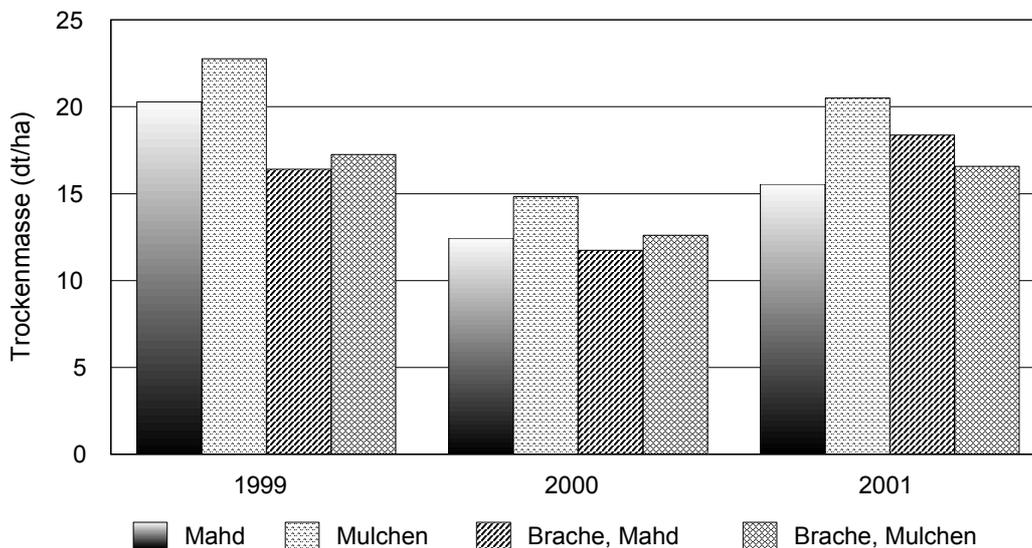


Abb. 1: Biomassebildung von Grünlandansaat gegenüber Brache in Abhängigkeit von der Nutzung. Thyrow 1999 ... 2001

Es ist davon auszugehen, dass es bei der Umstellung von Acker- auf Grünlandnutzung kann es im Boden anfangs zur N-Immobilisierung kommen. Zusammen mit dem limitierten Wasser- und Nährstoffangebot bewirkte dies die geringe TM-Produktion, so dass Grünlandbestände ohne unterstützende Düngung ein „labiles Stadium“ durchlaufen. Nach 4-5 Jahren kann dies überwunden sein, was ansteigende Ct-Bodengehalte unter Extensivgrünland eines Sandbodens zeigten (GIEBELHAUSEN et al. 1996). Die im Jahr 2001 bei Brache gegenüber Mahd leicht erhöhte TM-Erzeugung scheint mit von der Mineralisierung der seit 1999 durch viele Bei-/Unkräuter akkumulierten Biomasse verursacht. Demgegenüber waren die Bestände im Jahr 2000 infolge extremer Frühjahrs- und Vorsommertrockenheit nicht nutzungswürdig.

### 3.2 Einfluss der Saatstärke auf Biomasse und Mannigfaltigkeit

Die Reduzierung der Saatmenge hatte kaum Unterschiede in der Ertragshöhe der Grünlandansaaten zur Folge (Abb. 2), sie würde hingegen die Ansaatkosten verringern.

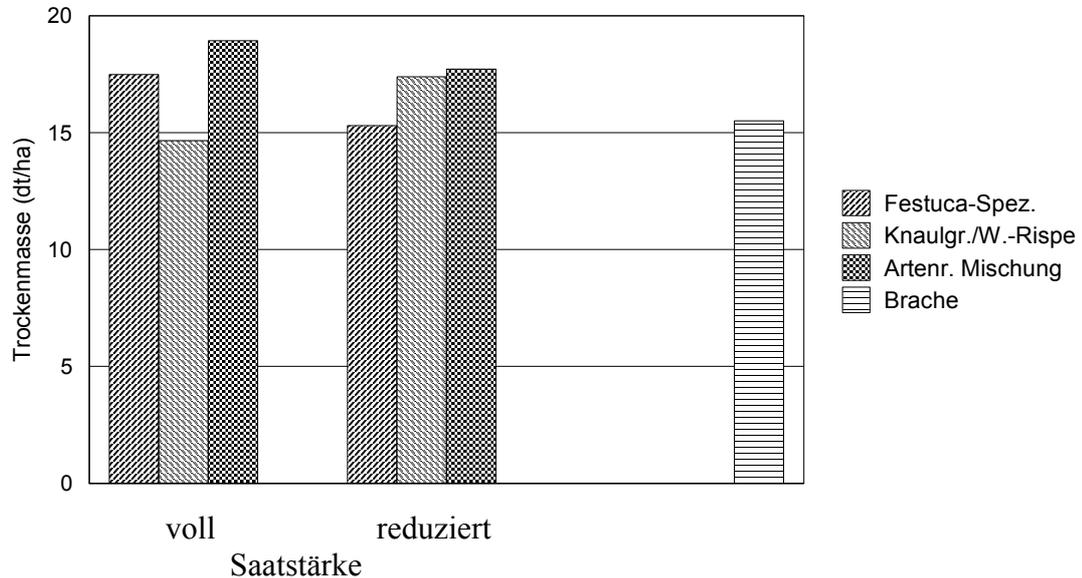


Abb. 2: Biomassebildung von gemähten Grünlandansaaten gegenüber Brache in Abhängigkeit von der Saatstärke. Thyrow 1999 ... 2001

Außerdem bewirkten sie in der Tendenz sowohl bei Mahd als auch bei Mulchen in allen Varianten des Versuchsjahres 1999 zur 1. Nutzung eine höhere Artenzahl und eine größere Mannigfaltigkeit der Bestände (Tab. 2).

Tabelle 2: Artenzahl (St.) und Mannigfaltigkeit (E %) zur 1. Nutzung von Grünland in Abhängigkeit von Nutzungsart, Bestandstyp und Saatstärke. Thyrow 1999/2001

Nutzungsart	Bestandstyp	Saatstärke	Artenzahl		Mannigfaltigkeit (E %)	
			1999	2001	1999	2001
Mulchen	Rot-,Schaf-schwingel	voll	17	9	29	8
		reduziert	17	10	37	13
	Knaulgras, W.-Rispe	voll	15	14	16	17
		reduziert	17	15	29	29
	Artenreiche Mischung	voll	21	13	53	24
		reduziert	23	17	58	24
	Brache	-	21	16	44	21
Mahd	Rot-,Schaf-schwingel	voll	14	14	28	9
		reduziert	17	16	46	10
	Knaulgras, W.-Rispe	voll	13	18	13	26
		reduziert	17	18	36	34
	Artenreiche Mischung	voll	20	19	54	25
		reduziert	22	19	58	26
	Brache	-	22	17	54	25

Die Tendenzen setzten sich bis ins 3. Versuchsjahr 2001 fort. Bis auf das Gemenge von Knaulgras mit Wiesenrispe nahm die Anzahl der Pflanzenarten in allen anderen Beständen ab, was auf Umschichtungsprozesse zwischen ein- und mehrjährigen Arten und unterschiedliche Schnittverträglichkeit der Arten hinweist. Bei Knaulgras kam es vor allem bei Mahd ab 2001, bedingt durch Stickstoffmangel, zu verstärkter Lückigkeit indem die Triebbildung zurück ging und Pflanzen abstarben. Diese Standräume nahmen andere Arten ein, was die Pflanzenanzahl in der Narbe erhöhte und ihre Gleichverteilung auf der Fläche begünstigte (bessere Eveness-Werte). Die nur geringe Anteile einnehmende Wiesenrispe vermochte die Knaulgraslücken nicht zu schließen. Das Gemenge von Rot- und Schafschwingel bildete bei voller Saatstärke stets dichte Narben. Die artenreiche Mischung zeigte eine gute Standraumnutzung und Konkurrenzkraft, wobei noch Räume für Kräuter wie *Rumex acetosella* L., *Hieracium pilosella* L., *Hypocercis radicata* L., *Vicia*-Spezies, *Trifolium arvense* L., *Knautia arvensis* L., *Geranium sylvaticum* L. u.a. blieben. Glatthafer mit seinen tiefer reichenden Wurzeln und die Ausläufer treibende Wehrlose Trespe passten sich den knappen Wasser- und Nährstoffvorräten des Standortes gut an. Die Brache besiedelten anfangs Pionierarten wie *Conyza canadensis* L., *Rumex acetosella* L., *Viola tricolor* L. u.a., die ab 2001 mit hoher Dynamik von zuwandernden Arten aus der Umgebung und von Nachbarparzellen zunehmend verdrängt wurden. Die botanische Struktur der Bestände zeigt, dass mit geringeren Saatmengen auf sandigem Ackerland eine Grünlandnarbe zur extensiven Nutzung geschaffen werden kann, die sowohl der Konkurrenz der Ackerunkräuter gewachsen ist als auch anderen Pflanzenarten des Grünlandes Existenzchancen bietet.

#### **4. Zusammenfassung**

Bei der Umwidmung von Ackerland in Grünland entwickelten sich die dreijährig geprüften Ansaaten von Rot- mit Schafschwingel sowie eine Mischung aus Glatthafer, Wehrloser Trespe, Rotschwingel, Wiesenschwingel und Wiesenrispe auf dem Sandstandort besser als ein Ansaatgemisch von Knaulgras mit Wiesenrispe. Ansaaten mit nur 25 % der Normalsaatstärke erwiesen sich meist als die artenreicheren Bestände mit größerer Mannigfaltigkeit (Eveness). Unterlassene (Mineral-) Düngung bewirkte eine geringere Wuchs- und Konkurrenzkraft der Ansaaten und schafft Nischen zum Einwandern weiterer Grünlandpflanzen. Die geringe Biomassebildung der auf sandigem Ackerland durch Ansaat geschaffenen und extensiv bewirtschafteten Grünlandnarben rechtfertigt nur eine einmalige Nutzung. Mit der Nährstoffrückführung ins System durch Mulchen der Biomasse erhöhte sich die Konkurrenzkraft der Pflanzenbestände.

#### **Literatur**

- NEUBERT, G. und M. FECHNER, 1999: Betriebswirtschaftliche Bewertung von Agrarumweltmaßnahmen zum Grünland im Land Brandenburg. - 50 Jahre Wissenschaftlicher Standort Paulinenaue-Ergebnisse der Grünland- und Futterforschung. Wiss. Vortragstagung am 1. und 2. Juni in Paulinenaue, 123-129. Hrsg.: Paulinenaue Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft e.V.
- KNAUER, N., 1993: Ökologie und Landwirtschaft. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- HAEUPLER, H., 1982: Eveness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Dissertationes Botanicae 65.
- GIEBELHAUSEN, H., MILMONKA, A. und M. BAUMECKER, 1996: Untersuchungen zur Umwidmung von Ackerland in Extensivgrünland. - Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, AG Grünland und Futterbau Referate und Poster der 40. Jahrestagung 29. bis 31. August 1996 in Neuruppin/Paulinenaue, 170-173.

# Verlaufskurven von Ertrag und Rohnährstoffen des Grünlandaufwuchses, auch im Vergleich mit Öko-Betrieben

von

Karl Rutzmoser

**Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub  
85586 Poing bei München**

## 1. Einleitung

Der Mengenertrag und die Gehalte an Rohnährstoffen der Futterpflanzen verändern sich während des Wachstums. Mit diesen Entwicklungen ergeben sich unterschiedliche Futterwerte abhängig vom Zeitpunkt der Ernte. Seit mehreren Jahren wird an verschiedenen Standorten der Aufwuchsverlauf von Grünlandflächen verfolgt. Aus diesen Daten werden Verlaufsfunktionen entwickelt, womit die Veränderungen über die Zeit zu beschreiben sind.

## 2. Standorte der Grünlandflächen

Das Untersuchungsvorhaben zum Aufwuchsverlauf von Grünlandflächen wird seit 1997 von der BLT Grub und dem Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e. V. (LKP) mit den Erzeugerringen wirtschaftseigenes Futter bearbeitet. Die Geschäftsführer der angeschlossenen Trocknungsgenossenschaften sorgen in ihrem Bereich für die Auswahl der Fläche (betriebsüblich bewirtschaftet) und die laufende Probenahme. In der Tabelle 1 sind die zur Auswertung verwendeten Standorte aufgeführt.

**Tabelle 1: Standorte und Anzahl Aufwüchse in den Untersuchungs Jahren**

Standort, Landkreis	1997	1998	1999	2000	2001
Achsheim, Augsburg	4				
Lalling, Deggendorf	3	3			
Hersbruck, Nürnberg Land			3	3	4
Kempton, Allgäu	5	5	5	6	4
Erkheim, Memmingen	5	4	4	5	
Lamerdingen, Ostallgäu					5
Maitenbeth, Mühldorf	4	5	4	5	4
Grub, Ebersberg	4	6	4	5	4
Röckersbühl, Neumarkt Opf.	3	4	3		
Neuhof/Zenn, Neustadt, Aisch	3				
Roth bei Nürnberg					5
Tirschenreuth, Opf.		4	4		
Gunzenhausen, Mittelfranken	4		4		
Donauaalthem, Dillingen			4	4	4
Dietramszell, Wolfratshausen	4	4	4	4	4
Kirchdorf a. H., Rosenheim	6	5	6	5	
Kiefersfelden, Rosenheim					5
Lengenfeld, Neumarkt Opf., Klee gras	4	4	4	4	4
Rettenbach, Mindelheim, ökol. Landbau	4	4	4		
Landshut, ökol. Landbau, Klee gras			3		

### **3. Probenahme und Untersuchung**

Der Ablauf der Probenahme und Untersuchung wurde schon dargestellt, so dass hier kurze Hinweise genügen sollen. Die Proben werden von kleinen Stichprobenflächen von 1 bis 4 qm genommen, je nach Bestandesdichte, und das gesamte Aufwuchsmaterial (3 Teilproben mit je etwa 1 kg Frischmasse) zur Laboruntersuchung eingeschickt. Die Roh Nährstoffgehalte werden mit dem NIRS-Verfahren (Nahe-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie) bestimmt und daraus der Energiegehalt berechnet. Aus dem Frischgewicht der Proben und der mitgeteilten Probenfläche wird der Trockenmasseertrag (in dt T je ha) ermittelt. Die Ergebnisse der (drei) Teilproben eines Probenahmeschnittes werden gemittelt.

Die Untersuchung erstreckt sich über die gesamte Wachstumszeit, je nach Standort von Ende April bis Oktober. Etwa bis Juni wird die wöchentliche Probenahme, danach ein zweiwöchiger Abstand angestrebt.

### **4. Umsetzen der Beobachtungswerte in Verlaufskurven**

Da von jedem Aufwuchs eines Standortes in der Regel mehrere Werte vorliegen, können diese zu einer Verlaufskurve zusammengefasst werden. Als Kurventyp wurde die Form der linear-quadratischen Gleichung gewählt. Zunächst wird die Gleichung für den Ertrag (in dt T je ha) berechnet, bezogen auf die Jahreswoche. Falls sich zeigt, dass die Kurve die Basislinie nicht berührt, weil sie auf der linken Seite nach oben abbiegt, wird eine andere Berechnungsweise benutzt. Bei Erstaufwüchsen wird eine lineare Funktion eingesetzt, bei Folgeaufwüchsen wird in diesem Fall der Punkt der vorausgegangenen Ernte mit der Ertrag 0 in die Gleichung mit einbezogen. In einem nächsten Schritt wird aus den Faktoren der Gleichung der Punkt berechnet, an dem die Ertragslinie die Basislinie schneidet. Dies kann als Startpunkt des Wachstums angesehen werden. Der Zeitabstand zum Zeitpunkt des vorangegangenen Schnittes bei Folgeaufwüchsen kann als Verzögerungszeit genommen werden. Ergibt sich ein Startpunkt vor dem Schnitt des Voraufwuchses, beginnt die Kurve rechnerisch mit einem gewissen Ertrag, wobei der Schnittzeitpunkt als Startwert genommen wird.

Die linear-quadratischen Gleichungen für die Roh Nährstoffe Rohprotein, Rohfaser und Rohasche werden auch auf die Jahreswoche bezogen, wobei die Untersuchungswerte getrennt für jeden Aufwuchs eigene Funktionen ergeben.

### **5. Zusammenfassen der Verlaufskurven in „Wuchsklassen“**

Um allgemeiner verwendbare Kurven zu erhalten, wurden die Standorte in „Wuchsklassen“ eingeteilt. Dabei wurden folgende Gruppen zusammengefasst:

ERW = Ertragreich, wüchsig, gut gedüngt

MED = Mittlere Erträge, mässige Düngung

NAB = Naturnahe Bewirtschaftung

OKL = Fläche nach ökologischem Landbau bewirtschaftet

Die Koeffizienten der Regressionsgleichungen für die einzelnen Aufwüchse wurden auf den jeweiligen Startpunkt umgerechnet. Dann konnten die Koeffizienten über Wuchsklassen und Aufwüchse gemittelt werden.

In den Abbildungen 1 und 2 sind die gemittelten Verlaufskurven beispielhaft für die Wuchsklassen NAB und OKL dargestellt. Für die Ökobetriebe standen nur zwei Standorte mit insgesamt 4 Jahren zur Verfügung, so dürfte der frühe Beginn des Wachstums zum ersten Schnitt als zufälliges Ergebnis zu sehen sein.

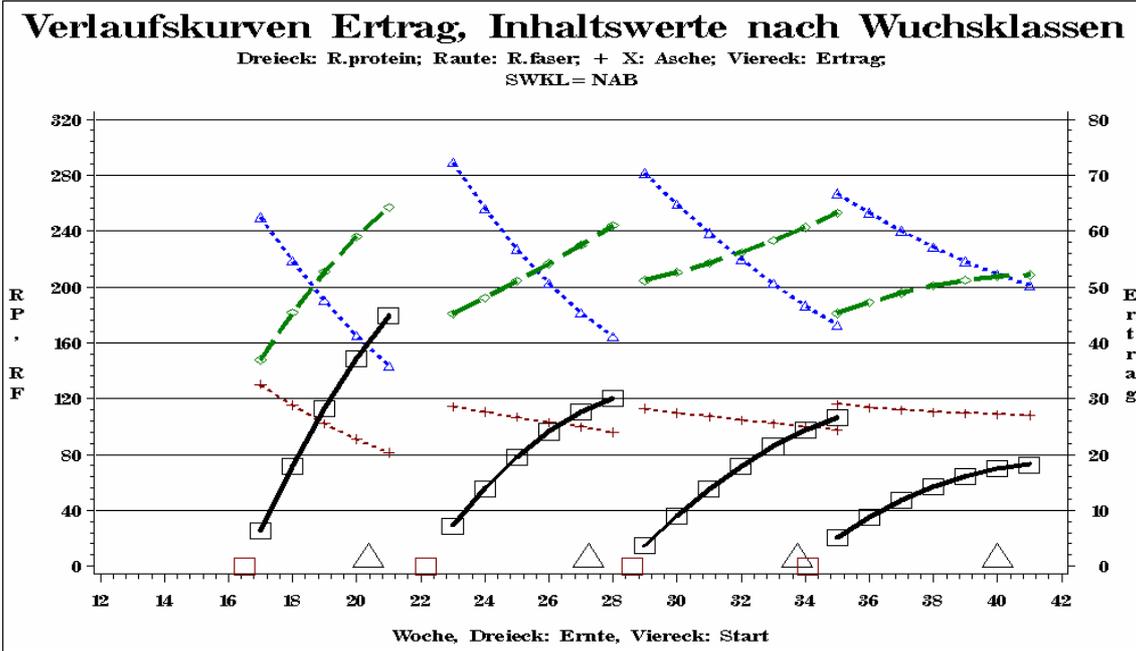


Abbildung 1: Beispiel Verlaufskurven Wuchsklasse NAB

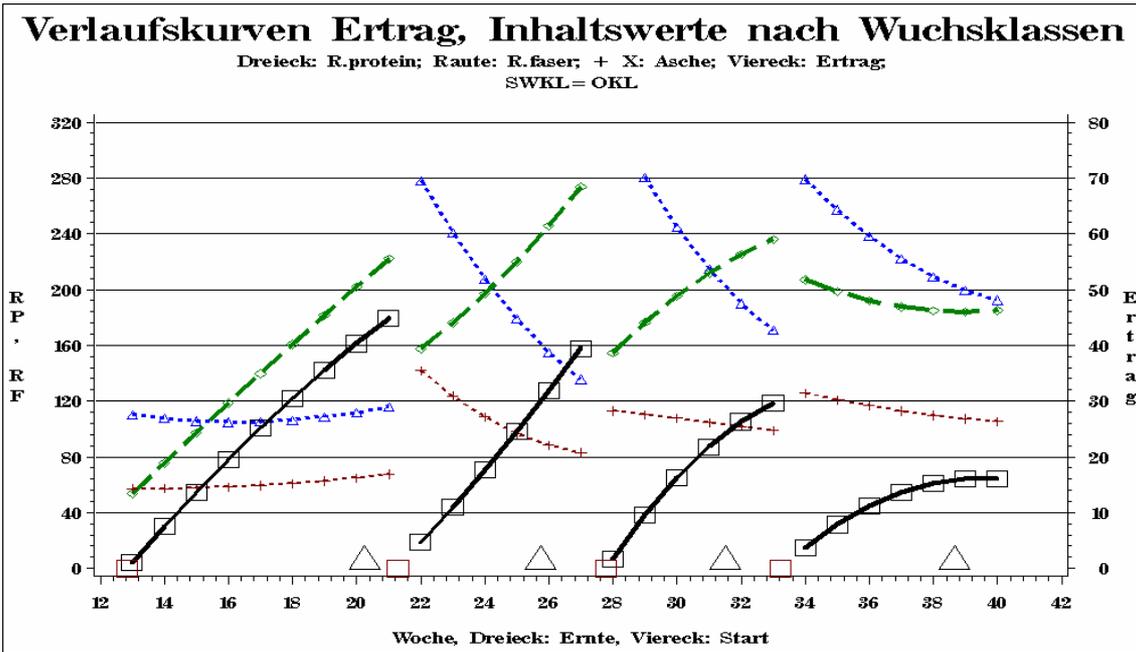


Abbildung 2: Beispiel Verlaufskurven Wuchsklasse OKL

In der Tabelle 1 sind für die unterschiedenen Wuchsklassen die Faktoren der Gleichungen zum T-ertrag aufgeführt. Diese beziehen sich auf Wochen ab der jeweiligen Startwoche. Auch ist der T-Ertrag zum Zeitpunkt der Ernte angegeben.

Als Beispiel sind in Tabelle 2 die Faktoren zu Rohprotein für die gewählten Wuchsklassen sowie die Gehalte von Rohprotein, Rohfaser und Rohasche zum Erntezeitpunkt in der Wuchsklasse eingetragen. Mit solchen Werten können die Auswirkungen verschiedener Nutzungen auf Ertrag und Futterwert modellhaft verändert und bearbeitet werden. Die Funktionen hängen natürlich von der Zuordnung der

Standorte zu Wuchsklassen ab, so dass die gewählte Einteilung beispielhaft zu werten ist. Weiter Ergebnisse können beim Autor angefragt werden.

**Tabelle 1: Faktoren der Verlaufskurven T-ertrag-in den Wuchsklassen**

Wuchs-Klasse	Auf-wuchs	Start Woche	Ernte Woche	Fakt. Lin.	Fakt. Quad.	Ertrag Ernte
ERW	1.	15,6	19,2	14,03	-0,73	38,8
	2.	20,6	24,2	11,87	-1,00	28,0
	3.	24,9	29,7	13,14	-1,48	29,4
	4.	29,1	35,9	10,41	-0,81	27,4
	5.	34,5	39,9	7,57	-0,62	23,7
MED	1.	16,2	20,1	14,79	-1,01	40,1
	2.	22,0	26,3	11,76	-0,96	30,4
	3.	26,9	33,0	9,99	-0,76	29,6
	4.	33,0	38,5	5,85	-0,45	18,3
NAB	1.	16,5	20,4	12,94	-0,66	38,7
	2.	22,1	27,2	8,22	-0,53	28,0
	3.	28,4	33,8	6,08	-0,31	24,6
	4.	33,8	40,0	4,57	-0,28	17,5
OKL	1.	12,8	20,2	6,60	-0,14	33,1
	2.	21,2	25,8	2,91	+0,6	25,6
	3.	27,8	31,5	8,63	-0,56	23,1
	4.	33,2	38,7	5,19	-0,41	15,6

**Tabelle 2: Faktoren zu Rohprotein und Gehalte zur Ernte in den Wuchsklassen**

Wuchs-Klasse	Auf-Wuchs	R.prot. Abs.	R.prot. Lin.	R.prot. Quad.	R.prot. Ernte	R.fas. Ernte	R.asche Ernte
ERW	1.	298	-37	2,13	181	232	103
	2.	319	-36	2,05	187	239	100
	3.	319	-37	2,22	188	246	106
	4.	215	3	-0,94	192	228	111
	5.	278	-17	1,22	222	208	120
MED	1.	299	-40	2,26	176	253	96
	2.	377	-54	2,85	162	256	93
	3.	348	-42	2,32	168	254	98
	4.	290	-19	0,69	203	224	103
NAB	1.	267	-35	1,62	159	240	88
	2.	324	-38	1,97	161	253	94
	3.	296	-24	0,81	182	241	99
	4.	286	-16	0,57	205	205	109
OKL	1.	111	-3	0,49	145	223	81
	2.	310	-43	2,27	160	244	88
	3.	331	-45	2,76	176	230	97
	4.	298	-26	1,51	194	184	107

# **N<sub>2</sub>O-Emissionen vom Dauergrünland bei variiertes N-Düngungsintensität**

von

Carola Lampe<sup>1</sup>, K. Dittert<sup>2</sup>, M. Wachendorf<sup>1</sup>, B. Sattelmacher<sup>2</sup>, F. Taube<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel;

<sup>2</sup>Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian-Albrechts-Univ. Kiel

## **1. Einleitung**

Lachgas (N<sub>2</sub>O) ist ein wirksames Treibhausgas, zudem fördert es den Abbau von Ozon in der Stratosphäre (Anonymus, 2000). Die Bedeutung von N<sub>2</sub>O nimmt durch dessen steigende Konzentration (ca. 0,2% pro Jahr) in der Atmosphäre zu. N<sub>2</sub>O wird im Zuge der Denitrifikation und der Nitrifikation gebildet. Die N<sub>2</sub>O-Emissionen werden wesentlich bestimmt von den Standortfaktoren Boden (Bodenfeuchte, pH, Bodendichte, Bodenart), Witterung und Stickstoff (N)-Versorgung (Gehalt von Ammonium- bzw. Nitrat und der Verfügbarkeit mineralisierbarer organischer Substanz). Böden mit feiner Textur (tonreich) setzen im allgemeinen mehr N<sub>2</sub>O frei als gut durchlüftete, sandige Böden, da sie eine bessere Wasserretention und verminderte Sauerstoffkonzentration aufweisen und damit fördernde Bedingungen für die Denitrifikation schaffen. Nach umfangreicher Auswertung von Versuchen auf Ackerland und hoch mit N gedüngtem Schnittgrünland stellt Bouwman (1996) heraus, dass für längerfristig angelegte Betrachtungen die emittierte N<sub>2</sub>O-Menge vorrangig von der N-Gabe abhängt. Aufgrund des nicht unerheblichen Austrages an gasförmigem N von der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden im Rahmen des N-Projektes Karkendamm der Universität Kiel neben dem Verlustpfad Sickerwasser auch die gasförmigen N-Verluste in Form von N<sub>2</sub>O gemessen. Das Ziel dieser Arbeit ist, die N<sub>2</sub>O-Emissionen über ein Jahr in regelmäßigen Zeitabständen aus einem humosen Sandboden unter Dauergrünlandnutzung zu quantifizieren. Hierbei sollen generelle Vorstellungen der N<sub>2</sub>O-Freisetzung unter den gegebenen Standortverhältnissen im Jahresverlauf erhalten und die Bedeutung von Bewirtschaftungsmaßnahmen erfasst werden. Der Einfluss der N-Düngerart (Mineraldünger und Gülle) und der N-Düngungsmenge auf die N<sub>2</sub>O-Freisetzung aus dem Boden wird durch tägliche Gasmessungen zur Zeit der N-Düngungsapplikation im Frühjahr geprüft. Ein weiteres Ziel ist es, die Abhängigkeiten zwischen den N-Emissionen und den parallel gemessenen Boden- und Klimafaktoren zu beschreiben.

## **2. Material und Methoden**

**Versuchsstandort:** Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm der Christian-Albrechts-Universität Kiel in der Geest-Region im Kreis Segeberg von April 2001 bis März 2002 durchgeführt. Der Boden dieses Standortes ist als humoser Sand mit einem pH-Wert von 5 bis 5,5 anzusprechen. Seit 1996 wird die Versuchsfläche als Grünland in Form einer Mähweide bewirtschaftet. Diese wird zweimal geschnitten und anschließend beweidet. Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt im langjährigen Mittel (1961-1990) 779mm a<sup>-1</sup>, die durchschnittliche Jahrestemperatur 8,2°C.

**Versuchsfaktoren:** Der Versuch beinhaltet fünf Varianten mit je drei Wiederholungen (siehe Tabelle 1). Jede der 15 Parzellen hat eine Größe von 2,25 m<sup>2</sup>, auf der die Gas- und Bodenanalytik räumlich getrennt voneinander durchgeführt wird. Die Düngergabe im Jahr 2001 wurde zum ersten und zweiten Aufwuchs geteilt in 70 und 30 kg N ha<sup>-1</sup>, im März 2002 wurden 70 kg N ha<sup>-1</sup> in einer Gabe ausgebracht. Die Flächen wurden am 21. Mai und 2. Juli 2001 geschnitten und vom 4. bis 6. August sowie vom 7. bis 9. September beweidet.

Tab. 1: Die fünf Behandlungen des N<sub>2</sub>O-Versuches.

Behandlung	kg mineral. N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> Gülle ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> (kgN ha <sup>-1</sup> )
Kontrolle (K)	0	0
<sup>15</sup> N Gülle (G)	0	20 (2001:74; 2002:82)
<sup>15</sup> N 100N (M)	100	0
<sup>15</sup> N Gülle+100N ( <sup>15</sup> GM)	100	20 (2001:74; 2002:82)
Gülle+ <sup>15</sup> N 100N ( <sup>15</sup> MG)	100	20 (2001:74; 2002:82)

**Gasanalytik:** Im Zentrum der Versuchspartellen ist ein PVC-Bodenring (Ø 60cm) 5cm tief in den Boden eingelassen. Dieser verbleibt während der gesamten Versuchszeit im Boden und wird nur zum Schnitt bzw. zur Beweidung kurzzeitig entfernt. Die Gasprobenahme wird nach der Closed-Chamber-Methode durchgeführt. Dazu wird auf den Bodenring eine PVC-Haube (V=0,1m<sup>3</sup>) gesetzt und gasdicht verschlossen. Die Abgabe bzw. Aufnahme von Gasen durch den Boden führt zu einer Veränderung des Gasmischungsverhältnisses in der Messkammer, die durch das Messsystem erfasst wird. Gasproben werden 15, 30 und 45min nach Schließung der Hauben entnommen. Die Gasprobenahme erfolgt während der ersten zwei Wochen nach der jeweiligen Düngung täglich, danach 2 bis 3mal wöchentlich und vom 20.9.01 bis 18.3.02 einmal pro Woche. Die N<sub>2</sub>O-, CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Gehalte der Gasproben werden an einem Varian-Gas-Chromatographen bestimmt. Die Untersuchung des Verhältnisses der stabilen <sup>15</sup>N zu <sup>14</sup>N Isotope des emittierten N<sub>2</sub>O gestattet die Differenzierung des boden- und güllebürtigen Lachgases. Diese Messung erfolgt massenspektrometrisch über ein Continuous-Flow-Stabilisotopen-Massenspektrometer (Thermo-Finnigan 'Delta Plus').

**Bodenanalytik:** Parallel zu jeder Gasmessung werden auf der Parzelle außerhalb des PVC-Bodenringes Bodenproben aus der Bodentiefe 0-15cm mittels Wurzelbohrer genommen. Die Gehalte an Nitrat-, Ammonium- und organischem N der Bodenproben werden durch den Autoanalyser (Traacs 800 Bran und Luebbe, Norderstedt) bestimmt. Zusätzlich wird eine weitere Bodenprobe entnommen, um die Bodenfeuchte zu ermitteln. Alle zwei Wochen werden 10g der feld-frischen Mischprobe zur pH-Wert Bestimmung verwendet.

**Zusätzliche Messkampagne:** Auf der Versuchsfläche wurde im März 2002 eine 6 tägige Messkampagne zur zeitlich hochaufgelösten Erfassung der gasförmigen Verlusten von N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> in Kooperation mit dem Institut für Meteorologie und Klimaforschung -Atmosphärische Umweltforschung - in Garmisch-Partenkirchen durchgeführt. Die gasförmigen Verlusten werden im Tagesverlauf mit einem vollautomatischen Messsystem stündlich erfasst. Dadurch wird die ausgeprägte tageszeitliche Dynamik dokumentiert. Die mobile Messausstattung wird durch Butterbach-Bahl *et al.* (1997) genau beschrieben. Durch die zeitlich parallel durchgeführte Messung mit dem konventionellen Messsystem werden die vorhandenen Daten validiert und das Vorhandensein eventueller Lücken geprüft.

### 3. Erste Ergebnisse und Diskussion

**N<sub>2</sub>O-Emissionsrate nach Düngerapplikation:** Den Verlauf der N<sub>2</sub>O-Emissionsrate ( $\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ) nach einer N-Düngungsapplikation im Frühjahr stellt die Abb. 1 in hoher zeitlicher Auflösung für die ersten 14 Tage dar. Die gedüngte Variante zeigt eine deutlich höhere N<sub>2</sub>O-Freisetzung als die ungedüngte nach der N-Applikation. Nach fünf Tagen hat sich die Emission der gedüngten Variante wieder auf das Niveau der ungedüngten eingependelt. Die geringfügigen Schwankungen der Freisetzungsrates der Kontrollvariante zwischen 10 und  $50\mu\text{g N}_2\text{O-N}$  dürften auf Unterschiede in der Mikroorganismenaktivität zurückzuführen sein. Es bestehen positive Korrelationen zwischen der Mikroorganismenaktivität und damit der N<sub>2</sub>O-Emission, der Bodenfeuchte und der Temperatur.

**N<sub>2</sub>O-Emissionsrate im Jahresgang:** In der Abb. 2 wird die N<sub>2</sub>O-Emissionsrate im zeitlichen Verlauf über ein Jahr für drei ausgewählte Varianten dargestellt. Zu den Zeitpunkten der Düngung im Frühjahr finden relativ hohe N<sub>2</sub>O-Freisetzungen statt. Die Variante <sup>15</sup>GM setzt im April 2001 bis zu  $200\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  frei und die Variante M  $130\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . Die Kontrollbehandlung erreicht zur gleichen Zeit  $20\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . Diese Tendenz zeichnet sich auch im März 2002 ab, allerdings auf einem niedrigerem Niveau. Dieses dürfte auf mindere Temperaturen im Vergleich zum April 2001 und damit reduzierte Mikroorganismenaktivität zurückzuführen sein. Flessa *et al.* (1998) und Augustin *et al.* (1998) finden N<sub>2</sub>O-Emissionsraten auf Grünland während der Vegetationsperiode vergleichbar mit denen der vorliegenden Studie (Kontrollvariante:  $0-50\mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ;  $96\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ : bis zu  $150\mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ;  $160\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ :  $250-300\mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ). Die hohen N<sub>2</sub>O-peaks im Sommer sind auf Dungapplikationen der weidenden Rinder zurückzuführen. Der Grünlandnarbe werden bezogen auf eine Urinstelle  $400$  bis  $1200 \text{ kg N ha}^{-1}$  und bezogen auf einen Kotfleck  $750$  bis  $1330 \text{ kg N ha}^{-1}$  zugeführt (Holmes, 1968). Wie den Graphiken zu entnehmen ist, wird mit steigender Verfügbarkeit von N auch mehr N<sub>2</sub>O freigesetzt. Im Winter finden periodisch erhöhte Emissionen in allen Varianten statt, wofür Frost-Tau Ereignisse verantwortlich sein dürften. Durch den Frost wird Pflanzenmaterial zerstört und damit werden Kohlenhydrate für die Mikroorganismen verfügbar. Diese werden während der Tauperiode vermehrt aktiv, es kommt zu einer erhöhten Denitrifikation und damit N<sub>2</sub>O-Freisetzung (Christensen & Christensen, 1991).

**N<sub>2</sub>O-, NO<sub>x</sub>-, CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emissionsrate während der zusätzlichen Messkampagne:** Im Rahmen der 6 tägigen Messkampagne im März 2002 wird der Einfluss der Düngung auf die Freisetzung verschiedener Gase verdeutlicht. In der Abb. 3 werden die 2 tägigen Mittelwerte vor der Düngung und die 4 tägigen Mittelwerte nach der Düngung für die Gase NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> dargestellt. Die Behandlungen K und <sup>15</sup>MG sind Senken für NO<sub>x</sub> vor und nach der Düngerapplikation, diese Senkenstärke wird durch die Düngergabe signifikant geschwächt. Mit der Düngerapplikation wird eine starke, signifikante Erhöhung der mittleren N<sub>2</sub>O-Flussrate der Variante <sup>15</sup>MG auf  $300\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  beobachtet. Die Kontrollvariante setzt zur gleichen Zeit im Durchschnitt  $7\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  frei. Beide Varianten zeigen vor Düngerapplikation eine Netto-CH<sub>4</sub>-Aufnahme von  $-38\mu\text{g C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . Die mittlere CH<sub>4</sub>-Aufnahme nach der Düngerapplikation ist nicht signifikant unterschiedlich zu der mittleren CH<sub>4</sub>-Aufnahmerate vor Düngerapplikation. Die mittleren CO<sub>2</sub>-Flussraten beider Varianten vor und nach der durchgeführten Düngerapplikation unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Die mittlere CO<sub>2</sub>-Emissionsrate der Kontrollvariante beträgt nach der

Düngung der anderen Varianten  $160\text{mg C m}^{-2} \text{h}^{-1}$  und der Variante  $^{15}\text{MG } 181\text{mg C m}^{-2} \text{h}^{-1}$ .

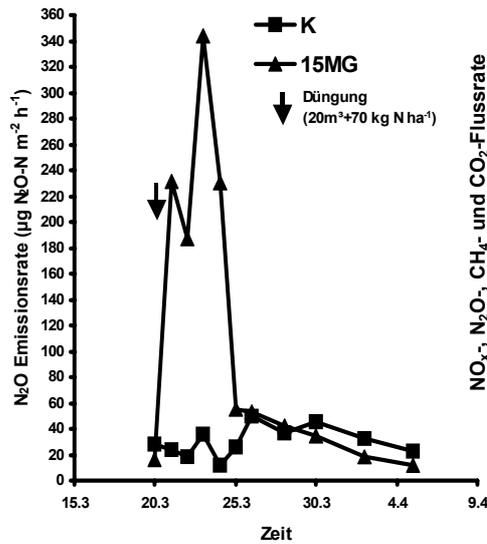


Abb. 1: Zeitlicher Verlauf der  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionsrate ( $\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) nach der Düngerapplikation der Variante  $^{15}\text{MG}$  (Gülle+ $^{15}\text{N}$  100N) und der Kontrollvariante K im Frühjahr 2002.

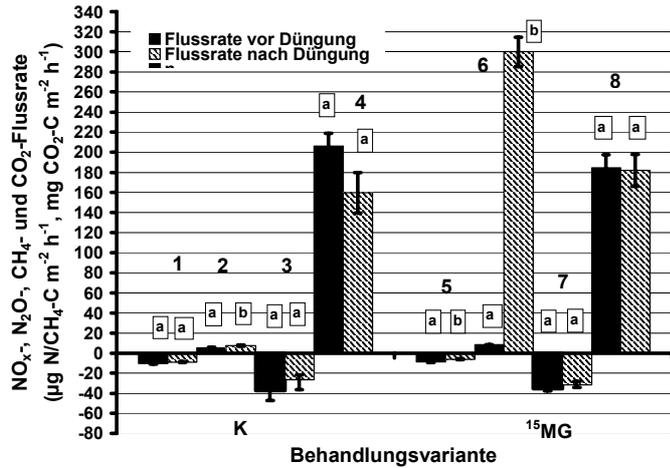


Abb. 3: Einfluss der Düngung auf die Höhe der mittleren  $\text{NO}_x$ -,  $\text{N}_2\text{O}$ -,  $\text{CH}_4$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionsrate ( $\mu\text{g N/CH}_4\text{-C m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ;  $\text{mg CO}_2\text{-C m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) für die Varianten K (Kontrolle) und  $^{15}\text{MG}$  (Gülle+ $^{15}\text{N}$  100N) der 6 tägigen Messkampagne im März 2002. (1: K- $\text{NO}_x$ , 2: K- $\text{N}_2\text{O}$ , 3: K- $\text{CH}_4$ , 4: K- $\text{CO}_2$ , 5:  $^{15}\text{MG}$ - $\text{NO}_x$ , 6:  $^{15}\text{MG}$ - $\text{N}_2\text{O}$ , 7:  $^{15}\text{MG}$ - $\text{CH}_4$ , 8:  $^{15}\text{MG}$ - $\text{CO}_2$ ). Die Flussrate vor Düngung setzt sich aus 2 tägigen, die Flussrate nach Düngung aus 4 tägigen Mittelwerten zusammen.

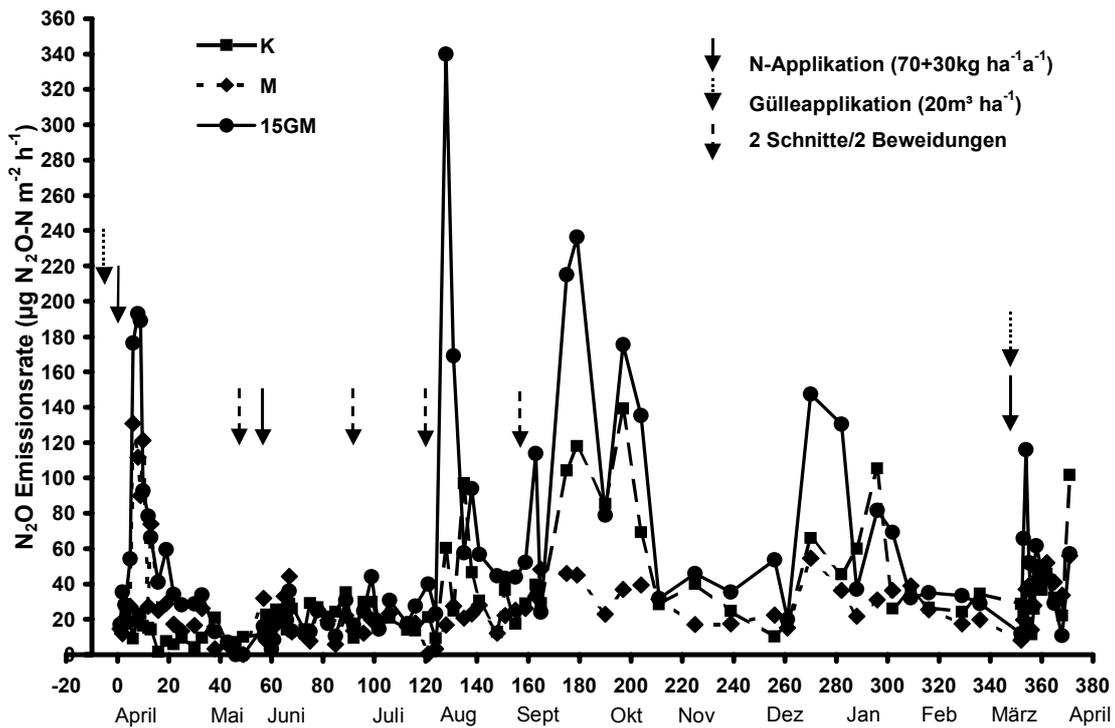


Abb. 2: Verlauf der  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionsrate ( $\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) ausgewählter Varianten von April 2001 bis März 2002 (K=Kontrolle, M=100kg mineral. N,  $^{15}\text{GM}$ = $^{15}\text{N}$  Gülle+100kg mineral. N).

#### 4. Zusammenfassung

Die Bedeutung des  $\text{N}_2\text{O}$  für die Umwelt nimmt durch dessen steigende Konzentration in der Atmosphäre zu. Es ist ein wirksames Treibhausgas und trägt zum Abbau der

stratosphärischen Ozonschicht bei. Die Graphiken zeigen, dass zur Zeit der Düngung hohe Emissionen von über  $300\mu\text{g N}_2\text{O-N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  auftreten. Die  $\text{N}_2\text{O}$ -Freisetzungen werden durch unterschiedliche Klimafaktoren beeinflusst (u.a. Frost-Tau Zyklen). Über die quantitativen Ausprägungen wird eine weiterführende statistische Auswertung unter Berücksichtigung der Umweltvariablen Aufschluss geben. Anhand von Bodenuntersuchungen wird mit fortschreitender Auswertung geprüft, welche N-Mengen durch die Exkremate der weidenden Rinder dem Boden zugeführt wurden. Dadurch soll versucht werden, die hohen  $\text{N}_2\text{O}$ -Freisetzungen zur Zeit der Beweidung zu erklären. Die 6 tägige Messkampagne gibt Aufschluss darüber, wie sich die Emissionen durch die Düngung verändern. Die  $\text{CH}_4$ - und  $\text{CO}_2$ -Freisetzungen sind unbeeinflusst geblieben und die  $\text{NO}_x$ - und  $\text{N}_2\text{O}$ -Flussraten haben signifikant zugenommen.

## 5. Literatur

- ANONYMUS (2000). Lachgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft. Schriftenreihe der FAL Zürich, 33, 39-42, 51.
- AUGUSTIN, J., W. MERBACH, L. STEFFENS & B. SNELINSKI (1998). Nitrous oxide fluxes of disturbed minerotrophic peatlands. *Agribiological Research*, 51, 47-57.
- BOUWMAN, A.F. (1996). Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 46, 53-70.
- BUTTERBACH-BAHL, K., R. GASCHE, L. BREUER & H. PAPAN (1997). Fluxes of  $\text{NO}$  and  $\text{N}_2\text{O}$  from temperate forest soils: impact of forest type, N deposition and liming on the  $\text{NO}$  and  $\text{N}_2\text{O}$  emissions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 48, 79-90.
- CHRISTENSEN, S. & B.T. CHRISTENSEN (1991). Organic matter available for denitrification in different soil fractions: effect of freeze/thaw cycles and straw disposal. *Journal of Soil Science*, 42, 637-647.
- FLESSA, H., U. WILD, M. KLEMISCH & J. PFADENHAUER (1998). Nitrous oxide and methane fluxes from organic soils under agriculture. *European Journal of Soil Science*, 49, 327-335.
- HOLMES, W. (1968). The use of nitrogen in the management of pasture for cattle. *Herbage Abstracts* 38, 265-277.

Diese Untersuchung wurde mit finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein durchgeführt.

# Vergleich der Nitratbelastung des Grundwassers unter Umtriebsweiden und „Simulierten Umtriebsweiden“

M. Büchter\*, M. Wachendorf und F. Taube

**Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/  
Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24098 Kiel.**

## 1. Einleitung

Der Stickstoffkreislauf auf Weiden wird besonders durch das Weidetier beeinflusst, da die mit dem Futter aufgenommene Stickstoffmenge nur zu 5-30% durch die Bindung in Milch bzw. Fleisch ausgenutzt wird. 70-95% des Pflanzenstickstoffs werden mit den Exkrementen auf die Fläche zurückgeführt. Literaturangaben zur Nitratauswaschung unter beweidetem Grünland variieren außerordentlich stark. Die experimentelle Erfassung der Daten von beweidetem Grünland ist mit einem großem Flächenbedarf, sowie einem hohen Arbeits- und Kostenaufwand verbunden. Deshalb wird in Versuchsanstellungen die Beweidung häufig durch eine Schnittnutzung ersetzt. Die Nutzungshäufigkeit wird dabei einer tatsächlichen Beweidung angepasst. Unberücksichtigt bleiben hierbei Narbenschäden durch Tritt und Verbiss, welche die Leistungsfähigkeit der Narbe mindern und sich somit auch auf das Auswaschungspotential auswirken. Ebenso unterbleibt auch eine Rückführung der Nährstoffe durch das Absetzen von Kot und Harn des Weidetiers auf die Fläche. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass unter Schnittnutzung geringe Nitratausträge auftreten. Unter beweidetem Grünland wurden allerdings zum Teil bedenkliche Nitratkonzentrationen festgestellt (WATSON et al., 1991; KLEMP, 1991).

Die vorliegende Untersuchung ist Teil des interdisziplinären Forschungsprojektes „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb (Taube & Wachendorf, 2000). Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Grundwassergefährdung von Weiden und „Simulierten Weiden“ zu vergleichen, um Aussagen hinsichtlich der Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen zwischen den beiden Nutzungsformen abzuleiten.

## 2. Material und Methoden

Bei den Beständen handelt es sich um eine 1995 neuangesäte Grünlandnarbe (Standardmischung GIII mit Weißklee). Durchgeführt wurde der Versuch mit folgenden Versuchsfaktoren und Faktorstufen:

1. Nutzungsform: Weidenutzung, Simulierte Weidenutzung
2. Gülledüngung: 0, 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> (=73 kg N ha<sup>-1</sup>)
3. Mineraldüngung: 0, 100, 200, 300 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>

Die Weidenutzung erfolgte durch Färsen (ca. 400 kg LG) als Umtriebsweide (mit durchschnittlich 2tägigen Beweidungsperioden). Nach jeder Beweidung wurden die Flächen mit einem Kreiselmäher auf 5 cm Schnitthöhe nachgemäht. Die entsprechenden Varianten der Simulierten Weiden wurden nach Abtrieb der Tiere von den korrespondierenden Weideflächen schnittgenutzt.

Zur Gewinnung des Sickerwassers wurde mittels einer tensiometer- und vakuumgesteuerten Anlage in den beweideten Varianten an 6 bzw. in den schnittgenutzten Varianten an 3 keramischen Saugkerzen pro Parzelle ein Unterdruck von 400 hPa angelegt. Die Sickerwasserprobenahme fand im wöchentlichen Rhythmus statt, die Proben wurden im Labor umgehend auf Nitrat analysiert. Bei den im Ergebnisteil dargestellten NO<sub>3</sub>-Auswaschungen handelt es sich um Jahresmittelwerte

der 4 Sickerwasserperioden (1997/98, 1998/99, 1999/2000 und 2000/01). Zur Bestimmung der  $N_{\min}$ -Mengen des Bodens zum Vegetationsende wurden jährlich Mitte November Bodenproben in 0 bis 90 cm Tiefe mittels Pürkhauerbohrer in 6- (Weide) bzw. 3-facher Wiederholung (Simulierter Weide) pro Parzelle entnommen. Die Flächenbilanzierung erfolgte nach folgendem Schema: Auf der Inputseite wurden die durch mineralischen Dünger und Gülle in das System eingebrachten N-Mengen berücksichtigt. Als symbiontisch fixierte N-Menge wurde die mittels der Differenzmethode geschätzte Menge in den jeweiligen Varianten angesetzt (INGWERSEN, 2002). Als Eintrag in Form von trockener und nasser Deposition wurden  $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  zugerechnet. Auf der Outputseite wurde zunächst der N-Bruttoertrag angerechnet. Im Falle der tatsächlichen Beweidung wurden dann die in Form von Weideresten auf der Fläche verbliebenen N-Mengen, sowie die über die tierischen Ausscheidungen rückgeführten N-Mengen von dieser Zahl abgezogen. Dabei wurde davon ausgegangen, daß die ausgeschiedene N-Menge 7% des zuvor aufgenommenen Futters entsprach.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Berechnung der kumulativen klimatischen Wasserbilanz ergab im Mittel der vier Sickerwasserperioden eine mittlere Sickerwasserrate von 205 mm. Bei der statistischen Auswertung der Nitratauswaschung mit dem Sickerwasser war ein starker Einfluß des Stickstoffmineraldüngers abzusichern (Tab. 1).

Tab. 1: Ergebnisse der Varianzanalyse für  $N_{\min}$ -Wert und  $\text{NO}_3$ -Auswaschung (Mittelwerte 1997-2001)

Effect	Boden- $N_{\min}$ -Wert ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		$\text{NO}_3$ -Auswaschung ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )	
	t-Value	Pr>t	t-Value	Pr>t
SYS	70,21	0,0139	45,03	0,0215
N	4,78	0,0169	6,15	0,0050
G	2,35	0,1472	6,70	0,0192
N x G	4,57	0,0197	0,36	0,7802
SYS x N	3,31	0,0515	7,92	0,0016
SYS x G	2,72	0,1214	4,42	0,0508
SYS x N x G	4,97	0,0148	0,25	0,8631

Die  $N_{\min}$ -Werte des Bodens zum Vegetationsende zeigten nur unter Weide starke Effekte des N-Mineraldüngers auf. Graphisch ist dieser Zusammenhang in Abb. 1b durch eine funktionelle Anpassung mittels einer multiplen Regression in dreidimensionaler Form dargestellt. Die ermittelten  $N_{\min}$ -Werte fallen dabei durchschnittlich um  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  höher aus als die tatsächlich ausgewaschenen Mengen. Beim Vergleich des Systems Weide mit dem der Simulierten Weide sind hoch signifikante Einflüsse des Systems sowie Wechselwirkungen zwischen den Systemen und den Düngungsfaktoren festzustellen (Tab. 1). Das unterschiedlich hohe N-Niveau der beiden Systeme, sowie die relativ große Steigung der Graphen der Weide sind durch die N-Rückführung mittels Kot und Harn der Weidetiere zu erklären. Der flache Verlauf der Graphen für die Simulierte Weide resultiert dagegen aus den N-Entzügen in dem abgefahrenen Schnittgut (INGWERSEN et al., 2002).

Die Beziehung zwischen dem  $N_{\min}$ -Menge im Boden zum Vegetationsende und der Nitratauswaschung ist in Abb. 2a dargestellt. Die Untersuchung ergab eine positive Korrelation zwischen den herbstzeitlichen  $N_{\min}$ -Werten und der N-Auswaschung

( $r^2=0,78$ ).

Weide :

N-Auswaschung :  $y=32,5494+0,1490*N-0,0032*G+0,0020*N^2+0,0006*G^2$  ;  $r^2=0,83$ ; S.E.=16,2

Nmin-Gehalt: $y=78,6570+0,1104*N+0,0139*G+0,0015*N^2+0,0004*G^2$ ;  $r^2=0,49$ ; S.E.=31,2

Simulierte Weide:

N-Auswaschung :  $y=20,2497+0,0137*N-0,0725*G+0,0002*N^2+0,0002*G^2$ ;  $r^2=0,93$ ; S.E.=1,4

Nmin-Gehalt: $y=46,7123-0,0058*N-0,1054*G-0,0001*N^2+0,0004*G^2$ ;  $r^2=0,86$ ; S.E.=2,7

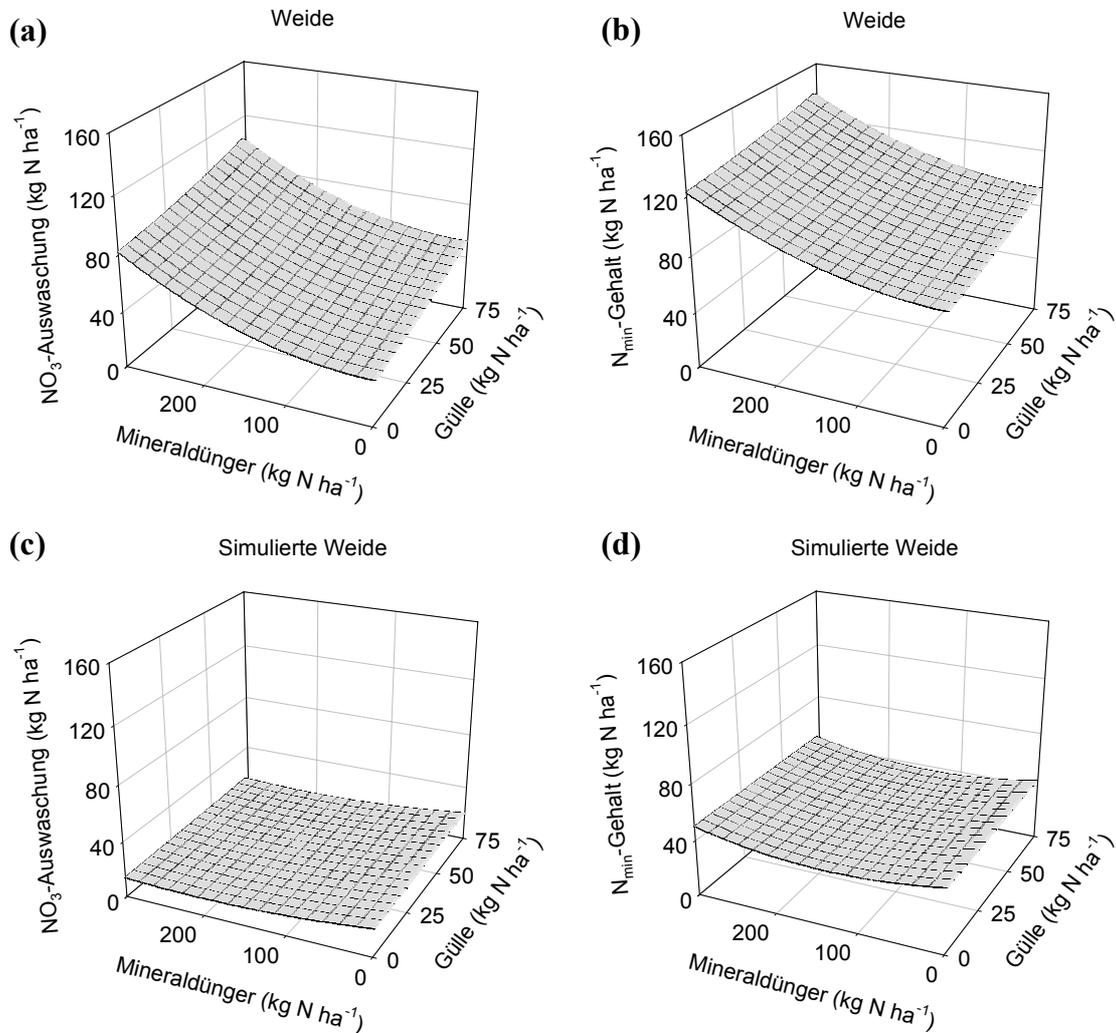


Abb. 1: NO<sub>3</sub>-Auswaschung (a) und N<sub>min</sub>-Menge im Boden zu Vegetationsende (b) unter Weide bzw. (c) und (d) unter Simulierter Weide in Abhängigkeit von der N-Mineral- (N) und Gülledüngung (G)

Allerdings trifft die Annahme einer völligen Auswaschung des zu Vegetationsende im Boden vorliegenden mineralischen N nicht zu. Die Werte der Nitratauswaschung unter Simulierter Weide liegen allesamt unterhalb des kritischen Wertes von 23 kg N ha<sup>-1</sup>, welcher sich entsprechend der Sickerwassermengen im Untersuchungszeitraum aus dem TVO-Grenzwert von 50 mg NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> ergibt. Beweidete kleebasierte Umtriebsweiden zeigen demgegenüber auch ohne jegliche Stickstoffdüngung kritische N-Austräge auf.

In Abb. 2b ist die Beziehung zwischen den N-Frachten und N-Salden mittels einer Regressionsfunktion dargestellt. Mit akzeptabler Streuung kann der N-Saldo mithin als Indikator zur Abschätzung der N-Auswaschung herangezogen werden ( $r^2=0,89$ ).

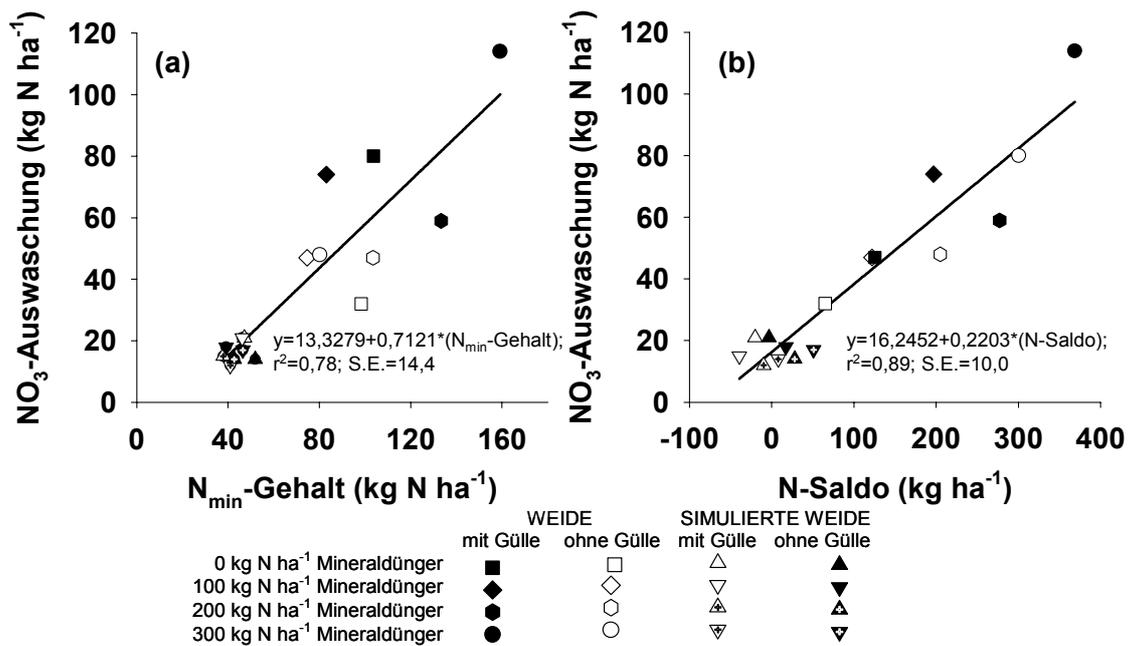


Abb. 2: Beziehung zwischen  $N_{\min}$ -Wert des Bodens zu Vegetationsende ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) und  $\text{NO}_3$ -Auswaschung ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) (a) sowie N-Saldo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) und  $\text{NO}_3$ -Auswaschung ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) (b) unter Weide und Simulierter Weide

#### 4. Schlußfolgerung

Die Grundwassernitratbelastung fällt unter Weide und Simulierter Weide sehr unterschiedlich aus. Simulierte Weiden zeigen aufgrund der N-Abfuhr mit dem Erntegut von der Fläche auch bei hohen N-Düngergaben nur geringe Nitratausträge auf. Weiden stellen aufgrund des geringen N-Exports von der Fläche ein höheres Belastungspotential dar. Die geschätzte Rücklieferung durch die Weidetiere liegt hierbei in Abhängigkeit von der Prüfvariante zwischen 155-305  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ . Die Untersuchungsergebnisse belegen, dass eine Übertragbarkeit von Daten bezüglich der Nitratauswaschung, der  $N_{\min}$ -Mengen des Bodens zum Vegetationsende und des N-Saldos durch eine Simulation der Beweidung mittels Schnittsystemen aufgrund fehlender Nährstoffrückflüsse nicht möglich ist.

#### 5. Literatur

- Ingwersen, B., 2002: Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Leistungsfähigkeit von leguminosenbasiertem Dauergrünland unter besonderer Berücksichtigung der Nährstoffbilanzierung. Diss. Uni Kiel. Schriftenreihe des Inst. f. Pflanzenbau u. -züchtung **21**.
- Klempt, L., J. Neuendorff, R. Tenholten, & G. Spatz, 1991: Probleme bei der flächenhaften Erfassung des Nitrataustrags bei Weidewirtschaft. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Ges., **66**, 967-970.
- Taube, F. and M. Wachendorf (2000): The Karkendamm Project: A system approach to optimize nitrogen use efficiency on the dairy farm. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg, May 22-25, 449-451.
- Watson, C.J., C. Jordan, S.D. Lennox, R.V. Smith & R.W.J. Steen, 2000: Inorganic nitrogen in drainage water from grazed grassland in Northern Ireland. J. Env. Qual., Vol. 29, 225-232.

# Futterproduktion - Dynamik und Variabilität der Dauerwiese in Beziehung auf die Bodentemperatur und –feuchtigkeit

von

Josef Straka und Frantisek Hrabe

**Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Mendeluniversität für Land- und Forstwirtschaft Brünn**

## 1. Einleitung

Die direkte kontinuierliche Messung der Bodentemperaturen und Bodenraumfeuchtigkeit in den Grasbeständen ermöglicht nicht nur den Bedarf an Zusatzberegnung festzulegen, sondern auch die Gesetzmäßigkeiten der Dynamik des Futterzuwachses zu präzisieren und zu erklären. Die Problematik der direkten Messung der Bodenfeuchtigkeit in den Grasbeständen im Vergleich zur Methode der Berechnung der Feuchtigkeitsbilanz wird von LITSCHMANN et STRAKA (2001) näher analysiert. Die Festlegung des Bedarfes an Zusatzberegnung in Bezug auf die Werte der Bodenfeuchtigkeit der Grasbestände beim Vorkommen der Dürre wird von Taylor et.al. (1998) beurteilt.

Das Ziel des Beitrages besteht darin, die grundsätzlichen Charakteristiken der kontinuierlichen und langfristigen Messungen (1995 - 2000) der Bodentemperatur und der Bodenfeuchtigkeit bei der Dauerwiese in Bezug auf die Intensität der NPK-Düngung zu liefern.

## 2. Material und Methoden

Die Forschungsarbeiten wurden in Kamenický, in der Forschungsstelle des Institutes für Futterbau der AF MZLU in Brünn durchgeführt. Es handelt sich um ein Kartoffelproduktionsgebiet, das in 650 Meter Höhe über dem Meeresspiegel liegt, durchschnittliche Jahrestemperatur 6,3° C, davon in der Vegetationsperiode 12,4 ° C, jährliche Niederschlagsmenge 786 mm, in der Vegetationsperiode 465 mm.

Im Kleinparzellenversuch wurden bei der halbnatürlichen Dauerwiese der *Sanquisorba-Festucetum comutatae* Art vier Düngungsvarianten in vier Wiederholungen gemäß dem nachfolgenden Schema angelegt:

Düngungsvariante	kg .ha <sup>-1</sup>	N	P	K
H <sub>0</sub>		0	0	0
H <sub>1</sub>		0	30	60
H <sub>2</sub>		90	30	60
H <sub>3</sub>		180	30	60

PK-Düngung wurde einmalig zu Anfang der Vegetationsperiode angewendet. Die N-Dosis wurde in drei Teile aufgeteilt (30 % im Frühling, 30 % nach der ersten Mahd, 30 % nach der zweiten Mahd). Der Bestand wurde auf drei Mähe ausgenutzt.

Seit Mai 1995 wurde die Messung der Bodentemperaturen täglich in einem 4-6-stündigen Zeitabstand in den Tiefen von 50, 100 und 200 mm in jeder Düngungsvariante durchgeführt. Zur Messung wurden die Platinwiderstandsthermometer Pt 100 eingesetzt, die an das automatische

meteorologische Überwachungssystem angeschlossen wurden. Dieses System ist durch eine programmierbare elektronische Steuereinheit gebildet. Die erworbenen Angaben werden mittels einer Kommunikationslinie ins Notebook übertragen.

Die Bodenfeuchtigkeit ( $\Theta$ ) wurde mit einem automatischen meteorologischen Überwachungssystem mittels der Aufnehmer VIRRIB in der Tiefe von 200 mm in jeder Düngungsvariante beider Bestandstypen festgelegt. Die Bodenfeuchtigkeit wurde mittels des elektromagnetischen Signals mit der Transmissionsphasenmethode gemessen.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse umfassen nur die durchschnittlichen Werte und Beziehungen aus sechs Versuchsjahren (1995-2000). Dieser Umfang ermöglicht vor allem keine Bewertung der Beziehung zwischen den Bodentemperaturen, der Bodenfeuchtigkeit zur Dynamik des Futterzuwachses in den einzelnen Jahren.

Aus den auf der Abb. Nr.1 angeführten Angaben ist ersichtlich der Zusammenhang der Bodentemperaturabnahme mit der Messungstiefe und der zunehmenden NPK-Düngung. Die Unterschiede sind statistisch irrelevant. Die Bodenfeuchtigkeit (Abb. Nr. 2) nimmt im Gegenteil zur Bodentemperatur mit höheren Dotation der Mineralnährstoffe zu; z.B. bei einer Dosis von 180 kg N+PK (37,7 % Gehalt) ist sie im Vergleich zur Variante ohne Dotation NPK rel. um 10,7 % höher. Die Unterschiede an dem mesohygrophyten Standort mit einer relativ reichlichen Feuchtigkeitsversorgung sind wahrscheinlich mit einer höheren Evapotranspiration der dünneren ungedüngten Bestände von kleineren Produktion zu erklären.

Die Auswirkung der einzelnen ökologischen Faktoren auf die Produktion der Futtertrockenmasse ist bei dem mittleren Düngungsniveau (N 90 kg.ha<sup>-1</sup> + PK) auf der Abb Nr. 3 dargestellt. Die Produktion der Trockenmasse in den gegenständlichen Jahren ist in der Tabelle Nr. 1 angeführt. Aus der nachfolgend angeführten Übersicht der Unterschiede zwischen den Minimal- und Maximalwerten ist ersichtlich, daß die Schwankung der Trockenmassenproduktion mit der Schwankung der Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode übereinstimmt und weniger von der durchschnittlichen Tagestemperatur und Bodenfeuchtigkeit abhängig ist. Der Widerspruch zwischen der Trockenmasseproduktion aus dem Jahr 2000 und den höheren Bodentemperaturen und der niedrigeren Bodenfeuchtigkeit erfordert eine dynamische Auswertung dieser Beziehungen nach den einzelnen Vegetationsperioden, bzw. gemäß den einzelnen Mähden.

Faktoren	min.	max.	Durchschnitt	rel. % ; Abweichung	
Bodentemperatur	11,8 °C	12,3 °C	12,0 °C	- 1,7	+ 2,5
Bodenfeuchtigkeit	32,1 %	37,9 %	35,5 %	- 9,6	- 6,8
Trockenmassegewicht	5,19 t/ha	9,68 t/ha	6,30 t/ha	- 17,6	+ 15,4
Niederschlagsmenge	361,7 mm	481,3 mm	437,8 mm	- 17,4	- 9,9

### 4. Fazit

Die Bewertung der Dynamik der Temperaturwechsel und der Bodenfeuchtigkeit bei den Grasbeständen ist bedeutend für die Erklärung der Ökosystembindungen. Die Ergebnisse deuten auf die Bodentemperaturabnahme und Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit (%) bei dem höheren Niveau der NPK-Düngung hin. Die Produktion der Futtertrockenmasse ist mehr durch die Niederschlagsmenge in der betreffenden

Vegetationsperiode beeinflusst. Die Dynamik, bzw. die Menge der einzelnen Regenniederschläge kann bei den Grasbeständen durch die sogenannte Makroporenströmung sich auf spezifische Weise in die Bodenfeuchtheitsbewertung widerspiegeln.

## Literatur

LITSCHMANN, T., STRAKA, J., 2001: Bedeutung der Bodenfeuchtheitsmessung zwecks der Optimierung der Beregnung des Rasens. In: Sammelbuch „Rasen 2001“. Hrdějovice: Agentur Bonus, 2001, S. 18-22. ISBN 80-902690-3-6

TAYLOR, G.R., WHITE, R.H., ABERNATHY, S., 1998: Home Lawn Irrigation During Drought Conditions. Texas Agricultural Extension Service, 4 S.,

Tabelle 1: Produktion der Futtertrockenmasse (t.ha<sup>-1</sup>) der Dauerbestände bei der Ausnutzung auf drei Mähde gemäß den einzelnen Düngungsvarianten, Kameničky, 1995 - 2000

Düngungs- variante	Erntejahr						Durch- schnitt
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
H <sub>0</sub>	5,65	4,17	4,38	2,83	3,17	3,26	<b>3,91</b>
H <sub>1</sub>	8,06	5,21	6,95	4,09	4,78	4,58	<b>5,61</b>
H <sub>2</sub>	7,98	6,16	7,04	5,19	5,84	5,61	<b>6,30</b>
H <sub>3</sub>	9,68	6,29	7,6	7,09	6,48	6,37	<b>7,25</b>
Durchschnitt	<b>7,84</b>	<b>5,46</b>	<b>6,49</b>	<b>4,80</b>	<b>5,07</b>	<b>4,96</b>	<b>5,77</b>

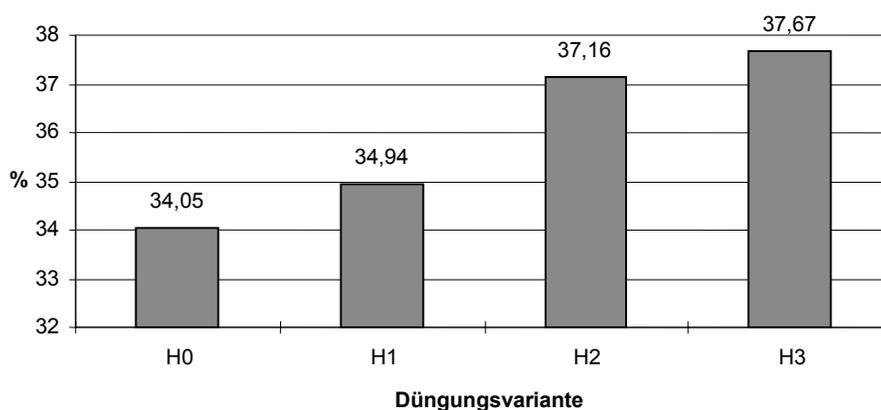


Abbildung 1: Durchschnittliche Werte der Bodenraumfeuchtigkeit (in %) im Zeitraum von April bis Oktober  
Kameničky, Durchschnitte der Jahren 1995 – 2000, Tiefe 200 mm

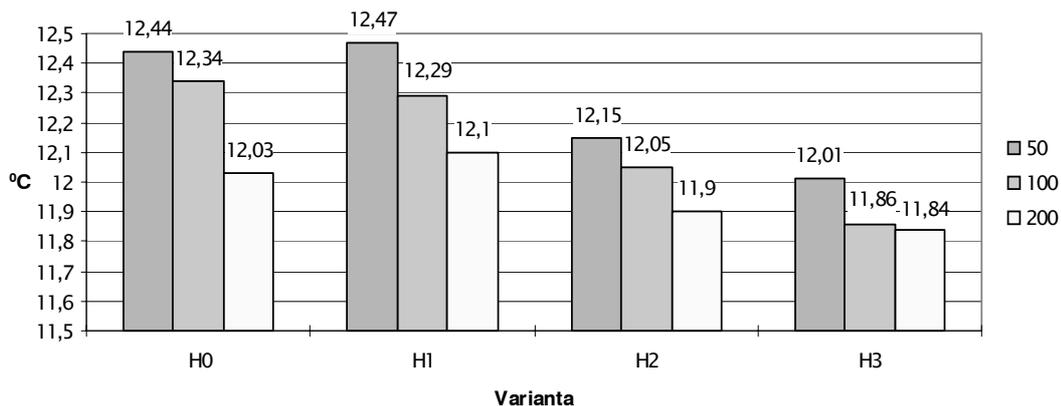
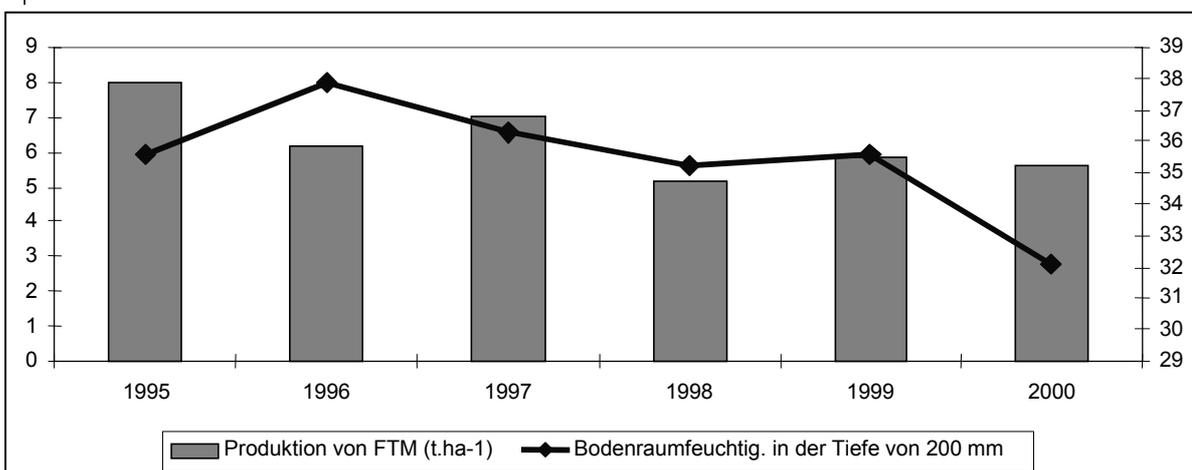
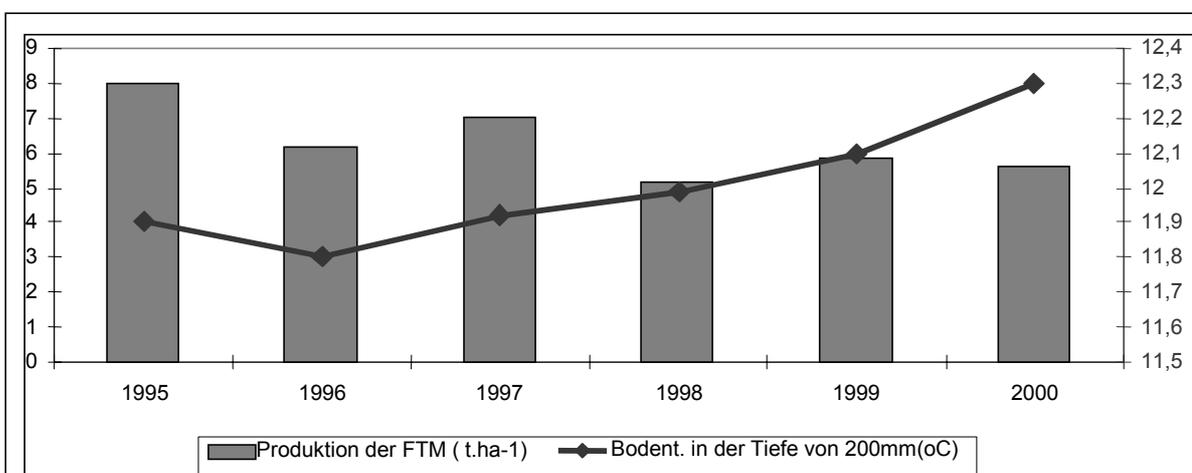


Abbildung 2: Mittelwerte der Bodenraumtemperaturen in der Tiefe von 50, 100 a 200 mm im Zeitraum von April bis Oktober Kameničky, Durchschnitt der Jahre 1995 - 2000



Faktor	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Niederschlagsmenge im Zeitraum von April bis Oktober (mm)	471,8	481,3	474,8	411,3	424,2	361,7
Durchschnittstemperatur im Zeitraum von April - Oktober (°C)	12,1	12,0	12,3	12,4	12,6	12,8

Abbildung 3: Gegenseitiger Vergleich des Verlaufes der Produktion der Futtertrockenmasse in Bezug auf den Bodentemperaturverlauf in der Tiefe von 200 mm (oben) und in Bezug auf die Bodenraumfeuchtigkeit (unten) in den Jahren 1995 – 2000 (Variante H<sub>2</sub> N<sub>90</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>)

# **Leistungspotential unterschiedlicher Grünlandnutzungssysteme in Abhängigkeit von Witterung, Bestandeszusammensetzung, N-Input und Bodenart – eine Simulationsstudie**

von

Michael Kelm, Antje Herrmann, Alois Kornher und Friedhelm Taube

**Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

## **1. Einleitung**

Mit steigenden tierischen Leistungen ist eine leistungsgerechte Rationsgestaltung wichtiger denn je. Erhebungen der LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001) belegen, dass erfolgreiche Milchvieh-Futterbaubetriebe Schleswig-Holsteins im Mittel eine um 1100 kg (FCM) höhere Milchmenge aus dem Grundfutter erzielen als weniger erfolgreiche Betriebe. Die Erzeugung qualitativ hochwertigen Grundfutters ist somit ein entscheidender Schlüssel zum Erfolg. In der Analyse grundlegender Zusammenhänge, die auf Ertrag und Futterqualität des Dauergrünlandes wirken, spielen Modelle eine zentrale Rolle, da sie eine Vielzahl von Faktoren und Interaktionen gleichzeitig erfassen können. Modelle stellen somit ein effektives Werkzeug für Forschung und Beratung dar und können den experimentellen Aufwand erheblich reduzieren. Im Gebiet der Landwirtschaftskammern Schleswig-Holstein, Hannover und Rheinland wird das vom Lehrstuhl Grünland und Futterbau an der CAU Kiel entwickelte Prognosemodell FOSIM (FORAGE SIMULATION) (KORNHER et al. 1991) im Rahmen der „Reifeprüfung Grünland“ zur Vorhersage des optimalen Schnitzeitpunktes von Primäraufwüchsen praxisüblicher Grünlandbestände eingesetzt. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, eine Modelloptimierung, basierend auf mehrjährigen Feldversuchsdaten, durchzuführen, die eine anschließende Simulation unterschiedlicher Grünlandnutzungssysteme unter Berücksichtigung von Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee), N-Düngung, Boden und Witterung ermöglicht.

## **2. Material und Methoden**

FOSIM besteht aus zwei Submodellen zur Berechnung des täglichen Ertragszuwachses bzw. der täglichen Qualitätsveränderungsraten, sowie Steuerfiles zur Vorgabe der Bestandes- und Standortcharakteristika und der zu simulierenden Nutzungsstrategie. Anhand der täglichen Wetterdaten für Tagesmitteltemperatur, Niederschlag, einfallender Globalstrahlung und potentiellen Raten der Evapotranspiration werden Ertragszuwachs und Veränderung von Qualitätseigenschaften in täglichen Schritten berechnet. Eine detaillierte Beschreibung des Modells findet sich bei KORNHER et al. (1991).

Die Modelloptimierung basiert auf Daten einer dreijährigen Untersuchung zur Ertragsbildung und Qualitätsveränderung von Gras- und Weißkleeergrasbeständen (WILHELMY, 1993), die auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm der Universität Kiel durchgeführt wurde. Weitere Prüffaktoren umfassten die N-Intensität (0 bis 480 kg N ha<sup>-1</sup>) sowie die Nutzungsfrequenz (3 bzw. 6 Schnitte/Jahr). Um die Extrapolation auf unterschiedliche Nutzungssysteme zu ermöglichen, wurden im Zuge der Modelloptimierung die Aufwüchse der 3- und 6-Schnittnutzung in Primär-, Sommer- und Herbstaufwüchse zusam-

mengefasst und für jede Kombination aus Bestandeszusammensetzung, N-Intensität und Jahreszeit gemeinsame Modellparameter zur Berechnung von TM-Ertrag, ADF- und Rohprotein (RP)-Gehalt ermittelt. Die Übereinstimmung von beobachteten und berechneten Werten wurde anhand des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$ , der Modelling Efficiency  $EF$  und des Root Mean Squared Error  $RMSE$  quantifiziert. Mit den ermittelten Modellparametern wurden anschließend die in Tab. 1 beschriebenen Szenarien simuliert, um die Effekte von N-Input, Bestandeszusammensetzung, Witterung und Bodeneigenschaften auf Ertrag und Qualität von Grünlandaufwüchsen unter variierten Nutzungshäufigkeiten zu analysieren.

Tab. 1: Versuchsfaktoren der simulierten Grünland-Nutzungsszenarien (H = Heunutzung, S = Silonutzung, W = Weidenutzung)

Nutzung		Bestand	N [kg ha <sup>-1</sup> ]	nFk [mm]	Jahr
W	simulierte Weidenutzung			60, 80 und	
SW	1 Siloschnitt – Abweide	Gras	0, 120,	120 mm	1983
SSW	2 Siloschnitte – Abweide	(G Ilo),	240, 360	(Gras);	1992
SSSW	3 Siloschnitte – Abweide	Weißklee–	und 480	45, 60 und	1996
HW	1 Heuschnitt – Abweide	gras (G II)	kg N ha <sup>-1</sup>	90 mm	1998

### HHW (WKG) \_\_\_\_\_ 2 Heuschnitte – Abweide

Für Silo- und Heunutzungen wurde das Erreichen von 29% bzw. 32% ADF als Qualitätsziel festgelegt. Für die simulierten Weidenutzungen wurde ein TM-Ertragsziel vorgegeben, das je nach N-Intensität und Jahreszeit zwischen 1,5 und 2,5 t TM ha<sup>-1</sup> variierte. Die Jahre 1983, 1992, 1996 und 1998 wurden ausgewählt, weil diese typische Witterungsextreme repräsentieren. 1983 und 1992 waren durch ausgeprägte Trockenperioden gekennzeichnet, während 1998 extrem niederschlagsreich war. 1996 war durch geringe Niederschlagsmengen und einen verzögerten Vegetationsbeginn charakterisiert. Unterschiedliche Standortverhältnisse wurden durch die nutzbare Feldkapazität (nFk) abgebildet, wobei angenommen wurde, dass Klee gras aufgrund der geringeren Wurzelmasse des Weißklee eine geringere Menge pflanzenverfügbaren Bodenwassers zur Verfügung steht. Simuliert wurden TM-Erträge, ADF- und Rohproteingehalte (RP) sowie Schnittzeitpunkte für jeden Aufwuchs. Die Energiekonzentration [MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM] wurde nach MENKE & STEINGASS (1987) aus dem ADF-Gehalt abgeleitet.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

**Modelloptimierung.** Sowohl für die Ertrags- als auch für die ADF- und RP-Berechnung wurde eine insgesamt gute Modellanpassung erzielt. In den mit Stickstoff gedüngten Varianten lagen die Werte für  $R^2$  und  $EF$  zwischen 0,8 und 0,94 (TM-Ertrag) bzw. zwischen 0,62 und 0,91 (Futterqualität). Die etwas schlechtere Modellanpassung für die Qualitätsparameter ist durch die größere Variation der beobachteten ADF- und RP-Werte zu erklären. Die Streuung im Datenmaterial ist auch die Ursache für die abfallende Güte der Modelloptimierung in der N<sub>0</sub>-Variante. Für die Primäraufwüchse konnte aufgrund der längeren Aufwuchsdauer und damit größeren Anzahl Beprobungen eine bessere Übereinstimmungen erzielt werden als für Sommer- und Herbstaufwüchse. Wurden die  $RMSE$ -Werte anhand der mittleren täglichen Ertrags- und Qualitätsveränderung während des Aufwuchszeitraumes in Tage umgerechnet, so ergab sich eine Prognosegenauigkeit von ± 2-4 Tagen (Frühjahrsaufwüchse) bzw. 3-5 Tagen (Sommer- und Herbstaufwüchse).

**Simulationen.** Aus den simulierten TM-Jahreserträgen (Tab. 2) geht hervor, dass die stärksten Effekte von der N-Düngungsintensität und der Jahreswitterung ausgingen. Die Effekte des Nutzungsregimes sowie der nutzbaren Feldkapazität des Bodens sind kon-

Tab. 2: Trockenmasse-Jahreserträge [ $t\ ha^{-1}$ ] verschiedener Grünland-Nutzungssysteme in Abhängigkeit von Bestandeszusammensetzung (Gras/Weißklee), N-Düngung, nutzbarer Feldkapazität (nFk) und Jahreswitterung (Prognosefehler in Klammern)

	Nutzungssystem						Mittel	
	HHW	SSSW	SSW	HW	SW	W		
Gras	7.94 (1.19)	7.59 (1.16)	7.51 (1.16)	7.47 (1.14)	7.33 (1.13)	6.99 (1.10)	7.47 (1.15)	
WKG	8.87 (1.21)	8.78 (1.17)	8.56 (1.16)	8.45 (1.18)	8.49 (1.16)	8.16 (1.11)	8.55 (1.17)	
kg N / ha	360-480	11.80 (1.57)	11.50 (1.59)	11.22 (1.55)	11.13 (1.48)	10.98 (1.51)	10.31 (1.46)	11.16 (1.53)
	240	10.22 (1.47)	9.84 (1.42)	9.58 (1.42)	9.54 (1.46)	9.43 (1.40)	8.84 (1.31)	9.58 (1.41)
	120	7.46 (1.21)	7.32 (1.19)	7.20 (1.19)	7.03 (1.13)	7.11 (1.16)	7.03 (1.16)	7.19 (1.17)
	0	4.15 (0.86)	4.05 (0.80)	4.14 (0.81)	4.14 (0.86)	4.11 (0.81)	4.11 (0.77)	4.12 (0.82)
nFk	120/90 mm	8.78 (1.25)	8.55 (1.21)	8.42 (1.21)	8.32 (1.21)	8.28 (1.20)	7.87 (1.15)	8.37 (1.21)
	80/60 mm	8.37 (1.19)	8.18 (1.16)	8.00 (1.16)	7.91 (1.15)	7.85 (1.13)	7.54 (1.10)	7.97 (1.15)
	60/45 mm	8.08 (1.15)	7.82 (1.12)	7.69 (1.11)	7.65 (1.11)	7.59 (1.10)	7.31 (1.06)	7.69 (1.11)
Jahr	1998	10.17 (1.46)	10.16 (1.43)	9.84 (1.42)	9.52 (1.39)	9.49 (1.36)	8.76 (1.28)	9.66 (1.39)
	1996	8.06 (1.15)	8.01 (1.13)	7.89 (1.13)	7.86 (1.14)	7.78 (1.14)	7.72 (1.12)	7.89 (1.14)
	1983	7.92 (1.11)	7.52 (1.06)	7.37 (1.05)	7.57 (1.07)	7.44 (1.07)	7.10 (1.03)	7.49 (1.06)
	1992	7.49 (1.08)	7.04 (1.03)	7.05 (1.04)	6.89 (1.02)	6.93 (1.00)	6.72 (0.99)	7.02 (1.03)
Mittel	8.41 (1.20)	8.18 (1.16)	8.04 (1.16)	7.96 (1.15)	7.91 (1.14)	7.57 (1.10)		

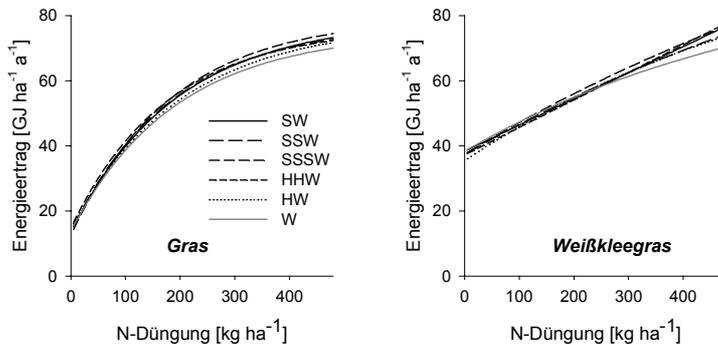


Abb. 1: Jahres-Energieerträge [ $GJ\ NEL\ ha^{-1}$ ] unterschiedlicher Nutzungssysteme in Abhängigkeit von der N-Düngung

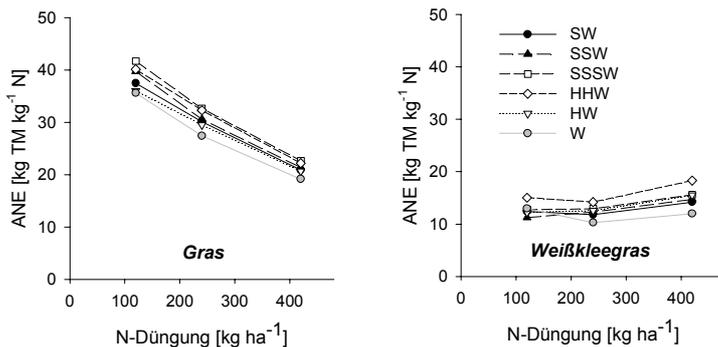


Abb. 2: Apparent N use efficiency (ANE) von Gras und Weißklee bei variierter Nutzungshäufigkeit in Abhängigkeit von der N-Düngung

sistent, jedoch vergleichsweise gering. Der N-Düngungseffekt auf Gras und Weißklee (Abb. 1) deckt sich mit anderen Arbeiten, die eine deutliche Überlegenheit von Mischbeständen bei niedrigen N-Intensitäten zeigen (LOISEAU *et al.*, 2001). Eine Steigerung des Jahresertrages mit späterem erstem Schnitt wurde u. a. von FRAME *et al.* (1989) für Gräserbestände und von REID (1986) für Mischbestände beobachtet. Die scheinbare N-Effizienz ANE (Abb. 2) weist für die Grasvariante sinkende Werte mit steigender N-Intensität aus, während Weißkleebestände aufgrund fast konstanter Grenzerträge konstant niedrige N-Effizienzen aufweisen.

Mit erhöhter Nutzungsfrequenz war die *ANE* generell reduziert. Niederländische Arbeiten (PRINS *et al.*, 1988; VELLINGA & ANDRE, 1999) fanden scheinbare N-Effizienzen von vergleichbarer Tendenz und Größenordnung. Die berechneten RP-Gehalte (nicht abgebildet) stehen ebenfalls im Einklang mit in der Literatur genannten Werten. Die zu erwartende Abnahme der RP-Gehalte mit verzögerter Nutzung (CALLOW *et al.*, 2001) wird ebenso wiedergegeben wie der von TAUBE *et al.* (1995) beobachtete erhöhte RP-Gehalt in Spätsommer- und Herbstaufwüchsen. Eine Limitierung der Aussagefähigkeit der mit FOSIM simulierten Ergebnisse ist jedoch durch die Tatsache gegeben, dass N-Umsetzungsprozesse im Boden, N-Aufnahme und N-Metabolismus in der Pflanze durch das Modell nicht kausal wiedergegeben werden. Eine Ableitung von Aussagen in Bezug auf N-Flüsse auf Schlag- oder Betriebsebene (z. B. N-Erträge, N-Salden, Gefahr der NO<sub>3</sub>-Auswaschung) sollte daher nur unter Vorbehalt erfolgen.

#### 4. Zusammenfassung

Es lässt sich festhalten, dass die weitgehend gute Modellanpassung und mit Literaturwerten übereinstimmende Simulationsergebnisse eine Verwendung des Modells zur Extrapolation auf verschiedene Grünland-Nutzungsstrategien erlauben. FOSIM kann daher als ein effizientes Werkzeug für Forschung und Beratung angesehen werden, mit dem sich der experimentelle Aufwand für eine Vielzahl von Fragestellungen erheblich vermindern lässt. Die Implementierung eines Modules zur Quantifizierung der Abhängigkeiten von Stickstoffversorgung und Ertrags- und Qualitätsentwicklung ist zur Zeit in Bearbeitung.

#### 5. Literatur

- CALLOW, M. N., J. E. BAKER & G. M. HOUGH. 2001. The effect of accumulation period and harvest date in spring on dry-matter yield and forage quality in mixed swards containing *Lolium spp.* and *Trifolium subterraneum* in Western Australia. *Grass and Forage Sci.* 56, 10-20
- RAME, J., R. D. HARKESS & M. TALBOT. 1989. The effect of cutting frequency and fertilizer nitrogen rate on herbage productivity from perennial ryegrass. *Research and Development in Agriculture*, 6(2), 99-105
- KORNHER, A., NYMAN, P. und F. TAUBE, 1991: Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Das wirtschaftseigene Futter* 37, 232-248.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN, ABTEILUNG BETRIEBSFÜHRUNG UND BERATUNG. 2001. Rinderreport 2001. Ergebnisse aus der Rinderspezialberatung in Schleswig-Holstein
- LOISEAU, P., J.-F. SOUSSANA, F. LOUAULT & R. DELPY. 2001. Soil N contributes to the oscillations of the white clover content in mixed swards of perennial ryegrass under conditions that simulate grazing over five years. *Grass and Forage Sci.* 56, 205-217
- MENKE, K.-H. & H. STEINGASS. 1987. Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. II. Regressionsgleichungen. *Übers. Tierern.* 15, 59-94
- PRINS, W. H., J. POSTMUS, A. M. REKER & B. RUITER. 1988. Nitrogen use on grassland in spring in the Netherlands and elsewhere in Europe: temperature sum, stage of growth, rate and source of nitrogen. *Neth. Fert. Techn. Bull.* 17 (1988)
- REID, D. 1986. The effects of frequency of cutting and nitrogen application rates on the yields from perennial ryegrass plus white clover swards. *J. Agric. Sci. Camb.* 107:3, 687-696
- TAUBE, F., M. WACHENDORF & A. KORNHER. 1995. Leistungsfähigkeit weißkleebasierter Produktionssysteme auf dem Dauergrünland Norddeutschlands. *Das Wirtschaftseigene Futter* 41, 28-42
- VELLINGA, T. & G. ANDRE. 1999. Sixty years of Dutch nitrogen fertilizer experiments. An overview of the effects of soil type, fertilizer input, management and of developments in time. *Neth. J. agric. Sci.* 47, 215-241
- WILHELMY, B. 1993. Untersuchungen zur Ertragsbildung und zur Veränderung ausgewählter Qualitätsparameter im Zuwachsverlauf von Grünlandbeständen in Abhängigkeit von der botanischen Zusammensetzung (mit/ohne Weißklee), der Stickstoffdüngung und der Nutzungshäufigkeit. Dissertation, Universität Kiel 1993

# Reifeprüfung Grünland – Einführung des Prognosemodells in Nordrhein-Westfalen

von

A. Herrmann, A. Kornher, P. Ernst\*, F.-J. Löpmeier<sup>#</sup>, und F. Taube

**Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau – der Christian-Albrechts-Universität Kiel**

**\*LK Rheinland, Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, Kleve**

**#Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Forschungsstelle Braunschweig**

## 1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten führten Fortschritte in der Rinderzucht und Tierernährung zu einem kontinuierlichen Anstieg der Milchleistung. Daraus resultieren steigende Ansprüche insbesondere an die Energiedichte des Grundfutters, die auf dem Dauergrünland im Mittel übers Jahr schwieriger zu befriedigen sind als über die Ackerfutterpflanzen Mais und Getreide. Vor diesem Hintergrund kommt dem optimalen Erntezeitpunkt von Grünlandbeständen eine entscheidende Rolle zu, da nur durch eine rechtzeitige, frühe Nutzung die für Hochleistungstiere erforderliche Energiekonzentration erzielt werden kann. Ein Instrument zur Prognose der Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Grünlandbeständen bietet das am Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der CAU Kiel entwickelte Modell *FOPROQ* (KORNHER et al. 1991, KORNHER and NYMAN 1992, HERRMANN et al. 2000). So konnte mit Einführung des Modelles in der sogenannten „Reifeprüfung Grünland“ im Kammergebiet Schleswig-Holstein und Hannover die Futterqualität deutlich gesteigert werden.

Ziel eines in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer Rheinland und dem Deutschen Wetterdienst durchgeführten Projektes ist es, die Erntezeitprognose für den Primäraufwuchs von Dauergrünlandbeständen für die Region Nordrhein-Westfalen zur Praxisreife zu entwickeln.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Datenbasis

Die Entwicklung eines Prognosemodells für den optimalen Erntezeittermin des Primäraufwuchses erforderte zunächst die Erarbeitung einer hinreichend großen Datenbasis, die der dann folgenden Modellkalibrierung zugrunde liegt. Um eine möglichst grosse Bandbreite unterschiedlicher Umwelten und deren Einflüsse auf die Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Dauergrünland zu erfassen, wurde auf 7 Standorten in verschiedenen Naturräumen Nordrhein-Westfalens (Niederrhein, Eifel, Bergisches Land, Hochsauerland) eine „Reifeprüfung Dauergrünland“ durchgeführt, s. Abb. 1 und Tab. 1.



Abb. 1. Versuchsstandorte, NRW.  
1 = Kleve (Riswick), 2 = Aachen, 3 = Kall-Keldenich, 4 = Dollendorf, 5 = Niederwette, 6 = Eslohe, 7 = Brakel

Hierzu wurde an den jeweiligen Standorten ein einheitlicher Versuch in Form einer ein-faktoriellen Blockanlage (N-Düngung mit 40 bzw. 80 kg N/ha) mit 4 Wiederholungen auf Praxisflächen (Ausnahme Kleve) angelegt. In Kleve wurde eine weitere Variante ohne mineralische N-Düngung auf einer Grünlandfläche mit höherem Weißkleeanteil hinzugefügt. In der Zeit von April bis Ende Mai wurden wöchentliche Beprobungen durchgeführt, wobei der Ertrag und die Futterqualität, charakterisiert über die Qua-litätsparameter Rohprotein, Rohfaser und Energiedichte, ermittelt wurden.

Tab. 1. Standortangaben, soweit verfügbar.

Standort	Versuchs-jahre	Höhenl- lage	Jahres-Ø- Temperatur (°C)	Jahresnie- derschlag (mm)	Boden- typ	Boden- art
Kleve	1996-2001	15	9,6	762	Auenboden	sL
Aachen	1996-1997					
Kall-Keld.	1996-1999	480				L
Dollendorf	2000-2001	420	8,0	800	Parabraunerde	sL
Niederwette	1996-2001	320	8,6	1200	Parabraunerde	sL
Eslohe	2000-2001	390	7,7	1105	Pseudogley- Braunerde	sL
Brakel	2000	190			Parabraunerde	uL

Kennzeichnend für die Zusammensetzung der Pflanzenbestände auf den Standorten Dollendorf und Niederwette war der geringe Anteil an Deutschem Weidelgras und der höhere Anteil an Wiesenfuchsschwanz. Der Standort Riswick wurde durch Deutsches Weidelgras dominiert, wies jedoch auch einen höheren Anteil an Gemeiner Rispe auf, wohingegen am Standort Eslohe neben dem Hauptbestandbildner Deutsches Weidel-gras höhere Ertragsanteile von Lieschgras auftraten.

## 2.2 Modellierung

Das Modell *FOPROQ* umfasst ein Ertrags- und ein Qualitätsmodul, wobei ersteres den täglichen TM-Zuwachs über das Produkt von vorhandener Biomasse und relativer Wachstumsrate berechnet. Der tägliche Zuwachs wird modifiziert über einen AGE-Index, der den Einfluß der Alterung beschreibt, und einen Wachstumsindex, der den Einfluß der Umweltfaktoren Temperatur, Strahlung und pflanzenverfügbares Boden-wasser zusammenfasst. Der Beeinflussung durch Management und Bestandescharakte-ristika, wie botanischer Zusammensetzung und Bestandesdichte, wird über die Startwer-te von vorhandener Biomasse und relativer Wachstumsrate zu Vegetationsbeginn Rech-nung getragen. Das Qualitätsmodell beruht auf der Annahme, dass sich die Futterquali-tät graduell im Vegetationsverlauf verändert. Die tägliche, auf dem Einfluß von Um-weltfaktoren beruhende Veränderung der Futterqualität wird berechnet über tägliche Umweltveränderungsraten für die Faktoren Temperatur, Tageslänge, Einstrahlung und pflanzenverfügbares Bodenwasser. Durch Multiplikation erhält man die tägliche Ge-samt-Umweltveränderungsrate, die über die Zeit akkumuliert wird, und mittels einer Schwellenwert-Respons-Funktion zu einem bestimmten Futterqualitätsparameter in Be-ziehung gesetzt werden. Basierend auf Zuwachserhebungen, Messungen der entspre-chenenden Qualitätsveränderungen und den zugehörigen Witterungsdaten werden die be-standesspezifischen Parameter des Ertrags- bzw. Qualitätsmoduls mittels eines dem Modell angegliederten Optimierungsverfahrens für die jeweiligen Genotypen, Bestände oder Aufwüchse ermittelt. Die Güte der Modellanpassung wird anhand des Bestimmtheitsmaßes sowie des Root Mean Square Errors (RMSE) charakterisiert.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Optimierung der Modellparameter wurde zunächst für die einzelnen Naturräume getrennt nach extensivem (0 bzw. 40 kg N/ha) und intensivem (80 kg N/ha) N-Düngungs niveau vorgenommen. Da der Einfluß der N-Düngung auf die Qualitätsparameter Rohfasergehalt und Energiedichte als nicht besonders bedeutsam angenommen werden kann, wurde für beide N-levels in einem weiteren Schritt eine gemeinsame Parameterschätzung durchgeführt. Das mit 80 kg N/ha insgesamt eher als niedrig anzusehende N-Düngungs niveau erlaubte diese Vorgehensweise auch für den Rohproteingehalt. Für die Standorte des Hochsauerlandes wurde aufgrund des geringen Datenumfanges zunächst noch keine Modelloptimierung durchgeführt.

Tab. 2. Maßzahlen zur Güte der Modellanpassung des TM-Ertrages (g/m<sup>2</sup>).

Naturraum	n	B	RMSE
Eifel & Bergisches Land, extensiv	70	0.78	84.2
Eifel & Bergisches Land, intensiv	55	0.81	84.5
Kleve, extensiv	35	0.71	90.4
Kleve, intensiv	29	0.85	67.2

Die Ergebnisse der Modelloptimierung für den TM-Ertrag (Tab. 2) belegen für alle drei Naturräume eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen beobachteten und gemessenen Daten. Die simulierten Zuwachskurven weisen plausible Verläufe auf, die nur bei wenigen Jahr x Standort Kombinationen größere Abweichungen aufweisen. So konnte der aufgrund niedriger Temperaturen verspätete Vegetationsbeginn im Versuchsjahr 1996 insbesondere für die Standorte der Eifel, aber auch für den Naturraum Bergisches Land nicht korrekt nachvollzogen werden. Ursachen für die ungenügende Modellanpassung einzelner Datensätze sind sicherlich zum einen dadurch begründet, dass es sich bei den Versuchsflächen um Praxisbestände und keine Neuansaaten handelte. Die höhere Inhomogenität dieser Bestände zeigte sich vor allem in den extensiv gedüngten Varianten, was in der Modelloptimierung in etwas geringeren Bestimmtheitsmaßen bzw. höheren mittleren Fehlern resultierte. Desweiteren konnten die für das Modell erforderlichen Wetterdaten (Tagesmitteltemperatur, Niederschlag, Globalstrahlung, potentielle Evapotranspiration nach Haude) nicht an allen Standorten vor Ort aufgezeichnet werden, was eine weitere Fehlerquelle für die Modelloptimierung mit sich führt.

Tab. 3. Maßzahlen zur Güte der Modellanpassungen von Rohfasergehalt (%), Rohproteingehalt (%) und Energiekonzentration (MJ NEL/kg TM).

Naturraum	n	Rohfasergehalt		Rohproteingehalt		Energiedichte	
		B	RMSE	B	RMSE	B	RMSE
Eifel & Bergisches Land, intensiv u. extensiv	125	0.75	2.27	0.57	3.56	0.77	0.28
Kleve, intensiv u. extensiv	64	0.76	1.91	0.61	2.29	0.71	0.26

Die Parameterschätzung für die Qualitätsparameter Rohfasergehalt und Energiedichte weist ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse auf, mit plausiblen Verläufen und tolerierbaren mittleren Fehlern. Größere Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten Werten traten, wie schon bei der Simulation des Ertrages, für die Eifel-Standorte im Jahr 1996 auf, s. Tab. 3 und Abb. 2. Ein etwas anderes Bild ergab sich für die Modellanpassung des Rohproteingehaltes mit deutlich niedrigeren Bestimmtheitsmaßen und er-

höhtem Fehler. Auch eine getrennte Verrechnung von extensiven bzw. intensiven N-Düngungsvarianten führte zu keiner deutlichen Verbesserung der Modellanpassung, d.h. Verringerung der Streuung. Im Hinblick auf eine Erntezeitprognose ist dies jedoch nicht überzubewerten, da der Rohfasergehalt und die Energiedichte eindeutig die primären Zielgrößen darstellen.

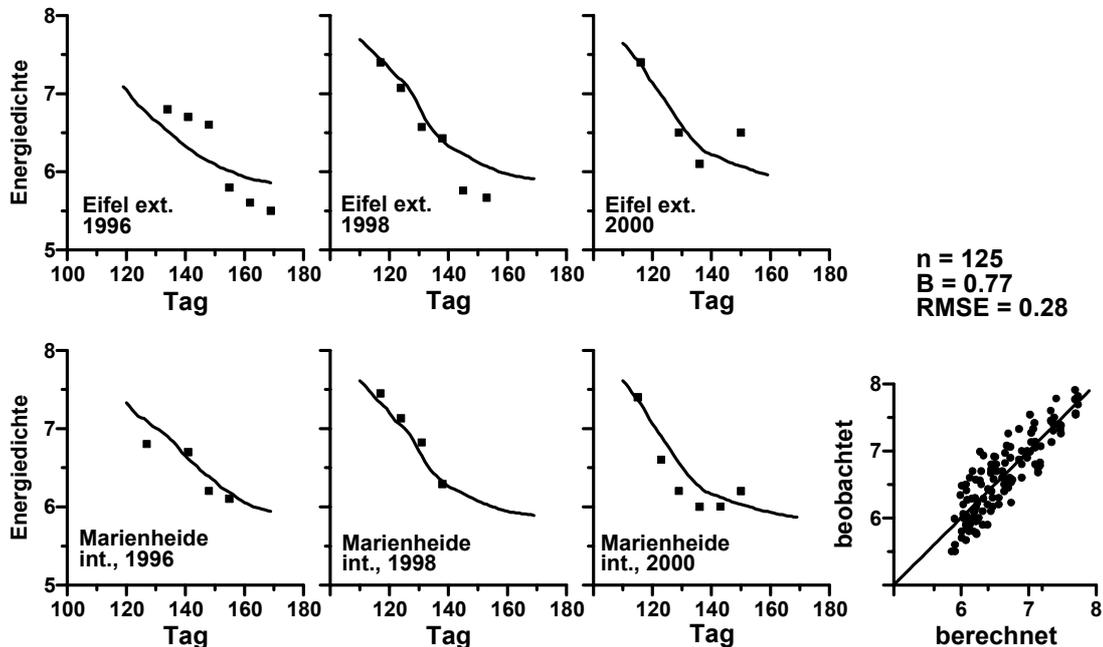


Abb. 2. Modellkalibrierung zur Energiedichte (MJ NEL/kg TM), Naturraum Eifel und Bergisches Land (Symbole: beobachtete Werte, Linien : berechnete Daten).

#### Ausblick

Die in diesem Jahr erstmalig für ausgewählte, repräsentative Standorte durchgeführte Erntezeitvorhersage mittels des Modells *FOPROQ* ist der erste Schritt im Hinblick auf eine flächendeckende Einführung des Prognosemodells in NRW. Mit den Daten der Reifeprüfung wird als nächstes eine Validierung des Modells erfolgen, bevor in Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst eine Regionalisierung durchgeführt wird. Neben der Weiterentwicklung der Erntezeitprognose für Dauergrünlandbestände ist eine entsprechende Applikation des Modells für Ackerfuttergras derzeit in Bearbeitung.

#### Literatur

- HERRMANN, A., KORNER, A. und F. TAUBE, 2000: Modellierung der Ertragsbildung und Qualitätsdynamik von Futterpflanzen – aktuelle Arbeiten am Lehrstuhl Grünland und Futterbau. In: 44. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 23.-26. August 2000 in Kiel, Wiss. Fachverlag, Giessen, 193-196.
- KORNER, A. and P. NYMAN, 1992b: Beschreibung eines Computermodelles zur Berechnung von Zuwachs und Ertrag sowie von Qualitätsveränderung und Qualität von Grünlandaufwüchsen. Rapport Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Universität Kiel.
- KORNER, A., NYMAN, P. und F. TAUBE, 1991: Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. Das wirtschaftseigene Futter 37, 232-248.

# **Einfluss der ökologischen Wirtschaftsweise auf die Energie- und Rohproteinversorgung von Milchkühen – speziell am Beispiel von Allgäuer Grünlandbetrieben mit rauhfutterbetonter Fütterung**

von

Patricia Seele<sup>\*</sup>, Ueli Hartwig<sup>\*</sup>, Herbert Steingäß<sup>\*\*</sup> und Ulrich Thumm<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim

<sup>\*\*</sup>Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim

## **1. Einleitung**

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Untersuchungen der Milchviehfütterung auf Allgäuer Grünlandbetrieben die nach den Gesichtspunkten der ökologischen Anbauverbände Bioland und Naturland wirtschaften.

Charakteristisch für diese Betriebe ist die rauhfutterbetonte Fütterung, da aufgrund der Standortverhältnisse energiereiches Ergänzungsfuttermittel nicht selbst erzeugt werden kann. Daher erfolgt ein Kraftfuttereinsatz nur sehr verhalten, manche Betriebsleiter verzichten sogar völlig auf dessen Einsatz.

Wie STEINWIDDER und GRUBER 2001 erarbeitet haben, kann es, bedingt durch diese mengenmässigen Beschränkungen, sowie die im Vergleich zur konventionellen Produktion deutlich höheren Kosten für Biokraftfutter, bei hochleistenden Milchkühen zu einer deutlichen energetischen Unterversorgung kommen. Zusätzlich stehen zur Proteinversorgung überwiegend Komponenten mit einer relativ hohen Proteinabbaubarkeit im Pansen zur Verfügung. Mit steigender Leistung kann es daher in der nXP-Versorgung, ohne gleichzeitige Überschreitung der RNB, zu Problemen kommen.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Regionale Daten**

Lage: Bayerisches Allgäu

Klima: ⇨ durchschnittliche Jahrestemperatur: 6 – 7° C

⇨ durchschnittlicher Jahresniederschlag: 1 100 – 1 400 mm/Jahr

Höhenlage: 700 - 750 m ü. NN

Vorherrschende Bodenart: Schluffiger Lehm aus würmeiszeitlicher Moräne

Typische Vegetation: *Lolio-Cynosuretum*

### **2.2 Betriebsdaten**

Befragt wurden 16 ausgewählte Betriebe. Schwerpunkte waren die Bereiche Fütterung, Milchleistung und -qualität, Tierhaltung, Tierhygiene und Grünlandwirtschaft. Ökologische Wirtschaftsweise wird in diesen Betrieben längstens seit 1978 und kürzestens seit 1999 praktiziert. Der grösste Teil der Milch wird aus dem Grundfutter (Gras im Sommer, Heu bzw. Grassilage im Winter) gewonnen.

Die Betriebe liegen im gesamten Allgäu. Das Gelände ist nur zum Teil eben, sehr häufig wellig bis hängig, einzelne Flächen befinden sich sogar im Steilhang. Das Grünland wird mindestens 2,5 und höchstens 5 mal geschnitten, durchschnittlich etwa 3,9 mal. Die durchschnittliche Betriebsgrösse liegt bei 36,6 ha wobei untere (18,9 ha) und obere Grenze (58 ha) relativ weit auseinander liegen. Die Grünlandnutzung der

befragten Betriebe ist unterschiedlich. Priorität hat die Mähweide mit 17,1 ha (0 ha bis 31 ha). An zweiter Stelle steht die Wiese mit 10,6 ha. Die Spannweite ist ebenfalls sehr groß und liegt zwischen 1,4 ha und 28 ha. Am wenigsten Fläche steht mit 8,16 ha für die Weide zur Verfügung (0 ha bis 21 ha).

Die meisten Betriebe bieten ihrer Milchviehherde Weidegang für durchschnittlich 161 Tage, wobei die Portionsweide von 11 der 16 befragten Betriebsleitern favorisiert wird. Zwei Betriebe wirtschaften ohne Weidegang die anderen bevorzugen Umtriebs-, bzw. Standweide.

Durchschnittlich hält jeder Betrieb 29,2 Milchkühe mit einer gemittelten Jahresleistung von 6 177 kg, bei 4,11% Fett und 3,45% Eiweiß.

### 2.3 Probenahme und Analyse des Grundfutters

Zur Erfassung der Grundfutterqualität dieser Betriebe, wurden insgesamt 41 Heu- und 19 Silageproben der Ernte 2001 gezogen und auf RP, Energiegehalt und Mineralstoffe analysiert (VDLUFA- Methoden).

### 2.4 Botanische Bestandsaufnahme

Auf jedem Betrieb wurde jeweils eine eher schnittbetonte und eine weidebetonte Fläche nach der Methode KLAPP/STÄHLIN bonitiert. Die Aufnahmen fanden im Zeitraum von 30.04.02 bis 06.05.02 statt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Einige Ergebnisse der Betriebsbefragung

Von den befragten Betriebsleitern verzichteten 4 völlig auf den Einsatz von Kraftfutter.

Die durchschnittliche Herdenleistung dieser Betriebe liegt bei 5 936 kg/Kuh und Jahr, wobei die Spannbreite von 5 090 kg/Kuh und Jahr bis 7263 kg/Kuh und Jahr liegt und somit der tatsächlichen Grundfutterleistung entspricht.

Die Milchleistung der Tiere die mit Kraftfutter versorgt werden liegt mit 6 257 kg deutlich höher (5 253 kg bis 7 126 kg).

Pro Jahr werden pro Betrieb etwa 144 dt an Kraftfutter mit einem Energiegehalt von 6,7 MJ NEL zugekauft.

Bei den Milch Inhaltsstoffen zeigen sich daher gewisse Unterschiede. Während der Fettgehalt bei Betrieben ohne Kraftfutareinsatz mit 4,09% (3,82 % bis 4,33%) nicht sehr deutlich von dem derer mit Kraftfutareinsatz (4,12%) abweicht (3,7% bis 4,49%), ist die Differenz beim Eiweiß mit 3,39% (3,01% bis 3,58%) und 3,51% (3,37% bis 3,67%) grösser (Tabelle 1).

Tabelle 1: Milchleistung und –qualität in Betrieben mit und ohne Kraftfutareinsatz

	Mit Kraftfutter <sup>2</sup> N= 12	Ohne Kraftfutter N= 4
Milchleistung kg <sup>1</sup>	6 257	5 936
Milchleistung FCM	6 371	6 026
Fett % <sup>1</sup>	4,12	4,09
Eiweiß % <sup>1</sup>	3,51	3,39
Kraftfutter kg / Kuh und Jahr	493	-
Theoretische Grundfutterleistung	5 196	6 026

1: Gemittelte Werte der Milchwirtschaftsjahre 98/99, 99/00, 00/01

2: Unterstellter MEZW: 1175 kg

Der niedrigere Milcheiweißgehalt in Betrieben ohne Kraftfutareinsatz kann auf einem Energiemangel beruhen. Die mikrobielle Proteinsynthese befriedigt hier nicht.

Ein höherer Eiweißgehalt in der Milch deutet hingegen auf eine bessere Energieversorgung der Pansenmikroben hin und es kann eine höhere Gesamtproteinmenge am *Duodenum* resorbiert werden (JEROCH et al. 1999).

### 3.2 Analyseergebnisse der Futterproben

Tabelle 2: Durchschnittliche Rohproteingehalte und Energiedichten von Dürrfutter

	1.Aufwuchs N= 20	2.Aufwuchs N= 14	3.u.4.Aufwuchs N= 7
<b>Rohprotein %</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>18,4</b>
s	2,2	1,4	2,2
Min.-Max	5,9 - 16,3	12,5 - 17,5	15 - 20,6
<b>Energie MJ NEL</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6,3</b>
s	0,4	0,29	0,25
Min.-Max	5 - 6,8	5,6 - 6,4	5,7 - 6,6

Tabelle 3: Durchschnittliche Rohproteingehalte und Energiedichten von Silage

	1.Aufwuchs N= 8	2.Aufwuchs N= 4	3.u.4.Aufwuchs N= 7
<b>Rohprotein %</b>	<b>16,1</b>	<b>16,3</b>	<b>18,3</b>
s	2,68	2,39	1,96
Min.-Max	11,8 - 22	13,3 - 20	15,3 - 20,9
<b>Energie MJ NEL</b>	<b>6,2</b>	<b>5,4</b>	<b>5,9</b>
s	0,39	0,6	0,4
Min.-Max	5,7 - 6,5	4,9 - 6,4	5,4 - 6,5

Wie aus den Tabellen 2 und 3 ersichtlich ist, sind die Energiegehalte, unabhängig davon ob ein Kraftfuttereinsatz erfolgt oder nicht, auf hohem Niveau, wobei das Dürrfutter durchschnittlich sogar höhere Energiegehalte aufweist. Diese hohe Futterqualität ist unter anderem das Resultat optimaler Konservierungstechnik. Das Management der Dürrfutterbereitung zeichnet sich vor allem durch kürzere Feldliegezeiten aus. Alle 16 Betriebe verfügen über Heubelüftungsanlagen und können das Erntegut bei Bedarf unter Dach nachtrocknen.

Die Futterqualitäten der Einzelbetriebe schwanken zum Teil aber ganz erheblich. Ausschlaggebend für die Heu- bzw. Silagequalität sind die botanische Zusammensetzung, der Schnitzeitpunkt, sowie die Werbungs- und Konservierungstechnik (VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987)

Beim Vergleich der Dürrfutterqualitäten der Betriebe mit und ohne Kraftfuttereinsatz, ergeben sich in den Energiegehalten keine Unterschiede.

Die Rohproteingehalte im Futter derer Betriebe die in ihrer Ration auf Kraftfutter verzichten sind allerdings leicht höher (Tabelle 4).

### 3.3 Artenzusammensetzung des Grünlandes

Die Bestandeshöhen betragen zur Zeit der Aufnahme zwischen 15 und 20 cm. Entwicklungsstadium von *Taraxacum officinale* blühend, *Alopecurus pratensis* und *Anthoxantum odoratum* ebenfalls blühend, *Lolium perenne* teilweise im Schossen.

Tabelle 4: Dürrfutterqualität in Betrieben mit, bzw. ohne Kraftfuttereinsatz

	1.Aufwuchs		2.Aufwuchs	
	Mit KF N= 14	Ohne KF N= 6	Mit KF N= 10	Ohne KF N= 4
Rohprotein %	12,2	11,4	13,8	14,5
Energie MJ NEL	5,9	6	6,1	5,9

Die Anteile an Gräsern, Kräutern und Leguminosen entsprechen mit 62% : 28% : 11% bei den schnittbetonten Flächen denen der untersuchten Weiden ( 60% : 30% : 10%).

Gewisse Unterschiede gibt es allerdings beim Flächenvergleich der beiden unterschiedlichen Betriebsstrategien. Die Ertragsanteile der drei Artengruppen auf den Weideflächen der Kraftfutterbetriebe unterscheiden sich mit 60%: 30%: 10% nicht von denen der Betriebe ohne Kraftfutter. Die schnittbetonten Flächen der Betriebe mit grundfutterbetonter Fütterung weisen mit 29% allerdings um 3% mehr Kräuter auf, bei den Leguminosen dagegen mit 10% um 2% weniger. Der Gräseranteil unterscheidet sich mit 62% im Gegensatz dem der Flächen der Kraftfutterbetriebe (63%) kaum.

Die Weiden waren teilweise stark strapaziert was an der oft lückigen Grasnarbe und typischen Lückenfüllern wie *Poa annua*, *Rumex obtusifolius* und *Bellis perennis* erkennbar war.

#### 4. Schlussfolgerung

Insgesamt lässt sich, aufgrund betriebsspezifischer Unterschiede im Management, eine sehr grosse Schwankungsbreite in allen untersuchten Parametern feststellen.

Ein Pauschalurteil ist daher nicht möglich und es kann nach Betrachtung der Futterqualitäten nicht grundsätzlich von einem hohen Rohprotein-/Energieverhältnis gesprochen werden.

#### 4. Literatur

JEROCH H., DROCHNER W., SIMON O., 1999: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 438

STEINWIDDER A. und GRUBER L., 2001: Einfluss der biologischen Wirtschaftsweise auf die Energie- und Rohproteinversorgung von Milchkühen – Modellkalkulationen auf Basis neuer gesetzlicher Normen. Die Bodenkultur, *Sonderdruck*, WUV-Universitätsverlag, 52. Band/Heft 1/ Mai 2001, 72

VOIGTLÄNDER G. und JACOB H., 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 387 ff

# Naturalerträge und ökonomische Bewertung der extensiven Grünlandbewirtschaftung im Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Osterfeiner Moor“

J. Müller und J. Strodthoff

## 1 Einleitung

Das Hauptziel des Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens „Osterfeiner Moor“ (EEVOM) besteht darin, beispielhaft einen gangbaren Kompromiss zwischen nachhaltiger landwirtschaftlicher Ressourcennutzung sowie dem biotischen und abiotischen Ressourcenschutz zu erarbeiten (Anonymus, 1998). Bei dem Projektgebiet handelt es sich um ein ca. 180 ha großes Niedermoorareal nördlich des Dümmers, welches ungeachtet einer zunehmend intensivierten landwirtschaftlichen Nutzung noch immer von erheblicher avifaunistischer Bedeutung ist (Belting & Helbig, 1985).

Aufgabe des landwirtschaftlichen Monitorings und Gegenstand vorliegender Untersuchungen war es, die wirtschaftliche Ertragsfähigkeit der extensivierten landwirtschaftlichen Flächennutzung in der ersten Projektphase zu erfassen und im Hinblick auf das Integrationsziel zu bewerten. Im Folgenden werden mit der Mutterkuhhaltung und der Färsenaufzucht die zwei regional bedeutendsten Verfahren der Flächenverwertung analysiert.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Naturalerträge

Zum Zweck der Bestimmung der Grünlanderträge wurden in den Jahren 1999 bis 2001 im Projektgebiet umfangreiche Daten sowohl auf Praxisflächen als auch auf Versuchspartzellen erhoben. Seit 1998 sind die Naturschutzziele durch nachfolgende, in den Pachtverträgen fixierte Bewirtschaftungsrestriktionen verfolgt worden: Verzicht auf jegliche Düngungs- u. Pflanzenschutzmaßnahmen, keine Grünlandpflege (Schleppen und Walzen) im Frühjahr, Schnittnutzung nicht vor dem 15.06., Beweidung mit einer maximalen Besatzdichte von 2 Tiere/ha bis zum 20.06.

**Tab. 1: Angewandte Methoden zur Feststellung des Nettoenergieertrages**

Nutzungsart	Versuchsflächen	Wirtschaftsflächen
<b>Schnitt</b>	Beprobungen, TM-Bestimmung und Analyse der Energiekonzentration des Grüngutes (ELOS), Abzug verfahrensabhängiger Energieverluste nach Standard-Richtwerten	Erntemengenerhebung, TM-Bestimmung und Analyse der Energiekonzentration am Konservat (ELOS), verfahrensabh. Verluste schon enthalten
<b>Weide</b>	indirekte Methode: permanente Tierwiegungen, Kalkulation des energetischen Bedarfs nach WEIßBACH (1993), Projektion auf die Weidefläche	indirekte Methode: Probewiegungen zum Auf- u. Abtrieb, Kalkulation des energetischen Bedarfs nach WEIßBACH (1993), Projektion auf die Weidefläche

Die Methodik der Naturaldatenerfassung unterschied sich je nach Nutzungsart und Flächenstatus (siehe Tab. 1).

Notwendig war die Beschreibung der auflagenfreien Referenzsituation. Diese wurde durch Rückgriff auf regionale Daten vergleichbarer auflagenfreier Flächen sowie durch Heranziehen entsprechender Versuchsvarianten aus den Parzellenversuchen gewonnen.

## 2.2 Ökonomische Bewertung

Die ermittelten Naturalerträge wurden anhand von Deckungsbeitragsrechnungen monetär bewertet. Der Deckungsbeitrag definiert sich als Differenz zwischen dem Markterlös und den entstandenen proportionalen Spezialkosten.

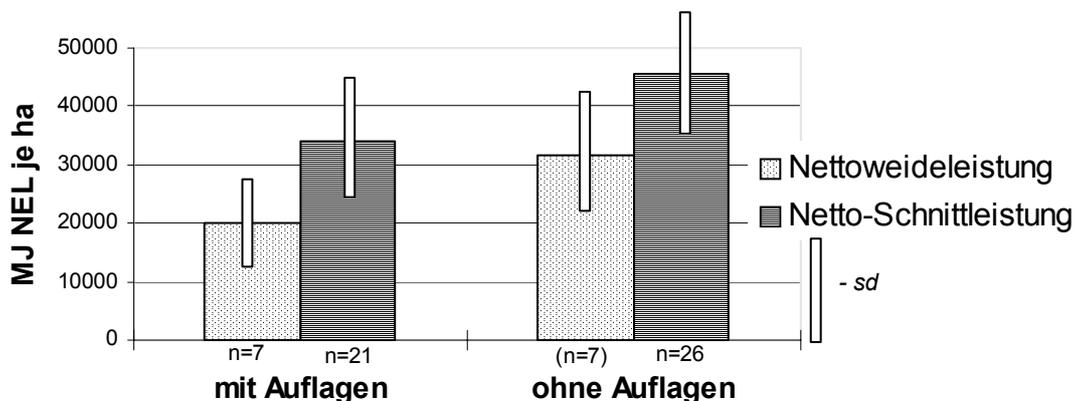
Die Erträge des Grünlandes in Form der produzierten Futtermittel Gras, Heu und Grassilage werden in der Deckungsbeitragsrechnung mit deren Kosten bewertet. Der Nutzen dieser betrieblichen Binnenprodukte erschließt sich erst in den Produktionsverfahren, die das Gras, Heu und Grassilage nutzen, wie in der Mutterkuhhaltung oder in der Färsenaufzucht.

Im Süddoldenburger Raum besteht infolge hoher Viehdichten ein starker Flächendruck, so dass sich Pachtpreise für private landwirtschaftliche Nutzflächen auf höchstem Niveau bewegen. Demgegenüber werden die sich in öffentlicher Hand befindenden und mit Naturschutzaufgaben versehenen Projektflächen pachtfrei vergeben. Da der Unterschied zwischen privatem Grünland und den Naturschutzflächen der öffentlichen Hand in seinen ökonomischen Konsequenzen herausgearbeitet werden sollte, flossen die Opportunitätskosten der Flächennutzung in die Berechnung der Grundfutterkosten mit ein.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Naturalerträge

Mit Ausnahme der Variante ‚Weideleistung ohne Auflagen‘, bei deren Berechnung abgesicherte Daten zur authentischen Lebendmassezunahme fehlten, beruhen alle anderen Daten auf direkten Erhebungen.



**Abb. 1: Leistungspotenzial des Niedermoorgrünlandes in Abhängigkeit von der Auflagensituation und der Nutzungsart (1999-2000)**

Infolge der fehlenden Düngung verzögert sich auf den Naturschutzflächen der erste Aufwuchs, so dass sich die Netto-Schnitterträge im Mittel um ca. 25% verringern (Abb.1). Futterqualitäts-Parameter wie die Gehalte an Rohprotein, Rohfaser und Energie des Schnitffutters verschlechtern sich ebenfalls (Tab. 2).

Kann schon auf den Referenzflächen lediglich Futter für die Milchviehhaltung auf unterem Qualitätsniveau erzeugt werden, so ist das Futter aufgrund zu geringer Energiegehalte für die Fütterung von Milchvieh in aller Regel ungeeignet.

**Tab. 2: Qualitätsparameter der Primäraufwüchse im 2-jährigen Mittel**

Qualitätsparameter	ohne Auflagen	mit Auflagen	n	sd
Tage nach dem 1. Mai	30	51		
Rohprotein [%]	15.8	13.7	21	2.20
Rohfaser [%]	23.5	26.7	21	2.13
<b>Energiegehalt [MJ NEL/kg T]</b>	<b>6.1</b>	<b>5.7</b>	21	0.46

Die Restriktion der Besatzdichte auf zwei Tiere je Hektar bis zum 20. Juni verursacht hohe Weideverluste, die sich in der Differenz der Nettoenergieerträge Schnitt und Weide niederschlagen. Ein Großteil des Futters wird zum einen niedergetreten, zum anderen überaltert es und muss gemulcht werden. Obgleich die Futterqualitäten auf den Standweiden durch die Unterbeweidung im Sommer stark abnehmen, konnten die Weidetiere infolge individueller Futterselektion gute Futterqualitäten und folglich Zunahmen realisieren (Strodthoff & Isselstein 2001). Somit kann davon ausgegangen werden, dass bzgl. der Futterqualität für das Weidetier keine Unterschiede zwischen den Varianten ohne und mit Naturschutzauflagen bestehen.

### 3.2 Deckungsbeiträge

Auf der Grundlage der Naturaldatenerfassung sowie den direkt von den Landwirtschaftsbetrieben im Projektgebiet aufgenommenen Kostenpositionen wurden zunächst die Deckungsbeiträge der ortsüblichen Verfahren 'Extensive Standweide' (siehe Tab.3) und Zweischnitt-Wiese errechnet. Das Produktionsverfahren 'Extensive Standweide' weist in beiden Varianten - ohne und mit Auflagen - geringe Kosten auf, wenn man die Opportunitätskosten Fläche außer Betracht lässt. Mit 0,04 €/10 MJ NEL ist das Verfahren ohne Auflagen noch um einen halben Cent je Energieeinheit günstiger als auf den Projekt-Flächen. Da die Projekt-Flächen jedoch pachtfrei an die Landwirte abgegeben werden, wird die Beweidung dort relativ günstiger, denn die Kosten auf den privaten Flächen steigen auf 0,09 €/10 MJ NEL. Ähnlich verhält es bei der Zweischnitt-Wiese. Aufgrund des Pachtansatzes von 205,- € verteuert sich das Grünfutter der privaten Vergleichsflächen auf 0,09 €/10 MJ NEL, im Projekt-Gebiet sind es lediglich 0,06 €/10 MJ NEL.

**Tab. 3: Deckungsbeitragsrechnung ‚Extensive Standweide‘ (Auszug)**

	Einheit	ohne Auflagen	mit Auflagen
<b>Nettoweideleistung</b>	MJ NEL/ha	31774	20083
SUMME Direktkosten	€/ha	32.34	15.34
SUMME var. allg. Maschinenkosten	€/ha	57.81	55.96
BG-Beitrag	€/ha	3.45	3.45
Zinsanspruch	€/ha	1.64	1.31
<b>DB A: Summe allg. var. Kosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>95,24</b>	<b>76.06</b>
<b>DB A: Kosten je Energieeinheit</b>	<b>€/10 MJ NEL</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>
Pachtansatz Fläche	€/ha	205.00	0.00
<b>DB B: SUMME allg. var. Kosten inkl. Pachtansatz Fläche</b>	<b>€/ha</b>	<b>300.24</b>	<b>76.06</b>
<b>DB B: Kosten je Energieeinheit</b>	<b>€/10 MJ NEL</b>	<b>0.09</b>	<b>0.04</b>
Akh	Akh/ha	7.93	4.76

Entsprechende Kalkulationen liegen auch für die Färsenaufzucht vor. Demnach gewährt die Haltung der Färsen im Projekt-Gebiet bei Nullpacht einen Deckungsbeitrag von 25 € je Färse. Dies kommt einer Entlohnung der eingesetzten Arbeitskraftstunde von knapp

4 € gleich. Auf privaten Grünlandflächen werden bei heutigen Preisen sogar negative Deckungsbeiträge erwirtschaftet.

Das im EEVOM-Gebiet erzeugte Futter kann jedoch aufgrund der geringen Qualitäten keine Verwendung in der Milchviehfütterung finden. Für die Nutzung der Aufwüchse treten Aufzuchtfernen und Mutterkühe anstelle der Milchkühe. Die Mutterkuhhaltung stellte sich auf Grünlandflächen in privater Hand als unrentabel dar. Ursache hierfür sind vor allem die hohen Opportunitätskosten für die Fläche. Eine Entlohnung der Arbeitskraft von weniger als 6,00 € je benötigte Akh kann nicht als nachhaltig angesehen werden.

Demgegenüber ist die Mutterkuhhaltung auf Flächen in der öffentlichen Hand wie im Projekt-Gebiet wirtschaftlich interessanter. Mit einer Entlohnung von knapp 10 € je Akh kann ein wesentlicher Einkommensbeitrag erwirtschaftet werden.

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

Mit der Mutterkuhhaltung konnte auf den Projektflächen in den ersten 3 Jahren nach Inkrafttreten der Naturschutz-Auflagen am ehesten ein positiver Einkommensbeitrag erwirtschaftet werden. Diesem Verfahren dürfen jedoch weder hohe Fixkosten noch zusätzliche Quotenkosten aufgebürdet werden.

Die Ergebnisse lassen noch keine äquivalenten Rückschlüsse auf die zukünftige Wirtschaftlichkeit der Grünlandnutzung im Projektgebiet zu. Bereits bei einer Verkürzung der Weideperiode aufgrund von Wiedervernässungsmaßnahmen um 8 Wochen und entsprechend längerer Winterfütterung würde Modellrechnungen zufolge bei ansonsten gleichen Bedingungen der Deckungsbeitrag je Mutterkuh um über 46,- € sinken.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine Nutzungskontinuität der Projektflächen dann am sichersten zu gewährleisten ist, wenn die Bewirtschaftungserschwer-nisse moderat bleiben und die Wertschöpfung durch eine verbesserte Vermarktung erhöht werden kann.

#### **Literatur**

ANONYMUS, 1998: Antrag auf Wissenschaftliche Begleitung zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Osterfeiner Moor“. IBL, i.d.F. vom 16.02.1998, Oldenburg

BELTING, H., und A. HELBIG, 1985: Die Bedeutung des Osterfeiner Moores am Dümmer für die Vogelwelt. Seevögel, 6, 113-121.

STRODTHOFF, J. und J. ISSELSTEIN, 2001: The effect of selective grazing on the spatial distribution of herbage and the liveweight gain of cattle grazing a peat soil pasture. Grassland Science in Europe, 6, 320-323

WEISSBACH, F. 1993: Überarbeitete Energiebedarfswerte für die Berechnung der Weideleistung. Proc. 37. Jahrestagung d. AG Grünland u. Futterbau, Husum 1993, S. 190-193

#### **Anschrift der Autoren**

J. Müller, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstr. 22, 49377 Vechta

J. Strodthoff, Ingenieurbüro INGUS, Im Unterdorf 27, 27243 Beckeln

# Stickstoffflüsse in konventionellen und ökologischen Futterbaubetrieben Niedersachsens

Johanna Scheringer und Johannes Isselstein

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Georg-August-Universität  
Göttingen

## 1. Einleitung und Fragestellung

Milchvieh-Futterbaubetriebe stellen komplexe Systeme dar, in denen Landnutzung und Tierhaltung eng verknüpft sind. Jeder Bereich dieses Systems steht in Beziehung zu den anderen Bereichen. Eingriffe zur Optimierung des einen Bereiches können positive, wie auch negative Auswirkungen auf die anderen Bereiche haben (JARVIS und AARTS, 2000). Ziel der Untersuchung ist es, diese komplexen Zusammenhänge unter Einbeziehung der Hoftor-, Stall- und Flächenbilanz in Praxisbetrieben in Niedersachsen zu beleuchten und Minderungspotentiale der N-Emissionen unter Praxisbedingungen zu analysieren.

## 2. Material und Methoden

In strukturierten Interviews mit Hilfe von Fragebögen wurden in ganz Niedersachsen 39 konventionell und 7 ökologisch wirtschaftende Betriebsleiter befragt und detaillierte Daten aus drei aufeinanderfolgenden Wirtschaftsjahren (1995/96 – 1997/98) erhoben. Die Berechnung der Feldfuttererträge erfolgte über Rückrechnung der Konservate. Die Grünlanderträge wurden nach einem Modellansatz geschätzt (SCHERINGER und ISSELSTEIN, 2001), das aufgenommene Weidefutter unter Berücksichtigung der Verdrängung durch Kraftfutter mit einer Formel von SCHWARZ (1996) und der Anzahl der Weidetage berechnet, der Rest der Grünlanderträge unter Berücksichtigung von 20% Verlusten als Grassilage ausgedrückt. Der Stickstoffanfall in den Exkrementen wurde nach der MUSTER-VERWALTUNGSVORSCHRIFT (1996) berechnet und die N<sub>2</sub>-Fixierung mit in Anlehnung an WEIßBACH (1995) geschätzt. Die Berechnung der Grundfutterleistung erfolgte nach der in der Agrarberatung üblichen Methode (RINDERREPORT 1998). In die Berechnung der Hoftor- und Flächenbilanzen ging die atmosphärische Deposition nicht ein. Die Ergebnisse der Bilanzen werden dargestellt für die konventionellen Betriebe (n = 39), die 25 % „besten“ konventionellen Betriebe hinsichtlich ihres N-Überschusses in der Hoftorbilanz (n = 10), und die ökologischen Betriebe (n = 7).

## 3. Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind die Betriebsmerkmale der Betriebsgruppen dargestellt. Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Größe, dem Grünlandanteil an der Gesamtfläche und den Weidetagen zwischen den Betriebsgruppen (Tukey,  $p = 0,05$ ). Unterschiede ergaben sich zwischen den konventionellen und den ökologischen Betriebsgruppen in der Milchleistung und des Anteils der landwirtschaftlichen Fläche, die mit Mais bestellt wurde (Tukey,  $p = 0,05$ ). Die N-Überschüsse der Hoftorbilanz sind in der Gruppe aller konventionellen Betriebe sowohl auf die Fläche bezogen, wie auch auf das Produkt bezogen deutlich höher (Tab 2).

Tabelle 1: Betriebsdaten der untersuchten Betriebe

Betriebsdaten / Betriebe	konventionelle (n = 39)		25 % „beste“ konventionelle (n = 10)		ökologische (n = 7)	
	Ø	SD	Ø	SD	Ø	SD
Landwirtschaftliche Nutzfläche in ha	75	(22)	78	(23)	61	(18)
LN mit Bewirtschaftungsauflagen in %*	18	(37)	39	(45)	100	(0)
Grünlandanteil in %	73	(22)	73	(20)	65	(40)
Maisanteil in % der LN	15	(13)	35	(12)	3	(7)
Tierbesatz in GV ha <sup>-1</sup>	1,9	(0,5)	1,5	(0,5)	1,2	(0,3)
davon Kühe in GV ha <sup>-1</sup>	1.1	(0.3)	0.9	(0.3)	0.8	(0.2)
Milchleistung in kg Kuh <sup>-1</sup>	6911	(1023)	6651	(1231)	5267	(881)
Grundfutterleistung in kg Kuh <sup>-1</sup>	2460	(1727)	3219	(2505)	2564	(896)
Grundfutterleistung in %	36	(23)	47	(31)	48	(12)
Milchleistung in kg ha <sup>-1</sup>	6139	(1994)	5029	(2386)	3759	(1100)
Weidetage	114	(61)	91	(61)	134	(77)

\*Mittlerer Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, die nach einem Extensivierungsprogramm, Wasserschutzgebietsauflagen oder nach ökologischem Standard (EC 2092/91) bewirtschaftet wurden.

Bei der Stallbilanz ist das Bild uneinheitlich, hier sind die N-Überschüsse auf die Fläche bezogen in der Gruppe der 25 % „besten“ konventionellen Betrieben im Hinblick auf die Höhe ihres Stickstoffüberschusses am niedrigsten, während sie auf das Produkt Milch bezogen in der Gruppe aller konventionellen Betriebe am niedrigsten sind (Tab. 3). Die ökologischen Betriebe liegen mit ihrem Überschuss bezogen auf die Fläche zwischen den beiden konventionellen Betriebsgruppen, bezogen auf das Produkt Milch deutlich höher als beide konventionellen Betriebsgruppen (Tab. 3).

Tabelle 2: Stickstoff - Hoftorbilanzen der untersuchten Betriebe

Bilanzierung / Betriebe	konventionelle (n = 39)		25 %“beste ” konventionelle (n = 10)		ökologische (n = 7)	
	Ø	SD	Ø	SD	Ø	SD
	<b>kg N ha<sup>-1</sup></b>					
<b>Input</b>						
zugekauftes Kraftfutter	54	(27)	32	(20)	15	(1)
Mineraldünger	122	(42)	72	(26)	0	
Tiere	0.4	(0.5)	0.1	(0.2)	0.6	(0.8)
Verschiedenes	7	(6)	4	(4)	1	(1)
N <sub>2</sub> -Fixierung	9	(9)	7	(8)	62	(23)
Summe	192		115		80	
<b>Output</b>						
Milch	33	(10)	27	(13)	17	(5)
Tiere	7	(4)	5	(2)	4	(2)
Marktfrüchte	4	(7)	5	(6)	2	(5)
Verschiedenes	2	(4)	1	(2)	0.1	(0.2)
Summe	46		38		23	
<b>N-Überschuss in kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>146</b>	<b>(54)</b>	<b>77</b>	<b>(17)</b>	<b>56</b>	<b>(29)</b>
<b>N-Effizienz* %</b>	<b>25</b>	<b>(8)</b>	<b>33</b>	<b>(11)</b>	<b>27</b>	<b>(11)</b>
<b>N-Überschuss in kg Betrieb<sup>-1</sup></b>	<b>10929</b>	<b>(4794)</b>	<b>6364</b>	<b>(2373)</b>	<b>3424</b>	<b>(2180)</b>
<b>N-Überschuss in g (kg Milch)<sup>-1</sup></b>	<b>24</b>	<b>(7)</b>	<b>18</b>	<b>(8)</b>	<b>16</b>	<b>(7)</b>

\* N-Output/N-Input\*100

Tabelle 3: Stickstoff - Stallbilanzen der untersuchten Betriebe

Bilanzierung / Betriebe	konventionelle (n = 39)		25 %“Beste ” konventionelle (n = 10)		ökologische (n = 7)	
	kg N					
	Ø	SD	Ø	SD	Ø	SD
<b>Input</b>						
zugekauftes Kraftfutter	4224	(2397)	2560	(1514)	1035	(1020)
zugekauftes Grundfutter	174	(271)	76	(219)	0	
Tiere	27	(47)	10	(15)	31	(37)
Weide	5333	(3226)	3637	(2383)	4715	(4156)
Grassilage	7851	(4126)	9413	(5738)	4477	(3217)
Maissilage	1124	(1041)	702	(598)	79	(210)
Feldfuttersilagen	933	(2395)	191	(604)	2059	(2490)
Getreide	217	(468)	351	(643)	448	(461)
Einstreu	93	(197)	90	(173)	74	(76)
Summe	19976		17029		12918	
<b>Output</b>						
Milch	2417	(897)	1992	(672)	1104	(559)
Tiere	537	(289)	379	(136)	233	(123)
Exkreme	10017	(2696)	8185	(2035)	6180	(3061)
Summe	12971		10556		7517	
<b>N-Überschuss in kg Betrieb<sup>-1</sup></b>	<b>7005</b>	<b>(4077)</b>	<b>6473</b>	<b>(5610)</b>	<b>5401</b>	<b>(2595)</b>
<b>N-Effizienz* %</b>	<b>15</b>	<b>(4)</b>	<b>15</b>	<b>(5)</b>	<b>10</b>	<b>(2)</b>
<b>N-Überschuss in g (kg Milch)<sup>-1</sup></b>	<b>17</b>	<b>(10)</b>	<b>19</b>	<b>(14)</b>	<b>25</b>	<b>(11)</b>
<b>N-Überschuss in kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>94</b>	<b>(49)</b>	<b>77</b>	<b>(53)</b>	<b>89</b>	<b>(30)</b>

\*N-Output/N-Input\*100; die N-Effizienz entspricht hier nur Umsetzungsrate des eingesetzten N in die verkauften Produkte Milch und Fleisch, bei Berücksichtigung des Wirtschaftsdüngers erhöht sich die Effizienz auf 69, 62 und 58 %.

Die Salden der Flächenbilanz sind bei allen Betriebsgruppen vergleichsweise niedrig und nehmen von den konventionellen Betrieben, über die 25 % „besten“ konventionellen hin zu den ökologischen Betrieben ab (Tab. 4).

Tabelle 4: Stickstoff - Flächenbilanzen (Gesamtfläche) der untersuchten Betriebe

Bilanzierung / Betriebe	konventionelle (n = 39)		25 %“Beste ” konventionelle (n = 10)		ökologische (n = 7)	
	Ø	SD	Ø	SD	Ø	SD
	<b>kg N ha<sup>-1</sup></b>					
<b>Input</b>						
Mineraldünger	122	(43)	72	(26)	0	
zugekaufter Organischer Dünger	1	(3)	1	(2)	0	
Exkrememente	135	(33)	110	(38)	97	(25)
N <sub>2</sub> -Fixierung	9	(9)	7	(8)	62	24)
Summe	267		190		159	
<b>Output</b>						
Marktfrüchte	4	(7)	5	(6)	2	(5)
Futter	213	(52)	188	(45)	191	(42)
Summe	217		193		193	
<b>N-Überschuss kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>50</b>	(63)	<b>- 3</b>	(52)	<b>- 34</b>	(20)
<b>N-Effizienz %*</b>	<b>85</b>	(24)	<b>105</b>	29)	<b>124</b>	(18)

\* N-Output/N-Input\*100

#### 4. Diskussion und Schlußfolgerungen

Die Reduzierung der Importgrößen Mineraldünger und Kraftfutter und des Tierbesatzes führen zu einer Erniedrigung der N-Überschüsse der Hoftorbilanz, sowohl bezogen auf die Fläche (kg N ha<sup>-1</sup>) wie auch auf das Produkt Milch (g N kg Milch<sup>-1</sup>). Der gleiche Effekt läßt sich an der Flächenbilanz beobachten. Bei der Stallbilanz kommt der Reduktion der Betriebsmittelintensität weniger Bedeutung zu. Am Beispiel des Vergleiches der konventionellen und der ökologischen Betriebe zeigt sich bei

vergleichbarer absoluter Grundfutterleistung, daß bei einem hohen Anteil aus dem Grundfutter produzierter Milch die Gesamtmilchleistungen geringer sind, was mit erhöhten N-Überschüssen pro kg Milch verbunden ist. Die Ergebnisse der 25 % „besten“ konventionellen Betriebe allerdings zeigen, daß bei einer Zunahme der Grundfutterleistung, die sich auf bessere Qualität der Grundfutter zurückführen läßt, dieser Effekt ausgeglichen werden kann.

## 5. Literatur

JARVIS, S. C. und AARTS, H. F. M. (2000): Nutrient management from a farming systems perspective. Grassland Science in Europe, Vol. 5.

MUSTER-VERWALTUNGSVORSCHRIFT (1996) für den Vollzug der Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.01.1996 (BGBl. IP.118).

RINDER-REPORT (1998): Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Nr. 522/23.

SCHERINGER, J. und ISSELSTEIN, J. (2001): Nitrogen budgets of organic and conventional dairy farms in North-West Germany. Grassland Science, Vol. 6.

SCHWARZ, F. J., HEINDL, U. und KIRCHGEBNER, M. (1996): Zur Schätzung der Grundfutteraufnahme von Milchkühen. Züchtungskunde, 68, 1.

WEIBBACH, F. (1995): Über die Schätzung des Beitrags der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierung durch Weißklee zur Stickstoffbilanz von Grünlandflächen. Landbauforschung Völkenrode, 45. Jahrgang. Heft 2.

# **Der Einfluss von Futterqualität, Ertrag und Flächenausstattung auf den Nährstoffspielraum im Grünlandbetrieb**

von

Jürgen Schellberg, Ingo Rademacher und Walter Kühbauch

**Institut für Pflanzenbau - Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn**

## **I. Einleitung**

Die Milchviehbetriebe in Deutschland haben in den vergangenen Jahrzehnten eine erhebliche Steigerung der Milchleistung erfahren. Diese basiert nicht allein auf Grünlandfutter (Weide, Silage, Heu), sondern vor allem auf dem Einsatz von Milchleistungsfutter (MLF), Getreide und Ackerfutter (Mais), welches entweder selbst erzeugt oder zugekauft wird und hinsichtlich Energiedichte, Futteraufnahme und Futterkonvertierung dem Grünlandfutter überlegen ist. In den reinen Grünlandbetrieben beispielsweise der Mittelgebirge oder des Voralpenlandes ist Ackerbau aufgrund der dort herrschenden klimatischen und topografischen Bedingungen jedoch stark eingeschränkt oder gar unmöglich. Deshalb ist eine Steigerung der Milchleistung in solchen Lagen nur durch den Einsatz von zugekauftem Milchleistungsfutter (MLF) möglich, und stets mit erheblichen Nährstoffimporten - namentlich von Stickstoff - verbunden. Nährstoffexporte finden in diesen Betrieben nur mit der produzierten Milch und in sehr geringem Umfang mit Tierverkäufen statt.

Hohe Milchleistung im reinen Grünlandbetrieb ist nur dann naturhaushaltlich verträglich, wenn die Nährstoffimporte mit MLF die Exporte mit Milch nicht übersteigen und Nährstoffüberhänge (positive N-Salden) vermieden werden. Es war das Ziel vorheriger Arbeiten, die Nährstoffbelastung des Grünlands mit importierten Futtermitteln zu berechnen (KÜHBAUCH und ANGER, 1999). Der Qualität des Grünlandfutters kommt dabei eine besondere Rolle zu, weil sie die Menge der aus Grünlandfutter erzeugten Milch und der damit verbundenen Nährstoffexporte entscheidend beeinflusst. Die durch Milchverkauf entstehende Nährstofflücke ("Nährstoffspielraum") kann nämlich für den Zukauf von leistungssteigernden Futtermitteln bis zum Erreichen des Nullsaldos genutzt werden.

Unklar ist bisher, wie Flächenumfang und Grünlandertrag den Nährstoffspielraum beeinflussen. Bei steigender Milchleistung pro Kuh und damit verbundenem Import von Nährstoffen über MLF gewinnt die Flächenausstattung zunehmend an Bedeutung. In der vorliegenden Studie werden daher die Nährstoffspielräume bei unterschiedlicher Flächenausstattung von zwei Modellbetrieben berechnet, die über gute bzw. schlechte Qualität im Grünlandfutter verfügen und damit unterschiedlich hohe Milchmengen auf Grünland erzeugen.

## **II. Material und Methoden**

Die nachfolgenden Modellberechnungen wurden mit dem GRASFARM-Modell durchgeführt (SCHELLBERG und RADEMACHER, 2001). Die jährliche Milchleistung pro Kuh, die Energiedichte im Grünlandfutter und der Flächenertrag wurden variiert; N-Einträge und N-Verluste blieben unberücksichtigt. Alle anderen Eingangsparameter aus der Basisversion des Modells wurden jedoch beibehalten. Den Berechnungen liegt eine Milchviehherde mit 100 Kühen (650 [kg] Lebendgewicht) und

MLF mit einer Energiedichte von 6.9 [MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM] und einer Rohproteinkonzentration von 16 [% i. TM] zugrunde. Die Flächenausstattung der Modellbetriebe errechnet sich in GRASFARM aus dem Futterbedarf der Milchviehherde. Letzterer wird wiederum bestimmt durch die Futtermittelaufnahme der Tiere, die mit zunehmender Futterqualität steigt. So ergibt sich für die im folgenden angenommenen Energiedichten von 6.5 bzw. 5.5 [MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM] der in Tabelle 1 aufgeführte Flächenbedarf; er ist rechnerisch unabhängig von der Milchleistung.

Tab. 1: Ertrag (brutto), Flächenbedarf für 100 Milchkühe und Besatzstärke der Modellbetriebe mit unterschiedlicher Energiedichte des Grünlandfutters

TM-Ertrag [kg ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> ]	Energiedichte			
	6.5 [MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM]		5.5 [MJ NEL kg <sup>-1</sup> TM]	
	Besatzstärke [GVE ha <sup>-1</sup> ]	Fläche [ha]	Besatzstärke [GVE ha <sup>-1</sup> ]	Fläche [ha]
6000	1.24	104.5	1.76	73.8
7000	1.45	89.6	2.06	63.2
8000	1.66	78.5	2.36	55.3
9000	1.87	69.9	2.65	49.2
10000	2.07	62.8	2.95	44.3

### III. Ergebnisse und Diskussion

Die Milchleistung pro Kuh allein aus Grünlandfutter, also ohne den Einsatz von MLF, ist bei niedriger Energiedichte im Grünlandfutter deutlich geringer als bei hoher; mit zunehmendem Einsatz von MLF steigt sie in jedem Fall stetig an. Die Krümmung der Verlaufskurven in Abb. 1 a und b weist auf eine abnehmende Futterkonvertierung hin; sie beträgt - unabhängig von der Flächenausstattung - ca. 1.34 bzw. 1.05 [kg Milch kg<sup>-1</sup> Futterration] bei hoher bzw. niedriger Energiedichte (6.5 bzw. 5.5 [MJ NEL kg<sup>-1</sup> TM]) und bei einer Milchleistung von 7000 [kg Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>]. Bei Annahme einer hohen Energiedichte erschöpft sich der Nährstoffspielraum erst bei einer Gesamtmilchleistung von ca. 9400, bei niedriger dagegen schon bei ca. 3600 [kg Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>] (Abb. 1 e und f).

Den Ergebnissen der Simulationsläufe zufolge hat die Flächenausstattung der Modellbetriebe einen entscheidenden Einfluss auf den N-Spielraum, sowohl oberhalb als auch unterhalb des Nullsaldo. Solange Betriebe ihren Nährstoffspielraum durch Zukauffutter überschreiten (positives N-Saldo), können sie mit zusätzlicher Fläche eine Nährstoffentlastung herbeiführen. Ursache dafür ist die Tatsache, dass bei gleicher Milchleistung (gleicher MLF-Import) die überschüssigen N-Mengen auf eine größere Fläche verteilt werden. Exportieren die Betriebe dagegen mit Milch mehr Stickstoff als sie mit MLF importieren (negatives N-Saldo), wird der N-Spielraum mit zunehmender Fläche kleiner. Unterstellt man nämlich, dass bei gleicher Energiedichte und folglich gleicher Futtermittelaufnahme wegen des geringeren Ertrags mehr Fläche benötigt wird, um den Bedarf der Herde zu decken, so sinkt der N-Export mit Milch pro Hektar Grünlandfläche. Der N-Anfall aus Exkrementen des importiertem MLF fällt jedoch nicht in gleichem Maße, so dass bei geringerer Flächenausstattung die Differenz zwischen beidem ansteigt. Dies gilt auch für Betriebe, die über Grünlandfutter mit schlechter Qualität verfügen und deren Flächenbedarf wegen der geringeren Futtermittelaufnahme niedriger liegt.

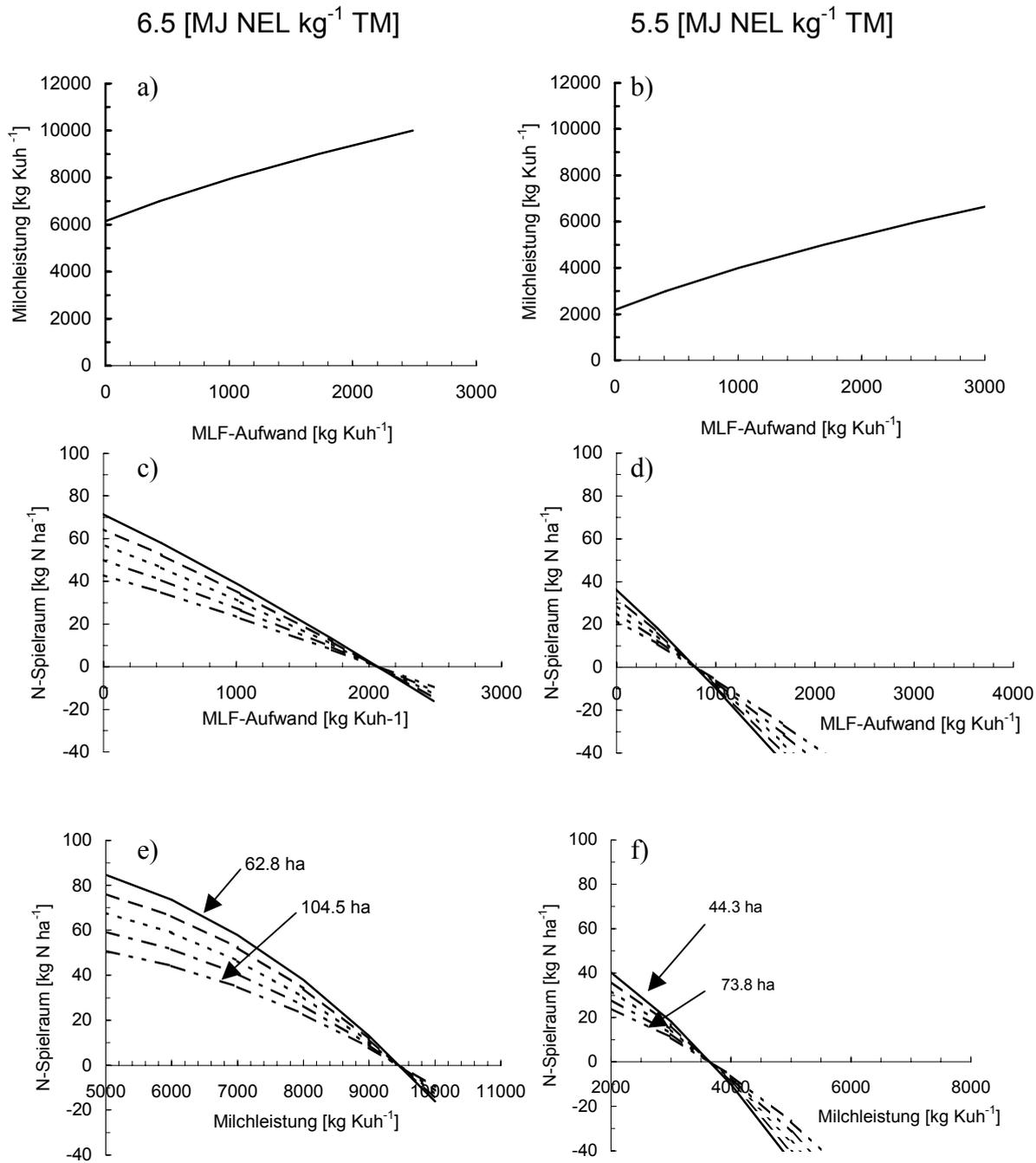


Abb. 1: Aufwand an Milchleistungsfutter (MLF), Milchleistung und N-Spielraum in Modellbetrieben mit hoher (links) und niedriger (rechts) Qualität des Grünlandfutters in Abhängigkeit von der Fläche (Flächengrößen siehe Tab. 1)

Im folgenden haben wir untersucht, wie sich der Nährstoffspielraum von solchen Grünlandbetrieben verändert, die durch geringere Düngung - u.a. mit geringeren Exkrementmengen aus MLF - einen Ertragsrückgang tolerieren und zugleich durch frühe und häufige Nutzung die Futterqualität auf Grünland steigern. Um zu untersuchen, wie sich eine solche Strategie der Bewirtschaftung auf den N-Spielraum auswirkt, wurden in weiteren Simulationsläufen mit GRASFARM die Faktoren Fläche und Qualität miteinander kombiniert. Bei Annahme einer jährlichen Milchleistung von 6000 [kg Milch Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>] führt den Modellrechnungen zufolge eine Vergrößerung der

Fläche mit geringerem Ertrag (Reduzierung der Düngung) und eine gleichzeitige Steigerung der Futterqualität zu einer rapiden Verbesserung des Nährstoffhaushalts im Betrieb. Vor allem bei sehr schlechter Qualität des Grünlandfutters führt eine Steigerung der Energiedichte mit zunehmender Flächenausstattung zu einem raschen Anstieg des N-Spielraums (siehe anfängliche Steigung der Kurvenverläufe in Abb. 2). Andererseits ist eine Steigerung der Milchleistung (z.B. von 6000 auf 8000 [kg Milch Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>]) ohne Nährstoffbelastung nur dann möglich, wenn mehr Fläche genutzt wird.

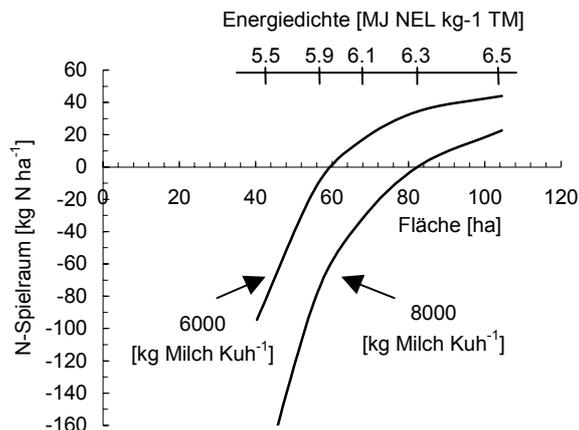


Abb. 2: Bedeutung der Flächengröße von Grünland-Modellbetrieben für den N-Spielraum bei gleichzeitig veränderter Futterqualität und bei 6000 und 8000 [kg] Milchleistung

Diese Ergebnisse der Modellsimulationen mit GRASFARM stehen unter dem Vorbehalt von N-Verlusten, die auf der Weide, bei Güllelagerung- und Ausbringung entstehen, sowie von N-Einträgen durch N<sub>2</sub>-Fixierung und atmosphärische N-Deposition. Sie wurden an dieser Stelle bewusst außer acht gelassen, da sie stark standort- und bewirtschaftungsabhängig und schwer zu schätzen sind. Die Befunde zum Einfluss von Zufütterung und Flächenausstattung behalten dagegen grundsätzliche Gültigkeit.

#### IV. Schlussfolgerungen

Milchviehbetriebe, die eine hohe Milchleistung anstreben, können durch (i) frühe und häufige Nutzung und Verbesserung der Futterqualität, (ii) Erweiterung der Grünlandfläche und (iii) Reduzierung des Imports von MLF ihr Nährstoffsaldo deutlich verbessern. Dies gelingt bei niedriger Energiedichte im Grünlandfutter eher als bei hoher. Im Hinblick auf die Düngeverordnung, die die Handhabung von Nährstoffen stärker als bisher reglementiert, kommt der Qualität des Grünlandfutters schließlich eine Schlüsselrolle zu.

#### V. Literatur

Kühbauch, W. und M. Anger, 1999: Modellberechnungen des Nährstoffspielraums von Grünlandbetrieben mit Milchproduktion. *Agribiological Res.*, 52, (1), 77-84.  
 Schellberg, J. und I.F. Rademacher, 2001: GRASFARM - ein Simulationsmodell für Stoffflüsse und Bewirtschaftung im Grünlandbetrieb. *Jahrestagung der AG Grünlandwirtschaft und Futterbau*, Bd. 3, 37-40.

# Futtermasse und –wert von Winterweidefutter in Abhängigkeit von Zeit, Pflanzengesellschaft und Höhenlage

von

Katrin Wöhler und W. Opitz von Boberfeld

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

## 1. Einleitung

Extensive Verfahren der Grünlandnutzung, wie die Winteraußenhaltung von Mutterkühen, gewinnen besonders in peripheren Regionen eine immer größere Bedeutung (OPITZ VON BOBERFELD 1997). Damit die Mutterkuhhaltung wirtschaftlich sein kann, müssen die Kosten möglichst gering gehalten werden. Eine Möglichkeit ist die Ganzjahresaußenhaltung der Tiere und damit verbunden der Verzicht auf teure Ställe. Daneben stellen die Futtermkonserven einen erheblichen Anteil der variablen Kosten dar (SCHEIDER & DISTEL 1994); diese Kosten können durch ein möglichst weit in den Spätherbst und Winter hinein verlängertes Angebot von "Futter auf dem Halm" reduziert werden. Im Folgenden werden Untersuchungen zu Masse und Qualität von im Winter genutzten Grünlandbeständen gezeigt. Ziel dieser Untersuchungen ist es, festzustellen, inwieweit es möglich ist, Mutterkühe mit Futter "auf dem Halm" im Spätherbst und Winter zu ernähren.

## 2. Material und Methoden

Untersucht wurden insgesamt fünf *Lolio-Cynosureten* und fünf *Festuco-Cynosureten*, die in der Höhenlage 320 m ü. NN bis 475 m ü. NN lagen. In der Tab. 1 sind die Versuchsvarianten dargestellt, die als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen angelegt wurden. Im Herbst nach der letzten Sommernutzung wurden alle Parzellen einheitlich mit 50 kg N\*ha<sup>-1</sup> gedüngt, um den Nährstoffrückfluss durch die Tiere zu simulieren. Bei der Ernte wurde der Frischsubstanz-ertrag erfasst, ein aliquoter Teil der

Tab. 1: Versuchsvarianten

Faktoren	Stufen
1. Assoziation	1.1 <i>Festuco-Cynosureten</i> 1.2 <i>Lolio-Cynosureten</i>
2. Standort	2.1 2.2 fünf Standorte 2.3 im Bereich 2.4 320-500 m über NN 2.5
3. Nutzung in der Vegetationszeit	3.1 Anfang <b>Juni</b> 3.2 Anfang Juni + Anfang <b>Juli</b> 3.3 Anfang Juni + Anfang <b>August</b>
4. Ernte im Winter	4.1 Anfang November 4.2 Mitte Dezember 4.3 Ende Januar
5. Untersuchungszeitraum	5.1. Winter 1999/2000 5.2. Winter 2000/2001 5.3. Winter 2001/2002
Angelegt als Lateinisches Rechteck mit 3 Wiederholungen	

Ernte wurde bei 103 °C getrocknet und daraus als Zielgröße der Trockensubstanz-ertrag pro ha ermittelt. Daneben wurde über die Gasbildung und die Rohproteinkonzentration die Verdaulichkeit organischer Substanz nach der Formel 41f (STEINGASS & MENKE 1986, MENKE & STEINGASS 1987) errechnet. Die Schätzung über die Gasbildung wurde durchgeführt, weil diese den wahren Werten bei den hier dargestellten Winterweideaufwüchsen näher kommt als chemische Methoden (OPITZ V. BOBER-

FIELD 2002). Die Untersuchungen fanden über drei Jahre statt. Um die unterschiedlichen Witterungsverläufe in den drei Untersuchungsjahren zu charakterisieren, sind in Abb. 1 die Witterungsdiagramme der Versuchsstation der Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau in Linden-Forst, 6 km südöstlich von Gießen, dargestellt.

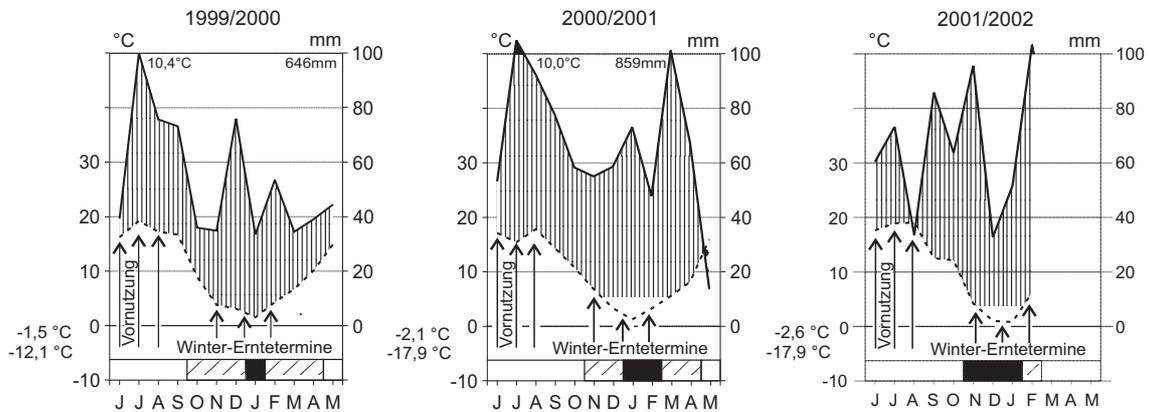


Abb 1: Witterungsdiagramme der Versuchsstation Linden-Forst nach WALTER (1957)

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 TS-Ertrag

In Abb. 1 sind die Trockensubstanzerträge der Winternutzungen dargestellt. In einer Säule sind die drei Vornutzungen, die drei Wiederholungen pro Variante, die fünf Flächen der jeweiligen Pflanzengesellschaft und die drei Versuchsjahre zusammengefasst. Der durchschnittliche Ertrag fällt von der Novemberernte bis zur Januarernte stark ab. Bei der Ernte im Januar wird nur noch ein durchschnittlicher Ertrag von  $5 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$  erreicht, dies entspricht dem Weiderest in der Vegetationsperiode. Bei einzelnen Varianten reduzieren sich die Erträge im Januar teilweise auf 10% der Erträge im November. Somit ist bei Winteraußenhaltung der Tiere im Januar im Allgemeinen keine Einsparung an Konserven durch Beweidung der Flächen mehr möglich. Einige Varianten erreichen aber noch einen Ertrag von über  $25 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Die höchsten Erträge, vgl. Tab. 2, wurden im Winter 2000/2001 erfasst, dem eine feuchte und milde Herbstwitterung vorausgegangen war, besonders deutlich sichtbar bei den *Festuco-Cynosureten*, die durch die ständige Wasserversorgung höhere Erträge hatten als in den anderen Jahren. Die niedrigen Erträge wurden im ersten Jahr ermittelt, dort war es im Herbst kalt und trocken, die Wachstumsbedingungen nicht mehr optimal. In Tab. 2 ist erkennbar, dass die Varianten, die zuletzt Anfang August genutzt wurden, niedrigere Erträge aufweisen als bei früherer letzter Vornutzung. Im November weisen die *Festuco-Cynosureten* unabhängig von der Höhenlage etwas geringere Durchschnittserträge auf als die *Lolio-Cynosureten*, im Januar ist dies umgekehrt.

#### 3.2. Verdaulichkeit der organischen Substanz

Die ermittelte Energiedichte bzw. die hier dargestellte Verdaulichkeit organischer Substanz ist ein Maß für die Leistungsfähigkeit eines Bestandes. Die Verdaulichkeiten in Abb. 3 sind ebenso gemittelt wie die Werte in Abb. 2. Der Gesamtmittelwert aller erfassten Daten liegt bei 54 % Verdaulichkeit, das entspricht in der Vegetationsperiode ungefähr einem grasreichen Grünlandbestand, dessen Primäraufwuchs erst im September genutzt wird (ANONYMUS 1997). Die durchschnittlichen Verdaulichkeiten sinken mit späterer Winterernte. Unterschiede zwischen den *Festuco-Cynosureten*

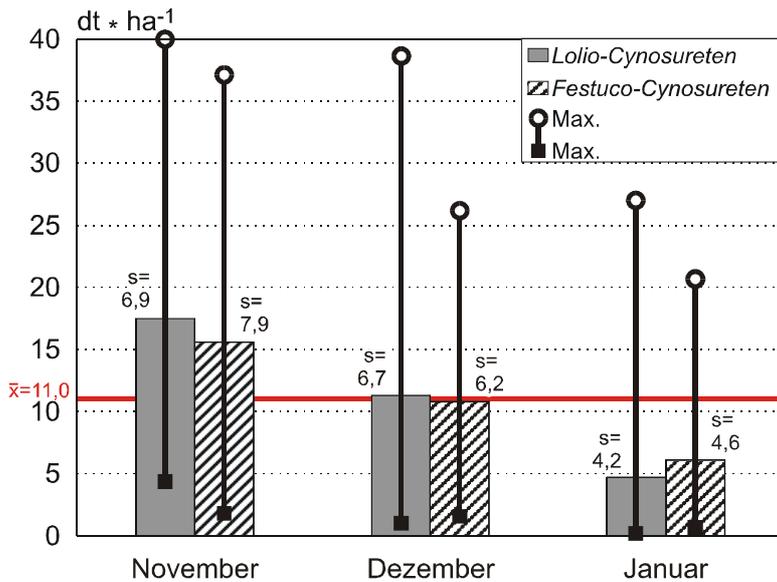


Abb. 2: TS-Ertrag in Abhängigkeit von Pflanzengesellschaft und Winternutzung

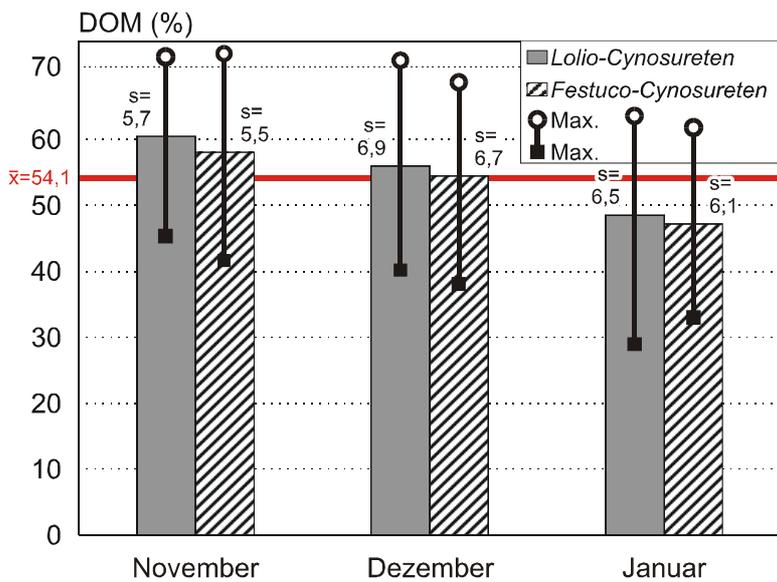


Abb. 3: Verdaulichkeit organischer Substanz in Abhängigkeit von Pflanzengesellschaft und Winternutzung

und den *Lolio-Cynosureten* sind nicht vorhanden. Die höchsten Werte, vgl. Tab. 3, wurden im Winter 2001/2002 gemessen. Der Winter 2001/2002 war durch eine lange Schneedecke vor der Ernte Januar gekennzeichnet, aber die geschätzten Verdaulichkeiten sind auf dem Niveau vom Winter 2000/2001. Dabei wurden diese Werte von Varianten erreicht, die zuletzt im August vorgeerntet wurden. Die niedrigsten Werte wurden im Winter 1999/2000 von Varianten mit der letzten Vornutzung Juni erreicht, vgl. Tab. 3. Der Winter 1999/2000 war gekennzeichnet durch einen milderen und trockeneren Herbst, bis zur Ernte Anfang November sank die durchschnittliche Temperatur stark ab. Die Verdaulichkeit organischer Substanz ist im Durchschnitt sehr gering für eine bedarfsgerechte

Tab. 2: TS-Ertrag (dt\*ha<sup>-1</sup>), gemittelt über fünf Standorte und drei Wiederholungen pro Standort

	Vorn.	November				Dezember				Januar			
		<i>Lolio-C.</i>		<i>Festuco-C.</i>		<i>Lolio-C.</i>		<i>Festuco-C.</i>		<i>Lolio-C.</i>		<i>Festuco-C.</i>	
		x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.
1999	Juni	19,7		16,4		11,2		9,2		5,2		7,5	
	Juli	14,9	14,8	11,3	11,3	8,4	8,5	6,9	6,8	4,0	4,0	5,5	5,0
	Aug.	9,7		6,1		5,8		4,2		2,9		2,2	
2000	Juni	25,4		25,7		19,7		19,4		8,5		10,7	
	Juli	21,5	20,8	23,7	21,6	14,5	14,3	18,3	16,4	6,9	6,3	10,3	8,8
	Aug.	15,6		15,4		8,7		11,5		3,4		5,3	
2001	Juni	22,4		18,2		15,1		11,8		6,1		5,6	
	Juli	17,8	16,9	14,3	13,8	11,8	11,1	9,4	9,3	3,8	3,8	4,7	4,4
	Aug.	10,5		9,0		6,3		6,7		1,5		3,0	

Tab. 3: Verdaulichkeit organischer Substanz (DOM %), gemittelt über fünf Standorte und drei Wiederholungen pro Standort

	Vorn.	November				Dezember				Januar			
		<i>Lolio-C.</i>		<i>Festuco-C.</i>		<i>Lolio-C.</i>		<i>Festuco-C.</i>		<i>Lolio-C.</i>		<i>Festuco-C.</i>	
		x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.	x	x ges.
1999	Juni	55,7		51,4		49,2		47,5		42,5		41,4	
	Juli	56,4	57,1	53,4	54,1	51,6	51,0	49,2	49,6	42,9	43,7	42,7	43,1
	Aug.	59,3		57,4		52,1		52,2		45,8		45,3	
2000	Juni	58,2		56,3		56,0		56,4		48,1		46,7	
	Juli	58,9	60,3	57,8	58,3	56,7	57,2	56,8	57,7	49,1	49,5	47,5	48,6
	Aug.	63,6		60,8		58,9		59,9		51,3		51,6	
2001	Juni	60,4		58,3		56,4		52,5		49,6		48,3	
	Juli	63,8	64,2	62,0	61,8	59,4	59,7	57,3	56,2	52,7	52,3	49,6	49,9
	Aug.	68,2		65,2		63,4		58,8		54,6		52,0	

Ernährung der Mutterkuh. In Tab. 3 ist erkennbar, dass die Varianten Anfang Juni aufgrund ihres physiologischen Alters eine schlechtere Verdaulichkeit der organischen Substanz aufweisen als die physiologisch jüngeren Varianten mit der letzten Vornutzung Anfang August.

#### 4. Zusammenfassung

- Der Ertrag der Winternutzungen fällt von November bis zum Januar stark ab. Eine Einsparung an Konserven durch Beweidung ist bis zum Jahreswechsel möglich.
- Die Verdaulichkeit der organischen Substanz ist gering. Varianten mit späterer Vornutzung erreichen höhere Verdaulichkeiten.
- Die Witterung im Herbst und Winter spielt eine wichtige Rolle für den Ertrag und die Verdaulichkeit. Dabei hat eine längere Schneebedeckung keinen Einfluss auf die Verdaulichkeit organischer Substanz und nur einen geringen Einfluss auf den Ertrag.
- Insgesamt ist Winterfutter auf dem Halm eine kostengünstige Möglichkeit, Mutterkühe bis zum Jahreswechsel, unter weitgehendem Verzicht auf kostenträchtige Konserven, zu ernähren.

#### 5. Literatur

- ANONYMUS, 1997: Futterwerttabellen. Wiederkäuer. - 7. Aufl. Verl. DLG, Frankfurt/M.
- MENKE, K. H. & H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung: Regressionsgleichungen. - Übers. Tierern. 15, 59-94
- OPITZ V. BOBERFELD, W., 1997: Winterraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. – Ber. Ldw. 75, 604-618.
- OPITZ V. BOBERFELD, W., 2002: Welche Konsequenzen ergeben sich aus der Schätzung der Energiedichte bei extensiven Weideverfahren? – Hrsg. DLG: Zweimal schneiden – und was dann? DLG-Grünlandtagung Bad Hersfeld, 21-29.
- SCHEIDER, A. & DISTEL, O., 1994: Extensive Grünlandbewirtschaftung mit Robustrassen. 2. Mitt.: Ökonomische Bewertung der Rassen Galloway und Highland Cattle. - Züchtungskunde 66, 216-229.
- STEINGASS, H. & K.H. MENKE, 1986: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Methode. - Übers. Tierernährung 14, 251-270.
- WALTER, H., 1957: Wie kann man den Klimatypus anschaulich darstellen? – Umschau 57, 751-753.

# **Untersuchung zum Weideertrag und der Weideleistung bei unterschiedlich extensiver Grünlandbewirtschaftung sowie zur Mast – und Schlachtleistung von Ochsen und Färsen**

von

C. Knappe, S. Schäfer und R.-D. Fahr

**Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik,  
Adam-Kuckhoff-Str. 35, 06108 Halle/Saale**

## **1. Einleitung**

Mit den sinkenden Tierzahlen in der Milchviehhaltung werden Wirtschaftsgrünlandflächen frei, die alternativ genutzt werden müssen, sowohl aus der Ökonomie der Landwirtschaftsbetriebe, als auch im Rahmen der Pflege und Erhaltung der Kulturlandschaft. Die Grünlandnutzung durch Fleischrinder und Erzeugung von Qualitätsrindfleisch bietet eine Möglichkeit das anfallende Grundfutter zu verwerten.

In einer geschlossenen Produktionskette:

- Erzeugung von Masttieren durch Mutterkuhhaltung -- Winterfreilandhaltung der Absetzer und anschließender Weidemast von Ochsen und Färsen --

ist es für den Landwirtschaftsbetrieb möglich ein regionales Qualitätsprodukt herzustellen, mit dem sich der Verbraucher identifizieren kann.

Ziel der Untersuchungen ist es, bei extensiver Grünlandbewirtschaftung Wechselbeziehungen zwischen den Merkmalskomplexen Ertragsentwicklung und Weideleistung der Flächen sowie Mast- und Schlachtleistung der Rinder zu prüfen. Dafür werden zwei unterschiedliche Intensitätsstufen der Grünlandbewirtschaftung ( mit mineralischer N-Düngung /ohne N-Düngung) betrachtet. In beiden Varianten sind bei fondsparendem Haltungsverfahren von Fleischrindern im Vergleich zur Stallhaltung von Bullen Schlachtkörper mit guter bis sehr guter Klassifizierung zu erzeugen.

## **2. Material und Methode**

Es werden drei Jahrgänge von Absetzern aus der Mutterkuhhaltung in nachfolgender Versuchsanordnung verglichen und die Veränderungen auf den Weideflächen dokumentiert.

Variante 1: 15 Ochsen und 15 Färsen, Weidefläche ohne N-Düngung

Variante 2: 15 Ochsen und 15 Färsen, Weidefläche mit 70 kg N/ha-Düngung

Die Tiere werden in ganzjähriger Freilandhaltung, auf Mähweide (Umtriebsweide) ausschließlich mit Gras und dessen Konservaten ad libitum gemästet.

Der Schlachtzeitpunkt wird einheitlich mittels Bonitur von Mitarbeitern des ZTT Iden ermittelt.

Als Vergleichsvariante werden, zur Wertung der Schlachtkörperqualität, 15 Bullen des gleichen Geburtsjahrganges in Stallhaltung intensiv gemästet (Maissilage, Gerste, Sojaschrot).

Der Versuch wird auf einem Grünlandstandort der altmärkischen Wische in der Gemarkung Iden-Rohrbeck durchgeführt. Die Weidefläche umfasst insgesamt 26 ha

(Variante 1: ca. 14 ha; Variante 2: ca. 12 ha), die in jeder Variante in 4 Teilflächen untergliedert ist. Als Bodenarten sind für den Untersuchungsstandort LS, sLS, T, LT (Variante 1; 42 bis 58 BP) und anmooriger Ton, T4 (Variante 2; 36 bis 53 BP) kennzeichnend.

Die Versuchstiere und Weideflächen gehören zum Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden.

Die untersuchten Merkmalskomplexe sind aus Tab. 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Untersuchungsmerkmale

Untersuchungs-komplex	Untersuchungsmerkmale
Boden	Hauptnährstoffe, Bodenreaktion
Flora	Artenvorkommen, Bestandsanteile
Futter	Ertrag, Futterwert
Tierbestand	Lebendmasse, Stoffwechselfparameter, Schlachtwürdigkeit
Schlachtkörper	Schlachtkörpermasse, Handelsklassen

### 3. Ergebnisse

Im Versuchsjahr 2001 wurden Boden- und floristische Untersuchungen vorgenommen. Der Bodenstickstoffgehalt (14 Tage nach der Düngergabe auf der Fläche 2) betrug auf den Flächen ohne N-Düngung (Var.1) zu Versuchsbeginn im Mittel 0,65 mg/100g und auf den gedüngten Flächen (Var.2) 3,39 mg/100g Boden.

Die Ergebnisse der Grünlandbonitur im ersten Aufwuchs sind in Tab. 2 dargestellt. In der Variante 2 ist eine größere Artenvielfalt anzutreffen und der Leguminosenanteil geringer als in Variante 1.

Tabelle 2: Floristische Bestandsbeschreibung

Arten-gruppe	Variante 1		Variante 2	
	Arten-anzahl	Bestands-anteil	Arten-anzahl	Bestands-anteil
Gräser	7	50...88	14	71...89
Kräuter	2	1...9	14	4...26
Leguminosen	2	3...47	3	1...10

Der TM-Ertrag und Futterwert stehen in direkter Beziehung zur Weideleistung. Der Jahresertrag an Trockenmasse, sowie Energie- und Protein ist in Tab. 3 ausgewiesen. Der höhere Grünmasseertrag der gedüngten Flächen (Variante 2), wurde zum ersten und zweiten Aufwuchs mit einem größeren Anteil (ca. 61 %) zur Silageerzeugung abgeschöpft. Damit stand den Tieren beider Herden während der Grünfütterperiode annähernd die gleiche Menge an Futter und die daraus resultierende Futterenergie je Hektar zur Verfügung.

Tabelle 3: TM-Ertrag an Grünfutter und Anwelksilage in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung

	Variante 1 (ohne N-Düngung)			Variante 2 (mit 70 kg N/ha)		
	Grünfutter	Silage	gesamt	Grünfutter	Silage	gesamt
TM (dt/ha)	32,1	20,4	52,4	31,3	49,9	81,2
(%)			64,5			100
ME (GJ/ha)	32475	21266	53741	32176	52505	84682
(%)			63,5			100
nXP (dt/ha)	4,1	2,8	6,9	3,8	6,0	9,7
(%)			71,1			100

Die Qualität des angebotenen Futters war in beiden extensiv bewirtschafteten Grünlandflächen sehr hoch. Die Ergebnisse der Grünfutterbeprobungen (Jahresmittel 2001) der Weideaufwüchse belegen diese Tatsache:

Herde 1 (Var.1): 10,3 MJ ME/kg TM                      139,8 g nXP/kg TM,  
 Herde 2 (Var.2): 10,4 MJ ME/kg TM                      143,6 g nXP/kg TM.

Betrachtet man das monatliche Mittel der Energie- und Proteinkonzentration so sind jedoch zunehmende Unterschiede erkennbar (Abb. 1).

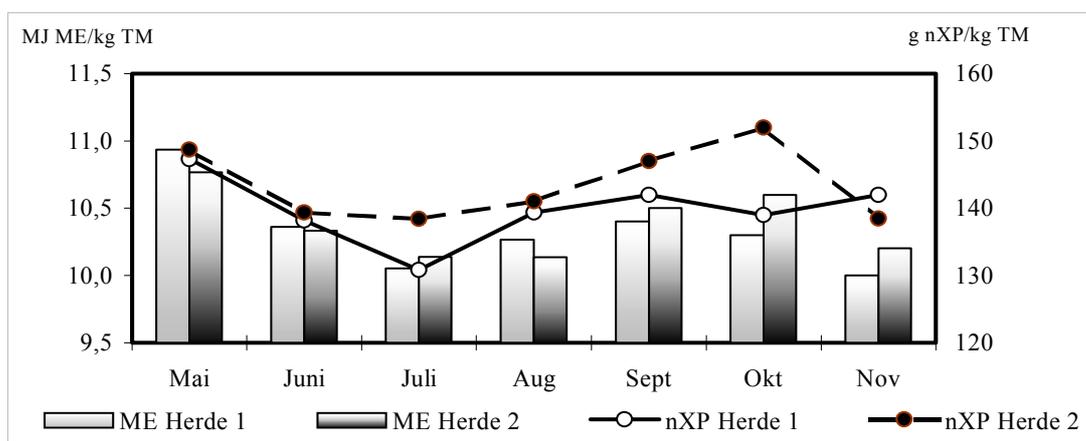


Abbildung 1: Monatsmittelwerte der Energie- und Proteinkonzentrationen im Grundfutter beider Herden

In der Weideleistung unterscheiden sich die Flächen bedeutend. Als Maß für die Weideleistung wurden die Futtertage auf GV-Basis und die Lebendmasseproduktion verwendet (Tab. 4).

Tabelle 4: Vergleich der Weideleistung im Jahr 2001

	Variante 1	Variante 2
Futtertage * je ha	419	671
LM-Produktion je ha (kg)	288,6	310,4

\* Bezugsbasis 1 GV = 500 kg LM

Ausgewählte Mast- und Schlachtleistungsergebnisse der Tiere beider Varianten sind in Tab. 5 dargestellt. Zum Vergleich sind die Werte der Intensivmastgruppe Bullen aus der Stallhaltung gegenübergestellt.

Im Lebendmassezuwachs der Tiere aus Herde 1 und Herde 2 gibt es keinen wesentlichen Unterschied. Die Tiere in Variante 2 waren durchschnittlich ca. 14 Tage eher schlachtreif als die Ochsen und Färsen der Variante 1.

Tabelle 5: Mittelwerte der Mast- und Schlachtleistungsparameter 2001

	Weidehaltung (ohne N-Düngung)		Weidehaltung (70 kg N/ha)		Stallhaltung
	Ochsen	Färsen	Ochsen	Färsen	Bullen
Mastleistung					
LM Mastende (kg)	671	547	654	552	737
LM Zuwachs (kg)	155	107	151	106	269
Schlachalter (Tage)	643	601	631	586	458
LTZ (g)	974	837	968	867	1522
Schlachtleistung					
SKM-w (kg)	395	311	378	307	429
Ausschlachtung (%)	59	57	58	56	58
NTZ (g)	542	451	529	453	929
Fettklasse	2,7	2,7	2,8	2,9	2,8
Fleischklasse	2,4	2,8	2,8	3,1	2,5

Die Fettklasse ist Ausdruck der Fettgewebeauflage auf dem Schlachtkörper. Sie soll bei Qualitätsfleisch bei Note“2“ – gering - bis Note“3“ – mittel - liegen. Die Fleischigkeit des Schlachtkörpers wird mit der Fleischklasse dokumentiert (Klassen E, U, R, O, P). Zur statistischen Auswertung wurden den Klassen Zahlen von 1 bis 5 (E=1, ... , P=5) zugeordnet. Betrachtet man die Einstufungen in die Fett- und Fleischklassen der Schlachtkörper beider extensiven Haltungsverfahren und vergleicht sie mit den Ergebnissen der Bullengruppe aus der Stallhaltung, so wird deutlich, dass auch bei der Weidemast in etwa gleich gute Schlachtkörperqualitäten wie in der Intensivmast erzeugt werden können.

#### 4. Zusammenfassung

- Mit dem praktizierten Weideverfahren konnte den heranwachsenden Fleischrindern, unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität, Grundfutter in hoher Qualität zur Verfügung gestellt werden.
- Auf Weideflächen mit reduzierter und unterlassener mineralischer Stickstoffdüngung unterschied sich die Mastleistung der Fleischrinder nur geringfügig.
- Nach der Einstufung der Fett- und Fleischklassen waren bei extensiver Weidemast von Ochsen und Färsen ähnlich gute Schlachtkörperqualitäten wie vergleichsweise bei intensiver Stallmast von Bullen erzeugt worden.

# Weideertrag unterschiedlich bewirtschafteter Mähstandweiden auf einem humosen Sandstandort in Nordostdeutschland

von

Reinhard Priebe<sup>1</sup>, Hartmut Henning<sup>1</sup>, Thoralf Schweppe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg  
Referat Grünland- und Futterwirtschaft, 14641 Paulinenaue,  
<sup>2</sup> Deutscher Grünlandverband e.V.

## 1. Einleitung

Die Mutterkuhhaltung hat sich im Land Brandenburg mit rund 100.000 Mutterkühen zu einem eigenständigen Produktionszweig entwickelt. Unterstellt man, dass für die Ernährung und Haltung einer Mutterkuh mit Nachzucht gegenwärtig etwa ein Hektar Grünland erforderlich sind, dann werden rund 100.000 ha Grünland durch Mutterkühe genutzt und gepflegt. Da dieses Grünland überwiegend extensiv (keine Stickstoffdüngung, kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, keine Neuansaat) bewirtschaftet wird und häufig noch anderen Nutzungseinschränkungen unterliegt, sind ohne Zweifel geringere Erträge zu erwarten. Wie hoch diese dann noch sind, ist vom Standort und der Bewirtschaftung abhängig.

Im Jahre 1995 sind deshalb auf rund 38 ha Grünland gemeinsam mit dem Deutschen Grünlandverband e.V. und dem Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Grünlandssysteme, Untersuchungen zum Einfluss einer unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensität auf den Weideertrag begonnen worden.

## 2. Material und Methode

Zur Beantwortung dieser Frage wurden drei Koppeln ab 1995 differenziert bewirtschaftet: A „Landschaftspflege“, B „extensiv“ (B) und C „intensiv“ (Tab. 1).

Tabelle 1: Bewirtschaftung der Koppeln

Koppel	Größe, ha	Düngung*	Nachsaat**
A	7,7	ohne	ohne
B	14,4	PK (25/80 kg/ha)	mit
C	16,2	NPK (120/25/80 kg/ha)	mit
* PK-Düngung nur, wenn Gehaltsklasse zur Beurteilung der Nährstoffversorgung des Bodens unter C			
** April 1995, 18 kg Deutsches Weidelgras und 2 kg Weißklee/ha auf ca. 50 % der Koppelfläche (Teilfläche, die nach dem Auftrieb zuerst beweidet wurde)			

Alle Koppeln waren von 1990 bis 1994 ohne Düngung oder andere bestandsverbessernde Maßnahmen bewirtschaftet worden. Bodenuntersuchungen bei Versuchsbeginn zeigten nur auf den Koppeln B und C eine ausreichende Kaliversorgung an. Die Phosphorgehalte waren auf allen Koppeln als niedrig bzw. sehr niedrig einzustufen.

Seit Versuchsbeginn weidete auf jeder Koppel eine Mutterkuhherde der Rasse Fleckvieh mit Nachzucht nach dem Prinzip der Mähstandweide. Die Hauptkalbezeit erstreckte sich von Mai bis Juni. In dieser Periode kalbten 82 % der Kühe. Die Herden blieben bis zum Abtrieb konstant. Je ein Deckbulle wurde über Sommer für einen bestimmten Zeitraum in allen Herden eingesetzt. Die Auf- und Abtriebstermine lagen in den einzelnen Jahren im Zeitraum vom 26.4.- 6.5. bzw. 21.10.- 8.11., so dass die Weideperioden zwischen 176 und 196 Tagen variierten. Sie wurden so gewählt, dass die Tiere sich während der Weidesaison allein vom Weidefutter ernähren konnten und eine Zufütterung von anderweitigem Grobfutter oder Konzentraten nicht erforderlich war. Nicht für die Weide benötigtes Futter wurde gemäht und als Heu konserviert. Die Bewirtschaftung von Koppel A sollte einen Betrieb darstellen, der für die Winterfutterperiode anderweitiges Futter bereitstellen kann. Dies entspricht der Futtermittellieferung von Mutterkuhherden in vielen Futterbau–Marktfruchtbetrieben der Region. Auf den Koppeln B und C sollte die Winterfuttermittellieferung möglichst zu 100 % von der Fläche abgesichert werden. Dies entspricht dem Charakter reiner Grünlandbetriebe.

Grundlage für die Darstellung der Heumenge und der möglichen Besatzstärke bildeten die Bestimmung des Mahdertrages und die Berechnung des Weideertrages. Der Mahdertrag wurde durch Probemahd ermittelt. Die Probemahd erfolgte auf jeder zu mähenden Fläche unmittelbar vor der Mahd. Unabhängig von der Größe der Mähfläche wurden 5 mal 2 m<sup>2</sup> herausgemäht und zur Ertragsbestimmung herangezogen, wobei 5% unvermeidbare Verluste abgezogen worden sind. Unter Berücksichtigung von 25 % Konservierungsverlusten, 10 % Fütterungsverlusten und der Größe der Mähfläche wurde die erzeugte Heumenge ermittelt. Der Weideertrag wurde anhand der Großvieh-Vollweidetage (GT) erfasst. Die GT sind für jedes Tier nach der Formel „Durchschnittsgewicht × Weidetage : 500“ errechnet. Als Verzehr wurden je GT 10 kg Trockenmasse aus Weidefutter unterstellt. Zuzüglich wurden 5% unvermeidbare Verluste sowie 30 % Futtermittellieferungsverluste bei Standweide angerechnet.

### 3. Ergebnisse

Die **Anzahl aufgetriebener Mutterkühe** war aus versuchstechnischen Gründen in allen Jahren (1995 – 2000) gleich. Das entsprach beim Auftrieb einem Besatz von 1,0 (A), 0,8 (B) bzw. 1,4 (C) Kühen pro Hektar. Im Mittel der 6 Jahre ergaben sich einschließlich der Kälber und Deckbullen und in Abhängigkeit von der Dauer der Weidesaison für die drei Koppeln 263, 215 bzw. 326 GT pro Hektar, was einer mittleren Besatzstärke von 1,4, 1,2 bzw. 1,8 GV/ha entspricht (Tab.2).

Tabelle 2: Tierbesatz auf den Koppeln

Koppel	Kühe	Kühe/ha	Mittlere GT/ha *	Mittlere Besatzstärke, GV/ha *
A	8	1,0	263	1,4
B	12	0,8	215	1,2
C	23	1,4	326	1,8

\* einschließlich Deckbulle und Kälber

Bei der Wertung der **Ertragsentwicklung** sind die 1995 ermittelten Ergebnisse als Ausgangssituation zu betrachten, sie spiegeln noch keine variantenbedingten Unterschiede wider. Nach sechsjährigem differenziertem Weidemanagement zeichnen sich deutliche Effekte ab. Nachlassende Ertragsfähigkeit ist bei gleichbleibendem

Weidefutterbedarf (gleiche Tierzahl) immer mit Ausdehnung der Weidefläche bzw. mit Reduzierung des Mähflächenanteiles und der aus überschüssigem Futter produzierten Heumenge verbunden. Da der Weidefutterbedarf in jedem Jahr sehr ähnlich war, werden die Auswirkungen einer differenzierten Bewirtschaftung anhand dieser Parameter dargestellt (Tab.3).

Tabelle 3 : Heumenge (in dt TM) und Mähflächenanteil (MFA, in %) auf den unterschiedlich bewirtschafteten Koppeln

Jahr	A „Landschaftspflege“		B „extensiv“		C „intensiv“	
	Heumenge	MFA	Heumenge	MFA	Heumenge	MFA
1995	171	64	272	58	240	46
1996	104	52	301	115	484	114
1997	114	48	389	125	437	119
1998	94	47	350	100	536	117
1999	73	44	321	101	558	112
2000	104	47	360	104	558	107

Auf der Koppel A (ohne jegliche ertragssichernde oder - steigernde Maßnahmen) reduzierte sich bei annähernd gleich bleibendem Weideertrag die für die Winterfütterung zur Verfügung stehende Heumenge von über 170 dt TM 1995 auf unter 100 im Mittel der letzten Versuchsjahre. Der Mähflächenanteil ging insgesamt von 64% im Jahre 1995 auf 47 % im Jahre 2000 zurück. Dies macht deutlich, dass auch auf bereits wenig produktivem Grünland der Ertrag weiter fällt, wenn dem nicht durch geeignete Maßnahmen entgegen gewirkt wird.

Eine entgegengesetzte Tendenz war auf den Koppeln B und C zu verzeichnen. Die Nachsaat auf den Weideflächen beider Herden aus dem Jahr 1995 zeigte 1996 eine deutlich positive Wirkung auf den Pflanzenbestand. Auf Koppel B (ohne Stickstoffdüngung) erhöhte sich die produzierte Heumenge von 272 auf ca. 350 dt TM; auf Koppel C (mit Stickstoffdüngung) von 240 auf 550 dt TM. Da auch auf den Koppeln B und C der Weidefutteranteil wie auf A nur unwesentlich variierte, musste sich infolge der Ertragssteigerung der Mähflächenanteil erhöhen; auf B von 58 auf 104 und auf C von 46 auf 107 %.

Wenn man von den realisierten Erträgen (Weide, Heu) ausgeht und unterstellt, dass das gesamte Futter für die ganzjährige Ernährung der Tiere von „ihrer“ Fläche eingesetzt wird, kann man die „**mögliche Besatzstärke**“ errechnen (Tab.4). Sie gibt an, wie viel GV von einem Hektar Grünland ganzjährig ernährt werden könnten.

Tabelle 4: Tatsächliche (1) und mögliche Besatzstärke (2) in GV/ha

Jahr	A (Landschaftspflege)		B (extensiv)		C (intensiv)	
	1	2	1	2	1	2
1995	1,35	1,35	1,07	1,10	1,61	1,27
1996	1,47	1,08	1,14	1,14	1,62	1,56
1997	1,51	1,13	1,25	1,36	1,79	1,61
1998	1,38	1,02	1,15	1,25	1,83	1,84
1999	1,47	0,97	1,16	1,20	1,90	1,91
2000	1,31	1,08	1,15	1,32	1,64	1,85

Demnach konnten auf Koppel A bei Bruttoerträgen um die 50 dt TM/ha rechnerisch nur 1,02 GV/ha (Mittel der letzten drei Versuchsjahre) ganzjährig von der Fläche ernährt werden. Hier stieg die zur Versorgung der aufgetriebenen Mutterkühe im Winter benötigte Konservatfuttermenge von anderen Flächen (Zufuhr aus dem Ackerbau) ständig an.

Auf Koppel B konnten, wie vorgesehen, die Tiere (Besatzstärke ca. 1,2 GV/ha) auch im Winter von „ihrer“ Koppel vollständig ernährt werden. Zur Ausschöpfung des erreichten Ertragspotenziales der Flächen wäre ein Tierbesatz von maximal 1,26 GV/ha (Mittel der letzten drei Versuchsjahre) möglich. Für die bei der Anwendung der Richtlinie zur Grünlandextensivierung in Brandenburg möglichen 1,4 GV/ha würde das vorhandene Futterangebot jedoch nicht ausreichen.

Auf Koppel C konnten ebenfalls die Tiere auch im Winter vollständig von der Fläche versorgt werden. Zur Ausschöpfung des erreichten Ertragspotenziales der Flächen wäre hier ein Tierbesatz von 1,87 GV/ha möglich.

#### **4. Zusammenfassung**

- Der Wegfall jeglicher ertragssteigernder Maßnahmen (**A**) führte auch auf bereits wenig produktivem Grünland zu einem weiteren Ertragsrückgang. Bei Erträgen um 50 dt TM/ha kann nur noch rund 1 GV ganzjährig von „ihrer“ Fläche ernährt werden. Eine solche Art der Grünlandbewirtschaftung bedarf der Winterfutterzufuhr aus anderen Bereichen des Betriebes oder des Futterzukaufes. Sie ist nur für Betriebe zu empfehlen, die über anderweitiges Futter für die Winterfutterperiode verfügen.
- Unter den Bedingungen einer extensiven Bewirtschaftungsweise (**B**) erwies sich die Nachsaat in Verbindung mit einer entzugsorientierten Grunddüngung als ertragsstabilisierende Maßnahme und für eine Besatzstärke (ganzjährige Versorgung von der Fläche) von ca. 1,2 GV/ha ausreichend. Damit könnten allerdings die in Brandenburg bei Grünlandextensivierung zulässige Besatzstärke von 1,4 GV/ha nicht ausgenutzt werden.
- Die Ertragssteigerung gegenüber dem Ausgangsniveau fiel bei der Kombination von Nachsaat und NPK-Düngung (**C**) erwartungsgemäß am deutlichsten aus. Diese Bewirtschaftung wird allerdings nur für wenige Mutterkuhhalter in Frage kommen, weil erfahrungsgemäß die meisten Betriebe in Förderprogramme mit Auflagen integriert sind. Überall dort, wo keine Auflagen zu befolgen sind, kann diese Variante nach Abwägung von Kosten und Nutzen eine Alternative darstellen.

•

#### **5. Literatur**

AUTORENKOLLEKTIV, 1997: Rahmenempfehlungen zur Düngung im Land Brandenburg. - Broschüre, MELF des Landes Brandenburg.

AUTORENKOLLEKTIV, 1999: Untersuchungen zur Nachhaltigkeit von Mähstandweidesystemen mit Mutterkühen. - Broschüre, Deutscher Grünlandverband e.V..

MILIMONKA, A., GIEBELHAUSEN, H. und K. RICHTER, 2002: Wirkung differenzierter Bewirtschaftungsintensität auf die Zusammensetzung einer Weidenarbe. - Naturschutz und Landschaftsplanung (5), 152-157.

WEISSBACH, F., 1993: Überarbeitete Energiebedarfswerte für die Berechnung der Weideleistung. - Der Tierzüchter (11), 18-21.

PRIEBE, R., 2000: Tierische Leistungen und Weideertrag bei unterschiedlicher Grünlandbewirtschaftung - Fleischrinderjournal (1), 30-31.

# **Auswirkung der Beschattung auf einige Rasengräserarten und –sorten im Gefäßversuch**

von

E. Aleksandraviciene, H. Jacob und H. Schulz

**Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim**

## **1 Einleitung**

Licht ist für die Rasengräser der Energie- und Informationsträger und gehört somit zu den wichtigsten Umweltfaktoren, von denen die Funktionalität der Rasenflächen abhängig ist. Bei unzulänglicher Belichtung, wie z.B. im Bereich von Tribünen der Sportplätze, in Rasensporthallen, unter Bäumen, wird die Vitalität und das Erscheinungsbild der Rasennarbe beeinträchtigt, die Belastbarkeit vermindert. Die Lichtansprüche sowie die Anpassungsfähigkeit an die Beschattung sind durch die genetische Veranlagung im bestimmten Rahmen vorgegeben (DUNCAN u. CARROW 1999). Daher stellt vor allem die richtige Wahl der anzusäenden Grasarten und Sorten für beschattete Rasenflächen einen Ansatz dar, um die Schattenwirkung abzuschwächen. Frühere Hohenheimer Untersuchungen (BÄR et al. 1995, HUBER u. SCHULZ 1997) lassen jedenfalls den Schluß zu, daß zwischen herkömmlichen Rasengräsertypen Unterschiede in der Schattentoleranz bestehen. Die vorliegende Arbeit hat diese Problematik vertiefend aufgenommen. Ziel war es, in einem Gefäßversuch die Auswirkung der Beschattung auf Deckungsgrad, Blattflächenindex und Triebzahl einiger Rasengräserarten und –sorten, die im Gebrauchs- und Strapazierrasen Verwendung finden, zu untersuchen.

## **2 Material und Methoden**

Der Gefäßversuch wurde im Juni 1998 am Standort Stuttgart-Hohenheim in einer Vegetationshalle des Instituts für Pflanzenbau und Grünland durch Ansaat angelegt.

Insgesamt wurden 18 Sorten der Grasarten *L. perenne*, *P. pratensis*, *P. trivialis*, *P. nemoralis*, *F. rubra* ssp. und *F. arundinacea* in zwei Beschattungsstufen im Vergleich zur Kontrolle untersucht (Tab. 1). Die bei der Kontrolle einfallende photosynthetisch aktive Strahlung wurde durch die Anwendung von Polyethylen-Schattierungsmatten bei den Beschattungsvarianten um 50% bzw. um 70% reduziert. Wasser- und Nährstoffversorgung erfolgte in dem für Intensivrasen üblichen Rahmen, die Schnitthöhe betrug 3 cm.

Mit Hilfe eines aufgelegten Zählrahmens wurden die Anzahl der Triebe ermittelt. Drei Tage nach dem Schnitt wurden je nach artspezifischer Triebgröße bis zu 20 Triebe je Versuchsglied nach einer zufallsgerechten Verteilung entnommen. Die Fläche der Blattspreiten wurde mit dem Meßgerät LI-3100 einseitig gemessen. Die durchschnittliche Blattfläche eines Triebes errechnete sich aus der Blattspreitenfläche und Triebanzahl der Probe. Durch Multiplikation der Triebzahl je m<sup>2</sup> mit der durchschnittlichen Blattfläche wurde der Blattflächenindex (BFI) ermittelt. Die Bodenbedeckung durch lebende Pflanzen wurde geschätzt und als Deckungsgrad in Prozent ausgedrückt.

Tab. 1: Varianten im Gefäßversuch

Beschattung	Grasart	Sorte
Kontrolle 50% Beschattung 70% Beschattung	<i>Lolium perenne</i>	Gator Barrage Lissabon Lorettanova Lisabelle
	<i>Poa pratensis</i>	Cesar Cocktail Broadway Limousine
	<i>Poa trivialis</i>	Tritana Solo
	<i>Poa nemoralis</i>	Shadow
	<i>Festuca rubra trichophylla</i>	Liprosa Dawson
	<i>Festuca rubra commutata</i> <i>Festuca rubra rubra</i>	Silk Gentil
	<i>Festuca arundinacea</i>	Bonnet Bonaparte

### 3 Ergebnisse

In Abbildung 1 ist die Entwicklung der Triebzahl und des BFI am Beispiel der für Sportrasen wichtigsten Grasarten *L. perenne* und *P. pratensis* im zweiten Versuchsjahr dargestellt. Mäßiger Strahlungsentzug (50%) führte in allen Beobachtungsfällen gegenüber der Kontrolle zu erniedrigten Triebzahlen. Im Frühsommer war zwar noch eine geringe Erhöhung der Triebzahl festzustellen, zum Spätsommer allerdings eine Erniedrigung. Bei *L. perenne* betrug die Triebzahl im August gegenüber der Kontrolle nur noch 46% und bei *P. pratensis* 65%. Durch starken Strahlungsentzug (70%) waren die Triebzahlen in noch höherem Masse betroffen als durch mäßigen (50%). Im August wurden um etwa 77% niedrigere Triebzahlen ermittelt als bei der Kontrolle.

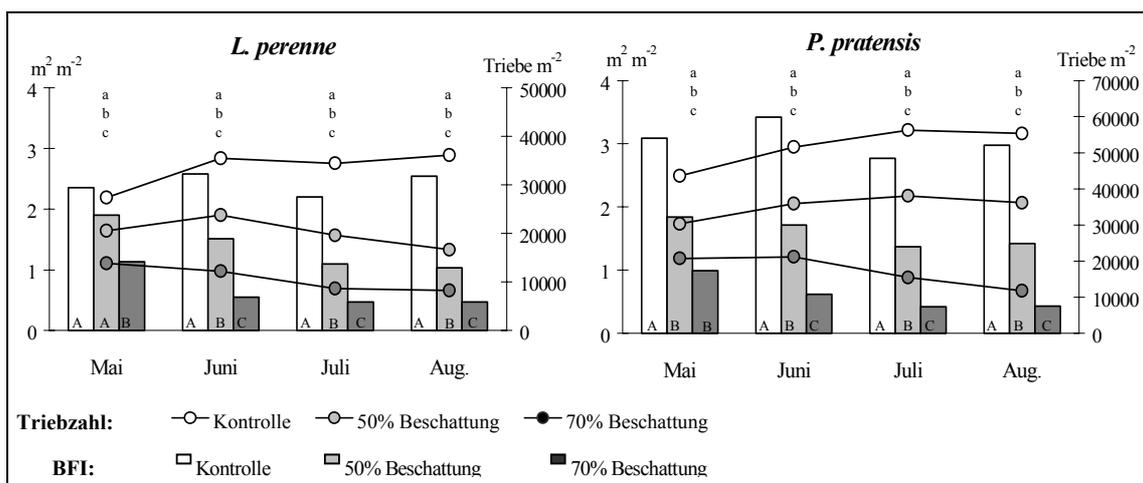


Abb. 1: Triebzahl (Triebe m<sup>-2</sup>) und BFI (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) der Grasarten *L. perenne* und *P. pratensis* in Abhängigkeit von der Beschattung und Jahreszeit (ξ der Sorten, 2. Beobachtungsjahr 1999) unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen bei einer Monatsbeobachtung

Der **BFI** war in den Beschattungsvarianten bereits zu Vegetationsanfang gegenüber der Kontrolle erniedrigt (Abb. 1). Bei 50% Beschattung ging er sodann gegenüber der

Kontrolle bis zum August auf 48% (*P. pratensis*) bzw. 40% (*L. perenne*) zurück, bei 70%iger Beschattung auf 19% (*P. pratensis*) bzw. 14% (*L. perenne*).

Auch im Jahresmittel zeigt sich bei allen untersuchten Arten der negative Einfluss der Beschattung auf den BFI (Tab. 2). Allerdings war er unter den Bedingungen mäßigen Strahlungsentzuges (50%) bei *P. trivialis* und *P. nemoralis* nicht signifikant. *F. arundinacea* hatte bei beiden Beschattungsstufen den höchsten, *P. trivialis* den zweithöchsten BFI, *F. rubra* ssp. generell den niedrigsten.

Tab. 2: Mittlerer BFI ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ) der Grasarten in Abhängigkeit von der Beschattung, 2. Beobachtungsjahr ( $\xi$  der Sorten,  $\xi$  05.-08.1999)

Art	Kontrolle			50% Beschattung			70% Beschattung		
<i>L. perenne</i>	2,42	a*	b**	1,39	b*	b**	0,65	c*	bc**
<i>P. pratensis</i>	3,06	a	a	1,59	b	b	0,62	c	bc
<i>P. trivialis</i>	2,12	a	c	1,90	a	a	0,81	b	ab
<i>P. nemoralis</i>	1,59	a	d	1,39	a	b	0,55	b	c
<i>F. rubra</i> ssp.	1,57	a	d	1,01	b	c	0,52	c	c
<i>F. arundinacea</i>	2,93	a	a	2,03	b	a	1,09	c	a

\* unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Differenzen

\*\* unterschiedliche Buchstaben in einer Spalte kennzeichnen signifikante Differenzen

Der **Deckungsgrad** wurde durch mäßigen Strahlungsentzug (50%) nur gering, wenngleich mit Ausnahme von *F. arundinacea* und *P. nemoralis* signifikant, vermindert, durch hohen Strahlungsentzug (70%) sehr deutlich beeinflusst (Tab. 3). *F. arundinacea* erlitt die geringste Beeinträchtigung. Bei 50% Beschattung betrug hier der Deckungsgrad 85%, bei 70%iger Beschattung immerhin noch 50%. Alle übrigen Grasarten folgten mit deutlichem Abstand, wobei *P. nemoralis* und *L. perenne* bei 70%iger Beschattung den größten Lückenanteil von entsprechend 80% und 72% aufwies.

Tab. 4: Triebzahl (Triebe  $\text{m}^{-2}$ ), BFI ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), Deckungsgrad (%) der Sorten von den Grasarten in Abhängigkeit von der Beschattung, 2 Beobachtungsjahr ( $\xi$  05.- 08.1999)

Art/ Sorte	Triebzahl (x 100)			BFI			Deckungsgrad		
	Kon- trolle	Beschattung		Kon- trolle	Beschattung		Kon- trolle	Beschattung	
		50%	70%		50%	70%		50%	70%
<i>L. perenne</i>									
Gator	331	204	105	2,39	1,48	0,66	83	60	30
Barrage	314	173	110	2,36	1,32	0,77	85	56	32
Lissabon	322	197	84	2,28	1,34	0,52	81	57	19
Loretanova	326	251	128	2,33	1,57	0,65	81	64	31
Lisabelle	375	181	109	2,73	1,22	0,67	83	56	26
<i>P. pratensis</i>									
Cesar	464	190	133	3,01	1,12	0,54	94	42	31
Cocktail	581	490	238	3,26	1,89	0,76	99	82	43
Broadway	422	328	139	2,78	1,49	0,49	98	78	30
Limousine	599	396	180	3,20	1,84	0,68	100	87	38
<i>P. trivialis</i>									
Tritana	560	432	226	2,16	1,99	0,94	93	73	40
Solo	616	412	175	2,08	1,80	0,67	94	74	27
<i>F. rubra</i> ssp.									
Liprosa	687	468	260	1,52	1,01	0,50	92	68	38
Dawson	698	443	276	1,77	1,02	0,56	91	67	36
Silk	608	409	243	1,46	0,98	0,49	96	64	40
Gentil	618	450	248	1,52	1,04	0,52	85	67	32
<i>F. arundinacea</i>									
Bonnet	368	292	169	2,98	2,14	1,04	94	86	48
Bonaparte	364	299	245	2,87	1,92	1,13	85	84	53
GD <sub>5%</sub> (Sorte×Besch.)	90			0,47			15		

Tabelle 4 fasst den Einfluß der Beschattung auf Triebzahl, Blattflächenindex und Deckungsgrad aller untersuchten Rasengräsersorten zusammen. Bei *L. perenne* fällt die Sorte Lissabon bei starkem Lichtentzug aus den Rahmen. Sowohl Triebzahl und BFI als auch der Deckungsgrad sind gegenüber den anderen vier Sorten der Art *L. perenne*, die sich etwa gleich verhalten, in der Tendenz stärker beeinträchtigt. Bei *P. pratensis* ist in beiden Beschattungsstufen die Sorte Cocktail am geringsten geschädigt. Die Überlegenheit von Cocktail war zum Teil signifikant. Von den beiden untersuchten Sorten der Art *P. trivialis* ist Tritana tendentiell gegenüber Beschattung die widerstandsfähigere. Die untersuchten Sorten von *F. rubra* ssp. und *F. arundinacea* verhalten sich gegenüber der Beschattung in etwa gleich.

Tab. 3: Mittlerer Deckungsgrad (%) der Grasarten in Abhängigkeit von der Beschattung, 2. Beobachtungsjahr (ξ der Sorten, ξ 05.-08.1999)

Art	Kontrolle			50% Beschattung			70% Beschattung		
<i>L. perenne</i>	83	a*	c**	59	b*	d**	28	c*	cd**
<i>P. pratensis</i>	98	a	a	72	b	b	36	c	b
<i>P. trivialis</i>	94	a	ab	74	b	b	34	c	bc
<i>P. nemoralis</i>	59	a	d	48	a	e	20	b	d
<i>F. rubra</i> ssp.	91	a	b	67	b	c	37	c	b
<i>F. arundinacea</i>	90	a	b	85	a	a	51	b	a

\* unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Differenzen

\*\* unterschiedliche Buchstaben in einer Spalte kennzeichnen signifikante Differenzen

#### 4 Zusammenfassung

Im Jahre 1998 wurde ein Gefäßversuch mit 18 Rasengräsersorten zur Prüfung der Beschattungswirkung (Kontrolle, 50% und 70% Beschattung) auf Triebzahl, Blattflächenindex und Deckungsgrad angelegt. Es werden die Ergebnisse des zweiten Versuchsjahres (1999) dargestellt.

Strahlungsentzug beeinträchtigt bei allen Arten und Sorten die Entwicklung der Triebe, erniedrigt den BFI und vermindert den Deckungsgrad. Der nachteilige Einfluss nimmt mit der Intensität der Beschattung kräftig zu. Unter Bedingungen hohen Strahlungsentzuges (70%) war er bei allen geprüften Arten/Sorten generell signifikant, nicht jedoch bei mäßigem (50%). Für *P. trivialis* und *P. nemoralis* ergaben sich hier im BFI sowie für *P. nemoralis* und *F. arundinacea* im Deckungsgrad lediglich tendentiell negative Abweichungen von der Kontrolle. Unbeschadet des besonders starken negativen Einflusses hoher Beschattung (70%) reagierte *F. arundinacea* auf Strahlungsentzug sowohl beim BFI als auch im Deckungsgrad unter allen geprüften Grasarten am wenigsten. Umgekehrt hatte Beschattung für *P. nemoralis* und *L. perenne* die jeweils niedrigsten Deckungsgrade, für *F. rubra* ssp. den jeweils niedrigsten BFI unter den Prüfarten zur Folge, wenngleich dabei der negative Einfluß unter Bedingungen mäßiger Beschattung (50%) nicht in jedem Falle signifikant war.

Sortenunterschiede in der Reaktion auf Beschattung waren bei *L. perenne*, *P. trivialis*, und *P. pratensis* zu beobachten. Das differenzierte Verhalten war jedoch überwiegend nicht signifikant. Immerhin läßt der Befund den Schluß zu, daß insbesondere die Sorten der für Strapazierrasen wichtigsten Arten *L. perenne* und *P. pratensis* zukünftig auf ihre Schattenverträglichkeit überprüft werden sollten. Da sich alle hier geprüften Parameter ähnlich verhielten, würde dafür bereits eine (zweijährige) Beobachtung des leicht ermittelbaren Deckungsgrades ausreichen.

#### 5 Literatur

- BÄR, D., JACOB H. und H. SCHULZ, 1995: Wirkung unterschiedlicher Beschattungsintensität auf die Entwicklung einiger Rasengräserarten. Rasen – Turf – Gazon 26, H. 3, 84-94.
- DUNCAN, R. und R. CARROW, , 1999: Turfgrass molecular genetic improvement for abiotic/ edaphic stress resistance. Advances in Agronomy 67, 233-305.
- HUBER A. und H. SCHULZ, 1997: Einfluß von Belastung und Beschattung auf einige Rasengräserarten und –sorten. Rasen – Turf – Gazon 28, H. 2, 36-40

# **Einfluss der Mykorrhizierung auf die Blattbildung und Kohlenhydratgehalte von Deutsch Weidelgras Pflanzen**

von

Cornelia Mitterer<sup>1</sup>, Sabine Rattler<sup>1</sup>, Astrid Lux-Endrich<sup>1</sup>, Agustin Grimoldi<sup>2</sup> und Thomas Gebbing<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Zellbiologie und <sup>2</sup>Lehrstuhl für Grünlandlehre, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TUM, 85350 Freising

\*neue Adresse: Institut für Pflanzenbau, Universität Bonn, 53115 Bonn

## **Einleitung**

Die Mykorrhiza ist eine entwicklungsgeschichtlich sehr alte Symbiose zwischen Pilzen und Pflanzenwurzeln. Es wird angenommen, dass über 80% aller heutigen Pflanzenarten zu Familien gehören, die mit Mykorrhizapilzen eine Symbiose eingehen können. Diese Mykorrhizierung von Wurzeln trägt zur Erschließung von Bodennährstoffen (N und P) bei und verbessert möglicherweise das Wasseraneignungsvermögen. Dabei ist der pilzliche Partner ausschließlich auf die C-Versorgung durch die Wirtspflanze angewiesen. Grünlandpflanzen sind allgemein stark mit arbuskulären Mykorrhizapilzen (AMF) besiedelt. Die das Grünland kennzeichnende periodische Reduktion der assimilatorischen Blattfläche (durch Schnitt oder Verbiss) führt zu einer starken Belastung des C-Haushaltes der Wirtspflanze. Untersuchungen an Weißklee zeigten eine Erhöhung der Photosyntheserate in mykorrhizierten Pflanzen (Wright *et al.* 1998). Dadurch konnte der erhöhte C-Bedarf durch den Symbiosepartner zum Teil kompensiert werden. Vergleichende Untersuchungen zum Deutsch Weidelgras sind uns nicht bekannt. Wasserlösliche Kohlenhydrate (WLK, insbesondere Fruktane) sind wichtige Langzeit-Reserven in den Gräsern des gemäßigten Klimabereichs. Im Experiment wurde unterstellt, dass der WLK-Gehalt zum C-Status der Weidelgraspflanze in Beziehung steht, d.h. wenn die Pflanze gut mit Photosyntheseprodukten versorgt ist, kann sie größere Mengen Reserven (Fruktan) in ihre Gewebe einlagern. Im Gefäßversuch induzierten wir in mykorrhizierten und nicht-mykorrhizierten Sämlingen von Deutsch Weidelgras einen starken C-Mangel durch wöchentlichen Schnitt und untersuchten den Einfluss der Verfahren auf die Blatt- und Triebbildung, sowie den WLK-Gehalt in der oberirdischen Biomasse.

## **Material und Methoden**

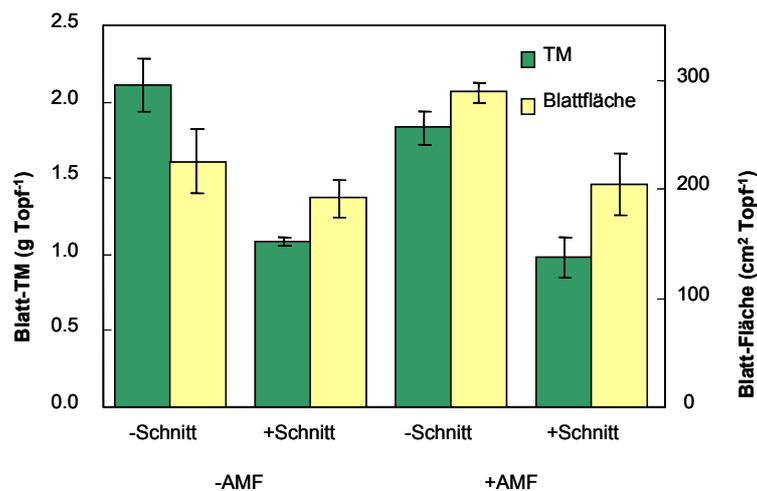
In einer Pflanzenwachstumskammer wurden Sämlinge von Deutsch Weidelgras (*Lolium perenne* L.) in Töpfen (n=40) auf einer Mischung aus Quarzsand und Tongranulat (Seramis) angezogen (Tag/Nacht; 22°C/18°C; 14h/8h; PFD 240µmol PAR). Die relative Luftfeuchte betrug zwischen 65 und 75%. Zur Saat wurden die Pflanzen der Mykorrhiza-Variante (+AMF) standardisiert mit *Glomus mosseae* und *Acaulospora longula* inokuliert. Die Pflanzen wurden einheitlich mit den Depotdüngern Floranid NK und Radigen gedüngt. Als schlecht pflanzenverfügbare P-Quelle wurde dem Substrat zusätzlich Hyperphos zugesetzt, das durch die Mykorrhizapilze aufgeschlossen werden sollte. Zur Vermeidung von Nährstoffeffekten erhielten die nicht mykorrhizierten Pflanzen (-AMF) zusätzlich eine P-Düngerlösung.

Ab dem 3-Blatt-Stadium wurde in einem Teil der Pflanzen durch wöchentlichen Schnitt (+Schnitt) ein starker C-Mangel induziert. Zwei Wochen nach dem 4. Schnitt wurden die Pflanzen geerntet (5 Töpfe je Verfahren), die oberirdische TM, sowie die Blattfläche und die Triebzahl bestimmt. Weiterhin wurde der Gehalt wasserlöslicher Kohlenhydrate in den Blattscheiden untersucht (Thome & Kühbauch, 1985). Der Mykorrhizanachweis erfolgte zum einen histologisch über Wurzelfärbung (Kormanik *et al.* 1980), zum anderen über PCR mit speziell für die AMF entwickelten Primern (Böhm 2000).

## Ergebnisse

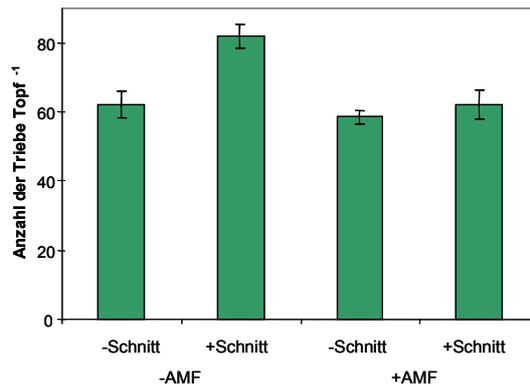
In der -AMF Variante konnte mittels PCR keine mykorrhizaspezifische DNA nachgewiesen werden, dagegen zeigten die mykorrhizierten Pflanzen (+AMF) eine starke Besiedlung durch *Acaulospora longula*, welche sich bei Entblätterung tendenziell erhöhte (nicht dargestellt). Dies bestätigt das Ergebnis eines vorausgegangenen Experiments, in dem mit Hilfe der quantitativen PCR (Böhm *et al.* 1999, Böhm *et al.* 2002) nach Entblätterung eine signifikante Erhöhung des Mykorrhizierungsgrades nachgewiesen werden konnte (Lux-Endrich *et al.* 2002).

Wie erwartet führte der regelmäßige Schnitt zu einer starken Reduktion der Blatt-TM (Abb. 1). Dagegen konnte kein signifikanter Effekt der Mykorrhizierung auf die oberirdische Biomassebildung nachgewiesen werden.



**Abb. 1:** Einfluß von Schnitt und Mykorrhizierung auf die Blatt-TM und Blattfläche (Topf<sup>-1</sup>) von Deutsch Weidelgraspflanzen nach einer zweiwöchigen Erholungsphase.

In der +AMF Variante war die durchschnittliche Blattfläche Topf<sup>-1</sup> erhöht. Bei gleicher Blatt-TM kam es somit zu einer signifikanten Erhöhung der spezifischen Blattfläche (m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>).



**Abb. 2:** Einfluss von Schnitt und Mykorrhizierung auf die Triebbildung (Topf<sup>-1</sup>) von Deutsch Weidelgraspflanzen nach einer zweiwöchigen Erholungsphase.

Regelmäßiger Schnitt führt häufig zu erhöhter Bestockung und resultiert in erhöhten Triebdichten. In den nicht mykorrhizierten Pflanzen wurde die Triebbildung durch den Schnitt stark gefördert. Diese Förderung konnte in den +AMF Pflanzen nicht beobachtet werden.

**Tabelle 1:** Fruktan- und Saccharosegehalte (% der TM ±SE) der Blattscheiden von Deutsch Weidelgraspflanzen in Abhängigkeit vom Verfahren [Schnitt, Mykorrhiza (+AMF, -AMF)]. Die Pflanzen wurden nach einer zweiwöchigen Erholungsphase geerntet.

Verfahren		Fruktan (%)	Saccharose
-Schnitt	-AMF	35,9±1,3	2,4±0,1
+Schnitt	-AMF	12,4±0,6	2,5±0,1
-Schnitt	+AMF	22,1±1,6	2,8±0,2
+Schnitt	+AMF	6,9±1,5	1,5±0,1

Der regelmäßige Schnitt hatte einen starken Einfluss auf die WLK-Gehalte in den Blattscheiden (Tab. 1). Im Vergleich zu den ungeschnittenen Weidelgraspflanzen reduzierte sich der Fruktangehalt in den geschnittenen Pflanzen auf etwas ein Drittel. Die Mykorrhizierung führte ebenfalls zu einer geringeren Akkumulation dieser Langzeit-Reserven. Die geringsten Fruktan- und Saccharosegehalte wurden in den geschnittenen und mykorrhizierten Pflanzen festgestellt.

## Diskussion

Neben der C-Bereitstellung für die Biomasseproduktion mussten die mykorrhizierten Sämlinge auch C für den Aufbau der Pilzhyphen zur Verfügung stellen. Aus Beschattungsexperimenten ist bekannt, dass Lichtmangel die spezifische Blattfläche erhöhen kann. Als Ursache kann ein relativer C-Mangel angenommen werden. Die Erhöhung der spezifischen Blattfläche in der +AMF Variante kann ebenfalls als morphologische Reaktion (dünnere Blätter) der Wirtspflanze auf den zusätzlichen C-Bedarf für den Aufbau der Pilzhyphen interpretiert werden. Die Pflanzen der +AMF Variante wiesen in der Tendenz auch geringere Blattwachstumsraten zu Beginn des Wiederaustriebs auf (nicht dargestellt). Die üblicherweise durch Schnitt geförderte

Bestockung konnte in den mykorrhizierten Pflanzen nicht festgestellt werden und die WLK-Analysen zeigten deutlich verringerte Fruktan-Gehalte.

Wir nehmen an, dass der Neuaufbau des Hyphennetzes mit einer erheblichen Belastung des C-Haushaltes der Wirtspflanzen verbunden war. Ein hoher C-Bedarf durch die Mykorrhiza könnte Einfluss auf die Persistenz von Sämlingen haben. Möglicherweise verringert sich der C-Bedarf für die Symbiose, wenn im Feld die Sämlinge an ein bestehendes Hyphennetz ‚anknüpfen‘ können.

## Literatur

- Böhm, J. (2000): Artspezifischer Nachweis arbuskulärer Mykorrhizapilze mit Hilfe von Sequenzanalysen der ribosomalen DNA. Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Botanik.
- Böhm, J., Hahn, A., Schubert, R., Bahnweg, G., Adler, N., Nechwatal, J., Oehlmann, R. und Oßwald, W. (1999): Real-time quantitative PCR: DNA determination in isolated spores of the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and monitoring of *Phytophthora infestans* and *Phytophthora citricola* in their respective host plants. *J. Phytopathology* **147**, 409-416.
- Böhm, J., Lux-Endrich, A., Erhart, C., Schramm, B. und Hock, B. (2002): Real-time quantitative PCR: DNA-based quantification of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in roots of different host plants. In Vorbereitung.
- Kormanik, P.P., Bryan, W.C. und Schulz, R.C. (1980): Procedures and equipment for staining large numbers of plant roots for endomycorrhizal assay. *Can. J. Microbiol.* **26**, 536-538.
- Lux-Endrich, A., Bauer, C., Erhart, C., Neuberger, K., Peckl, A., Böhm, J. und Hock, B. (2002): Repeated defoliation of *Lolium perenne* strongly enhances colonization with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). In Vorbereitung.
- Thome, U. und W. Kühbauch (1985) Change in the carbohydrate pattern in the cell content of wheat stems during grain-filling. *Z. Acker- und Pflanzenbau* **155**, 253-260.
- Wright, D.P., D.J. Read und J.D. Scholes (1998) Mycorrhizal sink strength influences whole plant carbon balance of *Trifolium repens* L. *Plant, Cell and Environment* **21**, 881-891.

## **5. Dezember 1952 - erste Grünlandprofessur in Deutschland**

von

Christine Knödler und Wilhelm Opitz von Boberfeld

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

#### **1. Einleitung**

Mit der Errichtung der Ökonomischen Fakultät im Jahr 1777 und der darin enthaltenen Professur für Landwirtschaft und Rechnungswesen hatte offenbar Gießen als erste aller deutschen Universitäten einen Lehrstuhl im Agrarbereich (GERHARDT 1977). Nachdem einige Jahre nach Ende des Ersten Weltkriegs an der damaligen Hochschule für Bodenkultur und Veterinärmedizin in Gießen die Aufteilung des Gesamtgebiets der Landbauwissenschaften auf mehrere Institute begann (BÖHM 1988), wurde bald nach dem Zweiten Weltkrieg klar, dass auch das gesamte Arbeitsgebiet des Pflanzenbaus im Laufe der Jahrzehnte über die Kapazität eines einzigen Instituts hinausgewachsen war (REINHOLD & ROLFES 1957). Konsequenz daraus war u.a. die Einrichtung eines Extraordinariates für Grünlandwirtschaft und Futterbau an der damaligen Justus-Liebig-Hochschule am 1. April 1951, das eineinhalb Jahre später, am 5. Dezember 1952, als Ordinariat vollständig aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung ausgegliedert wurde. Damit ist der 5.12.1952 als die "Geburtsstunde" des Lehrstuhls für Grünlandwirtschaft und Futterbau in Gießen zu betrachten.

#### **2. Grünlandlehre an der Universität Gießen**

ARNOLD SCHEIBE (1901-1989), von April 1951 bis März 1955 Direktor des Instituts für Grünlandwirtschaft und Futterbau, wurde bereits zum Wintersemester 1950/51 ein Lehrauftrag für Grünlandwissenschaft und Futterbau übertragen. Durch seine Habilitation 1934 in Gießen und sein Wirken unter GEORGE SESSOUS (1876-1962) am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung bis 1941 hatte er gute Verbindungen zu Gießen. SCHEIBE war zuvor und blieb gleichzeitig Abteilungsleiter auf Gut Neuhof, einer Forschungsstelle für Pflanzenbau und Züchtungsbiologie der Max-Planck-Gesellschaft 10 km südlich von Gießen. Seine wichtigsten Forschungsdisziplinen am Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau waren Futterpflanzenzüchtung,

Pflanzenphysiologie, Biochemie und landwirtschaftliche Botanik, vgl. Abb. Insgesamt betreute er in Gießen zwölf Dissertationen. 1955 nahm SCHEIBE den Ruf als Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Universität Göttingen als Nachfolger von OTTO TORNAU (1886-1982) an.

Ab Mai 1956 konnte ADOLF STÄHLIN (1901-1992) für das Amt des Direktors des Instituts für Grünlandwirtschaft und Futterbau gewonnen werden, das er bis zu seiner Emeritierung im März 1970 inne hatte. Vor seiner Berufung nach Gießen war STÄHLIN außerplanmäßiger Professor und Abteilungsleiter des Bereichs "Grünlandlehre und Samenkunde" an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Stuttgart-Hohenheim (KLAPP 1961, OPITZ v. BOBERFELD 1992). Die Vielseitigkeit seiner Interessen und Fähigkeiten zeigte sich sowohl in der Lehre als auch in der breiten Forschungsarbeit des Instituts, vgl. Abb. Generell lassen sich drei Hauptarbeitsrichtungen STÄHLINS herausstellen: Fragen der Futterqualität von Pflanzen, die Grünlandpflanzensoziologie sowie die Rasenforschung (BOMMER 1966). Auch bei den insgesamt 22 in Gießen betreuten Dissertationen und einer Habilitation zeigte sich dieses weite Feld seiner bearbeiteten Themen.

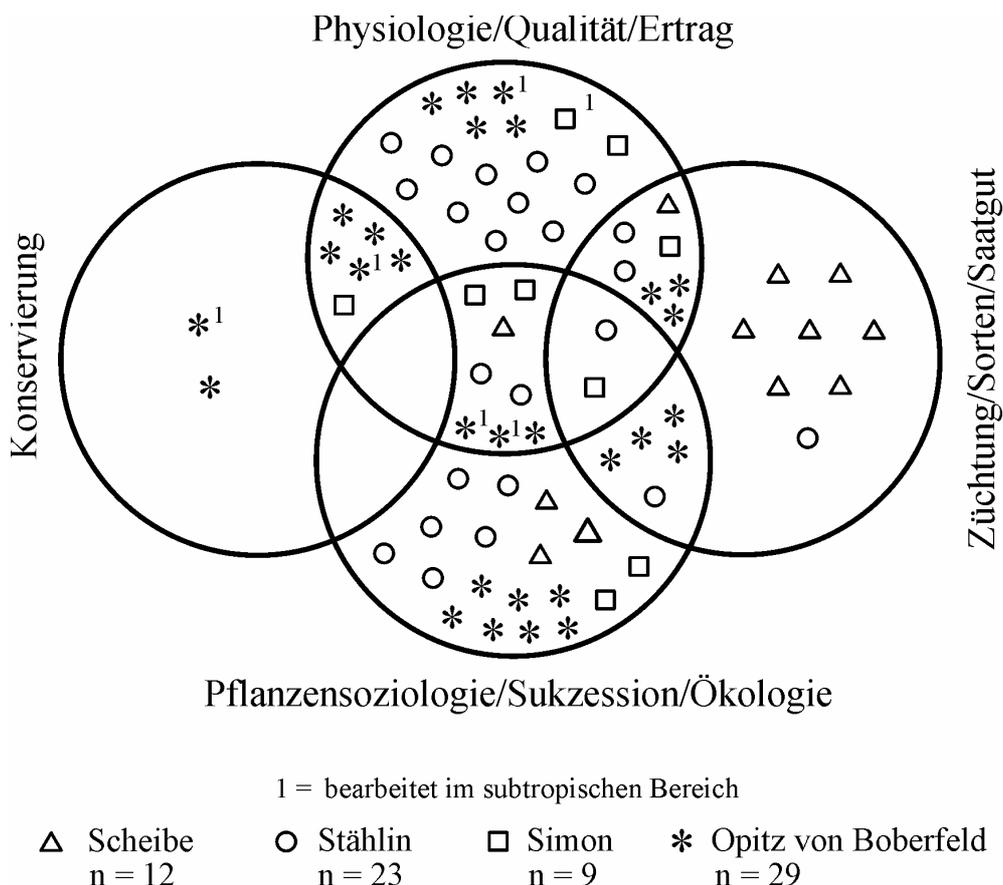


Abb.: Hauptarbeitsgebiete der Professoren für Grünlandwirtschaft und Futterbau in Gießen, zusammengestellt anhand der abgeschlossenen Promotionen und Habilitationen

UWE SIMON, von April 1971 bis Juli 1982 Inhaber des Lehrstuhls für Grünlandwirtschaft und Futterbau an der Justus-Liebig Gießen, war zuvor Leiter der Abteilung Futterpflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und außerplanmäßiger Professor an der Technischen Universität München in Weihenstephan. SIMON beschäftigte sich in Gießen schwerpunktmäßig mit züchtungsmethodischen Fragen bei Gräsern und Leguminosen, mit der Saatguterzeugung und mit der Verbesserung der Futterqualität. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt war der Ökologie von Grünlandpflanzen gewidmet (ANONYMUS 1979/80). Diese Arbeitsrichtungen, vgl. Abb., spiegeln sich auch in den acht von ihm betreuten, in Gießen abgeschlossenen Dissertationen und einer Habilitation wider. 1982 trat SIMON die Nachfolge von GERHARD VOIGTLÄNDER am Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München in Weihenstephan an.

Erst im September 1985 erfolgte die Wiederbesetzung der Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau durch WILHELM OPITZ VON BOBERFELD, der vorher die Professur für Graslandwirtschaft und Futterbau an der Universität Göttingen inne hatte. Die Hauptarbeitsrichtungen in Gießen können an den bisher (= Stand: Februar 2002) beendeten 28 Dissertationen und einer Habilitation abgelesen werden, vgl. Abb. Die Arbeiten haben einen produktionsökologischen Schwerpunkt unter Einschluss subtropischer Areale. Systemanalysen und systemare Lösungsansätze stellen das Instrumentarium für die Bearbeitung der Arbeitsschwerpunkte dar, wie ökologische Ziele mit produktionstechnischen Mitteln erreichbar sind.

### **3. Perspektiven**

Eine kostenmotivierte Rückführung der Entwicklung, indem beispielsweise Pflanzenbau und Grünlandlehre wieder vereint werden, lässt kaum Synergismen zum Tragen kommen; wie die Entwicklung in Gießen zeigt, stehen in der angewandten Forschung dem Fach Pflanzenbau andere Tochterdisziplinen, wie Pflanzenernährung oder Bodenkunde, näher als die Grünlandwissenschaft. Der Schwerpunkt in der Grünlandwissenschaft sollte auf agronomische und nicht, wie gegenwärtig zu beobachten, auf ausschließlich pflanzenphysiologische oder gar molekularbiologische Ansätze ausgerichtet werden, da die Betätigungsfelder der Grünlandlehre perennierende Mischkulturen mit oft hoher Artendiversität sind. Durch diese Umorientierung der Grünlandlehre entsteht ein Vakuum, das andere, hierfür nicht ausgewiesene Fachgebiete, wie Botanik, Landschaftsökologie, Geographie etc., versuchen auszufüllen. Für die Grünlandwissenschaft muss zukünftig auch stärker eine Abkehr von der Bearbeitung regionaler Besonderheiten bzw. der Bearbeitung von Feldern benachbarter Disziplinen und eine vermehrte Hinwendung zur Anwendung der Methodik ohne engen Raumbezug gefordert werden. Ein breites Forschungsfeld besteht derzeit auch in tropischen und subtropischen Regionen, wo sich zwar die gleichen Methoden anwenden lassen, aber aufgrund anderer Standortgegebenheiten andere funktionale Abhängigkeiten bestehen.

#### 4. Fazit

Die frühe Abspaltung des Bereiches Grünlandwirtschaft und Futterbau vom Gesamtgebiet des Pflanzenbaus macht das Trennende von annuellen und perennierenden Beständen sowie die geringen Nutzungsmöglichkeiten von Synergismen - im Gegensatz zu anderen Tochterdisziplinen des Pflanzenbaus - deutlich. Durch die in der Grünlandwirtschaft auch international zu beobachtende Entwicklung der Hinwendung zur Molekularbiologie werden die eigentlichen Kernkompetenzen der Grünlandwissenschaft fachfremden Gebieten überlassen. Für das Gebiet der Grünlandlehre muss die Agronomie die Grundlage darstellen.

#### 5. Literatur

- ANONYMUS, 1979/80: Die Agrar-, Haushalts- und Ernährungswissenschaften. JLU Gießen. (Hrsg.: Gemeinsame Kommission für Agrar- und Ernährungswissenschaften an der JLU Gießen). Gießen-Druck.
- BÖHM, W., 1988: Die Pflanzenbauwissenschaft und ihre Disziplingeschichte. Bayer. Landw. Jb. 65, 941-946.
- BOMMER, D., 1966: Adolf Stählin zum 65. Geburtstag. D. wirtschaftseig. Futter **12**, 305-307. GERHARDT, E., 1977: Zur Geschichte der Agrarwissenschaften an der Universität Gießen. Ergebn. landw. Forsch. Justus-Liebig-Univ., H. 14, 1-23.
- KLAPP, E., 1961: Adolf Stählin zum 60. Geburtstag. In: Neue Ergebnisse futterbaulicher Forschung. Verl. DLG, Frankfurt, 4-7.
- OPITZ v. BOBERFELD, W., 1992: In memoriam Adolf Stählin. 1901-1992. D. wirtschaftseig. Futter 38, 153-154.
- REINHOLD, G. & M. ROLFES, 1957: Zur Geschichte der Landwirtschaftswissenschaft an der Ludwigs-Universität und der Justus-Liebig-Hochschule in Gießen. Festschrift zur 350-Jahrfeier Giessen 1957, 347-367.

# **Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung von Rotklee und Luzerne sowie deren Gemenge mit Dt. Weidelgras**

von

Ralf Loges\*, Johannes Thaysen\*\* und Friedhelm Taube\*

**\*Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel**

**\*\*Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Abt. Pflanzenbau**

## **1. Einleitung**

Rotklee gras stellt in zahlreichen ökologisch wirtschaftenden Betrieben Norddeutschlands die Basis der Winterfuttermittellieferung dar (LOGES UND TAUBE, 1999). Die geringere Trockenheitsempfindlichkeit der Luzerne und deren größere Ausdauer (SIMON, 1960) sowie die in der Regel höheren Rohproteingehalte (LOGES et. al 2001) lassen den Luzerneanbau als eine Alternative zum Rotklee grasanbau erscheinen. Zahlreiche Gründe sprechen gerade in jüngster Zeit dafür, dass der Ackerfütterbau mit Leguminosen auch für konventionell wirtschaftende Betriebe Interessantes zu bieten hat: In der Literatur der Tierernährung wird das Rohprotein von Klee und Luzerne als physiologisch wertvoller eingestuft als das hochgedüngter Weidelgrasbestände, auch führt die höhere Passagerate zu vergleichsweise höheren Futteraufnahmen bei Wiederkäuern (FLACHOWSKY et al., 1999). Zusätzlich sind Leguminosen durch die Symbiose mit Luftstickstoff-bindenden Bakterien selbstversorgend mit Stickstoff (N) und somit nicht auf eine zusätzliche N-Düngung angewiesen. Diese Fähigkeit wird in Zukunft nicht nur von den ökologisch wirtschaftenden Betrieben geschätzt werden, da langfristig mit der Verknappung der fossilen Energiereserven mit einer Verteuerung der mineralischen N-Düngemittel zu rechnen ist. In der Literatur liegen nur wenige Untersuchungen vor, die das Leistungspotential von Luzerne und Rotklee unter Norddeutschen Klimaverhältnissen miteinander vergleichen. Noch seltener finden sich in Deutschland aktuelle vergleichende Untersuchungen bezüglich der Siliereignung beider Leguminosen.

Vor diesem Hintergrund wurden an der Universität Kiel neben Vergleichen von Ertragspotential, Futterqualität, N<sub>2</sub>-Fixierung und Vorfruchtwert beider Leguminosenarten auch Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung verschiedener Rotklee- und Luzerne grasbestände durchgeführt.

## **2. Material und Methoden**

In mehrjährigen Feldversuchen auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsbetrieb Lindhof der CAU-Kiel [Bodenart Ls-SI, 40–45 BP; Jahresniederschlag 670 mm; Jahresmitteltemperatur 8,5 °C] wurden unterschiedliche Futterleguminosen/Grassaatmischungen bezüglich Ertrag, Futterqualität, N<sub>2</sub>-Fixierung sowie Vorfruchtwert vergleichend untersucht.

Zusätzlich zu den Futterqualitätsuntersuchungen auf Basis von unsiliertem, getrocknetem Pflanzenmaterial wurden im Versuchsjahr 1998 ausgewählte Aufwüchse verschiedener Rotklee- bzw. Luzerne-Gras-Gemenge im Silierversuch bezüglich Siliereignung sowie Silagequalität geprüft.

Der Hauptversuch umfasste die in Tab. 1 dargestellten Faktoren und Faktorstufen.

Das im Falle der Siliermischungen 100% Leguminose bzw. 100% Dt. Weidelgras verwendete Pflanzenmaterial wurde in Leguminosen bzw. Grasreinbeständen

gewonnen. Im Falle der Siliermischung mit 67% Leguminosenanteil entstammte das Siliergut aus leguminosenreichen Futterleguminosen/Gras-Beständen während das Siliergut der Siliermischung mit 33% Leguminosenanteil aus einem grasreichen Gemenge entstammte.

Die beernteten Pflanzenbestände befanden sich jeweils im 1. Hauptnutzungsjahr zu keinem der Bestände wurde zusätzliche Düngung verabreicht.

Tab. 1 Faktoren und Faktorstufen des Hauptversuches

Faktoren	Faktorstufen
1. Leguminosenart	1.1 Rotklee ( <i>Trifolium pratense</i> ) 1.2 Luzerne ( <i>Medicago sativa</i> )
2. Leguminosen/ Dt. Weidelgras- Siliermischungs- verhältnis	2.1 100% Leguminose 2.2 67% Leguminose/ 33% Dt. Weidelgras 2.3 33% Leguminose/ 67% Dt. Weidelgras 2.4 100% Dt. Weidelgras
3. Aufwuchs	3.1 1. Aufwuchs (Gras: generativ, Leguminose nicht generativ) 3.1 3. Aufwuchs (Gras: nicht generativ, Leguminose generativ)

Beerntet wurde der 1. Aufwuchs am 25. Mai 1998 und der 3. Aufwuchs am 31. August 1998 jeweils am frühen Morgen mit einem Kreiselmäher ohne Mähgutaufbereiter. Das bezüglich der tatsächlichen Bestandsleguminosenanteile von der geplanten Siliermischung etwas abweichende Erntegut wurde noch auf dem Feld per Hand in die zu untersuchenden Mischungsverhältnisse fraktioniert und anschließend mit einem Laborhäcksler auf eine Länge von 2,5 cm gehäckselt. 800g des gehäckselten Materials jedes Versuchsgliedes wurden anschließend in 1,5l Laborgläser gefüllt, mit einem Holzstößel zum geringst möglichen Lufteinschluss verdichtet, mit Gummiringen und Klammern luftdicht verschlossen und 90 Tage in einem dunklen und temperierten Kellerraum bei 25 °C bis zur Probenentnahme gelagert.

Folgende Futterqualitätsparameter wurden sowohl am unsilierten halmfrischen bzw. vorgewelktem Grüngut sowie am silierten Material erhoben: TS-, RP-, ADF-Gehalt sowie der Nettoenergiegehalt basierend auf der enzym-unlöslichen organischen Substanz (EULOS) nach NAUMANN und BASSLER (1993) bzw. WEIßBACH et al. (1996a und 1996b). Neben den Trockensubstanzverlusten während des Silierprozesses wurde am silierten Material pH-Wert, NH<sub>3</sub>- und Ethanolgehalte sowie das Gär säuremuster durch die Lufa Hameln untersucht.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Tabellen 2 und 3 zeigen deutlich den Einfluss der gewählten Versuchsfaktoren Leguminosenart, Siliermischung und Schnittermin auf die Ausprägung der untersuchten Gärqualitäts- bzw. Futterqualitätsparameter.

Bei Vergleich der beiden Leguminosenarten in Tab. 2 wiesen die Silagen mit Rotklee niedrigere pH-Werte bzw. NH<sub>3</sub>-Gehalte am Gesamt-N bei höheren Milchsäurekonzentrationen auf.

Mit steigendem Leguminosenanteil an der Siliermischung waren sinkende pH-Werte, sinkende Essigsäurekonzentrationen und sinkende NH<sub>3</sub>-Gehalte am Gesamt-N bzw. steigende Ethanolgehalte zu verzeichnen. Die beiden Leguminosen/Grasgemenge unterschieden sich dabei allerdings nur geringfügig voneinander und wiesen deutlich höhere Milchsäurekonzentrationen auf als die aus den Reinsaaten gewonnenen Silagen.

Die Silagen des 3. Aufwuchses wiesen auf grund günstigerer Wetterbedingungen in der Anwelkperiode deutlich höhere Trockensubstanz-Gehalte auf als die des ersten

Aufwuchses (Tab. 3). Trotzdem wiesen sie geringere pH-Werte und niedrigere Milchsäure- und Essigsäurekonzentrationen auf als die Silagen des 1. Aufwuchses. Die höheren NH<sub>3</sub>-N-Gehalte am Gesamt-N (Tab. 2) bzw. die deutlich höheren Gärverluste (Tab.3) des 1. Aufwuchses deuten allerdings auf ein deutlich schlechteres Silierergebniss des zu feucht einsilierten 1. Aufwuchses im Vergleich zum 3. Aufwuchs hin.

Tab. 2: Einfluss der Versuchsfaktoren Leguminosenart, Siliermischung und Aufwuchs auf pH-Wert, Milchsäure- Essigsäure- und Ethanolgehalt sowie den Anteil NH<sub>3</sub> am Gesamt-N von unterschiedlichen Leguminosen/Gras-Silagen (als Mittel über die jeweils anderen Versuchsfaktoren; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)

Leguminosenart	pH-Wert	Milchsäure (% d. TM)	Essigsäure (% d. TM)%	NH <sub>3</sub> in % vom Gesamt-N	Ethanol (% d. TM)%
Rotklee	4.38 <sup>b</sup>	9.4 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	16.4 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>
Luzerne	4.80 <sup>a</sup>	7.5 <sup>b</sup>	1.3 <sup>a</sup>	25.8 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>
GD 0.05	0.03	0.63	0.19	0.75	0.13

Siliermischung	pH-Wert	Milchsäure (% d. TM)	Essigsäure (% d. TM)%	NH <sub>3</sub> in % vom Gesamt-N	Ethanol (% d. TM)%
100% Leguminose	5.1 <sup>a</sup>	7.4 <sup>c</sup>	1.8 <sup>a</sup>	33.6 <sup>a</sup>	0.5 <sup>b</sup>
67%Leguminosenanteil	4.5 <sup>b</sup>	10.5 <sup>a</sup>	1.4 <sup>b</sup>	20.6 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>
33%Leguminosenanteil	4.4 <sup>c</sup>	9.5 <sup>b</sup>	1.5 <sup>b</sup>	18.0 <sup>c</sup>	0.7 <sup>b</sup>
100% Dt. Weidelgras	4.4 <sup>c</sup>	6.3 <sup>d</sup>	0.8 <sup>c</sup>	12.3 <sup>d</sup>	1.3 <sup>a</sup>
GD 0.05	0.06	1.19	0.35	1.42	0.25

Schnitttermin	pH-Wert	Milchsäure (% d. TM)	Essigsäure (% d. TM)%	NH <sub>3</sub> in % vom Gesamt-N	Ethanol (% d. TM)%
1. Aufwuchs	4.48 <sup>b</sup>	9.4 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	27.5 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>
3. Aufwuchs	4.70 <sup>a</sup>	7.5 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	14.7 <sup>b</sup>	0.4 <sup>b</sup>
GD 0.05	0.03	0.63	0.19	0.75	0.13

In Bezug auf die in Tab. 3 dargestellten Futterqualitätsparameter der gewonnenen Silazeigt sich die Luzerne bei gleichen Rohproteingehalten dem Rotklee durch geringere Energiekonzentrationen bzw. höhere Rohfasergehalte der leicht überständigen Bestände unterlegen. Mit zunehmenden Grasanteil in der Siliermischung waren zunehmenden Trockensubstanzgehalte und steigende Energiekonzentrationen zu verzeichnen, im Gegenzug dazu sanken allerdings die Rohproteingehalte deutlich. Sinkende Leguminosenanteile führten zu einer deutlichen Reduktion der Gärverluste. Bei gleichen Energiekonzentrationen bzw. Rohfasergehalten zeichneten sich die Silagen des 3. Aufwuchses bei höherem TS-Gehalt durch höhere Proteingehalte und niedrigere Gärverluste aus.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen darauf schließen, dass Luzerne unter sonst gleichen Bedingungen schwieriger zu silieren ist bzw. leicht geringere Silagequalitäten aufweist als Rotklee. Durch die Variation des Leguminosen/Gras-Verhältnisses lassen sich sowohl die Futterqualitätseigenschaften bzw. die Silierbarkeit von Leguminosen/Gras-Beständen in weiten Bereichen variieren.

Tab. 3: Einfluss der Versuchsfaktoren Leguminosenart, Siliermischung und Aufwuchs auf Futterqualitätsparameter von Leguminosen/Gras-Beständen im 1. Hauptnutzungsjahr (als Mittel über die jeweils anderen Versuchsfaktoren; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)

Leguminosenart	TS-Gehalt %	RP-Gehalt (% d. TM)	NEL-Gehalt (MJ NEL · kg <sup>-1</sup> )	Rohfasergehalt (% d. TM)	Gärverlust (%)
Rotklee	27.1 <sup>b</sup>	14.2	6.02 <sup>a</sup>	25.5 <sup>b</sup>	6.78 <sup>a</sup>
Luzerne	30.8 <sup>a</sup>	14.3	5.87 <sup>b</sup>	27.1 <sup>a</sup>	7.79 <sup>b</sup>
GD 0.05	0.39	Ns	0.05	0.32	0.20
Siliermischung	TS-Gehalt %	RP-Gehalt (% d. TM)	NEL-Gehalt (MJ NEL · kg <sup>-1</sup> )	Rohfasergehalt (% d. TM)	Gärverlust (%)
100% Leguminose	24.1 <sup>d</sup>	17.2 <sup>a</sup>	5.51 <sup>d</sup>	27.8 <sup>a</sup>	9.51 <sup>a</sup>
67%Leguminosenanteil	27.5 <sup>c</sup>	15.3 <sup>b</sup>	5.87 <sup>c</sup>	26.7 <sup>b</sup>	6.92 <sup>b</sup>
33%Leguminosenanteil	30.1 <sup>b</sup>	13.8 <sup>c</sup>	6.07 <sup>b</sup>	25.6 <sup>c</sup>	6.46 <sup>c</sup>
100% Dt. Weidelgras	34.0 <sup>a</sup>	10.7 <sup>d</sup>	6.36 <sup>a</sup>	24.9 <sup>d</sup>	5.56 <sup>d</sup>
GD 0.05	0.73	0.54	0.09	0.60	0.40
Schnitttermin	TS-Gehalt %	RP-Gehalt (% d. TM)	NEL-Gehalt (MJ NEL · kg <sup>-1</sup> )	Rohfasergehalt (% d. TM)	Gärverlust (%)
1. Aufwuchs	22.1 <sup>b</sup>	13.1 <sup>b</sup>	5.97	26.3	8.63 <sup>a</sup>
3. Aufwuchs	35.8 <sup>a</sup>	15.4 <sup>a</sup>	5.93	26.2	5.89 <sup>b</sup>
GD 0.05	0.39	0.29	ns	ns	0.20

## Literatur

- FLACHOWSKY, G., P. LEBZIEN UND R. DAENICKE, 1999: Zur Bedeutung von Leguminosen als Grundfutterkomponenten in Rationen von Hochleistungskühen. VDLUFA-Kongress in Halle/Saale. Kongressband S. 293-296. VDLUFA-Verlag Darmstadt.
- LOGES, R. UND F. TAUBE, 1999: Ertrag und Futterqualität von Rotklee und Luzerne als Reinsaat sowie im Gemenge mit Gräsern. In: H. Hoffmann & S. Müller (Herausgeber): Vom Rand zur Mitte. Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau Berlin. S. 501-504. Verlag Dr. Köster. Berlin.
- LOGES, R., S. WICHMANN UND F. TAUBE, 2001: Ertrag und Futterqualität von Luzerne, Rotklee und Weißklee als Reinsaat sowie im Gemenge mit Deutschem Weidelgras. In: Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Ges. f. Pflanzenbauwissenschaften: Mitteilungen der 45. Jahrestagung in Gumpenstein.
- NAUMANN, K. UND BASSLER, R., 1993: Methodenbuch III, 3. Erg. Die chemische Analyse von Futtermitteln.. Verlag Neumann, Melsungen (Unter Berücksichtigung der Neubearbeitung 1999 von Schmidt und Eckstein)
- WEIßBACH, F., S. KUHLA UND L. SCHMIDT, 1996a: Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfutter mittels einer Cellulase-Methode. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 115.
- WEIßBACH, F., S. KUHLA UND L. SCHMIDT, 1996b: Vereinfachtes Verfahren zur Schätzung der NEL aus der umsetzbaren Energie. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 117.

# Zur Geschichte der Universität Rostock

von

Prof. em. Dr. Horst Pätzold

## Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

### **Meine sehr verehrten Damen und Herren,**

wir heissen Sie herzlich willkommen an dieser Stätte der Lehre und Forschung.

Zwar wurde die Aula dieses Hauptgebäudes erst 1870 seiner Bestimmung übergeben, doch stand hier vormals das sogenannte „Weisse Haus“ der Artistenfakultät, in dem über Jahrhunderte Vorlesungen und Disputationen stattfanden, denn diese Universität der Hansestadt Rostock wurde bereits am 12. November 1419 in der ehrwürdigen Marienkirche gegründet. Nach Heidelberg (1386), Köln (1388), Erfurt (1392), Würzburg (1402) und Leipzig (1409) war es die 6. ihrer Art auf deutschem Boden und die erste im Ostseeraum.

Die Initiative ging von den Bürgern dieser Stadt aus, die wissenschaftlich gebildete Juristen, Mediziner und Beamte benötigten. Sie gaben auch das Geld und stellten Gebäude zur Verfügung. Es bedurfte jedoch des Einverständnisses der beiden mecklenburgischen Herzöge Albrecht V und Johannes IV, des Schweriner Bischofs Heinrich II und vor allem des Papstes Martin V, bis die Fakultäten Jura, Medizin und die sogenannte Artistenfakultät, die alle Immatrikulierten zu Studienbeginn durchlaufen mussten, ihre Arbeit 1419 aufnehmen konnten. Die Theologische Fakultät folgte 13 Jahre später; man fürchtete in Rom aufrührerische Ideen.

Die Studenten der damaligen Zeit waren jünger, 15 – 17 Jahre alt und gelehrt wurde in Latein. Sie kamen aus Skandinavien, dem Baltikum, den Niederlanden und Mitteldeutschland und führten ein klösterliches Leben in den „Bursen“ unter strenger Aufsicht eines Präfekten.

Die geistigen Strömungen im 15. Jahrhundert, die Krise um die päpstliche Autorität, führte 1437 zum Kirchenbann und dem Auszug nach Greifswald, wo nach Rückkehr der Studenten und des Lehrkörpers nach Rostock eine 2. Universität im Jahre 1456 gegründet wurde. – Mit 100 – 250 Immatrikulationen pro Jahr konsolidierte sich die Universität, als im 16. Jahrhundert der Humanismus, geprägt von Philipp Melanchthon, und die Reformation ihren Einzug hielten. – Die zunehmende Rivalität zwischen Herzog und Stadt führte 1563 zu einer Vereinbarung, der Formula concordia, nach der es nunmehr bei der Besoldung der 18 Professoren 9 rätliche und 9 herzogliche gab.

Sonst war das 16. Jahrhundert durch weitere Reformen für ein neues Welt- und Menschenbild gekennzeichnet. Wesentliche Vertreter waren der Jurist JOHANN OLDENDORP, der Historiker DAVID CHYTRAEUS, der Naturwissenschaftler und Philosoph JOACHIM JUNGIIUS und zu Beginn des 17. Jahrhunderts der Theologe JOHANN QUISTORP. Der berühmte dänische Astronom TYCHO DE BRAHE verlor beim Duell seine Nasenspitze, und als Student weilte auch ULRICH VON HUTTEN in den Mauern unserer Stadt. Im Jahre 1622 gründete JOACHIM JUNGIIUS mit der „Societas Ereunetica sive Zetica“ die erste wissenschaftliche Gesellschaft in Deutschland. – Die Blütezeit der Rostocker Universität ging etwa um 1650 zu Ende als Folge des 30jährigen Krieges, in dessen Verlauf etwa 75 % der Bevölkerung Mecklenburgs zu Tode kamen.

In bescheidenem Rahmen überlebte die Universität das 18. Jahrhundert, gekennzeichnet auch durch neue Kompetenzstreitigkeiten zwischen Herzog und Universität, hervorgerufen durch den vorherrschenden Anspruch der lutherischen Lehre gegenüber dem Pietismus, dem der Herzog FRIEDRICH „DER FROMME“ zuneigte. Er gründete 1760 im nahegelegenen Bützow eine Zweiguniversität, die jedoch 1788 wieder aufgegeben wurde. – Im Laufe des 19. Jahrhunderts konnte man die Alma mater rostochiensis als „Landesuniversität“ bezeichnen, doch überstand sie das verbreitete Universitätssterben, dem u.a. die Universitäten Altdorf (1808), Frankfurt / O. (1811), Erfurt (1816) und Wittenberg (1817) zum Opfer fielen.

Die erste Burschenschaft wurde 1812 gegründet, und auf dem Wartburgfest im Jahre 1817 trat der Student NIEMANN aus Rostock als Hauptredner auf. – Ab dem Jahre 1827 übernahm der Großherzog die alleinige Oberaufsicht, das Patronat mit der Stadt fand somit sein Ende.

An der Revolution 1848 waren insbesondere die Professoren CARL TÜRK, JULIUS WIGGERT und CHRISTIAN WILBRANDT mit „aufrührigen Reden und Schriften“ beteiligt – sie landeten im Zuchthaus von Bützow.

Auf den Gebieten der Naturwissenschaften und Medizin hatte Rostock seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und im 20. Jahrhundert einen überregional guten Ruf, und es entstanden neue Kliniken und Institute. Im Ausland wirkten z.B. FERDINAND MÜLLER, der die Flora Australiens erkundete und Prof. HERMANN ROESLER, der lange in Ostasien lebend, die neue Staatsform von Japan kreierte, die diesem Lande den Anschluss an die europäischen Großmächte ermöglichte.

Bei der 500-Jahrfeier im Jahre 1919 zeigten sich national – konservative Strömungen; der neuen Weimarer Republik wurde wenig Sympathie entgegengebracht. Dessen ungeachtet lehrten hervorragende Persönlichkeiten an unserer Universität, u.a. die späteren Nobelpreisträger MORITZ SCHLICK (Physik und Philosophie), PAUL WALDEN (Chemie) sowie die Zoologen KARL VON FRISCH und HANS SPEMANN. Zu Ehrendoktoren der neueren Zeit zählen u.a. JOHANN HEINRICH VON THÜNEN, der Archäologe HEINRICH SCHLIEMANN, ALBERT EINSTEIN und MAX PLANCK. Von Studenten seien genannt FRITZ REUTER, JOHN BRINCKMANN, ARNOLD ZWEIG und UWE JOHNSON.

Mit dem Dritten Reich begann eine doktrinäre, ideologisch verbrämte und inhumane Ära, die später, ab 1946, unter anderen Vorzeichen ihre Fortsetzung fand. Begabte Lehrkräfte mosaischen Glaubens verliessen die Universität, so Prof. DAVID KATZ (Medizin), und der Zahnmediziner Prof. HANS MORAL setzte seinem Leben am 06.08.1933 durch Freitod ein Ende, da er den Repressalien nicht mehr gewachsen war. – Gefördert wurden im Dritten Reich insbesondere die Naturwissenschaften und die Medizin. Prof. ERNST HEINKEL konnte auf den ersten Start eines Düsenflugzeuges (Turbinenjäger HE 178) am 27.08.1939 verweisen. Als positives Ereignis in den Kriegsjahren ist jedoch die Gründung der Landwirtschaftlichen Fakultät im Jahre 1942 zu nennen, die ihre Arbeit jedoch erst nach Kriegsende aufnehmen konnte.

Die Nachkriegszeit begann unter den erschwerten Bedingungen einer durch Luftangriffe schwer geschädigten Stadt. Mit 600 Studenten und einem stark reduzierten Lehrkörper wurde die Universität mit Genehmigung der sowjetischen Militäradministration (SMAD) im Februar 1946 wieder eröffnet. Die der NSDAP angehörigen

Hochschullehrer wurden entlassen und größtenteils durch Professoren aus den verlorenen Ostgebieten ersetzt. Studieren durfte in dieser Anfangsphase, wer ein gültiges Abitur vorweisen konnte. Es waren also Überlebende des letzten Krieges, die allmählich aus der Gefangenschaft zurückkehrten und überwiegend umgearbeitete Uniformen trugen. Mädchen waren in der Minderzahl. Eine pazifistische Einstellung herrschte vor. Wir waren mager, arm, aber wissensdurstig. Man „siezte“ sich. Die meisten stammten aus dem bürgerlichen Milieu.

Durch die Gründung der Vorstudienanstalt, der späteren Arbeiter- und Bauernfakultät, wurde begabten jungen Menschen aus der Arbeiterklasse und der sich formierenden Funktionärsclique der Partei (SED) der Weg zum Abitur ermöglicht. Sie sollten das Bildungsmonopol der bürgerlichen Klasse brechen. Der Klassenkampf wurde somit in die Universitäten getragen. Der anfangs noch frei gewählte Studentenrat mit einer starken liberalen Fraktion (LDP) wurde nach Abschaffung der Listenwahl von der FDJ übernommen und 1951 aufgelöst. Lehrkörper und Studenten waren einem zunehmenden politisch – ideologischem Druck ausgesetzt, viele Professoren und noch mehr wissenschaftliche Assistenten und Studenten flohen bis 1961, dem Jahr des Mauerbaues, über West-Berlin in die Bundesrepublik. Bis 1955 fielen mehr als 70 Universitätsangehörige der Verhaftungswelle zum Opfer. Neben hohen Zuchthausstrafen, die in der DDR abzubüssen waren, mußten etliche der zu 25 Jahren Zwangsarbeit verurteilten Studenten ihre Strafe im GULAG von Workuta / Sibirien ableisten. Dazu gehörte auch HARTWIG BERNITT, heute Ehrenmitglied der Universität . Nach seiner Entlassung gründete er in der BRD 1957 den „Verband ehemaliger Rostocker Studenten (VERS)“, der die Erinnerung an diese Universität aufrecht hielt und uns nach der Wende wirksam unterstützte. Drei Todesurteile wurden vom Sowjetischen Militärgericht ausgesprochen. Zwei wurden 1951 an dem Jurastudenten ARNO ESCH, dem Vorsitzenden der LDP-Hochschulgruppe, und an KARL-ALFRED GEDOWSKI, einem Pädagogikstudenten aus Güstrow, in Moskau vollstreckt. Im Foyer dieses Hauses erinnert eine Gedenktafel, die wir von der Initiativgruppe bereits am 27.02.1990 anbringen liessen, an den ersten Studenten dieser Universität, der für sein Eintreten für die Freiheit in den Tod ging. Aus dem Lehrkörper war es der Historiker Johannes Nichtweiss, der seinem Leben durch einen Sprung vom Dach dieses Gebäudes 1956 ein Ende setzte, da er dem Druck der Partei, die ihn und seine Ehefrau auch zum Austritt aus der Kirche zwingen wollte, nicht mehr stand zu halten vermochte.

Die endgültige Trennung von den Traditionen der deutschen Universitäten erfolgte 1968/69 mit der 3. Hochschulreform. Der Senat als Legislative wurde aufgelöst und die sieben Fakultäten durch 17 zentral geleitete Sektionen ersetzt. An seine Stelle traten ein Wissenschaftlicher und ein Gesellschaftlicher Rat zur Durchsetzung der Parteilinie auf allen Ebenen. Wahlen zum Rektor oder Sektionsdirektor wurden eine Farce, da ihre Ernennung von der Bezirksebene bzw. dem Politbüro der SED abhingen. Bedingt durch die zunehmenden wirtschaftlichen Schwierigkeiten der DDR, unterlagen die naturwissenschaftlichen Disziplinen den Zielen der Volkswirtschaft, um eine schnellere Überführung wissenschaftlicher Ergebnisse in die Praxis zu bewirken. Alle diese Maßnahmen konnten jedoch den wirtschaftlichen Niedergang der DDR nicht aufhalten.

Die 1942 gegründete Landwirtschaftliche Fakultät nahm ihre Tätigkeit 1946 auf. Vorlesungen über die Land- und Forstwirtschaft hatte es jedoch schon früher im Rahmen der Philosophischen Fakultät gegeben. Sie sind mit dem Namen des Professors der Oekonomie FRANZ CHRISTIAN LORENZ KARSTEN (1751 – 1829) verbunden, der ab 1789 vor praktischen Landwirten und Beamten las. Weitere Professoren behandelten im

19. Jahrhundert spezielle Gebiete wie „Ländliches Bauwesen“, „Forstkunde“ und „Tierernährung“. Sehr positiv wirkte sich die 1875 gegründete Versuchsstation insbes. für die Pflanzen- und Tierernährung aus, die bis heute in der Graf-Lippe-Strasse existiert. Es gab also gute Traditionen, auf denen der erste Dekan ASMUS PETERSEN (1900 – 1962) aus Angeln / Schleswig-Holstein aufbauen konnte. Er hatte sich als Betriebslehrer bereits unter Prof. AEREBOU in Berlin einen Namen gemacht, wurde nach Jena berufen, wo er sich neben der Taxation besonders der Grünlandlehre widmete, bevor er dann in Rostock den Lehrstuhl für Betriebslehre bekleidete und auch das Thünenarchiv übernahm. Die Grünlandlehre blieb daneben sein Steckenpferd, und sein vielfach verlegtes Gräserbuch gehört bis heute zu den besten seiner Art in Deutschland. PETERSEN geriet seiner Thünenforschung wegen bald in Ungnade und wurde nach Paulinenaue versetzt, wo er sich bis zu seinem Tode erfolgreich der Moorbewirtschaftung und Weidewirtschaft widmete. – Hervorzuheben sind in diesem Zeitraum u.a. das Wirken und die Forschungsleistungen des „letzten deutschen Agrikulturchemikers“ Prof. Dr. KURT NEHRING, der allein drei Lehrstühle vertrat (Bodenkunde, Pflanzenernährung, Tierernährung), die vielseitige Tätigkeit des Tierzüchters Prof. Dr. WILHELM STAHL, der als Direktor von Dummerstorf eine vielseitige Forschung betrieb und zahlreiche Nachwuchswissenschaftler heranbildete sowie die herausragende Stellung des Institutes für Phytopathologie und Pflanzenschutz unter Prof. ERNST REINMUTH (Hauptgebiet: Nematologie), der daneben von 1957 – 1959 das Amt des Rektors bekleidete. – Unvergessen bleibt auch der verehrungswürdige praktische Pflanzenzüchter Prof. HANS LEMBKE, der auf seinem Hof Malchow auf Poel seit Beginn des 20. Jahrhunderts der Landwirtschaft zahlreiche Klee-, Gras-, Raps- und Kartoffelsorten schenkte und noch im Alter von mehr als 70 Jahren Vorlesungen über die praktische Pflanzenzüchtung hielt. Sein Schwiegersohn, Prof. RUDOLF SCHICK, Direktor des von ihm gegründeten Institutes für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz und Inhaber des Lehrstuhles für Pflanzenzüchtung war der letzte parteilose Rektor der Universität (1959 – 1965). Sowohl SCHICK wie auch STAHL und NEHRING wurden aus fadenscheinigen Gründen von der SED gegen Ende ihrer Dienstzeit ihrer Ämter enthoben bzw. einer Parteikontrolle unterworfen; ein beschämendes Beispiel unwürdiger Behandlung.

In den 60er und 70er Jahren erfolgte die „Wachablösung“ durch die nächste Generation. Als Nachfolger von Prof. PETERSEN auf dem Gebiet des Grünlandes widmete ich mich von 1963 – 1991 mit großer Unterstützung meiner Mitarbeiter am Lehrstuhl „Futterproduktion“ u.a. der Grundlagenforschung, insbesondere der Nettophotosynthese bei Gräsern (Dr. D. BURKERT), der Futterkontinuität und Leistungsdauer von Neuansaat (Dr. habil. U. BAUER), dem Vergleich ganzjähriger Stallhaltung mit sommerlichem Weidegang bei Milchkühen sowie der Nutzung des Salzgrünlandes (Prof. Dr. R. BOCKHOLT), Vegetationsstudien zur ökologischen Grünlandnutzung (Dr. P. FOTH), den Gemengepartnern und Stoffbilanzen im Kleeergrasbau (Dr. habil. Ch. MEINSEN) und dem Silomaisanbau in Norddeutschland (Dr. habil. G. BOHLMANN).

Generell prüften wir das Ertragspotential der im Norden vorkommenden Grünlandstandorte vom grundwassernahen Sand bis zum Niedermoor in Düngungsversuchen mit und ohne Beregnung. Durch meine Auslandstätigkeit konnte ich weitere Ergebnisse zur Anbaueignung verschiedener Futterpflanzen erzielen, die im Lehrbuch „Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen Bd. III, Grasland und Futterbau“ ihren Niederschlag fanden.

An der ehemaligen „Wilhelm-Pieck-Universität Rostock“ wurden trotz materieller Mängel und einer rigorosen Abschottung gegenüber den kapitalistischen Staaten wertvolle Forschungsergebnisse bis 1989 erzielt, die auch international Beachtung fanden (sehr erschwert war auch der Austausch von Publikationen).

Im Herbst 1989 dachte die alte, von der SED eingesetzte Leitung der Universität keineswegs daran, ihre Positionen aufzugeben. Erst die Gründung der „Initiativgruppe zur Erneuerung der Universität“ unter Leitung von Prof. MANFRED OLBERTZ mit seinen Mitstreitern Prof. JOACHIM RIBE und HORST PÄTZOLD von der damaligen Sektion „Meliorationswesen und Pflanzenproduktion“ brachte Bewegung in die erstarrten Fronten. Am 22.11.1989 formulierte diese Gruppe 12 Thesen zur demokratischen Erneuerung der Universität, am 18.01.1990 bildete sich ein unabhängiger Studentenrat, und es dauerte bis zum 22.Mai, bis sich ein basisdemokratisches ausserordentliches Konzil konstituierte, das einen 24 köpfigen Senat, einen neuen Rektor, den Mathematiker GERHARD MAEBß und als Prorektor den Theologen ERNST-RÜDIGER KIESOW wählte. Es folgten harte Monate und Jahre der strukturellen und personellen Erneuerung; die letztere erwies sich als besonders schwierig. In Anpassung an die alten Bundesländer mußte die Zahl der Hochschullehrer um 41 %, konkret um 235 Professoren, und die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter, dem „Mittelbau“, sogar um 55 % verringert werden. Im sogenannten Überleitungsverfahren hatten die Hochschullehrer drei Klippen zu passieren: die Ehrenkommission, die Evaluierungskommission und die Einstellungsmöglichkeit nach Maßgabe des Stellenplanes. Dieser schmerzhafteste Prozeß zog sich über zwei Jahre hin, bis eine Konsolidierung eintrat.

Mit mehr als 40 Studiengängen an acht Fakultäten bietet die Universität heute mit einem Lehrkörper von 274 Professoren, 1086 wissenschaftlichen Mitarbeitern und 11800 Studenten ein breites Spektrum für Studienbewerber im In- und Ausland. Aus der Landwirtschaftlichen Fakultät gingen die beiden Studiengänge „Agrarökologie“ und „Landeskultur und Umweltschutz“ hervor. Inzwischen fand eine erfreuliche Durchmischung des Lehrkörpers statt, da die meisten Berufungen aus den alten Bundesländern erfolgen. Ein schwer verständliches Verdikt hindert bis heute die ungeteilte Freude auf den Ruhestand: Professoren „Ost“ erhalten bis zum heutigen Tage nur etwa  $\frac{1}{3}$  der Bezüge ihrer Kollegen „West“. Damit muss man wohl auch im Rechtsstaat leben.

Meine Damen und Herren, ich habe versucht, Ihnen eine kurzen, keineswegs vollständigen Einblick in Geschichte und Leben der ältesten Universität im Ostseeraum zu geben. Eindeutig überwiegt heute das Positive, die Tatsache, nunmehr in Freiheit der Lehre und Forschung nach zwei Diktaturen nachgehen zu können. Diese Freiheit haben wir Hiergebliebenen uns selbst erkämpft, und darauf sind wir ein wenig stolz, denn es war in der Vergangenheit nicht einfach, den schmalen Grat zwischen aufrechtem Gang und Anpassung zu finden. Ihnen allen möchte ich dafür danken, dass Sie hierher gekommen sind, und wir können versichern, dass wir auch in Zukunft dem alten Leitspruch unserer Alma mater folgen werden:

**Doctrina multiplex –veritas una**