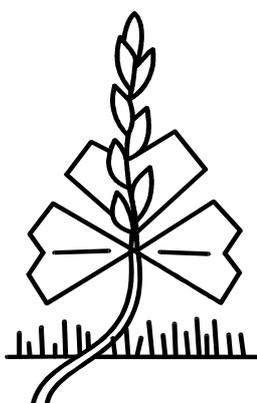


Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau
in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.



47. Jahrestagung

**vom 28. bis 30. August 2003
in Braunschweig**



Referate und Poster

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

WISSENSCHAFTLICHER FACHVERLAG GIESSEN 2003

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft
Grünland und Futterbau
Band 5**

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

Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau
in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.
Prof. Dr. Johannes Isselstein, AG-Leiter
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Von-Sieboldstraße 8
37075 Göttingen

Wir danken den folgenden Firmen für die freundliche Unterstützung
bei der Finanzierung der Jahrestagung



GdF

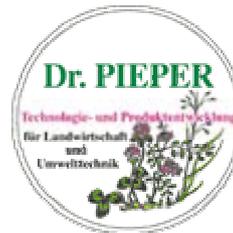
Gesellschaft der
Freunde der FAL



**RHG Nord AG
Hannover**



Deutsches Maiskomitee e.V.



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

**47. Jahrestagung vom 28. bis 30. August 2003
in Braunschweig**

Kurzfassungen der Referate und Poster

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

Vorsitzender: Prof. Dr. Johannes Isselstein

Wissenschaftlicher Fachverlag Giessen 2003

2003 by Wissenschaftlicher Fachverlag
Dr. Fleck
Sudetenstraße 29
D-35428 Langgöns

Tel.: 06447/1224
Fax: 06447/1209

ISBN 3-933303-61-3.

Vorwort

Die 47. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V. wurde in Braunschweig im Forum der Bundesforschungsanstalt vom 28. bis zum 30. August 2003 abgehalten. Die Tagung wurde vom Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL sowie der Landwirtschaftskammer Hannover organisiert. Sie führte mehr als 120 Delegierte aus Deutschland und aus benachbarten Ländern zusammen. Die wissenschaftliche Tagung stand unter dem thematischen Schwerpunkt der Bedeutung von Leguminosen in Grünland und Futterbau. Damit wurde eine Thematik aufgegriffen, die nicht nur für den ökologischen Landbau sondern auch für die konventionelle Praxis von Bedeutung ist. Dieses Schwerpunktthema wurde im Rahmen eines Workshops mit eingeladenen Vorträgen und Statements diskutiert. Neben den Beiträgen zum Schwerpunktthema wurden aktuelle Forschungsergebnisse in den Sektionen Futterbau, Futterqualität und –konservierung, sowie Umwelt- und Naturschutz vorgestellt. Die Kurzfassungen der Vorträge und Poster sind in diesem Band niedergelegt. Die vorliegende Schrift stellt somit eine gute Übersicht über die aktuelle Forschungstätigkeit in Futterbau und Grünlandwirtschaft dar. Die auch im Vergleich zu den Vorjahren erfreulich große Zahl von Beiträgen sowie die thematische Breite bestätigen die Leistungsfähigkeit der grünlandwirtschaftlichen und futterbaulichen Forschung in Mitteleuropa trotz knapper zur Verfügung stehender Forschungsmittel. In Ergänzung zum wissenschaftlichen Programm führte eine Halbtagesexkursion zu den Forschungseinrichtungen des Instituts für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft sowie der Landwirtschaftskammer Hannover. Darüber hinaus wurden zwei ganztägige Exkursionen angeboten, die das Biosphärenreservat Elbtalau und das Grünland des Harzes zum Ziel hatten. Die Exkursionen wurden von der Landwirtschaftskammer Hannover bzw. der AG FUKO organisiert.

Die Organisation und Durchführung der Tagung wäre ohne die vielfältig zuteil gewordene Hilfe nicht möglich gewesen. Allen Beteiligten im Organisationsteam sei daher herzlich gedankt. Unser Dank gilt auch den Sponsoren der Tagung, ohne deren Unterstützung die Tagungsbeiträge deutlich höher ausgefallen wären.

Braunschweig, Hannover und Göttingen im August 2003

Prof. Dr. J. M. Greef
Direktor des Instituts für Pflanzen-
bau und Grünlandwirtschaft,
FAL Braunschweig

Dr. U. von Borstel
Leiter des Referates
Tierische Erzeugung,
LWK Hannover

Prof. Dr. J. Isselstein
Leiter der Arbeitsgemeinschaft
Grünland und Futterbau

Inhaltsverzeichnis	Seite
Forschung für Grünland und Futterbau	
Angewandte Forschung für Grünland-Futterbaubetriebe am Beispiel der Landwirtschaftskammer Hannover U. v. Borstel	1
Forschungsansätze für nachhaltige Systeme im Grünland und Futterbau J.M.Greef	11
Workshop: Die Stellung von Leguminosen im Grünland und Futterbau	
Management/Produktionstechnik M. Wachendorf und M. Benke	17
Konservierung von Futterleguminosen G. Pahlow	23
Qualität von Leguminosen in Grünland und Feldfutterbau C. Paul	31
Ökonomische Aspekte zu Leguminosen in Grünland und Feldfutterbau G. Neubert.....	33
Poster	
Workshop Leguminosen	
Ertrags- und Qualitätsentwicklung beim 2. Aufwuchs von Klee gras und Grünland auf Ökobetrieben E. Leisen.....	39
Bestandeszusammensetzung von Klee gras aufwüchsen auf Öko-Betrieben in Nordrhein-Westfalen E. Leisen.....	43
Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Rotklee gras-Gemengen in Abhängigkeit vom Schnittregime C. Meinsen, E. Paech und L. Dittmann	47
15 Jahre Forschung zum Rotklee grasbau an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät Rostock C. Meinsen	51
Die Entwicklung der Leguminosen Lotus corniculatus, Trifolium repens und Trifolium hybridum im 10-jährigen Extensivierungsversuch auf Grundwassersandgrünland an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern R. Bockholt.....	55
Effekte langjährig differenzierter N-, P- und K-Gaben auf die Trifolium repens L.-Ertragsanteile verschiedener Mähweiden M. Sterzenbach und W. Opitz v. Boberfeld.....	59
Silierung von Luzerne unterschiedlichen TS-Gehaltes mit und ohne den Einsatz von Impfkulturen H. Nussbaum	63
Leistungsparameter von Milchkühen bei Ersatz von Gras- durch Luzernesilage T. Jilg.....	67
Differenzierung des Weißkleeanteils einer einheitlichen Dauergrünlandansaat unter Berücksichtigung der standortspezifischen Heterogenität S. Gottardi, Th. Fricke und G. Spatz	71
Ausmaß und Ursachen der schlaginternen Variabilität der N ₂ -Fixierung von Klee gras H. Heuwinkel, F. Locher, R. Gutser und U. Schmidhalter	75
Verändert Mulchen von Klee gras die N-Flüsse in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus? M. Helmert, H. Heuwinkel, R. Gutser und U. Schmidhalter	79
Einfluss von Genotyp und Bewirtschaftung auf Stolonenmerkmale von Weißklee im Winter und die Biomassebildung im Frühjahrswachstum H. Giebelhausen, A. Milimonka und K. Richter	83

Landsberger Gemeinde: Artspezifische Konkurrenz und deren Beeinflussung G. Haas	87
Eignung verschiedener Weidelgrasarten im Gemenge mit Rotklee im Organischen Landbau G. Haas und A. Schlonski.....	91
Effekte einer variierten Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterqualität und Weißkleeleistung H. Trott, M. Wachendorf und F. Taube.....	95
Leguminosen für eine „Low-Input“ Tierproduktion in der Weidehaltung A. Dyckmans, U. Sölter und J.M. Greef.....	99
Mischsilierung von Luzerne mit Silomais G. Pahlow, U. Meyer und J. M. Greef.....	101
Weißklee als Bestandespartner für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Dauergrünland A. Dyckmans.....	105
Leguminosen als Stickstofflieferanten für Grünland H. Käding und G. Petrich	109
Einfluss des Nachsaattermins von Weißklee-Gras-Gemischen auf die Entwicklung von Niedermoorgrünland mit und ohne N-Düngung J. Pickert und G. Kunkel.....	113
Sektion Futterbau	
Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität bei weidelgrasreichem Dauergrünland – Ergebnisse eines bayerischen Langzeitversuches M. Diepolder und R. Schröpel.....	117
Auswirkungen unterschiedlicher Stufen der Grünlandextensivierung bei einer nativen Weidelgras-Weißklee-Weide im Allgäuer Alpenvorland R. Schröpel und M. Diepolder.....	121
Hochproduktive und effiziente Milchproduktion in Grünlandgunstlagen P. Thomet, S. Leuenberger und T. Blättler.....	125
Indirekte Ertragserfassung mittels Kapazitätsmessung J. Schellberg, A. Reinders und R. Lock.....	129
Nutzung von Isotopensignaturen zum Nachweis von Grünlandfutter in der Rindfleischproduktion T. Gebbing, J. Schellberg und W. Kühbauch	133
Strategien zur Ampferbekämpfung im Grünland unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus J. Finze und H. Böhm.....	137
Räumliche Verteilung der Weidewirkungen Tritt und Verbiss auf Gemeinschaftsweiden im bayerischen Alpenvorland U. Thumm, O. Ehrmann und F. Wagner	141
Neue Mischungskonzepte für Grünlandansaaten in Norddeutschland G. Lange, J. Gräßler, U. v. Borstel	145
Leistungsfähigkeit und N-Effizienz einer Futterbau-Fruchtfolge im Vergleich zum Bewirtschaftungssystem Dauergrünland/Maismonokultur. K. C. Volkers, M. Wachendorf und F. Taube.....	149
Vegetationsformen des Grünlandes im Nordostdeutschen Tiefland und ihre Eignung als Input-Größe für die Grünlandertragsmodellierung T. Kaiser und H. Käding.....	153
Die Erträge von Grasbeständen für die Winterweide unter den Klimabedingungen der Tschechischen Republik J. Skladanka und F. Hrabec.....	157
Improvement of persistence in perennial ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.) under the specific environmental conditions of Bavaria as an example of an integrated concept at the Institute of Crop Production and Plant Breeding in the Bavarian State Research Center for Agriculture S. Hartmann.....	161

Natural selection for persistence in rough regions of Bavaria in perennial ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.) and its impact on other characteristics S. Hartmann and C. Gerstle.....	165
Ertrag und Stärkegehalt im Silomaisanbau in Abhängigkeit von der Bestandesdichte unter verschiedener Wasserversorgung auf einem humosen Sandstandort in Nordostdeutschland J. Pickert und H. Degenhardt.....	169
Weideleistung und Graseverhalten von Ochsen auf extensivem Grünland K.-U. Röver, N. Sahin und J. Isselstein.....	173
„gruenland-online©“ - das Beratungssystem für Grünlandfragen im Internet M. Elsässer, U. Thumm, S. M. Schloen, V. Trumppheller und S. Turmes.....	177
Effektivität der Färsenmast auf einer extensiv bewirtschafteten Umtriebsweide P. Goliński, B. Golińska, J. Biniás.....	181
Bedeutung der Grünlandnutzung im Ökologischen Landbau in Nordrhein-Westfalen G. Haas, C. Zerger und K. Kempkens.....	185
Sektion Futterqualität und -konservierung	
Modell zur Einschätzung der Vergärbarkeit von Grünfütter E. Kaiser und K. Weiß.....	189
Einfluss von N-Düngung und Erntetermin auf die Mineralstoffkonzentration von Winterweidefütter K. Banzhaf und W. Opitz von Boberfeld.....	193
Zu den Gäreigenschaften und der Silagequalität von <i>Festuca arundinacea</i> Schreb. verglichen mit anderen Gräsern W. Opitz v. Boberfeld, P. Daniel und M. Sterzenbach.....	197
Zur Eignung nicht perennierender <i>Lolium spec.</i> als Ackerpferch-Zwischenfrüchte bei variierenden Saat- und Ernteterminen S. Echternacht und W. Opitz von Boberfeld.....	201
Untersuchungen zur Kennzeichnung der Siloreife von Mais F. Weißbach, U. v. Borstel, C. Rieckmann und P.E. Rudolph.....	205
Untersuchungen zur Kennzeichnung der Fructangehalte verschiedener Gräserarten U. v. Borstel und J. Gräßler.....	209
Untersuchungen zur Kennzeichnung der Gäreignung verschiedener Gräserarten U. v. Borstel, M. Sommer und S. Meyer.....	213
Fütterwert und Gärqualität von Grassilagen in Abhängigkeit von Erntetechnik und Siliermitteleinsatz M. Sommer, U. v. Borstel, S. Meyer und D. Meinen.....	217
Gärfütter schauen als Beratungsinstrument zur Verbesserung der Silagequalität M. Sommer, S. Meyer, U. v. Borstel.....	221
Auswirkungen veränderter Reihenweiten bei Silomais auf Ertrags- und Qualitätsparameter C. Rieckmann, N. Möbius und U. v. Borstel.....	225
SWEETGRASS – Der Anbau von zuckerreichen Deutschen Weidelgräsern S. D. Martens und J. M. Greef.....	229
An International ring trial to assess differences between laboratories in forage analysis: A new slant on an old problem D.J. Undersander, I.A. Cowe, P. Dardenne, P.C. Flinn, C. Paul, P. Berzaghi, N.P. Martin and N.B. Büchmann.....	231
Zur Untersuchung ungetrockneter Grassilagen mittels NIR-Diodenzellenspektrometer und elektronischer Nase H. Gibaud, F. Dietrich, C. Paul, G. Pahlow, J.M. Greef.....	233
Anwendung des NIRS Harvest Line Konzepts in der Ernte von Futterbauversuchen Chr. Paul, Chr. Pfitzner, U. Feuerstein und W. Luesink.....	235

Die NIRS-Methode als Hilfsmittel der Futterbauberatung U. v. Borstel, M. Sommer, C. Paul, M. Alex und P. Tillmann	237
Veränderung der Futterqualität im ersten Aufwuchs einer nährstoffreichen Nasswiese (Calthion) M. Anger, A. Malcharek und W. Kühbauch.....	239
Sektion Umwelt- und Naturschutz	
Ein regional verankertes Konzept zur ergebnisorientierten Honorierung ökologischer Leistungen in der Landwirtschaft E. Bertke, B. Gerowitt, S. K. Hespelt, J. Isselstein, R Marggraf und C. Tute	243
Ökologische Güter des Grünlands in einem ergebnisorientierten Honorierungssystem für ökologische Leistungen der Landwirtschaft E. Bertke, S. Biewer und J. Isselstein	247
Untersuchungen zur Biodiversität von unterschiedlich bewirtschafteten Mähstandweiden H. Giebelhausen, A. Milimonka und K. Richter	251
Landwirtschaftliche Bewertung von naturschutznahen Agrarumweltmaßnahmen im sächsischen Grünland C. Franke und G. Riehl.....	255
Energie- und CO ₂ -Bilanzen im Futterbau – Dauergrünland und Silomais M. Kelm, M. Wachendorf, H. Trott, K. Volkers und F. Taube	259
Vergleich der Nitratkonzentrationen im Grund- und Sickerwasser bei variiertes Grünlandbewirtschaftung auf sandigen Böden Norddeutschlands – Erste Ergebnisse J. Bobe, M. Wachendorf, M. Büchter und F. Taube.....	263
N ₂ O-Emissionen aus Mähweiden C. Lampe, K. Dittert, B. Sattelmacher, M. Wachendorf und F. Taube	267
Eine modellgestützte Analyse der Stickstoffflüsse in spezialisierten Milchvieh- /Futterbaubetrieben - Erste Ergebnisse M. Wachendorf, C.A. Rotz, A. Herrmann, A. Kornher und F. Taube.....	271
Einflüsse düngunabhängiger Faktoren auf ausgewählte Kenngrößen der Stickstoffverwertung von <i>Zea mays</i> Jürgen Müller, M. Kayser und T. Schiermann	275
Untersuchungen zum N-Austrag bei unterschiedlich praktizierten Verfahren der Grünlanderneuerung K. Seidel, J. Müller und M. Kayser	279
Vergleich von Weißklee-basierten Grünlandflächen mit mineralisch N-versorgten Grasbeständen im Hinblick auf Parameter des Nährstoffaustrages M. Kayser, J. Müller und M. Benke	283
Umsetzungsrate und Effizienz von Maßnahmen zur Reduzierung von N-Überschüssen auf Milchvieh-Futterbaubetrieben J. Scheringer und J. Isselstein	287
Grazing botanically diverse swards: the effects on sward structure (case study in Somerset/England) - Spatial heterogeneity on a continuously stocked pasture Martina Hofmann ¹) and Jerry R.B. Tallowin.....	291
Einflüsse von Natriumselenat –Zusätzen auf die Keimung von <i>Lolium perenne</i> L.–Zusätzen auf die Keimung von <i>Lolium perenne</i> L. H. Laser und M. Neff	297
Möglichkeiten und Grenzen von Leguminosen in Graslandssystemen A. Lüscher und D. Suter	301

Angewandte Forschung für Grünland-Futterbaubetriebe am Beispiel der Landwirtschaftskammer Hannover

von

Uwe von Borstel

Landwirtschaftskammer Hannover

1. Einleitung

Hauptaufgabe der Landwirtschaftskammer Hannover (LWK H) ist die Beratung der Betriebe und die Umsetzung der Vorgaben der Agrarpolitik.

Bevor auf Themen der angewandten Forschung eingegangen wird, soll zunächst eine Situationsbeschreibung der Grünlandwirtschaft, des Futterbaues und der flächengebundenen Viehwirtschaft in Niedersachsen gegeben werden.

2. Zur Situation des Grünlandes, des Futterbaues und der flächenabhängigen Viehhaltung in Niedersachsen

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) umfasst rund 2,65 Mio. ha, davon entfallen 940.000 ha auf das Gebiet der Landwirtschaftskammer Weser-Ems (LWK W-E) und 1.711.000 ha auf das Gebiet der LWK H (LWK H, 2002). Etwa 31 % der LF (824.000 ha) sind Grünland und 68 % (1.805.000 ha) Ackerland. Der verbleibende Rest (3.104 ha) sind Sonderkulturen. Das Gebiet der LWK H weist 448.000 ha Grünland auf und das der LWK W-E 375.000 ha.

Das Grünland in Niedersachsen verteilt sich auf 499.500 ha Mähweiden, 195.000 ha Weiden, 121.000 ha Wiesen und 8.600 ha Hutungen und Streuwiesen.

Die Grünlandfläche hat in Niedersachsen von 1960 bis 2002 um etwa 500.000 ha abgenommen. Neben der Leistungssteigerung in Pflanzenbau und Tierhaltung ist als Grund für die Abnahme des Grünlandes unter anderem die EU-Agrarreform des Jahres 1992 zu nennen. Sie hat zur abnehmenden Wertschätzung des Grünlandes geführt, da der mit Ausgleichszahlungen begünstigte Silomaisanbau die Erzeugung preiswerteren Futters ermöglichte.

Der Ackerfutterbau beansprucht 262.000 ha, etwa 10 % der LF. Der Anbau von Silomais dominiert mit 219.000 ha, gefolgt von Ackergras (39.100 ha), Klee und Klee gras (1.363 ha), Futterrüben (1.270 ha) und Luzerne (248 ha).

Der Anbauumfang der genannten Ackerkulturen verteilt sich etwa jeweils zur Hälfte auf das Gebiet der zwei niedersächsischen Landwirtschaftskammern.

In Niedersachsen werden insgesamt (Stand 2001) rund 2.764.866 Rinder, davon 766.563 Milchkühe, 79.354 Mutterkühe, 98.636 Pferde und 272.087 Schafe, gehalten. Die Zahl der Rinder und der Milchkühe verteilt sich jeweils etwa zur Hälfte auf die zwei niedersächsischen Landwirtschaftskammern. Die Zahl der Pferde (64.402) und die der Schafe (167.729) überwiegt dagegen im Gebiet der LWK H deutlich.

Auf dem Grünland wird das Einkommen vorwiegend mit Milchviehhaltung erwirtschaftet. Einfachen Hochrechnungen zufolge wird damit gerechnet, dass Strukturwandel und weiter anhaltender biologisch-technischer Fortschritt die Zahl der Futterbaubetriebe in Niedersachsen von derzeit 25.803 (2001) auf etwa 6.000 im Jahre 2020 sinken lässt.

3. Kennzeichnung der Bewirtschaftungsintensität in Futterbaubetrieben Niedersachsens

Die Kennzahlen von Testbetrieben der Agrarberichterstattung (LWK H, 2001) geben Hinweise zur Bewirtschaftungsintensität in Futterbaubetrieben.

Im Mittel der Testbetriebe betrug der Düngemittelaufwand des Jahres 1983/1984 341,00 DM/ha LF, im Jahre 2000/2001 dagegen 172,00 DM/ha LF. Dies entspricht einer Verringerung um 169,00 DM/ha oder minus 58 %.

Diese Düngungsexstensivierung hat keineswegs zu einem Abfall der Grünlanderträge geführt. Von 1975 bis 2001 stiegen die Grünlanderträge in Niedersachsen im Mittel von 59 dt TM/ha auf 96 dt TM/ha. Der durchschnittliche jährliche Ertragsanstieg auf dem Grünland betrug 1,4 dt TM/ha.

Die Aufwendungen für Saatgutmischungen sind ein weiterer Indikator für die Intensität der Grünlandbewirtschaftung. Im Jahre 2002 wurden in Niedersachsen etwa 2.980 t Saatgutmischungen hergestellt und verbraucht. Im Jahre 1984 waren es 500 t. Der theoretisch berechnete Saatgutverbrauch pro Hektar Grünland stieg von durchschnittlich 0,7 kg/ha in der Zeit von 1984 bis 1988 auf durchschnittlich 3,1 kg/ha in den Jahren 2000 bis 2002. Der züchterische Fortschritt in Form von Saatgut wird vor allem auf den intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen verstärkt genutzt.

4. Anwendungsorientierte Grünland- und Futterbauforschung in der LWK Hannover

Für die Erfüllung ihres Beratungsauftrages stehen der LWK H zwei Versuchsfelder für Grünlandversuche, das Versuchsfeld Dasselsbruch, Kreis Celle, und das Versuchsfeld Dietrichshof, Kreis Cuxhaven, mit Außenstationen, zur Verfügung, daneben insgesamt acht über das Kammergebiet verteilte Ackerbauversuchsfelder mit Außenstationen, auf denen Feldfutterbauversuche vorwiegend mit Silo- und Körnermais durchgeführt werden können.

Bezüglich der Versuchsplanung, der Auswertung der Grünland-Futterbauversuche und zum Teil auch der technischen Durchführung findet insbesondere zwischen den nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern eine intensive Zusammenarbeit statt, mit dem Ziel, Kosten einzusparen und die Qualität der aus dem Versuchswesen gewonnenen Beratungsaussagen zu verbessern. Beispiele für die enge Zusammenarbeit der Landwirtschaftskammern sind die Faltblätter „Standardmischungen für Grünland“ und „Standardmischungen für Ackerfutterbau“ und die Broschüre „Siliermittel“, die turnusmäßig veröffentlicht werden.

4.1. Ertrags- und Futterwertprognose von Grünlandaufwüchsen

Ein gutes Beispiel für die anwendungsorientierte Forschung der LWK H liefert der 1982 begonnene Ertrags-, Qualitätsmelde- und -prognosedienst für Grünlandaufwüchse („Reifeprüfung Grünland“).

Das Vorhaben wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der FAL, Braunschweig-Völkenrode, und dem Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Universität Kiel zur Routineanwendung entwickelt.

Voraussetzungen für die erfolgreiche Durchführung der „Reifeprüfung Grünland“ sind praxistaugliche Schnellbewertungsverfahren für die Futteraufwüchse (PAUL et al., 1981, PAUL, 1986), ein rechnergestütztes Simulationsmodell für die Prognose der Grünlanderträge und -futterqualitäten (KORNHER et al., 1983), die Verfügbarkeit von regionalen Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (LÖPMEIER, 2003) sowie

experimentelle Daten von Flächen der „Reifeprüfung Grünland“.

Abbildung 1 verdeutlicht am Beispiel des sinkenden Rohfasergehaltes die positive Qualitätsentwicklung der Grassilagen des Primäraufwuchses im Gebiet der LWK H.

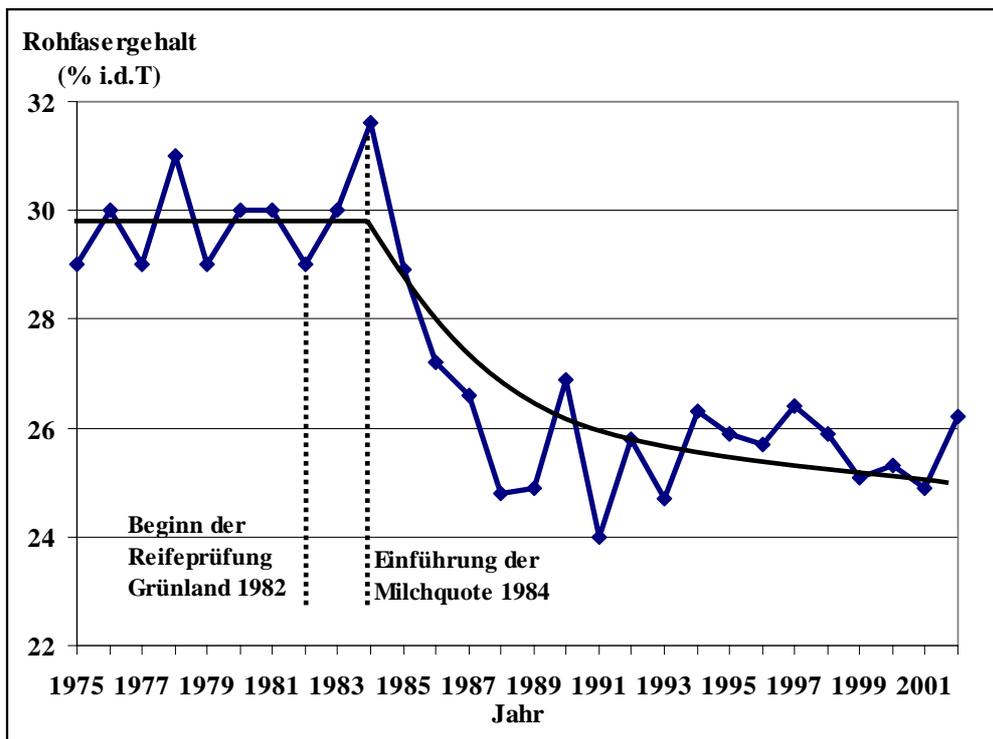


Abbildung 1: Entwicklung des mittleren Rohfasergehaltes von Grassilagen des 1. Aufwuchses im Gebiet der LWK H 1975 bis 2002

Bis zum Jahr 1984 schwankt der mittlere Rohfasergehalt unverändert zwischen 31 % und 29 % i. d. TM. Danach sinkt der Rohfasergehalt sehr deutlich auf Mittelwerte von 27,2 % bis 24,0 % und erreicht in keinem Einzeljahr mehr die hohen Ausgangswerte der Jahre vor 1984.

Als Folge der sinkenden Rohfasergehalte wurden die Energiegehalte der Grassilagen im Mittel kammerweit um plus 0,4 bis plus 0,6 MJ NEL/kg TM angehoben. Der verbesserte Nährwert des Futters ermöglichte höhere Grundfutterleistungen und Kosteneinsparungen in der Fütterung durch Senkung des Kraftfutteraufwandes.

Die Verbesserung des Futterwertes und der Fütterungseffizienz der Grassilage ist nicht allein eine direkte Folge der „Reifeprüfung Grünland“. Wichtig war sicher auch der ökonomische Zwang zur Rationalisierung seit Einführung der Milchquotenregelung 1984. Gleichwohl, die „Reifeprüfung Grünland“ hat den Futterwert der Grassilage im Gebiet der LWK H wesentlich verbessert.

4.2. Überprüfung der Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras

In Niedersachsen wird seit 1995 das Projekt „Freiwillige Mischungskontrolle Niedersachsen“ (FMN) durchgeführt. Die empfohlenen Standardmischungen unterliegen dabei einer besonderen Qualitätskontrolle. Mitglieder der FMN sind die vier niedersächsischen Mischungsfirmen (DSV, RHG-Hannover, Meiners Sedema Saaten und Heine & Stolzenberg) und die Landwirtschaftskammern Hannover und Weser-Ems.

Im Rahmen der Mischungskontrolle werden die Saatgutmischungen auf Zusammensetzung und Sortenechtheit der Mischungskomponenten kontrolliert und erhalten das Gütesiegel „Kontrollierte Qualität“.

Im Mittelpunkt der Mischungskontrolle steht die Prüfung der Sortenechtheit des Deutschen Weidelgrases. Hierbei gelangte das Verfahren der Elektrophorese der Speicherproteine beim Deutschen Weidelgras zur Anwendung, welches im Fachgebiet Saatgutwesen der Universität Hohenheim (HEIDENREICH, 1997) entwickelt und in Zusammenarbeit mit der LWK H für den Routinebetrieb angepasst worden ist (GRÄSSLER et al., 1999). Die Elektrophorese ersetzt den bisherigen zeitaufwendigen Nachkontrollanbau. Die bisherigen Ergebnisse der Überprüfungen von Sorten und Mischungen zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Prüfung von Gräsermischungen und Sorten auf Sortenechtheit der Einzelkomponenten (Mittel 1996 bis 2002)

Methodik		geprüft	beanstandet	Anteil %
1996 bis 1997:				
Mischungen (Komponente Deutsches Weidelgras) ¹⁾	Nachkontrollanbau	8	2	19
Sorten (alle Gräserarten) ¹⁾	Nachkontrollanbau	52	8	14
1998 bis 2002:				
Mischungen (Komponente Deutsches Weidelgras) ²⁾	Elektrophorese	10	0	0
Deutsches Weidelgras ²⁾	Elektrophorese	46	2	3
Sorten (außer Deutsches Weidelgras) ²⁾	Nachkontrollanbau	65	0	0

¹⁾ Mittel 1996 bis 1997

²⁾ Mittel 1998 bis 2002

Insgesamt ist festzustellen, dass in den Jahren 1998 bis 2002 eine geringe Zahl von Beanstandungen beim Deutschen Weidelgras sowohl in Mischungen wie auch bei reinen Sorten ermittelt worden ist.

Die Ergebnisse belegen den hohen Qualitätsstandard der Standardmischungen für das Grünland der niedersächsischen Mischungsfirmen.

4.3. Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung der Standardmischungen für das Grünland

In Zusammenarbeit mit den nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern hat die „Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futterkonservierung im Bereich der Landwirtschaftskammer Hannover e.V.“ (AG FUKO) das Mischungskonzept der Standardmischungen erweitert, um mit speziellen Sortenmischungen des Deutschen Weidelgrases besondere Anforderungen ihrer Mitglieder erfüllen zu können.

Es handelt sich um eine speziell geeignete Standardmischung mit der Bezeichnung „Sprint“ und um besonders ausdauernde Mischungen. Grundlage für die Entwicklung dieser speziellen Sortenmischungen bilden die Ergebnisse der Landessortenversuche mit Deutschem Weidelgras in den nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern sowie erste Ergebnisse eines so genannten „Energimischungsversuches“, der in der LWK H (LANGE, 2002) angelegt worden ist.

Die Zusatzbezeichnung „Sprint“ verweist auf die ausschließliche Verwendung von Weidelgrassorten mit überdurchschnittlicher Ertragsleistung („Sprint“-Eignung) in den Standardmischungen für Grünland.

Weitergehende Ausführungen zu den Neuentwicklungen im Mischungsbereich sind in dem Posterbeitrag (LANGE et al., 2003) im vorliegenden Tagungsband zu finden.

4.4. Untersuchungen zur Kennzeichnung der Fructangehalte verschiedener Gräserarten

Nach neueren Erkenntnissen wird die Erkrankung der Pferde an Hufrehe mit der überhöhten Zufuhr von Fructanen über das Futter in Verbindung gebracht (COENEN et al., 2002). Fructane sind die Hauptspeicherform der Assimilate in Futtergräsern. In einem Land mit einer hochwertigen Pferdezucht interessiert daher besonders, ob von den wichtigsten Gräserarten des Grünlandes im Hinblick auf überhöhte Fructangehalte Belastungen oder gar gesundheitliche Gefährdungen ausgehen können.

Im Rahmen eines Screenings wurde im Jahr 2001 im Versuchsfeld Dasselsbruch ein Parzellenversuch angelegt, um die verschiedenen Gräserarten vergleichend auf den Fructangehalt zu untersuchen. Einzelheiten zur Versuchsdurchführung und zu den Ergebnissen sind im vorliegenden Tagungsband (VON BORSTEL et al., 2003) aufgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass das Deutsche und das Welsche Weidelgras die höchsten Fructangehalte und Wiesenfuchsschwanz, Wiesenlieschgras und Rotschwingel die niedrigsten Fructangehalte aufweisen.

Die Versuchsergebnisse geben Hinweise zur Erzeugung von Raufutter mit niedrigen Fructangehalten für die Pferdefütterung.

4.5. Erhaltung und Schutz extensiv genutzten Grünlandes

Angewandte Forschungsarbeiten zum Erhalt und zum Schutz extensiv genutzten Grünlandes finden in der LWK H stets hohe Aufmerksamkeit. Die Landschaftspflegeversuche (VON BORSTEL, 1999), das Gutachten „Nutzung und Pflege der Bergwiesen bei St. Andreasberg“ (SCHWAHN, VON BORSTEL und MAINZER, 1996) und das Projekt „Grünlandmonitoring“ im Hochharz (VON BORSTEL et al., 2003) sind Beispiele.

Der derzeitige Flächenumfang und die zu erwartende Zunahme des Extensiv- und Naturschutzgrünlandes sprechen dafür, die Entwicklung durch Forschungsaktivitäten angemessen zu begleiten.

Die fachlichen Grundlagen für die naturalen Ertragseinbußen auf dem Grünland und für weiterführende Berechnungen zum Erschwernisausgleich liefern die Ergebnisse der Landschaftspflegeversuche der niedersächsischen Landwirtschaftskammern. Bei den weitergehenden Berechnungen und Ausarbeitungen handelt es sich um ein Statuspapier mit der Bezeichnung „Naturale Ertragseinbußen durch Naturschutzauflagen auf dem Wirtschaftsgrünland und deren pauschal-flächenbezogene monetäre Bewertung“ (LWK W-E, LWK H, 1996). Es bildet die fachliche Grundlage für den Erschwernisausgleich und die dort verwendete Punktwerttabelle (Niedersächsisches Umweltministerium, 1997). In der Punktwerttabelle werden die verschiedenen Naturschutzauflagen einzeln oder in Kombination miteinander bewertet. Daraus lässt sich ableiten, welche Entschädigungszahlungen ein Landwirt erhält, wenn Einschränkungen der ordnungsgemäßen Grünlandbewirtschaftung hinzunehmen sind. Die Zusammenarbeit der Naturschutz- und Agrarverwaltungen in Niedersachsen sind ein gutes Beispiel dafür, wie und in welchem Umfang Ergebnisse der angewandten

Grünlandforschung Einfluss auf Entscheidungen der Agrarumweltpolitik und die Grünlandbewirtschaftung nehmen.

5. Wasserschutzgemäße N-Düngung zu Silomais

Silomais ist auf den leichten Geeststandorten Nordhannovers mit hohen Anteilen in der Fruchtfolge die wichtigste Kulturpflanzenart. Noch bis vor wenigen Jahren war der Maisanbau in der Öffentlichkeit mit einem Negativimage behaftet. Stichworte für die Problematik sind: Umweltbelastung, Nitratbelastung des Grundwassers, Erosionen, Monokultur. Aufgrund intensiver angewandter Forschung und Beratungsanstrengungen konnte gezeigt werden, dass der Mais bei Anbau nach fachlich guter Praxis eine problemlose Kulturpflanzenart darstellt. Er liefert höhere Erträge als die gängigen Getreidearten, braucht weniger Stickstoffdünger, weil er die Sommermineralisation des Bodens nutzt, hat daher ausgeglichene oder deutlich negative N-Bilanzen und braucht zudem keine Fungizide, kaum Insektizide und keine Wachstumsregler (NITSCH, 2002). Mit dem von NITSCH entwickelten Verfahren der N-Düngung zu Mais auf der Grundlage des Nitrachek-Testes (NITSCH, 1984) gelingt eine Feinsteuerung der N-Düngung, die den Mais in Hinblick auf den Wasserschutz vorbildlich werden lässt. Mit Hilfe des Nitrachek-Testes kann der Verlauf der Nitratversorgung in den Pflanzen zu jeder Zeit bestimmt und verfolgt werden und dem Bedarf der Pflanzen angepasst werden. Die Ergebnisse aus der Wasserschutzzusatzberatung zeigen, welche Beratungserfolge hinsichtlich des Wasserschutzes und des Betriebserfolges erzielt werden können, wenn die N-Düngung mit Hilfe des Nitrachek-Testes erfolgt (Abbildung 2).

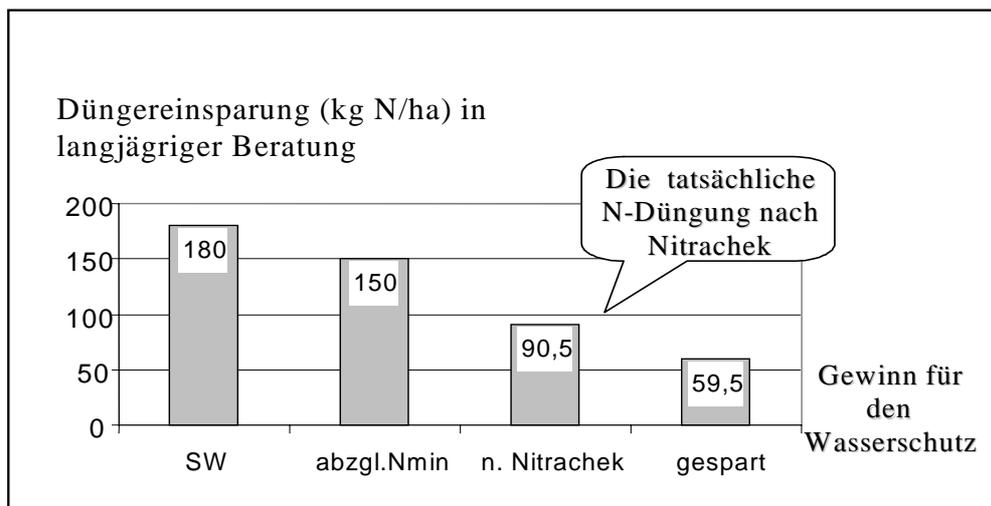


Abbildung 2: Düngereinsparung (kg N/ha in langjähriger Beratung [NITSCH, 2002])

Die Ergebnisse zur N-Düngung von Silomais zeigen, dass angewandte Forschung beachtliche Erfolge zeigen kann. Richtig angebaut, hinterlässt der Mais N_{\min} -Werte, die unter 50 kg N/ha liegen und nicht selten den Vergleich mit dem häufig als Referenzflächen herangezogenen Wald zu scheuen brauchen.

6. Futterkonservierung

Im Versuchsfeld Dasselsbruch steht für Silierversuche eine Prüfstation zur Verfügung, an der neben Silierversuchen zur Vergabe des DLG-Gütezeichens für Siliermittel auch weitergehende Silierversuche durchgeführt werden. Zur angewandten Forschung im weiteren Sinne gehören auch Fachpublikationen. Die von den nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern zwischenzeitlich in 6. Auflage im bundesweiten Rahmen herausgegebene Broschüre „Futterkonservierung – Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien“ hat ihren Ursprung in der LWK H (AG NORDWESTDEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN, 2002).

Die Silierung von Rübenblatt, Zwischenfrüchten und anderen nassen Futterpflanzen war Anfang der 80er Jahre bezüglich der Sickersaftproblematik eine fachliche Herausforderung. Später konzentrierten sich die Arbeiten auf Vergleichsversuche zur Siliertechnik in der Praxis, auf die Durchführung von Silagewettbewerben bzw. Gärfutterschauen und auf Silierversuche zur Prüfung von Siliermitteln.

Die Futterbewertung der Silagen erfolgte ab Mitte der 80er Jahre mit einem NIR-Spektrometer, die der Gärqualität erfolgte anfangs nach Vorgaben des DLG-Sinnenbewertungsschlüssels und ab 1995 mit einem NIT-Gerät (PAUL et al., 1999). Beide Geräte wurden von der Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futterkonservierung e.V., einem der LWK H zugeordneten Spezialberatungsring, angeschafft und mit wissenschaftlicher Unterstützung des Institutes für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL im Versuchsfeld Dasselsbruch eingesetzt.

Beispielhaft für die Arbeiten mit Siliermitteln sei auf einen bisher unveröffentlichten Silierversuch eingegangen, der in der Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung in Echem als Fütterungsversuch mit Milchkühen 1998/1999 durchgeführt und mit Unterstützung durch F. WEISSBACH ausgewertet worden ist (LWK H, 2003).

Die Versuchsfrage lautet:

„Erprobung und Prüfung des Effektes eines aus Milchsäurebakterien und chemischen Wirkstoffen bestehenden Kombinationspräparates als Siliermittel.“

Die Wirkung des Siliermittels auf TM-Verzehr, Energiegehalt, Energieaufnahme und Milchleistung zeigt die Tabelle 2.

Tabelle 2: Wirkung des Siliermittels auf TM-Verzehr, Energiegehalt, Energieaufnahme und Milchleistung (LVA Echem, 1998/1999)

	Kontrolle	Behandlung	Differenz
TM-Verzehr aus Grassilage			
kg Kuh/Tag	14,4	15,0	+ 0,6 *
Energiekonzentration der Grassilage			
MJ NEL/kg TM	6,01	6,12	0,11
Energieaufnahme mit der Grassilage			
MJ NEL/kg TM	86,5	91,8	+ 5,3
Errechnete Milchleistung aus der Grassilage			
kg FCM/Kuh/Tag	15,4	17,1	+ 1,7
Gemessene Milchleistung im Versuch (n = 27 Kühe/Variante)			
Versuchsmitte (kg FCM/Kuh/Tag)	21,1	22,5	+ 1,4 *
Versuchsende (kg FCM/Kuh/Tag)	19,8	21,7	+ 1,9 *

* = signifikant bei $\alpha \leq 0,05$

Der Fütterungsversuch mit behandelter und unbehandelter Silage wurde als Gruppenfütterungsversuch mit 36 (Kontrolle) bzw. 37 (Behandlung) Milchkühen vergleichbarer Milchleistung über 70 Tage Fütterungsdauer durchgeführt.

Es zeigte sich, dass die mit dem Kombinationsprodukt behandelte Silage einen signifikant höheren TM-Verzehr aufwies und die Milchleistung um 1,9 kg FCM/Kuh/Tag verbessert werden konnte. Bezüglich des Silierergebnisses und weiterer Details sei auf den o. a. Versuchsbericht verwiesen.

- Als Fazit ergibt sich, dass das geprüfte Siliermittel (BIO-KOFASIL-KOMBI) die Gärqualität und den Futterwert der Silage verbessert,
- dass dieser, hier insbesondere von den Milchsäurebakterien ausgehende Effekt nicht durch die gemeinsame Applikation mit Wirkstoffen, die Hefen unterdrücken, beeinträchtigt wird und
- dass sich diese Qualitätsverbesserung der Silage in einer höheren tierischen Leistung nachweisen lässt.

7. Weitere angewandte Forschungsarbeiten der LWK Hannover

Der Hauptanteil der angewandten Forschung der LWK H betrifft das Aufgabenspektrum der Pflichtaufgaben. Es handelt sich um Landessortenversuche mit den wichtigsten Futterpflanzenarten des Grünlandes und des Feldfutterbaues, um Düngungsversuche und um ausgewählte produktionstechnische Versuche der verschiedensten Art. Die Versuchsprogramme werden alljährlich im Verband der Landwirtschaftskammern bundesweit und in der Arbeitsgemeinschaft der nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern regional abgestimmt. Die Veröffentlichung erfolgt in den Grünland- und Feldfutterbauversuchsberichten.

Ein weiterer Teil der angewandten Forschung betrifft das Aufgabenspektrum der Auftragsangelegenheiten, die in der Regel vom Land Niedersachsen im Rahmen der Budgetfinanzierung finanziert werden. Es handelt sich vorzugsweise um Forschungsvorhaben aus dem Bereich des Umweltschutzes, die der Entwicklung von nachhaltigen Landbewirtschaftungssystemen dienen. Beispiele hierfür sind: Die Landschaftspflegeversuche, Düngungsversuche, Versuchsprogramme zur Emissionsminderung von Ammoniak bei der Gülleausbringung und in jüngster Zeit das Untersuchungsprogramm zur „Verminderung der Nährstoffbilanzüberschüsse in Futterbaubetrieben“.

Bei Versuchsvorhaben, die aus Drittmitteln gefördert werden, handelt es sich um Wertprüfungen im Auftrage des Bundessortenamtes, um das „Ziel-5b-Projekt“ im Landkreis Cuxhaven zum Aufbau der Versuchsstation Dietrichshof, das Gutachten „Nutzung und Pflege der Bergwiesen in St. Andreasberg“ und um das Monitoringprojekt „Erprobung eines landwirtschaftlichen Monitoringprogrammes zur Erhaltung und Restitution der Harzer Bergwiesen in St. Andreasberg“.

8. Schlussfolgerungen

Angewandte Forschung und die Umsetzung der Ergebnisse durch Beratung sind generell personal- und kostenintensiv. Das Versuchswesen mit standortdifferenziert und regional verteilten Versuchsfeldern ist unbestritten ein wesentlicher Eckpfeiler der angewandten Forschung und der landwirtschaftlichen Beratung. Beide Bereiche bilden organisatorisch eine Einheit und gewährleisten dadurch hohe Fachkompetenz und Kreativität. Einige ausgewählte Ergebnisse der angewandten Forschung mit hoher agronomischer und ökologischer Relevanz wurden im vorliegenden Beitrag vorgestellt.

Es bleibt zu hoffen, dass auch in Zukunft für die Bereiche Grünland und Futterbau die erforderlichen Ressourcen mobilisiert werden können.

Literatur:

- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER NORDWESTDEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN (2002): Futterkonservierung – Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien, 6. Auflage, Landwirtschaftskammer Hannover.
- BORSTEL, U., VON (1999): Erträge und Futterqualitäten typischer Grünlandstandorte Norddeutschlands unter intensiver und extensiver Bewirtschaftung, schriftliche Fassung, Vortrag anlässlich 43. Jahrestagung der AGGF vom 26.-28.08.1999, Bremen.
- BORSTEL, U., VON und J. GRÄSSLER (2003): Monitoringprogramm zur Erhaltung und Restitution der Harzer Bergwiesen in St. Andreasberg, Krs. Goslar, unveröffentlichter Versuchsbericht, Landwirtschaftskammer Hannover.
- BORSTEL, U. VON u. J. GRÄSSLER (2003): Untersuchungen zur Kennzeichnung der Fructangehalte verschiedener Gräserarten, Posterbeitrag, 47. Jahrestagung der AGGF vom 28.-30.08.2003, Braunschweig.
- COENEN, M. und I. VERVUERT (2002): Risiko Gras-Realität oder übertriebene Befürchtungen, Tagungsband, 3. Pferdeworkshop der Justus-von-Liebig-Schule Hannover, Grundfutter – Kraftfutter, ein Spannungsfeld.
- GRÄSSLER, J., U. VON BORSTEL, C. KRUSE u. I. PARADIES-SEVERIN (1999): Nachprüfung der Sortenechtheit von Deutschem Weidelgras in Satgutmischungen mit Hilfe der Elektrophorese, schriftliche Fassung, Vortrag anlässlich 43. Jahrestagung der AGGF vom 26.-28.08.1999, Bremen.
- HEIDENREICH, S. C. (1997): Untersuchungen zur Nachprüfung von Sortenmischungen des Deutschen Weidelgrases am Saatgut mittels Elektrophorese der Speicherproteine, Dissertation, Universität Hohenheim.
- KORNHER, A. and B. W. R. TORSELL (1983): Estimation of Parameters in a Yield Prediction Model for Temporary Grassland using Regional Experimental Data, Swedish Journal of Agric. Research, 13: 137-144.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (2001): Betriebsstatistik der Landwirtschaftskammer Hannover, verschiedene Jahrgänge.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (2002): Zahlen aus der Landwirtschaft, Landwirtschaftskammer Hannover.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (2003): Versuchsbericht Futterkonservierung der Landwirtschaftskammer Hannover.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER WESER-EMS und LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (1996): Statuspapier: Naturale Ertragseinbußen durch Naturschutzaufgaben auf dem Wirtschaftsgrünland und deren pauschal-flächenbezogene monetäre Bewertung, unveröffentlicht, Landwirtschaftskammer Hannover.
- LANGE, G. (2003): Gibt es die optimale Ansaatmischung? Innovation – DSV-Magazin 1, 2003, Lippstadt, S. 4-7.
- LANGE, G., J. GRÄSSLER u. U. VON BORSTEL (2003): Neue Mischungskonzepte für Grünlandansaaten in Norddeutschland, Posterbeitrag, 47. Jahrestagung der AGGF vom 28.-30.08.2003, Braunschweig.
- LÖPMEIER, F. J. (2003): Agrarmeteorologisches Beratungsprogramm (AMBER), dienstinternes Beratungspapier des Deutschen Wetterdienstes, Agrarmeteorologische Forschungsstelle (AMF) Braunschweig, persönliche Mitteilungen.

- NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (1997): Verordnung über den Erschwernisausgleich und den Vertragsnaturschutz in geschützten Teilen von Natur und Landwirtschaft, Nds. GVBl. Nr. 15/1997 vom 16.07.1997.
- NITSCH, A. (1984): Mit Teststäbchen und Reflektometer, Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung, Nr. 39, Sonderdruck vom 29.09.1984.
- NITSCH, A. (2002): Maisanbau: Ökonomie und Ökologie in Einklang gebracht. In: Zukunftsperspektiven für den Maisanbau, Praxisinformation Grünland und Futterwirtschaft, Heft 32, Landwirtschaftskammer Hannover, S. 29-43.
- PAUL, C. u. V. MIKA (1981): Mahlwiderstandsmessungen an Raufutter, I. Apparative Voraussetzungen, Landbauforschung Völkenrode, 31. Jahrgang, Heft 1, S. 7-10.
- PAUL, C. (1986): Der Einsatz der NIR-Technik zur Qualitätsbewertung ausgewählter Grundfuttermittel, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 81, S. 34-38.
- PAUL, C. u. M. RODE (1999): Anwendung lokaler NIT-Kalibrierungen zur Schätzung der Gärqualität von Grassilagen, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Jahresbericht 1998, S. 23.
- SCHWAHN, C., U. VON BORSTEL u. A. MAINZER, 1996: Nutzung und Pflege der Bergwiesen bei St. Andreasberg, Gutachten erstellt im Auftrage der Bezirksregierung Braunschweig, Landwirtschaftskammer Hannover.

Forschungsansätze für nachhaltige Systeme im Grünland und Futterbau

von

J.M. Greef

Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, FAL Braunschweig

1. Einleitung

Leguminosen nehmen eine wichtige Basis in nachhaltigen Produktionssystemen in weiten Teilen der Welt ein. Diese Bedeutung beruht u.a. auf dem bekannten Effekt Luftstickstoff zu binden. Ungeachtet dieser Vorzüge hat die Fläche, in denen Futterleguminosen genutzt werden, in den letzten 20 Jahren in Europa abgenommen. Mögliche Gründe sind in politischen Vorgaben und ökonomischen Gründen (Stickstoff- und Kraftfutterpreise) zu finden. Einer Reihe von Untersuchungen zufolge, die in den späten 80zigen und frühen 90zigen durchgeführt worden sind, zeigten sich auf der landwirtschaftlichen Betriebsebene keine spezifischen ökonomischen Vorteile zwischen leguminosen- und grasbasierten Systemen (Ryan, 1988; Holliday, 1989; Bax and Schills, 1993). Weitere Gründe können darin liegen, dass Leguminosen hinsichtlich der Bestandesführung an sich schwer handbar sind (Dyckmans, 1989). Daraus resultiert, dass Forschungsansätze, die sich der Problematik der spezifischen Bedeutung der Futterleguminosen annehmen wollen, auf mehrere Aspekte eingehen sollten:

1. der Umweltleistung,
2. Bestandesetablierung und –erhaltung,
3. Weidemanagement,
4. Futterwert und
5. ökonomische / politische Rahmenbedingungen / Perspektiven.

2. Forschungsansätze am Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft

Das Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft entstand im Jahr 2000 als Neugründung durch die Zusammenlegung der ehemaligen Institute für Pflanzenbau sowie Grünland und Futterpflanzenforschung. Innerhalb der FAL ist es eines von drei im Bereich Boden / Pflanze forschenden Instituten. Den Rahmen der Forschungsarbeiten bildet die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Verbraucher-, Ernährungs- und Landwirtschaftspolitik sowie die Erweiterung der Kenntnisse auf diesen Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls. Die Arbeiten des Instituts konzentrieren sich auf die Entwicklung von Systemen der Landbewirtschaftung und Landnutzung für eine qualitätsgerechte, umweltschonende und wettbewerbsfähige Pflanzenproduktion unter Einbeziehung innovativer Technologien. Die Forschungsthemen gliedern sich in drei Arbeitsgebiete:

- 1) Anbausysteme zur nachhaltigen Bewirtschaftung
- 2) Ertragsbildung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen
- 3) Qualitätssicherung an Kulturpflanzen

Das Arbeitsgebiet Anbausysteme beinhaltet die Analyse bestehender Nutzungssysteme nach den Kriterien Artenvielfalt, Nutzungsform und -intensität. Mit Hilfe von Bewertungsmodellen wird eine Produktionsoptimierung sowie die Minimierung unerwünschter Umweltwirkungen angestrebt. Ein Schwerpunktthema befasst sich mit

der ‚Analyse von Nutzungssystemen für Ackerbau- und Grünlandstandorte‘. Dieses Thema wird durch weitere Schwerpunktprojekte im Bereich der ‚Erarbeitung von Grundlagen und Indikatoren zur Erfassung der Biodiversität‘ komplettiert

Im Arbeitsgebiet Ertragsbildung werden schwerpunktmäßig physiologische Untersuchungen zu ertragslimitierenden Stoffwechselfvorgängen in der Pflanze vorgenommen. Die Aufklärung dieser Faktoren dient der Ertragssicherung und der Ausnutzung des Ertragspotenzials landwirtschaftlicher Kulturarten. Ein weiteres Schwerpunktthema befasst sich mit der ‚Methodischen Entwicklung zur Qualitätsverbesserung von Saat- und Pflanzgut‘.

Ein schwerpunktmäßiges Ziel des Arbeitsgebietes Qualitätssicherung ist die ‚Optimierung des Nahrungs- und Futterwertes von Nutzpflanzen sowie die Sicherung ihrer hygienischen und toxikologischen Unbedenklichkeit‘. Weiterhin werden ‚analytische Methoden und Prognoseverfahren für vorgegebene Qualitätskriterien bis hin zur Echtzeitanalyse auf Erntemaschinen und am Silo‘ entwickelt.

3. Forschung zu speziellen Themen des Grünlandes und Futterbaus

3.1. Erfassung der Veränderungen in der Artenvielfalt

Das Mosaikindikatoren-Konzept beinhaltet die Entwicklung von Indikatoren für eine naturraumtypische Artenvielfalt in Agrarlandschaften. Für die Indikatorenentwicklung im Bereich Arten und Lebensräume ist es erforderlich, Heterogenitäten der naturräumlichen Bedingungen und differenzierte Landschaftsstrukturen früherer Landnutzungen in ihrer Bedeutung für die biologische Vielfalt zu berücksichtigen. Um den Anforderungen der Regionalisierung Rechnung zu tragen, werden im ‚Mosaik-Indikatorenansatz‘ Methoden zur regionalisierten naturräumlichen Gliederung in einem integrativen Ansatz entwickelt (Hoffmann et al., 2002b). Die Strukturierung des Indikatorenansatzes sieht beginnend von der lokalen Ebene innerhalb einzelner naturräumlicher Einheiten eine politikrelevante Aggregierung der Indikatoren zu Bundes- und Landesebene vor. Innerhalb dieses Ansatzes wird die Flächenbelegung und das Arteninventar des Grünlandes berücksichtigt. Ein aktueller EU-Projektantrag hat die ‚Konkretisierung und Stichprobenkonzept für bioökologische Indikatoren am Beispiel artenreichen Grünlandes‘ zum Inhalt.

Im Rahmen eines mehrjährigen Gemeinschaftsprojektes mit dem ZALF und der Universität Budapest konnte an einem Klimagradienten von Süd- nach Nordeuropa die Veränderungen in der Arten- und Segetalfloradiversität ermittelt werden (Hoffmann et al., 2002a). Für Leguminosen ergab sich, dass neben ‚in Kultur genommenen Arten‘ ein hohes Potential an wildwachsenden Leguminosenarten vorlag. Dieses nimmt von Süd nach Nord deutlich ab.

3.2. Temperaturensommenmodell zur Erntezeitprognose von Silomais

Der Einfluss des Klimas bzw. die Entwicklung der Witterung bestimmen u.a. das Erntezeitfenster im Silomaisanbau. In einem Gemeinschaftsprojekt mit dem DMK und der Universität Kiel wird ein bundeseinheitliches Prognosemodell zur Vorhersage des optimalen Erntetermins von Silomais aufgebaut (Rath et al., 2002). Das Projekt befindet sich im vierten Versuchsjahr, wobei an 26 Standorten 8 Maissorten geprüft werden.

3.3. Fusarientoxine im Silomais

Neben spezifischen Sorteneigenschaften hat der Erntezeitpunkt einen entscheidenden Einfluß auf die Qualität von Silomais. In mehreren Forschungsprojekten werden das Vorkommen von Mykotoxinen (Deoxynivalenol) im Erntegut unterschiedlichen Abreifegrades untersucht (Oldenburg, 2000). Für den Silomais ergibt sich, dass der häufig Stängelfusarien mit z.T. hohen Konzentrationen an Toxinen aufweist. Eine mögliche Minimierungsstrategie könnte in dem Heraufsetzen der Schnitthöhe liegen.

3.4. Qualitätsermittlung mittels NIR-Diodenarray-Spektrometern

Neben der Beeinflussung der Qualität durch äußere und biotische Faktoren, wie es bei den beiden letztgenannten Projekte der Fall ist, dient die spektrometrische Untersuchung im Nahen Infrarot (NIR) der Ermittlung der Qualität (Paul und Häusler, 2002). Es basiert auf eigens dafür entwickelten Modulen, die NIR-Diodenarray-Spektrometer mit geeigneten Vorrichtungen zur Probenpräsentation kombinieren. Diese Methodik (NIRS-Harvest-Line-Konzept) zielt auf die online-Erfassung relevanter Qualitätsparameter direkt auf der Erntemaschine. Ein erster Schritt in dieser Richtung ist die Ablösung der energieaufwendigen Erfassung des Trockensubstanzgehaltes mit dem Trockenschrank durch eine vollautomatische Datengewinnung basierend auf einer kontinuierlichen Messung des Probenmaterials einer gesamten Parzelle. Die Umsetzung dieser Entwicklungen wird besonders für das Parzellenversuchswesen interessant werden (Paul, 2002).

In der Reihe der indirekten Erfassung von Qualitätsparametern ist auch der Einsatz einer elektronischen Nase für die Klassifizierung von Grassilagen zu nennen (Dietrich et al., 2002). Die gewonnenen Daten sollen zusätzliche Informationen liefern, um vor allem eine objektive Beurteilung der Gärqualität zu ermöglichen. Kernelemente der elektronischen Nase sind chemische Sensoren, wobei die Metalloxid- (MOX) sowie die Schwingquarzsensoren (QMB) als Hauptsensortypen gelten.

3.5. EU-Projekt SweetGrass

Im Rahmen eines von der EU geförderten Gemeinschaftsprojektes (SweetGrass – Grazing and ensiling of energy-rich grasses with elevated sugar contents for the sustainable production of ruminant livestock?) werden besonders zuckerreiche Weidelgräser untersucht (Miller et al., 2001). Das neugezüchtete Material wird auf Parameter wie Ertragsleistung und Futterwert unter verschiedenen Nutzungsregimen sowie das Silierverhalten und die Gärqualität der reinen Gräser bzw. in Mischungen mit Luzerne untersucht. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei dem Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten im Ausgangsmaterial sowie den Restzuckergehalten in der Silage, die ein Stabilitätsrisiko während der Entnahme und Verfütterung darstellen können. Die Beimischung von Leguminosen basiert auf den Erkenntnissen, die in dem LEGSIL-Projekt und auch aus anderen Projekten, die mit dem Institut für Tierernährung der FAL durchgeführt wurden, gewonnen werden konnten (Pahlow et al. 2002). Bei diesen Verfahren (Umsilierung) zeigte sich, dass eine Maissilage durch Beimischung einer Luzernesilage qualitativ verbessert werden konnte (Pahlow et al., 2003). Die Eignung von Leguminosen, besonders Körnerleguminosen zur Qualitätsverbesserung ist ebenfalls Ziel verschiedener Versuchsreihen, die auch mit dem Institut für Ökologischen Landbau der FAL durchgeführt werden.

3.6. EU-Projekt LEGSIL

Das Leguminosen Produktionskosten einerseits durch den reduzierten Einsatz von mineralischen N-Düngern und andererseits durch ihren positiven Effekt auf die Futteraufnahme haben können, konnte in einem bereits abgeschlossenen EU-Projekt (LEGSIL – ‚Low-input animal production based on forages legumes for silage‘) nochmals verifiziert werden. Dieses Projekt wurde vor allem mit sechs Partner aus vorwiegend nordeuropäischen Ländern während einer vierjährigen Laufzeit durchgeführt. Ein Hauptziel war es, die spezifischen Eigenschaften von leguminosenbasierten Nutzungssystemen anstelle von reinen Grassystemen besonders für die Silageerstellung zu untersuchen. In die Untersuchungen wurden bekannte Leguminosen wie Weiß- und Rotklee sowie Luzerne einbezogen. Weniger bekannte Leguminosen wie der Hornklee und die Geißraute wurden als neuartige Arten in die Untersuchungen einbezogen. Besonders in den Untersuchungen, die hier an der FAL durchgeführt wurden, konnten einerseits Erkenntnisse hinsichtlich der Siliereignung der untersuchten Leguminosearten gewonnen werden und andererseits den positiven Einfluss hinsichtlich Aufnahme und Verdaulichkeit von Hornklee (ermittelt im Hammelversuch) festgestellt werden. Die wesentlichsten Ergebnisse vom LEGSIL-Projekt sind im Sonderheft 234 Landbauforschung Völkenrode veröffentlicht. In länderspezifischen Broschüren wurden die wesentlichsten Ergebnisse zusammengestellt, so dass die Erkenntnisse über diesen Wissenstransfer auch für die Praxis zur Verfügung stehen (Paul und Wilkins 2001).

3.7. EU-Projekt LEGGRAZE

Gewissermaßen als ein Nachfolgeprojekt von LEGSIL werden in einem ebenfalls von der EU geförderten Projekt (LEGGRAZE – ‚Low input animal production based on forage legumes for grazing systems‘) wiederum Leguminosen hinsichtlich ihrer spezifischen Eignung vorrangig in Weidesystemen geprüft. Informationen zu dem Projekt sind unter der Internet-Adresse www.univ-perp.fr/leggraze verfügbar. In Erweiterung zum Ansatz in LEGSIL wird dieses Projekt mit fünf Partnern durchgeführt, wovon zwei Partnern in Ländern des Mittelmeerraumes angesiedelt sind.

Die Versuchsziele lassen sich mit fünf Hauptpunkten umschreiben:

- Erstellung einer europäischen Datenbasis zur Forschung über leguminosenbasiertem Grünland einschließlich pflanzlicher und tierischer Leistung, Umweltwirkungen sowie ökonomischer Nachhaltigkeit.
- Quantifizierung der pflanzlichen und tierischen Leistungsfähigkeit von bzw. auf leguminosenhaltigen Weiden unter verschiedenen Klimabedingungen
- Evaluierung neuer Leguminosenspezies für den Einsatz in Weidesystemen
- Quantifizierung von Nährstoffverlusten in die Umwelt durch leguminosenhaltiges Grünland
- Evaluierung der sozio-ökonomischen Aspekte leguminosenbasierter Weidesysteme.

Die Untersuchungsvarianten sind aus folgender Übersicht deutlich.

Tabelle 1: Versuchsvarianten im Projekt LEGGRAZE

Land	Variante 1	Variante 2	Variante 3	System
Italien	Lolium rigidum			Umtriebsweide Milchschafe
	Medicago polymorpha	Trifolium subterraneum	Hedysarum coronarium	
Frankreich	Phalaris tuberosa			Standweide Hammel
	Medicago sativa	Onobrychis sativa	Trifolium incarnatum	
Deutschland	Lolium perenne , Festuca pratensis, Poa pratensis, Phleum pratense			Standweide Jungrinder
	Trifolium repens	Lotus corniculatus	Trifolium pratense	
Groß Britannien	Lolium perenne			Standweide Hammel
	Trifolium repens	Lotus corniculatus	Trifolium ambiguum	

4. Schlussfolgerungen

Neben erfolgsversprechenden Ansätzen ist die Bedeutung, die Leguminosen in Weide- und Futtersystemen zukünftig haben werden, weiterhin zu diskutieren. Fragestellungen auf der Ebene der wissenschaftlichen Forschung werden die Bereiche:

- Umweltwirkungen der Leguminosen auf kleinräumigen und regionalen Skalenebenen
Während die Umweltwirkungen anhand von Nährstoffbilanzen und Ein- und Austrägen häufig Untersuchungsgegenstand waren, ist die Stickstoffumsetzung bzw. N-Fixierung unzureichend gelöst. Dies gilt besonders für bisher wenig untersuchte Leguminosenarten.
- Agronomische Aspekte
Unter diesem Punkt ist die Persistenz an erster Stelle zu nennen, deren Dynamik in vielen Fällen schwer zu beurteilen ist. Besonders unterschiedliche Beweidungsregime und -intensitäten (bzw. Schnitthäufigkeiten) in Zusammenhang mit limitierenden Standortfaktoren (Frostereignisse, Wassermangel) sind noch ein weites Forschungsfeld.
- Einfluss auf die tierische Leistungsfähigkeit
Trotz der positiven Effekte, die Leguminosen auf die Futteraufnahme und -umsetzung haben können, bleibt die niedrige Effizienz gerade der Stickstoffverwertung unbefriedigend. Hierbei kommt auch eine noch weiter zu klärende Rolle von sekundären Inhaltsstoffen (Phenole etc.) als Untersuchungsgegenstand hinzu.
- Ansätze im weiteren Umfeld von sozio-ökonomischen Betrachtungsfeldern.

Neben den umweltrelevanten und agronomischen Wirkungen gewinnen über die Beeinflussung der tierischen Leistung betriebswirtschaftliche sowie sozio-ökonomische Bezüge erheblich an Bedeutung. Für die Modellierung entsprechender dynamischer Prozesse öffnet sich hier ein bedeutendes Forschungsfeld.

Literatur

- BAX, J. A. AND R. L. M. SCHILLS, 1993: Animal response to white clover. In: White clover in Europe – state of the art. RUR Technical Series 29, Rome FAO, 7-16.
- DIETRICH, F. G. PAHLOW UND C. PAUL, 2002: Application of an electronic nose for classification of grass silages. In: L.M. Gechie, C. Thomas: The XIIIth International Silage Conference, Auchincruive, Scotland, 292-293.
- DYCKMANS, A., 1989: Die Leistungsfähigkeit von Weißklee – Sein Beitrag zur Ertragsleistung von Dauergrünlandansaaten. Das wirtschaftliche Futter 35, 29-48.
- HOFFMANN, J., M. GLEMNITZ, G. CZIMBER UND L. RADICS, 2002a: Diversität der Segetalflora im Klimagradient von Süd- und Nordeuropa bei unterschiedlicher Nutzungsintensität. Verh. Ges. Ökologie 32, 45.
- HOFFMANN, J., J. M. GREEF, J. KIESEL, G. LUTZE UND K.-O. WENKEL, 2002b: Mosaik-Indikatoren: Ein Konzept für die Entwicklung von Indikatoren im Bereich Artenvielfalt in Agrarlandschaften. SchR Bundesminist. Ernähr. Landwirtsch. Forsten R.A. Angew. Wiss. 494, 178-195.
- HOLLIDAY, R. J., 1989: The economics of grass/white clover for dairy cows. In: Proceedings of the 1989 Winter Meeting of the British Grassland Society, Hurley, UK: British Grassland Society 5.1 – 5.5.
- MILLER, L. A., J. M. MOORBY, D. R. DAVIES, M. O. HUMPHREYS, N. D. SCOLLAN, J. C. MACRAE AND M. K. THEODOROU, 2001: Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Milk production from late-lactation dairy cows. Grass and Forage Science 56, 383-394.
- OLDENBURG, E., 2000: Silomais: Vorsicht Schimmel. Landwirtschaftsbl. Weser-Ems 147, 14-16.
- PAHLOW, G., U. MEYER UND G.-J. SCHILD, 2003: Gärverlauf und Stabilität von Mischsilagen aus Mais und Luzerne. In: DMK (Deutsches Maiskomitee) Vortragstagung 13. / 14. März 2003 in Haus Düsse, Ostinghausen.
- PAHLOW, G., C. RAMMER, D. SLOTTNER UND M. TUORI, 2002: Silierung traditioneller sowie neuer Futterleguminosen. Mitt. AG Grünland und Futterbau 2002, 142-145.
- PAUL, C., 2003: Quality assessment methods in forage breeding and variety testing: possibilities and realistic options. Vorträge für Pflanzenzüchtung 59, 261-269.
- PAUL, C. UND A. HÄUSLER, 2002: Developing the NIRS Harvest Line concept for forage trials. Grassland Science Europe 7, 464-465.
- PAUL, C. AND R. J. WILKINS, 2001: Silage aus Futterleguminosen für die Wiederkäuerfütterung: Gewinnbringender Einsatz von Futterleguminosen. Crediton: Hedgerow Print.
- RATH, J., A. HERRMANN, A. KORNER AND F. HÖPPNER, 2002: Den Erntetermin von Silomais vorhersagen: Forschungsprojekt ' Regionale Erntezeitprognose Silomais'. Mais 30, 144-147.
- RYAN, M., 1988: Irish studies on milk production from grass/white clover sward. In: The Grassland Debate: White clover versus applied nitrogen. Report of Meeting held by the Royal Agricultural Society of England, Stoneleigh, UK.

Workshop „Leguminosen in Grünland und Feldfutterbau“ - Management/Produktionstechnik

von

M. Wachendorf¹ und M. Benke²

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer
Landbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel

² Landwirtschaftskammer Weser-Ems

1. Aktuelle Forschungsprojekte zu leguminosenbasierten Futter- produktionssystemen

In den letzten Jahren erfreuen sich die Futterleguminosen in der Grünland- und Futterbauforschung einer zunehmenden Wertschätzung. Neben klassischen produktionstechnischen Fragestellungen (z.B. Einfluss der Arten- und Sortenwahl der Bestandespartner, Nährstoffversorgung, Nutzungsfrequenz und -häufigkeit), spielen zunehmend Aspekte eine Rolle, die in Zusammenhang mit den Nährstoffflüssen und der Nährstoffeffizienz des Gesamtsystems Boden-Pflanze-Tier stehen und welche aufgrund ihrer Komplexität nur in interdisziplinären Kooperationen bearbeitet werden können. Ein wachsendes Interesse erfahren in neuerer Zeit Inhaltsstoffe der Leguminosen (z.B. Tannine (AERTS *et al.*, 1999) und Polyphenoloxidasen (JONES *et al.*, 1995)), denen eine wesentliche Bedeutung für die Stickstoffausnutzung im Tier und damit auch für den Umfang und die Verteilung der N-Ausscheidung über Milch, Kot und Urin zukommt. Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang vor allem zwei größere Forschungsprojekte, die sich derzeit unter Mitwirkung zahlreicher Arbeitsgruppen aus den deutschsprachigen Ländern mit Futterleguminosen befassen: Dies ist zum Einen das im Jahre 2001 begonnene EU-Projekt LEGGRAZE (<http://www.univ-perp.fr/leggraze>), das sich der Weidefestigkeit, Futterqualität und -verwertung zahlreicher Vertreter dieser Pflanzengruppe, sowie den Nährstoffverlusten und sozio-ökonomischen Implikationen solcher Systeme widmet. Zum Anderen gründete sich im Jahre 2002 innerhalb des COST-Rahmens der EU der Forschungsverbund "COST 852 - Quality Legume-Based Forage Systems for Contrasting Environments", in dem mittlerweile Arbeitsgruppen aus 22 europäischen Ländern sowie aus Brasilien, Australien und den USA mitwirken (http://www.iger.bbsrc.ac.uk/igerweb/COST_852/COST852Homepage.html).

Übergeordnetes Ziel ist es, die Konkurrenzbeziehungen, Leistungsfähigkeit und ökologische Verträglichkeit unterschiedlicher Leguminosen/Gras-Gemenge zu eruieren. Das umfangreiche Forschungsgebiet ist in 3 Arbeitsgruppen mit unterschiedlicher Aufgabenstellung aufgeteilt: 1. Die genetischen Ressourcen der Leguminosen; 2. Management leguminosenbasierter Bestände; 3. Leguminosen in der Fütterung der Wiederkäuer. Alle 3 Arbeitsgruppen haben gemeinsame Versuchsprotokolle zur Bearbeitung ihrer Fragestellungen entworfen, die eine zusammenfassende Auswertung über alle Standorte hinweg, z.B. zum Zwecke der Quantifizierung von Umwelteffekten auf die Zielvariablen (TM-Ertrag, Verdaulichkeit, etc.), ermöglichen soll. Ergebnisse liegen angesichts der kurzen Laufzeit des Projektes allerdings noch nicht vor.

Hypothesen

Die Leguminosen müssen vor dem Hintergrund zahlreicher sekundärer Inhaltsstoffe in ihrer Wirkung/Bedeutung für das Gesamtsystem neu bewertet werden - Das genetische Potential der Leguminosen ist noch nicht ausgeschöpft.

2. Impulse zur Produktionstechnik weißkleebasierten Grünlandes

Angesichts der überragenden Bedeutung des Weißkleees in der Praxis und in der neueren futterbaulichen Forschung, behandeln die folgenden Kapitel Themenbereiche, die in Zusammenhang mit der Produktionstechnik und dem Management des Weißkleees stehen. Jedem Kapitel sind die jeweiligen Kernaussagen verkürzt in Form von Hypothesen nachgestellt.

2.1. Ist-Situation: Kleeanteile des Dauergrünlandes in der Praxis

Es ist hinlänglich bekannt, dass der Weißklee in konventionell geführten Grünlandbeständen der Praxis angesichts der durch die herrschende N-Intensität übermächtigen Graskonkurrenz einen kaum nennenswerten Beitrag leisten kann (Tab. 1). Erstaunlich ist allerdings, dass auch unter den N-limitierten Bedingungen des Ökologischen Landbaus, wo in 90% der Bestände nur 50 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ oder weniger in Form von Wirtschaftdüngern verabreicht werden, die Kleeanteile lediglich suboptimale Werte erreichen (WACHENDORF & TAUBE, 2002). Dies gilt selbst unter den im Grunde günstigen Bedingungen einer Mähweidenutzung auf lehmigem Boden (WÖRNER & TAUBE, 1992).

Sowohl für Mittelgebirgs- (FRIEBEN 1997), als auch maritim geprägte Standorte (TAUBE *et al.*, 1996) konnte gezeigt werden, dass mit zunehmenden Kleeanteilen im Bestand weitere wesentliche funktionale Gruppen (Gräser, Kräuter) in zunehmendem Maße durch wenige, nitrophile Pflanzenarten dominiert werden (Abb. 1). Insofern ist im Gegensatz zu artenreichem Extensivgrünland der Transfer von Ertrags- und Qualitätswerten kleebasierten Grünlands von (Parzellen-) Versuchen in die Praxis mit geringeren Problemen behaftet, selbst wenn

Tab. 1: Ertragsanteile des Weißkleees (% d. TM) in Dauergrünlandbeständen konventionell bzw. ökologisch wirtschaftender Praxisbetriebe in Norddeutschland (WACHENDORF & TAUBE, 2002)

	Konventionell (n=107)	Ökologisch (n=102)
Mittelwert	1,9	9,9
Moor und Anmoor	1,6	5,6
Sand (S, Sl)	2,4	11,7
Lehm (Ls, L)	1,6	8,8
Weide	2,5	10,6
Mähweide	1,9	12,0
Mahd	0,3	2,9

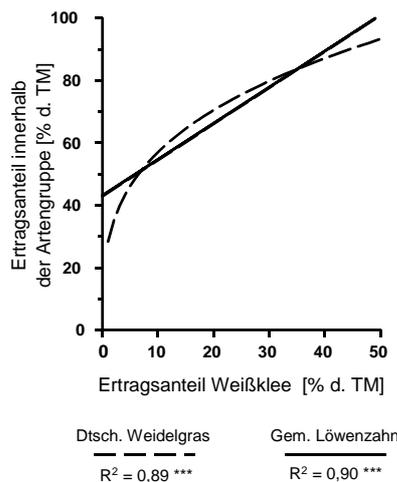


Abb. 1: Ertragsanteile des Deutschen Weidelgrases und des Löwenzahns innerhalb der Gras- bzw. Krautfraktion ökologisch bewirtschafteter Dauergrünlandbestände in Norddeutschland (TAUBE *et al.*, 1996)

es sich auf Versuchsniveau um binäre Klee/Gras-Gemenge handelt.

Schlussfolgerung und Hypothese

Das Leistungspotential des Weißklee wird selbst unter den als günstig anzunehmenden Bedingungen des Ökologischen Landbaus häufig nicht genutzt - Bei weißkleebasiertem Grünland handelt es sich um floristisch relativ arme Bestände

2.2. Problemkreis Herbstmanagement

Eine zusammenfassende Auswertung von Feldversuchen an 12 europäischen Standorten zwischen Island und Italien (COST 814) zeigt, dass neben Sorten- und Witterungseffekten der Blattfläche des Weißklee zu Ende des Winters eine hohe Erklärungskraft für die Klee-Ertragsanteile im Grünlandbestand zukommt (Abb. 2). Es muss jedoch festgehalten werden, dass neben tatsächlichen Blattflächeneffekten (HAYCOCK, 1984; LÜSCHER, 1989; STÄHELI POSCH, 1998) auch Wirkungen anderer Pflanzeigenschaften (z.B. Stolonenlänge, Kohlenhydratgehalte der Stolonen, etc.) für die Überwinterung von Bedeutung sein können, welche aber mit der Blattfläche korreliert sind und möglicherweise durch diese repräsentiert werden. Verfolgt man den Blattflächenstatus des Klee über den Winter zurück (hier nicht dargestellt), so wird deutlich, dass dem Umfang der Blattfläche zu Beginn des Winters bereits eine zentrale Bedeutung für das Überwinterungsverhalten dieser Pflanze zukommt (WACHENDORF *et al.*, 2001a,b). Ganz offensichtlich sollte die Produktionstechnik darauf abzielen, über eine gezielte Förderung der Weißkleeanteile in der zweiten Vegetationshälfte (z.B. durch Unterlassung einer N-Düngung, Einschränkung der Weidezeiten) die Bildung eines möglichst hohen Blattflächenindex des Klee vor Frostbeginn zu ermöglichen (Abb. 3). Möglicherweise kommt aber auch dem Herbstmanagement kleebasierter Grünlandbestände eine bedeutendere

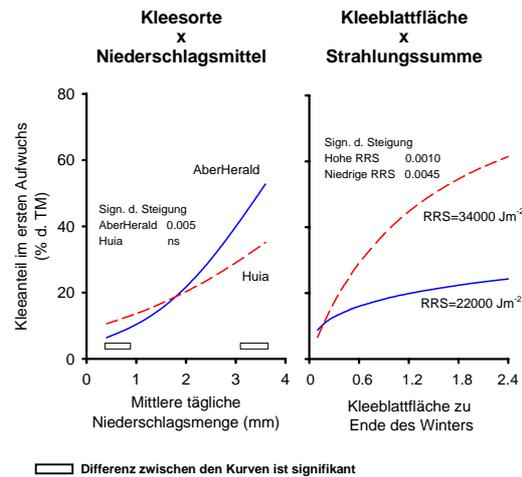


Abb. 2: Einfluß der Weißkleeorte und der Kleeblattfläche zu Ende des Winters auf den Kleeanteil im ersten Aufwuchs (WACHENDORF *et al.*, 2001b)

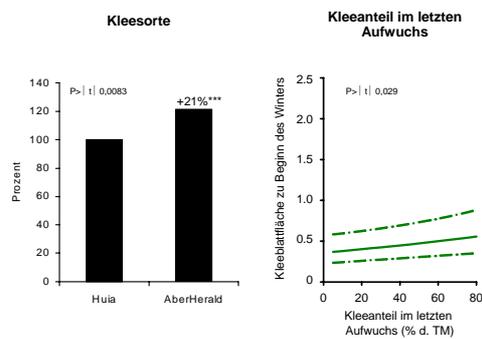


Abb. 3: Einfluß der Weißkleeorte und des Kleeanteils im letzten Aufwuchs auf die Kleeblattfläche zu Beginn des Winters (WACHENDORF *et al.*, 2001b)

Rolle zu als bisher angenommen wurde. So stellten z.B. CURLL & WILKINS (1985) und FOTHERGILL *et al.* (2000) positive Effekte einer „Ruhephase“ auf den Kleeanteil in den Beständen fest, also eines Zeitraumes am Ende der Vegetationsperiode, in dem die Weiden ungestört aufwuchsen, bevor sie dann unmittelbar vor dem ersten Frosteinbruch kurz abgefressen wurden. Eine intensive Nutzung des Bestandes zu diesem Zeitpunkt verbesserte die Strahlungsverhältnisse in den unteren Bestandesschichten, was zu einer Erhöhung der Anzahl der Wachstumsknospen führte (LAIDLAW & WITHERS, 1989; BELESKY *et al.*, 1992, BELESKY & FEDDERS, 1995; PATTERSON *et al.*, 1995). Die vorangegangene Nutzungsform bzw.-frequenz spielt insofern eine wichtige Rolle, als die erwähnten „Ruhephasen“ in den Versuchen von CURLL & WILKINS (1985) und FOTHERGILL *et al.* (2000) besonders bei intensivem Besatz mit Schafen von Bedeutung waren. Somit können konträre Resultate zum Herbstmanagement auch in der unterschiedlichen Vorgeschichte der Bestände begründet sein.

Hypothese:

Eine optimierte Sortenwahl und Produktionstechnik im Herbst erhöht die Ertragssicherheit des Weißkleees in der folgenden Vegetationsperiode

2.3. Problemkreis Nutzungsform und N-Intensität

Zahlreiche Untersuchungen an kleebasierten Grünlandbeständen erfolgen (nicht zuletzt aus finanziellen Gründen) unter den Bedingungen einer häufigen Schnittnutzung, auch "Simulierte Weide" genannt, da die Mahd bei Weidereife des Bestandes erfolgt. Dass Ergebnisse solcher Untersuchungen nur bedingt auf Weidesysteme der landwirtschaftlichen Praxis übertragen werden können, wird aus Abb. 4A deutlich. So sind die Unterschiede in den Kleeanteilen zwischen echter und simulierter Weide umso stärker ausgeprägt, je geringer das Düngungsniveau ist (TROTT, 2003). Ein wesentlicher Effekt der Beweidung auf die Kleeentwicklung ist die Rückführung von Stickstoff über die Exkremate, die in Abhängigkeit der Futterbasis und Nutzungsrichtung, sowie des

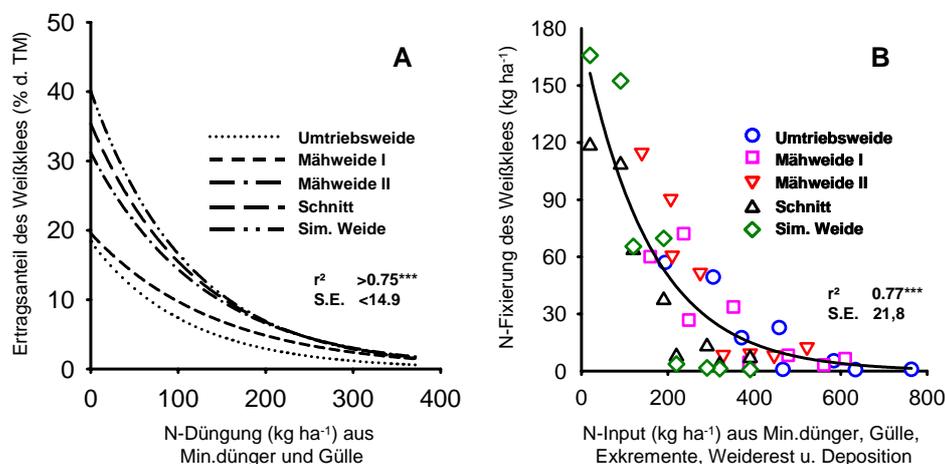


Abb. 4: Einfluß der N-Düngung auf den Ertragsanteil des Weißkleees bei variiertem Nutzungsform (A) und Beziehung zwischen N-Input und Fixierungsleistung des Weißkleees (B) (Mittelwerte von 1997-2001; verändert n. TROTT, 2003)

Leistungsniveaus der Weidetiere, zwischen 68 und 93% des aufgenommenen N liegt (LANTINGA *et al.*, 1987; HAYNES & WILLIAMS, 1993), und über die Anhebung des Bodenpools an für das Gras leichtverfügbaren N-Mengen den Klee unter verstärkten Konkurrenzdruck setzt (CURLL & WILKINS, 1983; MARRIOTT *et al.*, 1987; SØEGAARD, 1994). In den Untersuchungen von TROTT (2003) konnte der überragende Einfluss der Beweidungsintensität auf den Kleeanteil auch dadurch belegt werden, dass bei Einschaltung zweier Schnitte im Frühjahr der Kleeanteil des Bestandes nachhaltig erhöht werden konnte, während sich bei einem Schnitt nur ein geringer Effekt zeigte. Von positiven Effekten einer kombinierten Nutzung von Klee grasbeständen berichten auch BOYD & FRAME (1982), FRAME (1987) und FRAME & PATERSON (1987). Ähnliche Ergebnisse erzielte SCHILS (1999) in einem im jährlichen Rhythmus alternierenden Nutzungssystem mit Schnitt und Weide. Nicht zuletzt resultieren aus den bei veränderter Beweidungsintensität variierenden Mengen biologisch fixierten Stickstoffs (Abb. 4B) gänzlich andersartige N-Flüsse im System Boden-Pflanze-Tier, wodurch sich die Nutzungsformen z.B. auch hinsichtlich der Nitrat-N-Verluste (BÜCHTER *et al.*, 2002) drastisch unterscheiden.

Hypothese:

Maßgebliche Steuergröße für den Bestandesbeitrag des Weißkleees ist der N-Status des Systems Boden-Pflanze - Zielwerte für den Kleeanteil von Grünlandbeständen sollten nutzungsabhängig formuliert werden

Literatur

- AERTS R.J., BARRY T.N., MCNABB W.C. 1999: Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 75, 1-12.
- BELESKY DP, TEUBER N, FEDDERS J, LAIDLAW A. 1992: Autumn management effects upon *Trifolium repens* in a mixed sward. *Proceedings of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti, Finland, June 8-11: 130-132.*
- BELESKY DP, FEDDERS J. 1995. Influence of autumn management on orchardgrass-white clover swards. *Agronomy Journal* 87: 1186-1192.
- BOYD AG, FRAME J. 1982: Response of white clover to various management factors. *Proceedings of the 9th General European Grassland Federation Meeting: 213-216.*
- BÜCHTER, M., M. WACHENDORF and F. TAUBE (2002): Nitrate leaching from permanent grassland on sandy soils – Results from an integrated research project. *Grassland Science in Europe* 7, 668-669.
- CURLL ML, WILKINS RJ. 1985: The effect of cutting for conservation on a grazed ryegrass-white clover pasture. *Grass and Forage Science* 40: 19-30.
- FOTHERGILL M, DAVIES, DA, MORGAN CT. 2000. Sheep grazing and white clover: a rest is best? In: Rook, AJ and Penning, PD eds. *Grazing Management, Occasional symposium of the British Grassland Society* 34: 27-32.
- FRAME J. 1987: The effect of strategic fertilizer nitrogen and date of primary harvest on the productivity of a perennial ryegrass/white clover sward. *Grass and Forage Science* 42: 33-42.
- FRAME J, PATERSON DJ. 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.

- FRIEBEN, B. 1997: Bestandeszusammensetzung und Artenvielfalt von organisch bewirtschaftetem Grünland in nordrhein-westfälischen Betrieben. In: KÖPKE, U. & J.-A. EISELE (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau vom 3.-4.3.1997 in Bonn, 244-250, Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Bd. 4; Verlag Dr. Köster, Berlin.
- HAYCOCK R. 1984: Dry-matter distribution and seasonal yield changes in five contrasting genotypes of white clover. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 102: 333-340.
- JONES BA, HATFIELD RD. and MUCK RE. 1995: Screening Legume Forages for Soluble Phenols, Polyphenol Oxidase and Extract Browning. *J. Sci Food Agric.* 67, 109-112.
- LÜSCHER A. 1989. Überwinterung und Frühlingsaufwuchs von Weißklee (*Trifolium repens* L.) - Dynamik der Kohlenhydratreserven und der biologischen N₂-Fixierung. PhD thesis, Swiss Federal Institute of Technology No 8977.
- STÄHELI POSCH B. 1998: Overwintering and spring growth of white clover (*Trifolium repens* L.) - development and importance of leaves. PhD thesis Swiss Federal Institute of Technology No 12514.
- TAUBE, F., M. WACHENDORF, J.-M. GREEF und R. WULFES 1997: Perspektiven semi-intensiver Produktionssysteme in Milchvieh-/Futterbauregionen Nord-deutschlands. *Ber. Ldw.* 75, 586-603.
- TROTT, H. 2003: Mittelfristige Auswirkungen einer variierten Bewirtschaftungsform und N-Intensität auf Leistungsparameter und die Stickstoffbilanz von Dauergrünland. Dissertation Universität Kiel. Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung 28.
- WÖRNER, M. und f. TAUBE 1992: Artenzusammensetzung des Dauergrünlandes im ökologischen Landbau - eine Erhebung auf norddeutschen Praxisflächen. VDLUFA-Kongressband, Göttingen.
- WACHENDORF, M., R.P. COLLINS, J. CONNOLLY, A. ELGERSMA, M. FOTHERGILL, B. E. FRANKOW-LINDBERG, A. GHESQUIERE, A. GUCKERT, M. P. GUINCHARD, A. HELGADOTTIR, A. LÜSCHER, T. NOLAN, P. NYKÄNEN-KURKI, J. NÖSBERGER, G. PARENTE, S. PUZIO, I. RHODES, C. ROBIN, A. RYAN, B. STÄHELI, S. STOFFEL, F. TAUBE 2001: Overwintering of *Trifolium repens* L. and Succeeding Growth: Results from a Common Protocol carried out at Twelve Sites. *Annals of Botany* 88, 669-682.
- WACHENDORF, M., R.P. COLLINS, A. ELGERSMA, M. FOTHERGILL, B. E. FRANKOW-LINDBERG, A. GHESQUIERE, A. GUCKERT, M. P. GUINCHARD, A. HELGADOTTIR, A. LÜSCHER, T. NOLAN, P. NYKÄNEN-KURKI, J. NÖSBERGER, G. PARENTE, S. PUZIO, I. RHODES, C. ROBIN, A. RYAN, B. STÄHELI, S. STOFFEL, F. TAUBE; J. CONNOLLY 2001: Overwintering of *Trifolium repens* L. in Mixture with *Lolium perenne* L.: A Model Approach to Plant-Environment Interactions. *Annals of Botany* 88, 683-702

Konservierung von Futterleguminosen

von

Günter Pahlow

Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft (FAL) Braunschweig

1. Einleitung

Leguminosen aus Grünland und Feldfutterbau sowie Körnerleguminosen zur Ganzpflanzennutzung umfassen eine große Anzahl von Gattungen und Arten mit einer erheblichen Variationsbreite im Hinblick auf Anbaueignung, Ertrag und Futterwert. In ihrer Siliereignung ähneln sie sich dagegen sehr. Nahezu sämtliche Leguminosen sind im frischen Zustand als schwer vergärbare einzustufen. Das liegt an ihren erheblichen Gehalten an Protein, organischen Säuren sowie Kationen, die alle zu einer hohen Pufferkapazität beitragen. Gleichzeitig ist die Konzentration an vergärbaren Kohlenhydraten meist nur gering. Es ist deshalb nicht möglich, ohne wirksame siliertechnische Maßnahmen aus Leguminosen zuverlässig Silagen mit der erforderlichen, guten Gärqualität und einwandfreien, hygienischen Beschaffenheit zu erzeugen. Das gilt für die Ernährung von Wiederkäuern allgemein, insbesondere aber für Milchvieh. Die prinzipiellen Ursachen der geringen Siliereignung von Leguminosen sind damit bekannt. Aus der o.g. Vielfalt der verschiedenen Leguminosenarten ergeben sich jedoch unterschiedliche Ansätze für die Erzeugung hochwertiger Futterkonserven, die sich am jeweiligen Erntezustand und dem geplanten Nutzungsziel orientieren. Dies "Impulsreferat" soll dazu beitragen, bestehende Wissenslücken auf diesem Sektor zu identifizieren bzw. dazu anregen, um daraus Lösungsvorschläge für die praktische Umsetzung abzuleiten.

2. Problemstellung und Stand des Wissens

Traditionell wurden Leguminosen zu Futterzwecken durch Beweidung oder in Form von Heu genutzt. Ihre Konservierung durch Silagebereitung hat erst in jüngerer Zeit erheblich an Bedeutung gewonnen. In den Standardwerken der Silageliteratur (MCDONALD et al., 1991 sowie WOOLFORD, 1984) gelten Luzerne und andere Leguminosen noch als praktisch kaum beherrschbares Siliergut mit einem ausgeprägten Fehlgärungsrisiko durch Buttersäurebildung. Gekennzeichnet wird dieser Sachverhalt durch einen Wert kleiner als 45 für den Vergärbarkeitskoeffizienten (VK), der unter bestimmten zusätzlichen Rahmenbedingungen das Risiko solcher Fehlgärungen. Signalisiert (PAHLOW, 2002, WEISSBACH, 2003, unveröffentlicht; s. Tabelle 1 im Anhang). Der VK-Wert fasst in einer Zahl die Effekte des aktuellen Trockenmassegehaltes (TM), der Menge an vergärbaren Zuckern (Z) sowie der Pufferkapazität (PK) des Siliergutes zusammen (PAHLOW und WEISSBACH 1999) und wird berechnet nach der Formel: $VK = TM [\%] + 8 Z/PK$ (SCHMIDT et al., 1971). Der mangelnden Konservierungseignung der damals i. d. R. nass einsilierten Futterleguminosen versuchte man seinerzeit mit technischer Ameisensäure in hoher Aufwandmenge oder anderen chemischen Zusatzmitteln z.B. auf der Basis von Mineralsäuren, Formaldehyd, Natriumnitrit, Schwefeldioxyd und Natriumbisulfit zu begegnen.

Heute werden auch ohne diese Substanzen, abgesehen von der Ameisensäure und bestimmte, nitrithaltige Mittel, weltweit etwa 50% der Leguminosen als Silage konserviert. Der damit erreichte Produktionsstand ist im Wesentlichen auf erweiterte

Kenntnisse über die Hauptursachen des ungünstigen Silierverhaltens der Leguminosen zurückzuführen (ALBRECHT & BEAUCHEMIN, 2003). Das gilt vor allem für die ausschlaggebende Bedeutung eines ausreichend hohen Anwelkgrades zwischen 35 bis 40 % Trockenmassegehalt, der gleichzeitig die bei der Heugewinnung unvermeidlichen mechanischen (Bröckel-)Verluste während der Feldphase wirksam einschränkt. Dieser Wissensfortschritt, zumal vor dem Hintergrund der heute verfügbaren Ernte- und Bergetechnik einschließlich neuer Zusatzmittel, hat bewirkt, dass der Anteil silierter Leguminosen auf Kosten der als Heu konservierten Futtermengen auch weiterhin zunimmt, insbesondere in Regionen mit entsprechendem Niederschlagsaufkommen während der Haupternteperiode. Dort ist es von entscheidendem Vorteil, schon nach 1-2 Tagen silieren zu können, während Heuwerbung 4-5 Tage guten Wetters erfordert (COLLINS, 1983).

3. Ausdauernde Futterleguminosen zur Silagebereitung.

Prinzipiell sind sämtliche Futterleguminosen silierbar. Das gilt nachweislich auch für Gattungen und Arten fremder geographischer Herkunft wie z.B. die Geißraute (*Galega orientalis*) den Sumpf-Hornklee (*Lotus uliginosus*), Esparssette (*Onobrychis viciifolia*), den Hahnenkopf (*Hedysarum coronarium*) und die Helmbohne (*Dolichos lablab*). (ALBRECHT & MUCK, 1991 und NIEZEN et al., 1998, PAHLOW & BRAMM, unveröffentlicht). Das silierte Endprodukt unterscheidet sich in pH-Wert und Gärqualität erwartungsgemäß nicht grundsätzlich von dem aus den angestammten Futterleguminosen der gemäßigten Breiten. Allerdings können derartige Leguminosen Inhaltsstoffe enthalten, die in unseren heimischen Arten nicht vorkommen. Einige Substanzen aus beiden Herkunftsgruppen werden für die jeweilige Leguminose im Folgenden kurz dargestellt. Ein Anlass zur näheren Betrachtung dieser Pflanzeninhaltsstoffe entweder auf Grund der Toxizität oder wegen anderer Eigenschaften besteht überhaupt erst, seit sie durch die heute mögliche Konservierbarkeit künftig auch in größeren Mengen für die Verfütterung eingesetzt werden könnten.

3.1. Rotklee (*Trifolium pratense*)

Rotklee weist im Konservierungsverlauf wesentlich geringere Proteolyseraten auf als andere Futterleguminosen. Die Differenz liegt bei 30% im Unterschied zu Luzerne. Dies wird auf seinen hohen Gehalt an Polyphenolen zurückgeführt, die sich nach Oxydation zu Quinonen rasch an Proteasen binden und dadurch den Eiweißabbau im Rotklee einschränken. Rotklee enthält außerdem das Phytoöstrogen Formononetin, das z.B. Fruchtbarkeitsstörungen bei Schafen verursachen kann. Nachteilig ist bei der Silierung, dass dies Hormon den Gärprozess intakt übersteht, während Trocknung seine Aktivität vermindert. Für die Verfütterung ist dieser Tatbestand bei der Zielgruppe bzw. der Rationsgestaltung zu berücksichtigen. Eine dritte Eigenart von Rotklee silage ist Verursachung von Aromaabweichungen in daraus produzierter Milch. Dafür werden möglicherweise mehrfach ungesättigte Fettsäuren verantwortlich gemacht. Dieser Milchfehler tritt aber uneinheitlich in nur knapp 40% der Fälle auf. Zu seiner Vermeidung besteht weiterer Forschungsbedarf.

3.2. Luzerne (*Medicago sativa*)

Es existieren Berichte über Fälle von Photosensibilisierung bei Schafen und Rindern (HOUSE et al., 1996) nach dem Verzehr von Luzernesilage. Die Tiere zeigten Hautveränderungen durch phototoxische Substanzen aus dem Chlorophyllabbau

während der Silierung. Wegen des relativ seltenen Auftretens wird darin keine Einschränkung für den Einsatz von Luzernesilage in der Ration für Wiederkäuer gesehen. Ausgeschlossen werden sollten allerdings additive Wirkungen durch gleichzeitige Aufnahme von in gleicher Weise bedenklichem Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) oder Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), aus entsprechendem Anbau bzw. kräuterreichen Beständen z.B. im ökologischen Landbau.

3.3. Steinklee (*Melilotus officinalis*)

Der Steinklee oder Bokharaklee stößt wegen seiner Dürrefestigkeit und Salzverträglichkeit für entsprechende Standorte auf neues Interesse. Während er in Europa i.d.R. nur als Bestandteil von Wildäckern oder als Bienenweide eine Rolle spielt, ist er in den USA und Kanada die wichtigste Futterleguminose nach Luzerne und Rotklee. Für die Silagenutzung ist zu berücksichtigen, dass der gelbe wie auch der weiße Steinklee erhebliche Mengen an Kumarin enthält. Besonders im Falle von Schimmelbildung wird dies in Dicumarol umgewandelt, welches über eine Störung der Synthese von Vitamin K die Bildung von Blutgerinnungsfaktoren in der Leber vermindert. Dies hat bei inneren oder äußeren Verletzungen schon wiederholt zu Fällen tödlich verlaufender Blutungen bei Rindern geführt (MAYLAND & CHEEKE, 1995).

3.4. Esparsette (*Onobrychis viciifolia*)

Aus Kleinasien stammend, ist diese Leguminose seit langem in Europa heimisch. Wie im o.g. Fall des Rotklee mit seinem Gehalt an Polyphenolen zeigt auch Esparsette einen wesentlich geringeren Eiweißabbau während der Silierung als andere Futterleguminosen. Die Reduzierung wird in diesem Fall auf Tannine zurückgeführt (ALBRECHT & MUCK, 1991). Tannine in Leguminosen können die Eiweißverwertung und Milchleistung bei Mutterschafen sowie die Zunahmen bei Stieren erhöhen (WANG et al. 1996a, 1996b). Auch höhere Gewichtszunahmen bei Schafen wurden durch die Fütterung von Silagen aus Esparsette im Vergleich zu Luzerne erzielt und einer von den Tanninen induzierten Verminderung des Proteinabbaus im Pansen zugeschrieben (REED et al., 2000). Interessanterweise wurde für den ebenfalls tanninhaltigen Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*) im direkten Vergleich zu Rotklee, Luzerne und Geißraute bei gleicher Verdaulichkeit der organischen Substanz eine deutlich höhere Futterraufnahme im in vivo-Versuch mit Hammeln ermittelt (PAUL et al., 2001).

4. Großsamige Leguminosen zur Silagebereitung

4.1. Helmbohne (*Dolichos lablab*)

Diese aus Afrika stammende, bisher vor allem in Australien verbreitete Pflanze enthält in Hülsen und Samen ein cyanogenes Glycosid, das in größerer Dosis zu Erbrechen, Atemnot und Krämpfen führen kann. Über die Stabilität des Glycosids im Silierprozess gibt es noch keine Erkenntnisse. Da die Pflanze in Deutschland bisher nicht zum Fruchtansatz gelangte und daher als vegetative "Restpflanze" siliert wurde, stellte sich das Problem giftiger Samen bisher nicht. Als einzige Futterleguminose zeigte die Helmbohne in siliierter Form übrigens nicht das ansonsten übliche, typische aerobe Stabilitätsverhalten unter Lufteinfluss nach der Entnahme aus dem Silo.

4.2. Lupinen (*Lupinus spp.*)

Für Futterzwecke verwendbar sind von den drei anbauwürdigen Lupinenarten nur bitterstoffarme Sorten mit Alkaloidgehalten < 0,05% in der Trockenmasse gegenüber

bis zu 4% in den Bitterlupinen. Die Silierung sollte bis zum Zeitpunkt des Hülsenansatzes erfolgen. Wegen guter Schmackhaftigkeit und hoher Gehalte an verdaulichem Rohprotein ist die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*) am bedeutendsten für die Futternutzung. Die Weiße (*L. albus*) und die Blaue Bitterlupine (*L. angustifolius*) wurden überwiegend als Gründüngung angebaut. In den Samen enthalten sie in größeren Mengen u.a. die Alkaloide Lupinin, Anagyrin, Spartein und Hydroxylupanin, die Atemnot, herabgesetzte Herzfrequenz und Krämpfe verursachen können.

4.3. Zottelwicke (*Vicia villosa*) und Saatwicke (*Vicia sativa*)

Für die Wickenarten ist die Konservierung durch Silagebereitung der Heunutzung eindeutig vorzuziehen, da sich ihre Sperrigkeit durch entsprechende mechanische Zerkleinerung gut kompensieren lässt. Aus Gründen der Schmackhaftigkeit sollte das Knospenstadium bei der Ernte nicht überschritten werden. Alle *Vicia*-Arten einschließlich der Ackerbohne (*Vicia faba*) enthalten das bei der Helmbohne bereits erwähnte, relativ stabile Glycosid (β -Cyano-L-Alanin). Sowohl der Anbau, in jedem Fall aber die Konservierung, sollte als Gemenge mit Getreide oder mit Gras erfolgen.

5. Mähen und Aufbereitung von Futterleguminosen.

Für alle Leguminosen, die nicht mit einem ausreichend hohen TM-Gehalt der Ganzpflanze geerntet werden können oder sollen, ist, wie eingangs erwähnt, für ein gutes Silierergebnis das zusätzliche Anwelken unerlässlich, ganz abgesehen vom ökologischen und wirtschaftlichen Aspekt der grundsätzlichen Vermeidung von Gärsaft. Da Blätter und Stängel von Leguminosen sich in ihrer Trocknungsgeschwindigkeit besonders stark unterscheiden, ist für eine Welkbeschleunigung des Stängelanteils eine Mähgutaufbereitung eine sehr wirkungsvolle technische Maßnahme. Für Leguminosen sind Aufbereiter mit Walzensystemen denen mit Schlegel- oder Zinkenrotoren vorzuziehen (DLG-Merkblatt 313, 2/1999). Das Trocknungstempo der verschiedenen Pflanzenorgane wird einander angenähert und die Anwelkdauer insgesamt markant verkürzt, ohne die hochverdaulichen Blattanteile durch mechanische Verluste wegen Übertrocknung einzubüßen. Positive Erfahrungen wurden mit einer Kombination aus Scheibenmäherwerken und einem Walzenaufbereiter gemacht, der eine Ablage des Schwads in voller Arbeitsbreite gewährleistete. Ohne zusätzlichen Wendegang vor dem Häckseln wurde so der Ziel trockenmassegehalt von ca. 35% in 1,5 Tagen erreicht. Gleichzeitig ließ sich der Verschmutzungsgrad des aufbereiteten Futters, der auf leichten Böden ein Problem darstellt, durch die sparsame Bearbeitung des Pflanzenmaterials in Grenzen halten und das hygienische Risiko durch bodenbürtige Clostridien für die Silage mindern.

6. Siliermittel für Futterleguminosen

Leguminosen benötigen Zusätze zur Förderung des Gärverlaufs, damit die nur begrenzt vorhandenen Mengen an Zuckern so ökonomisch wie möglich zur pH-Absenkung durch Milchsäurebildung verwendet werden. Dies ist entweder möglich über eine Unterdrückung der Konkurrenz- und Schadflora, insbesondere der Buttersäureclostridien durch chemische Zusätze oder durch die Ergänzung des natürlichen Besatzes aus Laktobakterien mit besonders leistungsfähigen Stämmen in hoher Impfdichte, die eine rasche, tiefe Ansäuerung bewirken. Beide Produkttypen sind als Siliermittel mit DLG-Gütezeichen verfügbar. Wenn ein Anwelken nicht möglich ist, sind nur chemische Zusätze aussichtsreich. Impfpräparate plus Melasse sind in dieser Situation wegen der Verluste mit dem ablaufenden Gärsaft ökonomisch nicht sinnvoll.

In Futter mit dem empfohlenen Anwelkgrad von 35-40% TM haben Impfzusätze eine zusätzliche Qualitätssteigerung der bereits buttersäurefreien Silagen bewirkt (PAHLOW et al. 1999).

7. Mischsilierung von Futterleguminosen

Nicht nur aus konservierungstechnischen Gründen sondern auch aus pflanzenbaulicher Sicht liegt die Kombination von Futterleguminosen z.B. mit Sommergetreidearten nahe. Neben den anbautechnischen Vorteilen, die sie als Stützfrucht in lagerbedrohten Beständen bieten, ist auch der gärungsbiologische Beitrag einer kohlenhydratreichen Begleitfrucht ausschlaggebend für den Gesamterfolg dieses Anbausystems. Nicht zu unterschätzen ist schließlich auch der hohe Futterwert sinnvoller Kombinationen eines wirtschaftseigenen, eiweißreichen Futtermittels mit einem Energieträger im direkten Mischanbau oder als zugesetzte Komponente im Silierprozeß. Im erstgenannten Fall kommt der Sortenwahl für die Gewährleistung eines gemeinsamen Abreifetermins entscheidende Bedeutung zu. Entsprechendes gilt für die jeweilige Aussaatstärke der Partnerpflanzen für die Erzielung des gewünschten Mischungsverhältnisses im ertereifen Bestand. Auf eine für die Praxis hoch interessante Weise lässt sich schließlich durch Mischsilierung mit Leguminosen das weit verbreitete Problem des aeroben Verderbs energiereicher Gras- und Maissilagen beherrschen. Die Haltbarkeit unter Lufteinfluss wurde in beiden Futterarten von 2 auf mehr als 7 Tage verlängert. Dabei sind die stofflichen Zusammenhänge z. T. noch ungeklärt. Bei dem Hemmeffekt muss es sich jedoch um ein antimykotisches Wirkprinzip handeln, da die Schadhefen in den stabilen Silagen vollständig unterdrückt waren. Bei variiertem Mischungsverhältnis nahm der Essigsäuregehalt mit steigendem Leguminosenanteil zu. Buttersäure trat dabei nicht auf.

8. Fazit

Futter- und Körnerleguminosen befinden sich hinsichtlich ihrer praktischen Nutzung in einer unterschätzten Situation. Dies ist nicht mehr durch die früheren Schwierigkeiten bei ihrer Konservierung durch Silagebereitung begründet. Technische Lösungen von der Ernte und Futteraufbereitung über die Anwendung geeigneter Siliermittel bis zur Entnahme und Verfütterung stehen in praktikabler Form zur Verfügung. Wissenslücken existieren am ehesten beim Einbau unterschiedlicher Leguminosensilagen und ihrer Mischungen in die Wiederkäuerration. Sicher ist auch die Verfügbarkeit bisher wenig nachgefragten Saatgutes stellenweise ein Problem. Regional und jahresabhängig treten Schwierigkeiten mit der Etablierung bestimmter Leguminosenarten auf, zum Teil auch Auswinterungsschäden mit nachfolgender Verunkrautung, für die keine geeigneten Herbizide existieren. Aus den hierzu, speziell für den Ökolandbau jedoch heute bereits eingeleiteten bzw. laufenden Forschungsarbeiten sind Lösungsansätze auch für die konventionell wirtschaftende Praxis zu erwarten.

Tab.1.

**Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit von Grünfutter
(nach Weißbach, 2003)**

Pflanzenart	Aufwuchs	Stadium	Vergärbarkeitskoeffizient	
			frisch	angewelkt (300g TM/kg)
Klee und kleeartige Leguminosen (mehrschnittige Arten)				
Luzerne	1. Aufwuchs	v. d. Knospe	22	37
		Knospe	24	37
		Blühbeginn	27	37
		Vollblüte	29	37
	Folge - A.	v. d. Knospe	22	35
		Knospe	24	35
		Blühbeginn	25	35
		Vollblüte	27	35
Rotklee	1. Aufwuchs	v. d. Knospe	24	41
		Knospe	29	44
		Blühbeginn	33	43
		Vollblüte	36	44
	Folge - A.	v. d. Knospe	21	37
		Knospe	25	39
		Blühbeginn	30	40
		Vollblüte	32	40
Hornklee	Sommer - A.	Blüte	26	38
Weißklee	Sommer - A.	Blüte	24	40
Geißbraute	Sommer - A.	Blüte	28	38
Alexandrinerklee	Herbst - A.	v. d. Knospe	26	40
Großsamige Leguminosen (i. d. Regel einschnittige Arten)				
Ackerbohne		Blühbeginn	24	43
		Vollblüte	35	51
		Hülsenansatz	39	54
		Kornbildung	42	55
Felderbse		Knospe	32	49
		Blühbeginn	38	54
		Vollblüte	41	55
		Hülsenansatz	46	59
Gelbe Lupine		Blühbeginn	32	50
		Vollblüte	33	50
		Hülsenansatz	35	50
		Kornbildung	39	53
Blaue Lupine		v. d. Knospe	25	42
Saatwicke		Knospe	26	42
		Blühbeginn	27	42
		Vollblüte	29	42
		Hülsenansatz	32	43
Zottelwicke		v. d. Knospe	17	33
		Knospe	21	36
		Blühbeginn	24	37
		Vollblüte	27	39
Seradella		Knospe	20	37

Literatur

- ALBRECHT, K.A. and K.A. BEAUCHEMIN, 2003: Alfalfa and other perennial legume silage. In: Silage Science and Technology. Agronomy Monograph no. 42, (in print).
- COLLINS, M. 1983: Wetting and maturity effects on the yield and quality of legume hay. *Crop Science* 75, 523-527
- HOUSE, J.K., L.W. GEORGE, K.L. OSLUND, F.D. GALEY, A.W. STANNARD AND L.M. KOCH. 1996: Primary photosensitization related to ingestion of alfalfa silage by cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 209:1604-1607
- LANE, G.P.F. and J.M. and KOIVISTO 2000: A re-assessment of the potential of sainfoin as a forage crop for the United Kingdom. p. 202-205. In Proc. Amer. Forage and Grassl. Council. 16.-19. July 2000. AFGC, Georgetown. TX
- MAYLAND, H.F. AND P.R. CHEEKE, 1995: Forage induced animal disorders. p. 121-135. In: R.F. Barnes et al. (ed.) Forages. Vol. II. The science of grassland agriculture.
- MCDONALD, P., A.R. HENDERSON, and S.J.E. HERON. 1991: The Biochemistry of Silage. 2nd edition. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.
- NIEZEN, J.H., G.C. WAGHORN, T.B. LYONS, and D.C. CORSON 1998: The potential benefits of ensiling the forage legume sulla compared with pasture. *Proc. N.Z. Grassl. Assoc.* 60, 105-109
- 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 13th International Silage Conference, 361-371 Ayr
- PAHLOW, G. and F. WEISSBACH; 1999: New aspects of evaluation and application of silage additives. *Landbauforschung Völknerode*, SH 206, 141-158
- PAHLOW, G., CHR. RAMMER, M. TUORI M. and R. WILKINS. 2000: LEGSIL: Ensiling of established and novel legumes in Germany, Sweden and Finland. *Grassland Science in Europe*, Vol. 5:56-58
- PAUL, Chr. , H. AUERBACH and G.-J. SCHILD. 2001: Intake of legume silages by sheep. *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft* 234, 33-38
- REED, J.D., C. KRUEGER, G. RODRIGUEZ and J. HANSON. 2000: Secondary plant compounds and forage evaluation. p. 433-448. In: Forage evaluation in ruminant nutrition. CAB International, Wallingford, UK
- SCHMIDT, L., F. WEISSBACH, K.-D. WERNECKE, und E. HEIN. (1971) Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufes bei der Grünfuttersilierung. Forschungsbericht, Oskar-Kellner-Institut, Rostock
- SÖLTER, U. 2002: pers. Mitteilung, unveröffentlichte Ergebnisse aus dem Gemeinschaftsprojekt LEGSIL
- WANG, Y G.B. DOUGLAS, G.C. WAGHORN, T.N. BARRY and A.G. FOOTE. 1996a: The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon lactation performance in ewes. *J. Agric, Sci, (Cambridge)* 126:353-362
- WANG, Y G.B. DOUGLAS, G.C. WAGHORN, T.N. BARRY, A.G. FOOTE and R.W. PURCHAS. 1996b: The effect of condensed tannins upon the performance of lambs grazing *Lotus corniculatus* and lucerne (*Medicago sativa*). *J. Agric, Sci, (Cambridge)* 126: 87-89
- WEISSBACH, F. 2003: Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit von Grünfütter für die Silagebereitung – (unveröffentlicht)
- WOOLFORD, M.K. 1984. The Silage Fermentation. Microbiological Series, 14, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.

Qualität von Leguminosen in Grünland und Feldfutterbau

von

Christian Paul

Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, FAL Braunschweig

Zweifellos ist die wirtschaftliche Bedeutung der Leguminosenarten unter den Futterpflanzen des Dauergrünlands und des Feldfutterbaus in den letzten Jahrzehnten weiter stetig gesunken. Wenn dieser Rückgang aus Gründen der Artenvielfalt, der Ressourcenschonung und anderer theoretischer Überlegungen hinterfragt wird, ist natürlich auch die Frage zu stellen, inwieweit die besonderen Qualitätsaspekte der Futterleguminosen diesen Vorgang beschleunigt haben könnten oder eventuell die Hoffnung auf seine Umkehrung rechtfertigen.

Unter Heranziehung allgemein zugänglicher Informationen wird daher hier zunächst die Futterqualität definitivisch umschrieben. Dabei werden die Besonderheiten der chemischen Zusammensetzung von Futterleguminosen z.B. im Vergleich mit Futtergräsern und Silomais angesprochen. Sie resultieren aus dem vergleichsweise hohen Gehalt an Protein, Lignin, Pektin und mineralischen Bestandteilen. Ihr hoher Calciumgehalt bedingt ein weites Ca/P-Verhältnis; auch der Gehalt an Carotin ist bei Futterleguminosen hoch. Dazu kommen der niedrigere Gehalt an Hemizellulose und wasserlöslichen Kohlenhydraten sowie das Vorkommen von sekundären Inhaltsstoffen, insbesondere phenolischen Substanzen. Die chemische Zusammensetzung von Futterleguminosen wird auch in ihrer Dynamik in Abhängigkeit von morphologischen Änderungen während der Ontogenese beleuchtet.

Weiterführend werden die Verdaulichkeit und Futteraufnahme von Leguminosen durch den Wiederkäuer als wichtigste Bestimmungsfaktoren der Futterqualität behandelt. Wegen seiner Bedeutung für die Terminierung des ersten Schnitts im Futterbaubetrieb verdient die Geschwindigkeit des Verdaulichkeitsabfalls im Frühjahrsaufwuchs besondere Beachtung. Weißklee als wichtigste Leguminosenart des Dauergrünlands zeigt im Frühjahrsaufwuchs einen langsameren Abfall in der Verdaulichkeit gegenüber Gras. Im Mischbestand trägt Weißklee daher zu einem langsameren Abfall in der Verdaulichkeit des Futters bei als dies bei einem reinen Grasbestand der Fall ist. Als Folge ihres erhöhten Anteils rascher verholzender Stängel weisen aber die im Ackerfutterbau eingesetzten Leguminosenarten generell einen ähnlich raschen Verdaulichkeitsabfall auf wie die wichtigsten Grasarten und unterscheiden sich diesbezüglich klar vom Weißklee. Anatomisch bedingt zeigen die zarten Blätter der Leguminosen mit fortschreitendem Pflanzenalter kaum Veränderungen in der Verdaulichkeit. In allen späteren Aufwüchsen ist die Abnahme der Verdaulichkeit infolge der abnehmenden morphologischen Differenzierung bei Leguminosen ähnlich wie bei Gräsern schwächer ausgeprägt als im ersten Aufwuchs. Die Energiegehalte der Futterleguminosen liegen zum praxisüblichen Nutzungszeitpunkt generell unter denen der hochwertigen Futtergrasarten. Erwartungsgemäß folgt ihr Energiegehalt während der Ontogenese den Veränderungen in der Verdaulichkeit.

Die Futteraufnahme von Leguminosen durch Wiederkäuer hängt ebenso wie bei Gräsern vom Entwicklungsstadium und der Aufwuchsfolge ab. Insbesondere im ersten Aufwuchs sinkt die Futteraufnahme mit zunehmender Entwicklung der Pflanzen als Folge der steigenden Differenzierung in Stängel und Blätter und des zunehmenden Gehalts an stetig stärker lignifizierten Zellwänden. Allerdings sinkt die Futteraufnahme

von Leguminosen mit etwa 0,85 g/kg metabolisches Körpergewicht pro Gewichtseinheit verdauliche organische Masse wesentlich langsamer als die von Gräsern. Im Mittel verschiedener Grasarten beträgt diese etwa 1,6 g/kg metabolisches Körpergewicht pro Gewichtseinheit verdauliche organische Masse. Bei gleicher Verdaulichkeit beweisen Leguminosen gegenüber Gräsern allerdings eine deutliche Überlegenheit in der Futteraufnahme. Dies beruht auf dem rascheren Abbau der Zellwände von Leguminosen im Pansen der Wiederkäuer. Dort zerfallen große Futterpartikel z.B. von Weißklee rascher zu kleinen und kleine Futterpartikel wiederum verlassen den Pansen rascher als die von Gräsern. Dies führt zu einer rascheren Ausschwemmung der organischen Masse von Leguminosen aus dem Pansen als dies bei aufgenommenem Futtergras der Fall ist. Untersuchungen zur Abbaugeschwindigkeit von Futterleguminosen *in sacco* bestätigen diese Befunde.

Die tierische Leistung in Form von Fleisch und Milch bei Fütterung oder Weidegang auf Futterleguminosen als Funktion der Futterqualität wird in entsprechenden Untersuchungen regelmäßig als positiv bewertet. So ist die Gewichtszunahme von Mastlämmern bei Fütterung von Weißklee deutlich höher als bei Fütterung von Gras. Auch bei Luzernefütterung an Fleischrinder werden höhere Zunahmen als auf Futtergras beobachtet. Beim Weidegang von Milchkühen auf Weißklee ergeben sich als Folge seines niedrigeren Gehalts an Zellwänden und höherem Nettoangebot von Aminosäuren höhere Milchleistungen als auf reiner Weidelgrasnarbe. Die Überlegenheit sinkt jedoch bei beschränkter Futtermenge.

Die Tiergesundheit und Qualität der tierischen Produkte bei Leguminosenfütterung sind als weitreichendste Merkmale der Futterqualität anzusehen. So können von Futterleguminosen negative Folgen auf die Tiergesundheit ausgehen. Bei Weidegang auf Weiden mit sehr hohen Weißkleeanteilen oder bei Frischfütterung von Rotklee kann bei Milchkühen und Mastrindern Blähsucht auftreten. Überdies weisen bestimmte Rotkleearten hohe Östrogengehalte auf und beeinträchtigen besonders bei Schafen deren Fruchtbarkeit. Hohe Futterleguminosengaben können den Gehalt an ungesättigten Fettsäuren in Fleisch und Milch steigern. Bei hinreichender Hygiene in der Lebensmittelverarbeitung hat dies in der Humanernährung möglicherweise positive Effekte, erhöht andererseits aber das Risiko des Ranzigwerdens des Fetts in Milch und Fleisch.

Abschließend ist zu fragen, welche summarische Wertschätzung den Futterleguminosen aufgrund der angesprochenen Qualitätsmerkmale in der Praxis des Grünland- und Futterbaubetriebs heute zugesprochen werden kann. Unzweifelhaft hat ihre Bedeutung als Proteinquelle in der Wiederkäuerfütterung insbesondere infolge hoher Proteingehalte in früh genutzten Grünlandaufwüchsen stark abgenommen, denn der bei Verfütterung von Maissilage wichtige Proteinausgleich wird über Grassilage und nicht etwa Luzerne oder Rotklee geleistet. Auch als Energielieferanten fallen die Leguminosen gegenüber Mähweidegras oder Grassilage aus frühem Schnitt und vor allem gegenüber Maissilage deutlich ab. Ihre Bedeutung liegt vielmehr in ihren ausgezeichneten Verzehreigenschaften, die eine hohe Futteraufnahme bei hochleistenden Wiederkäuern unterstützt. Aufgabe der Forschung an Futterleguminosen ist es daher, nachhaltig wirksame Anbau- und Fütterungsbedingungen zu definieren, die diesem unstrittigen qualitätsbezogenen Vorteil der Leguminosen gerecht werden.

Ökonomische Aspekte zu Leguminosen in Grünland und Feldfutterbau

von

Gert Neubert

Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg

Die ökonomische Bewertung der kleinkörnigen Futterleguminosen wird für Grünland und Feldfutterbau getrennt vorgenommen.

Leguminosen in Grünland

Beim Grünland reduziert sich die ökonomische Bewertung vornehmlich auf die Wirtschaftlichkeit einer Ein- bzw. Nachsaat mit Kleepartner. Dabei spielt nebst Standort die betrieblich vorgegebene Art und Intensität der Grünlandnutzung eine entscheidende Rolle. Insbesondere ist zwischen Mutterkuhhaltung mit begrenzter N-Düngung des Grünlandes und intensiver Nutzung mit Milchvieh zu unterscheiden.

Für den ersten Fall wurde anhand der Ergebnisse eines Paulinenaauer Nachsaatversuches die Rentabilität bei Mutterkuhhaltung kalkuliert (Tabelle 1).

Tab. 1: Effekt der Grasnachsaat mit Weißklee in Niedermoorgrünland *

	ME	ohne N	mit N	Mehrt. N-Düng.
Ertrag, netto (Ø 3 Jahre) – o. Nachsaat		44,6	66,9	22,3
- mit Nachsaat	dt TM/ha	60,2	67,9	7,7
Mehrertrag Nachsaat (netto, 70%)	dt TM/ha	15,6	1,0	(23,3)
Mehrkosten Nachsaat / N-Düngung inkl. Ernte/Nutzung**	€/ha u. J.	73,-	30,-	151,-
je dt Mehrertrag	€/dt TM	4,7	30	6,8
Erhöhung Mutterkuhbesatz (50 dt TM/MK)	MK/ha	0,31	0,02	0,45
Mehrgewinn Mu.-kuhltg. – ohne Prämie	€/ha	-36,-	-27,-	-97,-
- mit Tierprämien***		58,-	-21,-	36,-

* Paulinenaauer Nachsaatversuch 1992-95 (KUNKEL, G., 1997)

** 50 €/ha Drillen, 29,50 €/ha Saatgut (dav. 7 €/ha Weißklee) / 140 kg/ha N, 0,6 €/kg / 3 €/dt TM Ernte

*** 150 €/MK lohnkostenfreier Deckungsbeitrag, 300 €/MK Mutterkuh- inkl. Extensivierungsprämie

Es zeigt sich, dass der Mehrertrag durch Nachsaat mit ca. 30 % geringeren Kosten belastet wird als die Ertragssteigerung durch die N-Düngung. Allerdings werden die Mehrkosten – sowohl durch Nachsaat wie durch N-Düngung - nur gedeckt, wenn für die zusätzlichen Mutterkühe Tierprämien gezahlt werden, d.h. Quote vorhanden ist. Der Anteil des Weißklee am Ertragszuwachs kann nicht genau bemessen werden. Er müsste entsprechend des Kostenanteiles bei mindestens etwa ein Viertel liegen, um gleiche Effizienz zu erzielen, was sicherlich der Fall war. Unrentabel ist der Nachsaateffekt bei gleichzeitiger N-Düngung.

These:

Die Nachsaat von Klee in Grünland erscheint vornehmlich dort wirtschaftlich zu sein, wo

- *N-Düngung aufgrund ausreichender Flächenausstattung bzw. geringerer Viehbesätze oder durch Auflagen (Ökologischer Landbau, GL-Extensivierung) weniger notwendig bzw. begrenzt ist,*

- sich der Klee nicht von allein einstellt und
- der ertragssteigernde/-sichernde Nachsaateffekt für ein ausreichendes Futteraufkommen der „Quoten“-tiere notwendig ist.

Die Bedeutung nimmt aufgrund sinkender Rinderbestände und tendenziell teurer werdender N-Dünger eher zu.

Leguminosen im Feldfutterbau

Bewertungsaspekte

Für die betriebliche Einordnung des Anbaues von Futterleguminosen auf Acker - speziell von Luzerne und Klee und ihren Grasgemischen – entscheidet deren Rentabilität (Gewinnbeitrag) im Vergleich zu alternativen Fruchtarten. Die Wirtschaftlichkeit wie die Alternativen werden von der betrieblichen Faktorkonstellation und den Rahmenbedingungen bestimmt. Dabei haben je nach betrieblicher Konstellation die wertbestimmenden Teilaspekte für die Einordnung unterschiedliches Gewicht und bedingen unterschiedliche Alternativen (Tab. 2).

Tab. 2: Teilaspekte für die betriebswirtschaftliche Einordnung und Rentabilität von Futterleguminosen auf Acker

Teilaspekt	Alternative /Konkurrenz	betriebl. Einflußfaktoren*
Futterertrag/-aufkommen	Grünland, sonstiges Ackerfutter	RGV-Besatz, Standort (Anbaueignung), GL-Anteil, Tierproduktionsrichtung
Proteinkomponente,- quelle	Soja-/Rapsschrot, einheimische Körnerleguminosen, sonst. Ackerfutter (-gras)	Tierart, betriebl. Bedarf/Aufkommen, Produktions- und Absatzmöglichkeit Trockengrün
Stickstoffquelle	Körnerleguminosen	Viehbesatz, GL-Anteil, Düngungsbeschränkung,
Bodenfruchtbarkeit (Humus)	sonstiges Ackerfutter, Zwischenfrüchte	Viehbesatz, GL-Anteil, Fruchtfolge

* generell außerbetriebliche Rahmenbedingungen (Preis, Förderung)

Bei der betriebswirtschaftlichen Bewertung (Vergleichsvarianten) und der Analyse der Ist-Situation bzw. der Ursachen für den geringen Anbauumfang der Ackerfutterleguminosen gilt es diese Zusammenhänge zu berücksichtigen.

Maßgebend ist die Wirtschaftlichkeit des Futtereinsatzes (Ertrag, Futterwert), wobei der Futterleguminosenanbau - vorwiegend für die Milchviehhaltung – insbesondere mit dem Silomais (+ Sojaschrot) konkurriert und zu vergleichen ist. Das natürliche Grünland ist insofern Konkurrent, als ein ausreichendes betriebliches Futteraufkommen vom Grünland einen Anbau von Ackerfutterleguminosen i.d.R. gegenstandslos macht, zumal wirtschaftliche alternative Nutzungsmöglichkeiten des Grünlandes kaum bestehen. Ackergras kommt vornehmlich in grünlandarmen, Wiederkäuer haltenden Betrieben als Alternative in Betracht. Vergleichende Wertungen seien jedoch hier ausgeklammert, zumal sich Aussagen teilweise mit Leguminosen in Grünland decken.

In ökologisch wirtschaftenden Betrieben bestehen die gleichen Konkurrenzen, wiewohl durch den begrenzten PSM- und Düngereinsatz die Futterleguminosen begünstigt werden.

Großen Einfluss auf die Rentabilität der Futterleguminosen haben die agrarpolitischen Rahmenbedingungen. Dabei befördern die Preisausgleichszahlungen (1. Säule der

GAP) vornehmlich die Konkurrenzkulturen (Silomais, Körnerleguminosen). Ausnahme bilden der mögliche Anbau von Futterleguminosen auf Stilllegungsflächen mit Prämie für Ökobetriebe und die Trockenfutterbeihilfe (auch für Gras). Begünstigt wird der Futterleguminosenanbau durch die Förderung des Ökologischen Landbaus (ÖLB) und in einigen Ländern durch die Förderung extensiver Ackerbauverfahren oder Fruchtfolgen (Bay) bzw. des Nichtanbaues von Futtermais (BW) im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen. Eine direkte Förderung des Anbau von kleinkörnigen Futterleguminosen wird allein in Brandenburg angeboten, allerdings bisher nur auf Kippenrekultivierungsflächen.

Ist-Situation

Mit ca. 27.000 ha und ca. 170.000 ha nehmen Luzerne bzw. Klee/-gemische nur einen Anteil 0,2 % bzw. 1,7 % an der Ackerfläche Deutschlands ein. Zwischen den Bundesländern bestehen deutliche Unterschiede (Abb. 1).

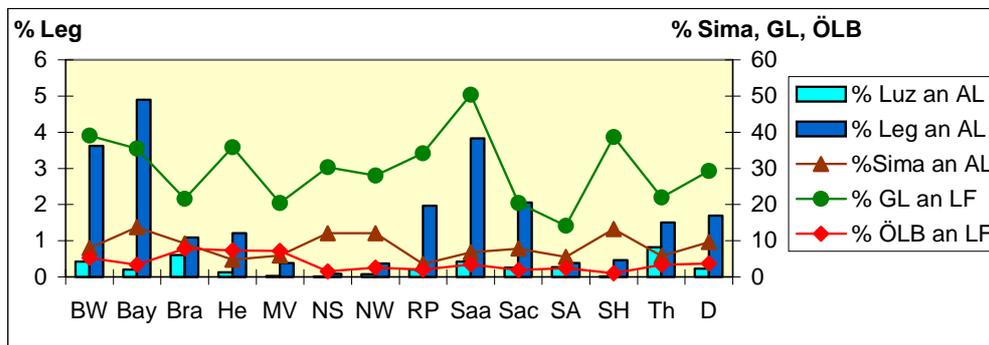


Abb.1 : Anteil Futterleguminosen und Silomais am Ackerland nach Bundesländer 2001 (Quelle: Bodennutzungserhebung lt. Statistik)

Deutlich über dem Bundesdurchschnitt (>3% des AL) liegt der Leguminosenanbau – vornehmlich Klee/-gras - in Bayern, Baden-Württemberg und Saarland, während in den norddeutschen Bundesländern und Sachsen-Anhalt weniger als 1 % des Ackerlandes angebaut werden. Knapp drei Viertel des Klee/-grasanbaues Deutschlands entfallen allein auf die beiden süddeutschen Länder. Luzerne wird anteilig am stärksten in Thüringen (0,8 %) und Brandenburg (0,6 %) angebaut, auf die gut zwei Fünftel des Luzerneanbaues entfallen.

Eine negative Korrelation zum Grünlandanteil ist vornehmlich in den nordwestdeutschen Ländern auszumachen. Hoher Klee/-grasanbau trotz hohem Grünlandanteil ist in den Ländern mit viel Gebirgsstandorten und Standortungunst für den Maisanbau gegeben. Der unterdurchschnittliche Leguminosenanbau in den ostdeutschen Bundesländern (außer Sachsen) trotz geringer Grünlandanteile ist auf die vergleichsweise geringen RGV-Bestände zurückzuführen.

Korrelationen mit den Anteilen des Ökologischen Landbaus werden nicht sichtbar. Hierfür ist der Anteil des ÖLB an der LF selbst zu gering. Gleichwohl ist der Anteil des Futterleguminosenanbaues deutlich höher als in vergleichbaren konventionellen Betrieben, in Brandenburg z.B. das 2- bis 4-fache, allerdings kaum Luzerne. Der Luzerneanbau konzentriert sich vornehmlich auf die Trockenstandorte. In Brandenburg wird etwa je ein Viertel der Anbaufläche über die Trockenfutterbeihilfe und die spezielle Agrarumweltmaßnahme auf Kippenrekultivierungsstandorten gefördert.

These:

Wesentlichster Einflußfaktor für den Futterleguminosenanbau in Deutschland ist der Standort, d.h. insbesondere die Standortungunst für den Silomaisanbau. Der ÖLB und andere speziellen Agrarumweltmaßnahmen und die Trockenfutterbeihilfe befördern den Anbau, sind jedoch für den Umfang weniger maßgebend. Quotierte RGV-Bestände und Grünlandanteil begrenzen den Anbau und die Akzeptanz spezieller Förderungen.

Kosten- /Effizienzvergleich

Der Kostenvergleich (Tab. 3) dokumentiert die Überlegenheit des Maises gegenüber der Luzerne bei gleichen Trockenmasseerträgen. Selbst ohne Hektarprämie werden geringere Kosten je Futterenergieeinheit als bei Luzernesilage und –trockengrün erzielt. Bemerkenswert ist, dass auch die Kosten je Einheit nutzbaren Rohproteins beim Silomais gleich hoch bzw. niedriger liegen. Voraussetzung ist, dass ausreichend Protein im Pansen angeboten wird, was mit Zufütterung von z.B. Sojaextraktionsschrot i.d.R. auch billiger (0,80 bis 0,85 €/kg nRP) gewährleistet werden kann.

Durch die Trockenfutterbeihilfe kann das Trockengrün billiger erzeugt werden als die Silage. Voraussetzung sind allerdings verbilligte Brennstoffpreise und hohe Trocknungsanlagenleistung und –auslastung, wie hier für Brandenburg unterstellt und gegeben.

Tab. 3: Kostenvergleich*

	Welksil. Grünland	Luzerne Silage	Luzerne Trockengrün		Maissilage	
			o. Beih.	mit Bei.	o. Präm.	mit Pr.
Ertrag - dt TM/ha	75	90	90	90	90	90
Kosten, gesamt - €/ha	767	945	1.529	939	1.007	722
€/dt TM	12,00	12,35	18,45	11,35	12,30	8,80
€/10 MJ NEL	0,21	0,23	0,34	0,21	0,19	0,14
€/kg RP	0,80	0,60	0,88	0,54	1,52	1,09
€/kg nRP	0,91	0,94	1,05	0,65	0,94	0,67

* mittlere brandenburgische Standortbedingungen; Entlohnung aller Faktoren, abzgl. Beihilfen, bei Luzerne abzgl. 17,5 €/ha für höheren Vorfruchtwert; Maschinenkosten lt. KTBL (10 bzw. 20 ha-Schlag), korrigiert;

Erst bei deutlich höheren Erträgen der Luzerne kann energetische Kostengleichheit der Luzernesilage mit Maissilage (ohne Prämie) erreicht werden. Mit Prämie bei Mais ist eine Kostengleichheit kaum zu erzielen. Für Klee gras fällt der Vergleich zum Silomais etwas besser, jedoch auch zu Gunsten des Silomais aus.

Die tatsächliche Wettbewerbsfähigkeit der Futterleguminosen im Vergleich zu Silomais kann letztlich nur aus den Gesamtkosten der Milcherzeugung unter Berücksichtigung auch der anderen Rationspartner (Sojaschrot etc.) und der Milchleistung abgeleitet werden. In Tabelle 4 sind die anhand eines Vergleichs ausbalanzierter Tagesrationen mit und ohne Luzernesilage ermittelten Grenzkosten für eine kostengleiche Milcherzeugung sowie die Differenz den tatsächlichen Kosten dargestellt.

Tabelle 4: Grenzkosten der Luzernesilage für kostengleiche Milcherzeugung bei Ersatz von Maissilage*

Variante	Grenzkosten Luzernesilage		Diff. zum Ist
	€/10 MJ NEL	€/ha	€/ha
Mais mit Prämie, gleiche Milchleistung	0,10	770	-175
dto. + Luzerne mit gleicher Prämie	0,10	770	110
wie vor bei 0,5 % Leistungsminderung	0,09	691	30
bei 1 % Leistungsminderung	0,08	612	-49

* Ersatz von 2,7 kg TM /d Mais- durch Luzernesilage (ca. 30% der Ausgangsration); 28 kg Milch/d (ca. 8000 kg/a); 23 €/dt Sojaex, 10 €/dt Triticaleschrot

Im derzeitigen Regelfall, d.h. der Begünstigung des Silomais durch die Hektarprämie, liegen die Grenzkosten der Luzernesilage mit 175 €/ha unter den Ist-Kosten. Wenn für die Luzerne die gleiche Prämie gezahlt würde, d.h. im Falle einer Entkopplung bzw. Einführung einer einheitlichen Flächenprämie, können die Grenzkosten um ca. 110 €/ha unterboten werden. Allerdings ist die Erzeugung von hochwertigen Leguminosensilagen wegen der Mehrschnittigkeit mit größeren Unsicherheiten behaftet, die sich leistungsmindernd auswirken können. Allein schon eine um ein Prozent geringe Milchleistung hätte eine schlechtere Rentabilität gegenüber Silomais zur Folge. In Praxi dürfte eher mit einem noch größeren „Risikoabschlag“ zu rechnen sein.

These:

Ackerfutterleguminosen sind dem Silomais unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen ökonomisch unterlegen. Ausnahme bilden Standorte mit starker Ertragsunterlegenheit des Silomais. Selbst im Ökologischen Landbau ist Milcherzeugung mit Silomais meist wirtschaftlicher.

Mit der Entkopplung der Direktzahlungen, die je nach Ausgestaltung und länderspezifischer Ausgangssituation mehr oder weniger gleiche Prämien für alle Ackerkulturen zur Folge haben, verbessert sich die Wettbewerbsfähigkeit der Futterleguminosen. Allerdings wird die ökonomische Überlegenheit des Silomais auch dann i.d.R. bestehen bleiben. Eine wesentliche Erweiterung des Anbaues der Ackerfutterleguminosen ist daher mit den veränderten Rahmenbedingungen nicht zu erwarten.

Eine spezielle Förderung der Ackerfutterleguminosen im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen erscheint auch dann nach wie vor opportun. Allerdings ist die Akzeptanz und Effizienz derartiger Programme nicht unumstritten.

Literatur:

KUNKEL, G., (1997): Rechtzeitig nachgesät spart Kosten. In: Neue Landwirtschaft, Heft 5/1997, S. 56-57

Ertrags- und Qualitätsentwicklung beim 2. Aufwuchs von Klee gras und Grünland auf Ökobetrieben

von

Edmund Leisen

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe

1. Einleitung

Beim Grundfutter werden in der Milchviehfütterung möglichst hohe Energiegehalte angestrebt, mindestens 6,3 MJ NEL pro kg T in der Silage sollten es vor allem im 1. Schnitt sein. Grünland- und Klee grassilagen vom 2. Aufwuchs enthalten meist aber weniger als 6 MJ NEL/kg T. Als Ursache wird vor allem ein zu später Schnittermin vermutet.

2. Material und Methoden

Zur Ursachenklärung wurden zwischen 2000 und 2002 Analysen und Schnittermine von Grünland- und Klee grassilagen aus Nordrhein-Westfalen miteinander verglichen.

In 2002 wurde darüber hinaus auf 8 Klee grasflächen ab etwa 3 Wochen nach dem 1. Schnitt die Reifeentwicklung festgehalten. 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 LUF A Münster. Vor der Analyse wurde die Artenzusammensetzung festgehalten.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Ertragsentwicklung bei Klee gras 2002

Nach 3 Wochen lagen die Erträge meist zwischen 10 und 20 dt T/ha, nach 5 Wochen meist zwischen 30 und 35 dt T/ha. Die täglichen Zuwächse lagen zwischen etwa 1 und 1,5 dt T/ha.

3.2 Bestandeszusammensetzung und Entwicklung von Klee gras 2002

- Der **Kleeanteil** lag häufig zwischen 20 und 40 %, einzelne Aufwüchse enthielten bis zu 90 %. Der Welsch-Weidelgras-Bestand in Altenheerse enthielt keinen Klee.
- **Entwicklungsstadium Klee:** Erste Blüten bei Weißklee waren schon nach drei Wochen zu finden, im ersten Aufwuchs kam Weißklee dagegen noch nicht zur Blüte. Bei Rotklee zeigten sich die Knospen nach etwa vier bis fünf Wochen, beim 1. Aufwuchs waren sie bis zur Ernte häufig noch nicht sichtbar
- **Grasarten:** Bei den Gräsern überwogen je nach Mischung Welsches oder Deutsches Weidelgras, auf zwei Flächen hatte Lieschgras und auf zwei weiteren Flächen Knaulgras Ertragsanteile von 15 bis 25 %.
- **Entwicklung Gräser:** Häufig zeigten sich schon 3 Wochen nach dem ersten Schnitt die Ähren. Bei Beständen mit überwiegenden Welschem Weidelgras oder frühem Deutschen Weidelgras (Batenhorst 1 und 2, Altenheerse LG) erreichten alle Weidelgraspflanzen etwa zum gleichen Termin das Ährenschieben. Entsprechend niedrig lagen die Energiegehalte.

3.3. Veränderung der Energiegehalte im Klee gras 2002

- **3 Wochen nach dem ersten Schnitt:** die Energiegehalte lagen nur noch bei 5,9 bis 6,2 MJ NEL/ kg T. Bei Schnitt zu diesem frühen Zeitpunkt sind in der Silage Energiegehalte von nicht mehr als 6 MJNEL zu erwarten. In Mischungen mit hohen Anteilen von Welschem Weidelgras lagen die Energiegehalte auch schon frühzeitig niedriger.
- Der Energiegehalt ging im Laufe der Entwicklung kaum zurück, innerhalb von zwei Wochen meist nur um 0,1 bis 0,2 MJNEL/ kg T (siehe Abbildung). Der tägliche Rückgang lag im Mittel bei nur 0,01 MJ NEL/kg T. Zum Vergleich: Bei den gleichen Beständen ist im 1. Aufwuchs des gleichen Jahres der Energiegehalt im Mittel um 0,05 MJ NEL/kg T und damit fünf mal so schnell zurückgegangen. Dabei lag die Lufttemperatur beim 2. Aufwuchs um etwa 4 – 5 °C höher, Niederschlagsmenge und Sonnenscheindauer entsprachen in beiden Wachstumsphasen etwa dem langjährigen Mittel.

Die Ergebnisse vom 2. Aufwuchs bestätigen die Untersuchungen bei Folgeaufwüchsen (3. und 5. Aufwuchs 2001) der Landwirtschaftskammer Rheinland in Riswick, wo ebenfalls ein nur geringer Rückgang im Energiegehalt festgestellt wurde.

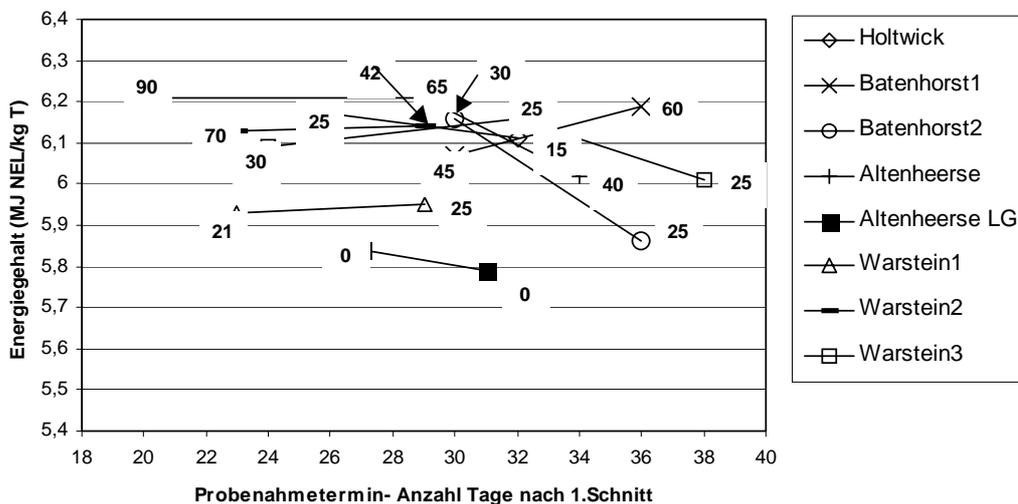


Abb. 1: Energiegehalt im Klee gras aufwuchs des 2. Schnitts 2002 - Anmerkung: Die Zahlen geben den Ertragsanteil des Klees (in % des Aufwuchses) wieder

Die Veränderung der Energiegehalte erklärt sich aus der Reifeentwicklung der Arten und Sorten:

- In den anfangs sehr lockeren Beständen bildete sich **in den nachfolgenden Wochen** meist ein **Unterwuchs** aus neuen Bestockungstrieben bzw. aus anderen Pflanzenarten. In den weiteren Probeschnitten wurden deshalb nicht nur Pflanzen mit Ähren, sondern zunehmend auch Pflanzen im Schossstadium gefunden. Deutlich wurde dies vor allem in Beständen mit frühen, mittelfrühen und späten Deutsche Weidelgrassorten. Vier Wochen nach dem ersten Schnitt hatten etwa ein

Drittel der Weidelgräser die Ähren geschoben, ein Drittel befand sich im Stadium Mitte Schossen und ein Drittel sogar erst im Stadium Beginn Schossen.

Bei Mischungen mit Welschem Weidelgras und Deutschem Weidelgras hatten nach vier Wochen alle Pflanzen beim Welschen Weidelgras die Ähren vollständig geschoben (schneller Übergang zur generativen Phase), Deutsches Weidelgras (mittelfrühe Sorten) war erst bei Mitte Ährenschieben. Bei ausschließlich späten Deutsch-Weidelgras-Sorten waren auch 5,5 Wochen nach dem ersten Schnitt nur bei wenigen Pflanzen Ähren zu sehen.

3.4. Energiegehalte in Grünland- und Kleegrassilagen 2000 bis 2002

In den Silagen wurden 2000 und 2001 bei frühem Schnitt im Mittel nur um 0,1 MJNEL/kg T höhere Energiegehalte erzielt als bei ein bis zwei Wochen späterer Nutzung, in 2002 gab es keinen Unterschied im Energiegehalt. Die Ergebnisse der Reifeprüfung 2002 beim 2. Schnitt werden damit bestätigt. (siehe Tabelle).

Tab. 1: Energiegehalte in Silagen und Grünfütter bei unterschiedlichem Alter des 2. Aufwuchses bei Grünland und Klee gras

Erntejahr		Alter des 2. Aufwuchses (Anzahl Tage nach 1. Schnitt)		Energiegehalt (MJNEL / kgT)	
		Praxis	Reifeprüfung	in Silagen	im Grün- fütter
2000	Mittel	41	keine	5,9 (n = 23) ¹⁾	keine
	Max	53	Messung	6,3	Messung
	Min	35		5,6	
	frühe Termine ²⁾	40 (35 - 44)		5,9 (n = 11) ¹⁾	
	spätere Termine ²⁾	48 (45 - 53)		5,8 (n = 12) ¹⁾	
2001	Mittel	47	keine	5,8 (n = 23) ¹⁾	keine
	Max	62	Messung	6,0	Messung
	Min	31		5,6	
	frühe Termine ²⁾	39 (31 - 46)		5,8 (n = 11) ¹⁾	
	spätere Termine ²⁾	54 (47 - 62)		5,7 (n = 12) ¹⁾	
2002	Mittel	42		5,8 (n = 27) ¹⁾	5,8 (n = 20) ³⁾
	Max	63		6,3	5,9
	Min	32		5,4	5,4
	sehr frühe Termine ²⁾		26 (20 - 30)		5,8 (n = 11) ³⁾
	frühe Termine ²⁾	36 (32 - 41)	35 (31 - 38)	5,8 (n = 13) ¹⁾	5,7 (n = 9) ³⁾
spätere Termine ²⁾	48 (42 - 63)		5,8 (n = 14) ¹⁾		

1) in Klammern: Anzahl Proben

2) sehr frühe, frühe und spätere Termine: angegeben sind mittlere sowie in Klammern minimale und maximale Anzahl Tage nach 1. Schnitt

3) Energiegehalt im Grünfütter abzüglich 0,3 MJNEL für Verluste bei Ernte und Lagerung

3.5. Mögliche Auswirkungen auf die Praxis

Sollten sich in weiteren Untersuchungen die Ergebnisse erhärten, können beim 2. Schnitt ohne Zeitdruck gute Erntebedingungen abgewartet werden. Besonders in kritischen Jahren werden dann Silagen mit geringerer Verschmutzung (trockenere Böden) und auch weniger Clostridien geerntet. Sind auch die weiteren Schnitte nutzungselastischer, was vor allem bei kleereicheren Beständen zu erwarten ist, muss die Nutzungsintensität bei den Folgeschnitten neu überdacht werden. Ohne wesentliche Beeinträchtigung lassen sich möglicherweise die Futterkosten senken, wenn beispielsweise bei Klee gras mit je nach Standort 3 - 4 nur noch 2 - 3 Folgeschnitte erforderlich sind.

Allerdings: Die Erfahrungen in der Praxis zeigen, dass sehr wüchsige und vor allem auch kleereiche Bestände nicht zu spät geschnitten werden sollten. Sonst erhöht sich die Belastung mit Pilzen und proteinreiche Kleeblätter sterben im Unterwuchs ab.

4. Zusammenfassung

Das Alter des Aufwuchses hatte im gezeigten Rahmen beim 2. Schnitt nur wenig Einfluss auf den Energiegehalt von Grünland- und Klee grassilagen. Sollten sich die Ergebnisse erhärten, können beim 2. Schnitt ohne Zeitdruck gute Erntebedingungen abgewartet werden.

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.

Bestandeszusammensetzung von Kleegrasaufwüchsen auf Öko-Betrieben in Nordrhein-Westfalen

von

Edmund Leisen

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe

1. Einleitung

Die Zusammensetzung von Kleegrasaufwüchsen entspricht häufig nicht dem, was Futterbaubetriebe für eine ausgewogene Rationsgestaltung anstreben. Über Erhebungen auf Praxisflächen wird der Frage nachgegangen, welche Faktoren Einfluss auf die Bestandeszusammensetzung haben.

In Zukunft sollen aufbauend auf solchen mehrjährigen Erhebungen und den Erkenntnissen aus Versuchen Beratungsempfehlungen für den Anbau von Klee gras herausgegeben werden. Erste Ergebnisse der Erhebungen sind im folgenden zusammengestellt.

2. Material und Methoden

Zwischen Herbst 2002 und Herbst 2005 werden Klee grasflächen auf Milchviehbetrieben beim 1. und letzten Aufwuchs bonitiert. Die Bonituren erfolgen jeweils durch dieselbe Person. Neben der Bestandeszusammensetzung werden festgehalten: Standortdaten, Saattermin und Sätechnik (Blanksaat, Untersaat) sowie Nutzungsart und Nutzungsintensität. Im Herbst 2002 wurden auf 86 Flächen und im Frühjahr 2003 auf 141 Flächen Artenzusammensetzung und Ertragsanteile geschätzt. Bei weiteren Flächen, die nach vorhergehender Aussaat erst in der Anfangsentwicklung waren, konnte nur die Artenzusammensetzung festgehalten werden. 60 bzw. 70 % (Herbst 2002/ Frühjahr 2003) der Flächen waren als Blanksaat, 30 bzw. 40 % als Untersaat angelegt. Etwa 80 % der Flächen befanden sich in Niederungs- und Übergangslagen (unter 300 m ü. NN), davon 50 % auf Sand und lehmigem Sand, 30 % auf Lehm und schluffigem Lehm, und jeweils etwa 10 % auf stark humosen/moorigem oder tonigem Boden. 20 % der Flächen waren in Höhenlagen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Ein Vergleich zwischen Bestandeszusammensetzung und den sonstigen Rahmenbedingungen zeigt, welche Einflüsse die Entwicklung von Klee gras prägen können. Als Maßstab für die Entwicklung wurde ein Faktor wie folgt berechnet:

$$f = \frac{\text{Ertragsanteil im Aufwuchs}}{\text{Gewichtsanteil in Ansaatmischung}}$$

Bei einem Faktor > 1 ist die Pflanzenart im Aufwuchs im Vergleich zur Ansaatmischung stärker vertreten, bei 1 entspricht der Anteil im Aufwuchs dem der Ansaat, bei 0 trat die Art allenfalls in Spuren auf.

3.1. Entwicklung einzelner Pflanzenarten (Tabelle 1)

Folgende Zusammenhänge konnten bei der Bonitur im Frühjahr 2003 herausgearbeitet werden:

- Bei **Blanksaat** waren **Rotklee und Weißklee** nach Aussaat 2002 nicht so stark entwickelt (Faktor meist zwischen 0 und 1) wie in Ansaaten aus 2001. In älteren Ansaaten war der Klee weniger stark. Auffallend im Frühjahr 2003: Etablierte Rotkleepflanzen (nicht schwache Neuansaaten) sind auf einigen Standorten bei anhaltenden Trockenheit deutlich besser gewachsen als die Weidelgräser.

Untersaaten sind auch schon zu Beginn des 1. HNJ oft sehr kleereich, vor allem bei Rotklee in der Ansaatmischung.

Zur Einordnung: Kleearme Bestände mit im Extrem nur 9 - 10 % Rohprotein zum Zeitpunkt der Silierreife (Reifeprüfung in NRW 2000 - 2003) müssen gerade in Zukunft bei Vorgabe „100 % Biofütterung“ vermieden werden, sehr kleereiche Bestände können aber ebenfalls bei Konservierung und Fütterung Probleme bereiten.

- **Bastard- und Welsches Weidelgras** konnten sich als kampfkraftige Gräser nach Ansaat 2002 (1. Hauptnutzungsjahr = 1. HNJ) meist stark entwickeln, vor allem bei Blanksaat, weniger bei Untersaat. Die unterschiedliche Entwicklung lässt sich auf die Nährstoffversorgung nach der Aussaat zurückführen (höhere Nmin-Gehalte infolge Bodenbearbeitung bei Blanksaat). In Ansaaten aus 2001 und älter war der Ertragsanteil der beiden Weidelgräser nach dem letzten Winter meist deutlich zurückgegangen (Rückgang auf 14 von 18 Flächen). Welchen Anteil Welsches Weidelgras und das winterhärtere Bastardweidelgras an dieser Entwicklung hatten, ließ sich nicht feststellen, da sie bei der Bonitur nicht unterschieden wurden.
- **Deutsches Weidelgras** hat sich ebenfalls nach Ansaat 2002 bei Blanksaat stärker entwickelt als bei Untersaat. In älteren Ansaaten konnte es sich oft so stark entwickeln, dass es im Bestand dominierte.
- **Wiesenschwingel** war meist nur schwach entwickelt (Faktor meist deutlich unter 1) oder fehlte im Bestand vollkommen. Dieses konkurrenzempfindliche Gras wurde möglicherweise vielerorts von konkurrenzstärkeren Arten verdrängt. Auf 3 Sandstandorten mit ausreichender Wasserversorgung hatte es im Herbst 2002 allerdings auch Ertragsanteile von 50 bis 80 % und dass trotz Rotklee als konkurrenzstarker Art in der Ansaatmischung.
- **Bei Lieschgras** lag der Faktor für die Entwicklung im Frühjahr 2003 nur selten bei 0, teilweise aber deutlich über 1. Auf 6 von 75 Flächen dominierte es im Bestand.

Tab. 1: Vergleich von Aufwuchs und Ansaatmischung bei einzelnen Pflanzenarten im Klee gras Frühjahr 2003

Faktor: Quotient aus Ertragsanteil im Aufwuchs und Gewichtsanteil in Ansaatmischung

Pflanzenart(en)	Ansaatjahr	Anzahl Flächen	Blanksaat			Anzahl Flächen	Untersaat		
			Faktor				Faktor		
			0	> 0 - 1	> 1		0	> 0 - 1	> 1
Rotklee	2002	38	Anteil Flächen (in %)			24	Anteil Flächen (in %)		
	2001	27	16	55	29	6	0	21	79
	älter	21	4	22	74	6	0	33	67
Weißklee	2002	34	10	57	33	6	17	67	17
	2001	24	35	44	21	22	18	50	32
	älter	25	13	38	50	4	0	75	25
Bastard- und Welsches Weidelgras	2002	19	20	60	20	4	0	75	25
	2001	11	0	0	100	8	0	50	50
	älter	9	9	64	27	4	0	100	0
Deutsches Weidelgras	2002	38	0	78	22	3	33	67	0
	2001	24	13	42	45	23	4	74	22
	älter	19	0	50	50	5	0	60	40
Wiesenschwingel	2002	19	0	11	89	6	0	33	67
	2001	19	53	47	0	11	27	64	9
	älter	21	26	74	0	2	0	50	50
Lieschgras	2002	18	52	48	0	2	0	100	0
	2001	21	11	56	33	11	0	64	36
	älter	21	10	81	10	2	0	100	0

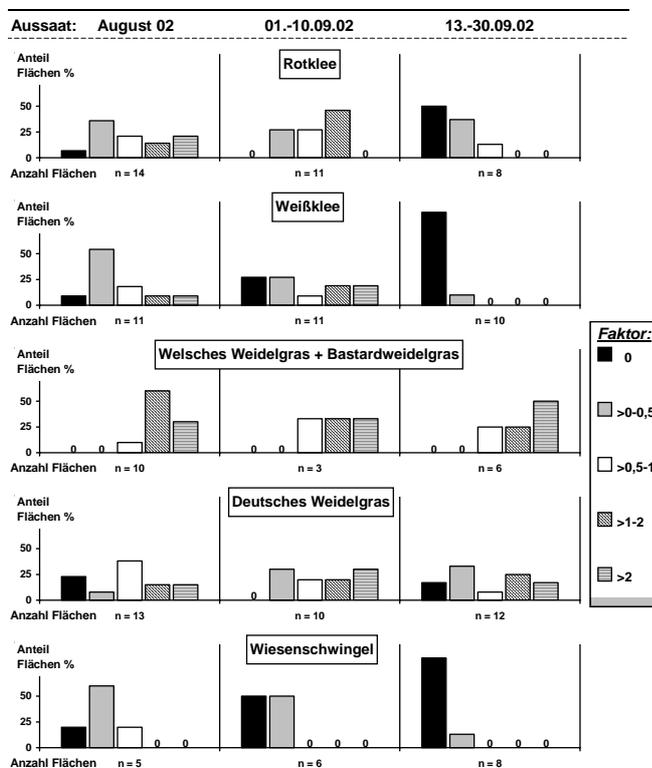
- **Wiesenrispe** war auf 25 Flächen mit ausgesät worden. Eine nennenswerte Entwicklung (Faktor 0, - 0,6) zeigte es aber nur auf 4 Flächen im 4. bzw. 5. HNJ.

3.2. Einfluss des Saattermines auf die Entwicklung von Pflanzenarten (Abbildung)

Die nachfolgende Witterung hat die Bestandesentwicklung der Neuansaat vom Sommer/Herbst 2002 maßgeblich beeinflusst. Nässe und Kälte hemmte das Wachstum im Herbst, Kahlfröste im Frühjahr führten stellenweise zum Ausfall einzelner Arten.

Blanksaaten **ab Mitte September** enthielten durchweg im Frühjahr 2003 kaum **Weißklee** oder **Wiesenschwingel** und auch keine höheren Anteile an **Rotklee** (Faktor selten > 0,5). Teilweise wurde der Klee im Februar noch gefunden, nicht mehr dagegen Mitte April nach vorhergehenden Kahlfrösten. Betroffen davon waren auch klimatisch bevorzugte Standorte am Niederrhein. Wiesenschwingel ist möglicherweise als sich früh entwickelnde Pflanzenart von den Kahlfrösten besonders stark geschädigt worden. Bei den **Weidelgräsern** hatte der Saattermin keinen derart entscheidenden Einfluss.

Lieschgras hat mancherorts bei späterer Saat bis zum Frühjahr 2003 größere Pflanzen gebildet als die anderen Grasarten (näheres siehe nachfolgendes Kapitel).



Entwicklung von Pflanzenarten nach unterschiedlichen Saatterminen

Faktor: Quotient aus Ertragsanteil im 1. Aufwuchs 2003 und Gewichtsanteil in Ansaatmischung

3.2. Höhere Anteile von Lieschgras im 1. Aufwuchs 2003 (Tabelle 2)

Bei der Bestandsaufnahme im Herbst 2002 hat Lieschgras nur auf 2 von insgesamt 21 Flächen größere Ertragsanteile gehabt. Auf 18 Flächen war es dagegen allenfalls in Spuren gefunden worden, so wie auch bei den meisten Bonituren der letzten Jahre in Versuchspartzellen.

Im Frühjahr 2003 trat Lieschgras dagegen auf vielen Flächen verstärkt auf, sowohl bei Beständen im 1. als auch in weiteren HNJ. Teilweise war es sogar dominierend. Maßgeblich für diese im Vergleich zu den meisten früheren Bestandsaufnahmen außergewöhnliche Entwicklung war die Witterung der vorhergehenden Monate. Lieschgras als Grasart auch für rauhere Lagen wurde durch die nasse und kalte Witterung weniger beeinträchtigt als andere Gräser. Mitte April hatte es auf mehreren Standorten kräftige Pflanzen gebildet, Deutsches Weidelgras war dagegen relativ klein und verfärbt und zeigte damit Streß an. Dass Lieschgras auch in älteren Beständen größere Ertragsanteile einnehmen konnte, in denen es im Herbst nur in Spuren auftrat zeigt, wie anpassungsfähig diese Art ist. Diese Beobachtung stimmt mit den Bonituren aus einem Versuch im Münsterland überein. Hier schwankte der Ertragsanteil im Laufe von 3 Beobachtungsjahren zwischen 3 und 25 %.

Tab. 2: Vergleich von Aufwuchs und Ansaatmischung bei Lieschgras im Herbst 2002 und Frühjahr 2003

Faktor: Quotient aus Ertragsanteil im Aufwuchs und Gewichtsanteil in Ansaatmischung

Ansaat-jahr	Anzahl Flächen	letzter Aufwuchs 2002 Faktor				Anzahl Flächen	1. Aufwuchs 2003 Faktor			
		0 bis 1	> 0 bis 3	> 1 bis 3	> 3 bis 4		0 bis 1	> 0 bis 3	> 1 bis 3	> 3 bis 4
2002		Anteil Flächen (in %) nicht bestimmt				19	Anteil Flächen (in %)			
2001	12	83	0	17	0	15	13	80	0	7
älter	9	89	11	0	0	11	9	45	18	18

3. Fazit

Die vorgestellten Zusammenhänge stehen im Einklang mit Versuchsergebnissen, früheren eigenen Erhebungen und Beratungsempfehlungen. Die Sortenreaktion auf Konkurrenz-verhältnisse und Witterungseinflüsse stimmen mit Angaben von Kämpf, Nohe und Petzhold (Feldfutterbau, 1981; DLG-Verlag) überein.

- Blanksaaten sind oft grasreicher, Untersaaten dagegen oft kleereicher. Extrem kleearme oder zu sehr kleebetonte Bestände sind meist unerwünscht.
- Späte Ansaaten im Herbst sollten vermieden werden, damit sich vor allem auch der Klee vor Winter noch ausreichend etablieren kann.
- Rotklee war bei Untersaat schon zu Beginn des 1. HNJ stark entwickelt, bei Blanksaat erst später, in Ansaaten vor 2001 dagegen weniger stark entwickelt.
- Welsches Weidelgras/Bastardweidelgras waren zu Beginn des 1. HNJ stark entwickelt, in Ansaaten vor 2002 dagegen meist weniger stark (beide Arten konnten nicht getrennt erfasst werden).
- Bei Deutschem Weidelgras wurde die stärkste Entwicklung bei älteren Ansaaten gefunden.
- Wiesenschwingel und Lieschgras hatten meist nur auf wenigen Standorten eine gewisse Bedeutung bekommen. Nach nass-kaltem Winter mit Kahlfrösten hatte Lieschgras in diesem Frühjahr allerdings auch eine stärkere Entwicklung.

Danksagung: Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes und der EU durchgeführt.

Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Rotklee-Gras-Gemengen in Abhängigkeit vom Schnittregime

von

Christel Meinsen, Eckhard Paech und Lisa Dittmann

Institut für umweltgerechten Pflanzenbau, Universität Rostock

1. Einleitung

Rotklee-Gras-Gemenge haben für den Futterbau ökologisch wirtschaftender Betriebe eine herausragende Bedeutung. Auf Grund der Fähigkeit zu Luftstickstoffbindung liefern sie ohne mineralische Stickstoffgaben hohe Erträge eines hochwertigen Futters für unterschiedliche Verwendungszwecke, zum anderen sind die Ernte- und Wurzelrückstände eine wichtige Stickstoffquelle für die Nachfrüchte. Ertrag und Futterqualität werden von zahlreichen Einflussfaktoren bestimmt. Neben der Bestandszusammensetzung in Abhängigkeit von der Saadmischung und äußeren Faktoren ist das Alter der Bestände zum Schnittzeitpunkt von entscheidender Bedeutung.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Möglichkeiten einer kontinuierlichen Bereitstellung von Frischfutter durch den Einsatz von Klee-Gras-Gemengen unterschiedlicher Reifegruppen sowie durch die Gestaltung des Schnittregimes zu prüfen.

2. Material und Methoden

Zur Darstellung der Problematik wurden aus einem umfangreichen Versuchsmaterial, das von PAECH (1995) in den Jahren 1991 und 1992 in Rostock erarbeitet wurde, zwei Klee-Gras-Gemenge mit unterschiedlichem Wachstums- und Entwicklungsverhalten ausgewählt. (Faktor A):

1. Rotkleeart „Marino“(2n) mit Welschem Weidelgras „Malmi“
2. Rotkleeart „Markus“(4n) mit Deutschem Weidelgras „Mapol“

Beide Gemenge wurden mit Saatanteilen von 70% Rotklee und 30% Gras im Frühjahr unter Hafer ausgesät und in den folgenden 1. Hauptnutzungsjahren (1991 und 1992) nach folgendem Schnittregime geerntet:

<u>1. Aufwuchs (Faktor B)</u>	<u>2. Aufwuchs (Faktor C)</u>	<u>3. Aufwuchs</u>
1. früh /Rotklee vegetativ	1. nach 40 Tagen	jeweils nach 50 Tagen
2. mfr. /Rotklee Knospe	2. nach 47 Tagen	jeweils nach 50 Tagen
3. spät /Rotklee Blüte	3. nach 54 Tagen	jeweils nach 50 Tagen

Der Versuchsstandort liegt im Bereich des Ostseeküstenklimas auf einem gut mit Nährstoffen versorgtem anlehmigem bis lehmigem Sand (AZ 42). Mineralischer Stickstoffdünger wurde nicht verabreicht.

Zur Kennzeichnung von Ertrag und Futterqualität wurden der Trockenmasseertrag, der Anteil von Rotklee und Gras an der Erntemasse sowie der Rohproteingehalt bestimmt. Die nach der Cellulase-Methode (FRIEDEL, 1990) ermittelte Verdaulichkeit der organischen Masse war die Grundlage für die Berechnung der Energiedichte (NEL).

Zusätzliche wöchentliche Probenahmen bei allen Varianten und Aufwüchsen ermöglichen eine Auswertung des Zuwachsverlaufes und der Veränderungen der Futterqualität mit mathematisch-statistischen Methoden (Gompertz-Funktion). Die Qualitätsuntersuchungen des umfangreichen Probenmaterials waren nur unter Nutzung des NIRS-Verfahrens zu bewältigen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Der unterschiedliche Witterungsverlauf in den Versuchsjahren hatte entscheidende Auswirkungen auf die Bestands- und Ertragsentwicklung und fordert eine getrennte Einschätzung der Versuchsergebnisse. Die feucht-kühle Witterung im Jahre 1991 förderte das Graswachstum und ermöglichte höhere Erträge, während höhere Temperaturen im Jahr 1992 die phänologische Entwicklung beschleunigten und die extreme Trockenheit vor allem die Erträge in den Sommermonaten beeinträchtigte.

Die verwendeten Gemengepartner unterscheiden sich in ihrem Konkurrenzverhalten. Das schnell- und hochwüchsige Welsche Weidelgras erreichte stets höhere Ertragsanteile als das Deutsche Weidelgras. Im ersten Aufwuchs waren sie mit 58% bzw. 26% etwa doppelt so hoch, während die Unterschiede in den Folgeaufwüchsen geringer ausfielen. Die wechselnden Klee:Grasverhältnisse hatten weniger einen Einfluß auf den Ertrag als auf die Qualitätsmerkmale. Höhere Kleeanteile sind immer mit höheren Rohproteingehalten, meist auch mit einer größeren Energiedichte verbunden.

Der Verlauf der Ertragsbildung im 1. Aufwuchs war trotz unterschiedlicher Bestandszusammensetzung relativ ausgeglichen und durch die Gompertz-Funktion gut nachzubilden. (Abb. 1)

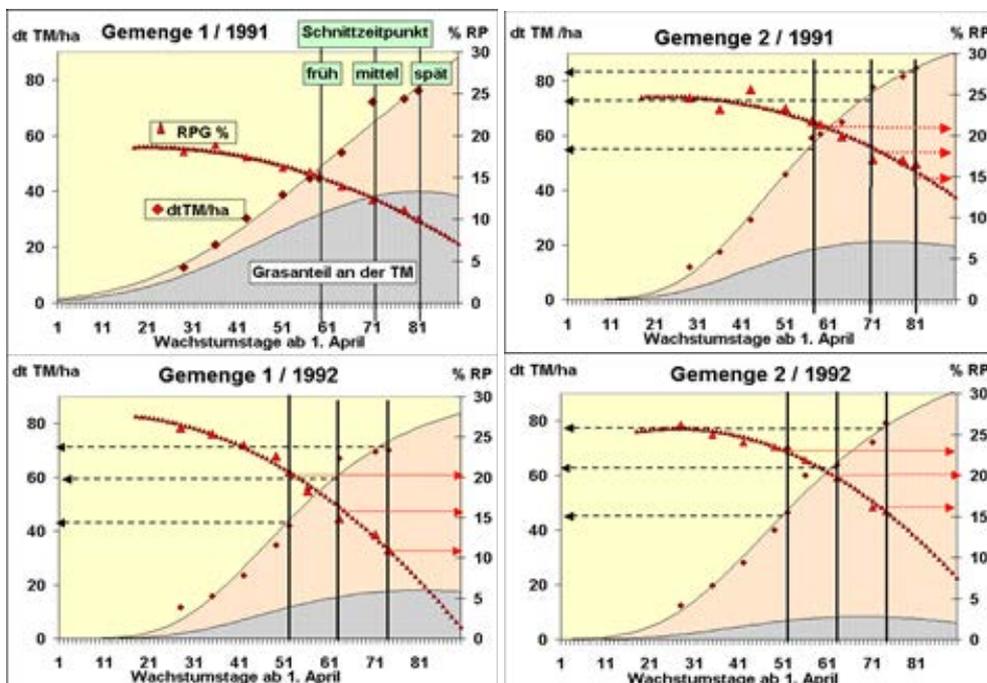


Abb. 1: Ertragsbildung und Veränderungen im Rohproteingehalt im 1. Aufwuchs

Die nach phänologischen Merkmalen ausgewählten Schnitttermine zur Abgrenzung der Nutzungszeitspannen liegen im Bereich des abnehmenden Ertragszuwachses und mußten im Versuchsjahr 1992 auf Grund des zeitigen Wachstumsbeginns um 1 Woche vorverlegt werden.

Die Schnittzeitspanne im 2. Aufwuchs (Ernte nach 40, 47 bzw. 54 Tagen nach frühem, mittelfrühem bzw. spätem Schnitt im ersten Aufwuchs) erstreckt sich über eine Periode von 35 Tagen von Anfang Juli bis Mitte August. Die Ertragsbildung im 2. Aufwuchs wurde stärker durch die Witterung als durch das Schnittregime beeinflusst. (Abb. 2)

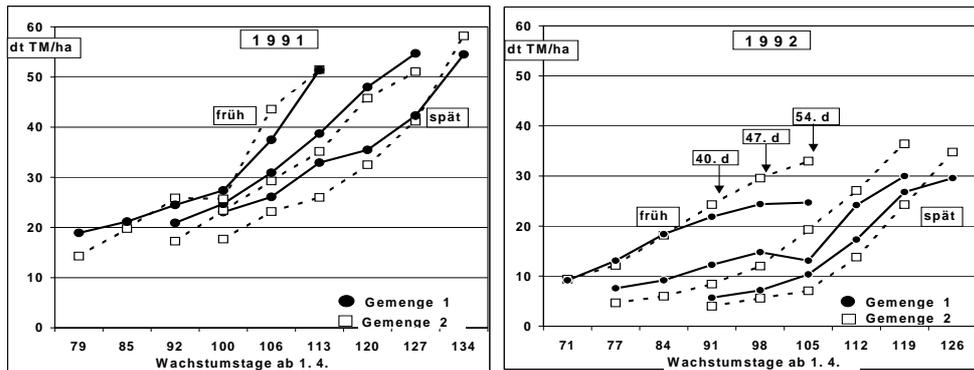


Abb.2: Trockenmasseertrag im 2. Aufwuchs in Abhängigkeit vom Schnittregime

Im Mittel der Versuchsvarianten waren die Erträge im 2. Aufwuchs des Jahres 1992 um 40 % niedriger als 1991, während die Unterschiede beim 1. Aufwuchs nur 10 % betragen.

Die Energiedichte als wesentliches Merkmal zur Abgrenzung der Nutzungszeitspannen wird entscheidend durch den Schnittzeitpunkt bestimmt, weist jedoch in Abhängigkeit von der Bestandszusammensetzung und dem Entwicklungsverlauf beachtliche Unterschiede auf. (Tab.1)

Tab. 1 Energiedichte in den Aufwüchsen in Abhängigkeit vom Schnittregime

		1991						1992							
		Gemenge 1			Gemenge 2			Schnitt-		Gemenge 1			Gemenge 2		
		SV 1	SV 2	SV 3	SV 1	SV 2	SV 3	termine	SV 1	SV 2	SV 3	SV 1	SV 2	SV 3	
1. Aufwuchs	29.5.	7,01			6,61			21.5.	6,37			6,56			
	10.6.	5,88			6,00				1.6.	5,46			6,16		
	20.6.	5,56			5,90					4,99			5,59		
2. Aufwuchs	9.7.	6,27			6,10			29.6.	5,85			6,12			
	15.7.	5,79			5,70				6.7.	5,76			5,81		
	22.7.	5,32	5,80		5,65	5,92	13.7.			5,65	5,71		5,83	6,34	
	29.7.		5,57	5,85		5,60			6,02	20.7.		5,66	6,08		5,99
	5.8.		5,26	5,64		5,46	5,74		27.7.			5,49	5,80		5,37
	12.8.			5,18			5,08			3.8.			5,65		
3. Aufwuchs	27.8.	5,88			6,13			17.8.	5,81			6,08			
	2.9.	5,65			6,22				24.8.	5,76			5,99		
	9.9.	5,74	6,34		6,29	6,27	31.8.			5,83	5,59		6,20	5,79	
	16.9.		6,50	6,42		6,31			6,38	7.9.		6,15	5,81		6,03
	23.9.		6,43	6,43		6,45	6,40		14.9.			6,45	6,53		6,17
	30.9.			6,27			6,58			21.9.			6,45		

SV = Schnittvariante

So ist der tägliche Rückgang der Energiedichte in den Gemengen mit Welschem Weidelgras besonders im 1. Aufwuchs deutlich höher als beim Gemenge mit Deutschem Weidelgras, wodurch die Nutzungszeitspanne des frühen Gemenges auf 10 Tage beschränkt ist. Die zusätzliche Verwendung einer mittelspäten Rotkleeorte mit Deutschem Weidelgras als Partner ermöglicht eine Verlängerung der Nutzungszeitspanne auf 3 Wochen, womit eine bessere Staffelung des Futteranfalls in den Folgeaufwüchsen erreicht wird.

Das mittelspäte Gemenge erwies sich auch in Bezug auf die Gesamterträge als sehr leistungsfähig. In allen Schnittvarianten wurden signifikant höhere Erträge als mit dem traditionellen Gemenge von Rotklee und Welschem Weidelgras erzielt. (Abb. 3)

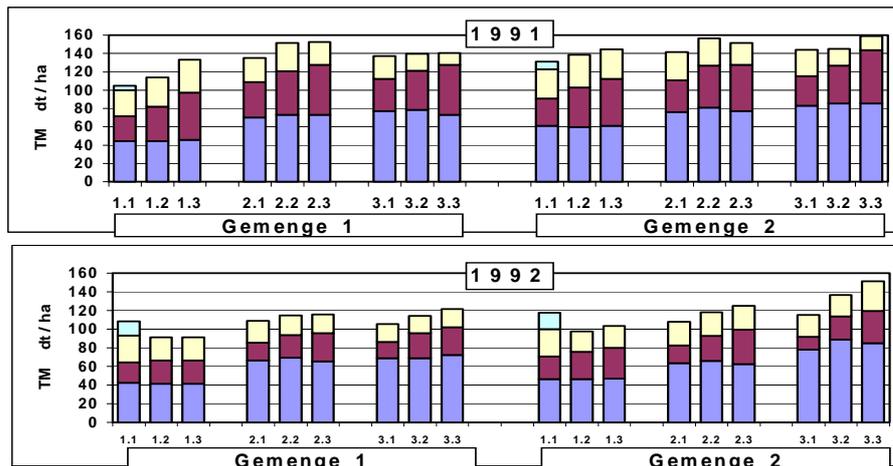


Abb. 3: Gesamterträge und Ertragsverteilung bei unterschiedlichem Schnittregime

Die höchsten Erträge an Trockenmasse und Energie (NEL) erbrachte das Gemenge mit Welschem Weidelgras in der Variante mit mittelfrühem Erstschnitt, das Gemenge mit Deutschem Weidelgras in der späten Schnittvariante.

Die Ertragsverteilung auf die Aufwüchse wird durch das Schnittregime bestimmt. Der Ertragsanteil des 1. Aufwuchses lag zwischen 40 und 60 % des Jahresertrages. Die Erträge in den Folgeaufwüchsen weisen eine große Variabilität in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf auf. Ein vierter schnittwürdiger Ertrag ist nur in der Frühschnittvariante zu erwarten.

4. Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Durch Verwendung von Rotklee-gras-Gemengen unterschiedlicher Reifegruppen und durch gestaffelten ersten Schnitt ist eine kontinuierliche Bereitstellung von hochwertigem Futter von Ende Mai bis Ende September an mindestens 90 Tagen möglich. Als Kriterium wurde ein schnittwürdiger Ertrag sowie eine Energiedichte von $> 5,7$ NEL MJ/kg TS zugrundegelegt.

Im 1. Aufwuchs wurden diese Bedingungen durch das Gemenge mit Welschem Weidelgras an 10-12 Tagen erfüllt, während das Gemenge mit Deutschem Weidelgras eine Verlängerung der Nutzungszeitspanne um etwa 10 Tage ermöglicht.

Im 2. Aufwuchs wurde der Grenzwert nach 40-47 Wachstumstagen erreicht. Durch die Staffelung des ersten Schnittes ergaben sich Nutzungszeitspannen von etwa 30 Tagen.

Bei frühem Erstschnitt kann ab Mitte August mit der Ernte des 3. Aufwuchses begonnen werden. Da sich die Qualitätsmerkmale im Spätsommer wenig verändern, ist eine Nutzungszeitspanne bis Ende September möglich.

Literatur

- FRIEDEL, K.; 1950: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulase-Methode. Wiss. Z. Uni Rostock, N-Reihe 39-8, S. 78-86
- PAECH, E., 1995: Ertragsbildung und Qualitätsentwicklung verschiedener Rotkleetypen in Gemengen mit Gräsern in Abhängigkeit vom Schnittregime. Diss. Universität Rostock

15 Jahre Forschung zum Rotkleeergrasbau an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät Rostock

von

Christel Meinsen

Institut für umweltgerechten Pflanzenbau, Universität Rostock

1. Entwicklungstendenzen

In seiner 200-jährigen Geschichte als Kulturpflanze haben der Rotklee und sein Anbau in Gemengen mit Gräsern als Futterlieferant und bodenverbessernde Pflanzen unterschiedliche Wertungen erfahren. Charakterisiert durch gute Wüchsigkeit unter feuchten Bedingungen und hohe Futterqualität bieten Kleeergras-Gemenge vielseitige Einsatzmöglichkeiten als Frischfutter oder Konservate für Wiederkäuer. In gleichem Maße sind die positiven Wirkungen in der Fruchtfolge hervorzuheben, die auf der Stickstoffanreicherung über die symbiotische N₂-Fixierung und dem Verbleib großer Mengen organischer Substanz im Boden beruhen. Natürliche und ökonomische Produktionsbedingungen waren stets entscheidend dafür, welche der genannten Eigenschaften bei der Bemessung des Anbaumfanges und der Wahl der Anbauverfahren im Vordergrund standen. Im 18. und 19. Jahrhundert, als die Nährstoffversorgung der Böden ausschließlich über den Stallung abgedeckt werden mußte, trug die Eingliederung des Rotklees in die Fruchtfolge entscheidend zur Intensivierung der Landwirtschaft bei.

Einen Auftrieb erhielt der Rotkleeanbau durch das züchterische Wirken von Prof. Hans Lembke. Seine bereits 1915 zugelassene Sorte „Lembkes Malchower“ zeichnete sich durch Massenwüchsigkeit und große Winterfestigkeit aus und löste die bis dahin verwendeten ausländischen Herkünfte ab. Damit entwickelte sich der Futtersamenbau zu einem neuen Betriebszweig. Die in Malchow/Poel praktizierte kombinierte Futter- und Samennutzung des Rotklees und Verwendung als Rapsvorfrucht fand in Mecklenburg weite Verbreitung. Mit steigendem Einsatz mineralischer Stickstoffgaben, insbesondere in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts, wurden düngungsintensive Futterpflanzen wie Mais und Ackerfuttergräser begünstigt, während der Flächenanteil von Rotklee und Kleeergras kontinuierlich zurückging. Bedeutsam blieben Rotkleeergras-Gemenge für den Frischfuttereinsatz in Milchviehanlagen mit ganzjähriger Stallhaltung und für die Produktion erweißreicher Silagen. Gegenwärtig hat der Anbau von Rotklee und Rotkleeergras in den integrierten und konventionell wirtschaftenden Betrieben kaum eine Bedeutung, unentbehrlich sind dagegen Leguminosen als Stickstofflieferanten im ökologischen Landbau.

2. Forschungsschwerpunkte und Ergebnisse

Der Kleeergrasbau war seit 1975 ein Schwerpunkt in der Futterbauforschung der Universität Rostock. Die Forschungsaufgaben wurden durch das Institut für Futterproduktion Paulinenaue koordiniert und orientierten sich an Problemen der Praxis. In Bezug auf die Wahl der Sorten und Saatmischungen bestand eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Futterpflanzenzüchtung in Malchow/Poel.

In den ersten Jahren standen Fragen der sicheren Gestaltung des Produktionsverfahrens im Mittelpunkt (MEINSEN, 1978, 1981). Infolge der zunehmenden Chemisierung der Landwirtschaft hatten sich die Bedingungen für die bis dahin vorherrschende Aussaat von Rotklee und Kleeergras in Getreidedeckfrüchte stark verschlechtert. Auf der Grundlage zahlreicher Feldversuche und Produktionsexperimente wurde den Futterbaubetrieben als Alternative die Aussaat mit Futterdeckfrüchten, vor allem mit Grünhafer oder Sommergerste zur Ganzpflanzensilierung, und damit der Übergang zur zweijährigen Nutzung bei einmaliger Überwinterung empfohlen (BOHLMANN, 1985). Blanksaaten im Frühjahr oder Spätsommer mit einjähriger Nutzung erwiesen sich als weniger leistungsfähig, haben aber bei Einordnung von Kleeergras zur Begrünung von Rotationsbrachen ihre Berechtigung. Ebenso gewinnen Untersaaten in Getreide unter extensiven Produktionsbedingungen wieder an Bedeutung. (Abb. 1)

Für grünlandarme Betriebe, die Klee grasflächen in die Beweidung einbeziehen, kann auch die dreijährige Nutzung empfohlen werden. Auf Grund des geringen Ertragsabfalls nach der zweiten Überwinterung können Ertragsminderungen durch das ertragsschwächere Ansaatjahr besser ausgeglichen werden als bei nur zweijähriger Nutzung. Voraussetzung sind ausreichend dichte Pflanzenbestände, die nur durch risikoarme Ansaatverfahren sicherzustellen sind sowie die Verwendung tetraploider Rotkleearten, die sich im Vergleich zu diploiden Sorten durch höhere Vitalität und Ausdauer auszeichnen. Die Nutzung des positiven Vorfruchteffektes wird jedoch mit Verlängerung der Nutzungsdauer eingeschränkt.

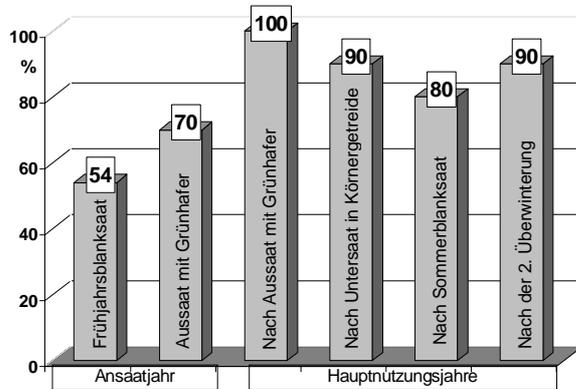


Abb. 1 Relativer Ertragsvergleich von Klee grasbeständen nach unterschiedlichen Ansaatverfahren

Ein weiterer Schwerpunkt in der Forschung waren Versuche zum Konkurrenzverhalten von Rotklee und Gräsern unter dem Einfluß der mineralischen Stickstoffdüngung (MEINSEN, 1988).

Ein häufig verwendeter Partner für den Klee grasbau ist das Welsche Weidelgras. In der Praxis herrschen grasreiche Bestände vor, die mit hohen Stickstoffgaben versorgt werden. Versuchsergebnisse aus Rostock unterstreichen die Vorteile des Klee grasbaus ohne mineralische Stickstoffdüngung. Im Mittel zahlreicher Versuche wurden mit

Klee gras 140 dt/ha Trockenmasse und 24 dt/ha Rohprotein produziert. Die Erträge lagen um > 10% höher als bei reinem Rotklee. Bei Gräserreinsaaten waren 200 – 240 kg/ha N an mineralischem Stickstoff für vergleichbare Erträge an Trockenmasse und 300 kg/ha N für gleich hohe Rohproteinerträge erforderlich. Neben der Stickstoff einsparung sind die bessere Ertragsverteilung auf die Aufwüchse sowie die höhere Ertragsstabilität bei Trockenheit hervorzuheben.

Die positive Wirkung des Gemengeanbaus beruht einerseits auf der konkurrenzlosen Nutzung des bodenbürtigen Stickstoffs durch die Begleitgräser, zum anderen auf der direkten Bereitstellung von fixiertem Stickstoff durch den Rotklee. Eine mineralische Düngung zu Klee gras-Gemengen mit 40 bzw. 80 kg/ha N je Aufwuchs hatte zunächst nur Bestandsumschichtungen zur Folge, die mit der Reduzierung des Rohproteingehaltes einhergehen. (Abb. 2).

Da Mehrerträge durch mineralischen Stickstoff ausschließlich über die Graskomponenten erzielt werden, sind die Erfolgsaussichten einer Düngung vom Grasanteil, aber auch vom Konkurrenzverhalten und dem Stickstoffverwertungsvermögen des Graspartners abhängig. Bei Ausgangspflanzenbeständen mit > 50% Rotklee waren nur konkurrenzstarke Gräser, wie Welsches Weidelgras oder Wiesenschweidel, ein Gattungsbastard von *Festuca pratensis* Huds. x *Lolium multiflorum* Lam., in der Lage, zusätzliche Stickstoffgaben effektiv zu nutzen. Das Gemenge mit dem konkurrenzschwachen Wiesenschwingel reagierte dagegen kaum auf die Stickstoffdüngung, während sich Gemenge mit Deutschem Weidelgras dazwischen einordnen.

Klee gras-Gemenge mit tetraploidem Rotklee als Hauptbestandsbildner lieferten auch nach der 2. Überwinterung ohne Stickstoffdüngung beachtliche Erträge von > 120 dt/ha Trockenmasse. Mit steigendem Grasanteil sind insbesondere im 1. Aufwuchs Mehrerträge zu erwarten, die einen Aufwand von 40-60 kg/ha N rechtfertigen. Die Stickstoffverwertung in den Folgeaufwüchsen waren degegen vom Witterungsverlauf abhängig und völlig unbefriedigend.

Beim Anbau von Rotklee und Rotklee gras im ökologischem Landbau sind Angaben über die aus der Symbiose mit den Rhizobium-Bakterien stammenden Stickstoffmengen von besonderem Interesse. Aus diesem Grunde wurden nach 1990 zunehmend Unter-

suchungen zum Stickstoffhaushalt in das Versuchsprogramm einbezogen (SCHMUDE, 1991).

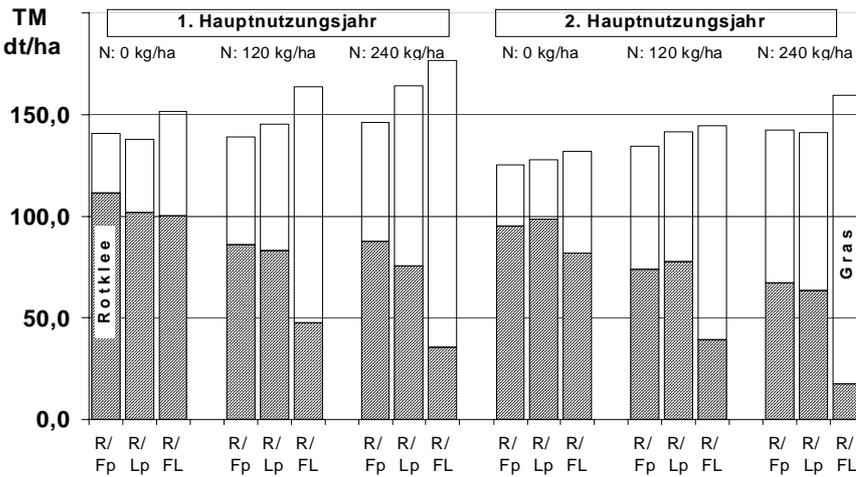


Abb. 2 Einfluß der Stickstoffdüngung auf Bestandeszusammensetzung und Ertrag unterschiedlicher Klee-gras-Gemenge (Rostock 1982-1986)

(R=Rotklee, Fp=Wiesenschwingel, Lp=Deutsches Weidelgras, FL=Wiesenschweidel)

Bei Stickstoffentzügen von 400 kg/ha N durch Klee-gras und 150 kg/ha N durch die als Referenzfrüchte angebaute Gräser ergeben sich nach der Differenzmethode 250 kg/ha N, die durch den Rotklee fixiert wurden. Das entspricht einem Anteil von 62% luftbürtigem Stickstoff am gesamten N-Entzug. Mit den Ernte- und Wurzelrückständen verbleiben darüber hinaus beachtliche Mengen an organisch gebundenem Stickstoff im Boden. In Abhängigkeit von der Bestandeszusammensetzung und dem Anteil von Stoppeln und Wurzeln ergab sich bei Untersuchungen bis zu 90 cm Bodentiefe ein Stickstoffpotential zwischen 128 und 195 kg/ha N (WEGNER, 1994).

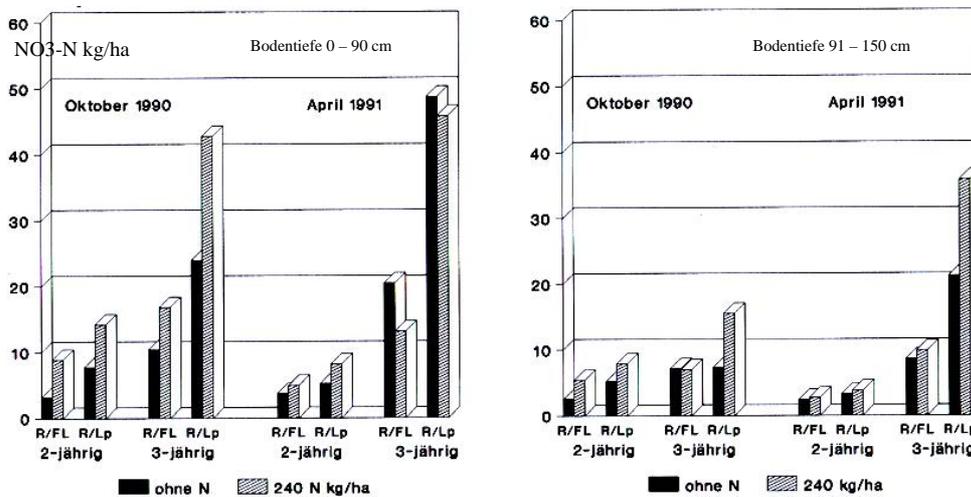


Abb. 3 $\text{NO}_3\text{-N}$ (kg/ha) unter Klee-gras vor und nach der Überwinterung in Abhängigkeit von Stickstoffeinsatz und Bestandesalter

(R/FL=Rotklee mit Wiesenschweidel, R/Lp=Rotklee mit Deutschem Weidelgras)

Die Freisetzung von mineralisiertem Stickstoff wird durch zahlreiche Faktoren bestimmt. Während der Vegetationszeit ist der Gehalt an anorganischem Stickstoff

unter Kleegrasbeständen im allgemeinen gering. Durch kontinuierliche Untersuchungen in zwei Versuchsjahren wurden in der Bodenschicht 0 – 60 cm 22-32 kg/ha N_{\min} bzw. 9-15 kg/ha NO_3-N ermittelt (SCHMUDE, 1991). Durch unangemessenen Stickstoffeinsatz zu kleereichen Gemengen mit wenig konkurrenzstarken Graspartnern kann es zum Anstieg des Nitratgehaltes kommen, so dass Verlagerungen in tiefere, nicht mehr wurzelzugängige Schichten während der Überwinterung nicht auszuschließen sind. (Abb.3)

Der Wiesenschweidel war besser in der Lage, überschüssige N-Mengen aus der mineralischen Düngung und aus der Zersetzung abgestorbener Rotkleewurzeln zu verwerten als Deutsches Weidelgras.

Eine verstärkte Mineralisierung und NO_3-N Freisetzung erfolgt jedoch erst nach dem Umbruch. Entscheidenden Einfluß auf die Nutzung des N-Potentials sowie Vermeidung von Umweltbelastungen haben Zeitpunkt und Art des Umbruchs sowie die Wahl der Folgefrucht. Vorzugsvarianten sind der Nachbau von Raps nach Sommerumbruch und der Nachbau von Mais nach Frühjahrsumbruch.

Untersuchungen zur Ertragsbildung und zu den Qualitätsveränderungen von Rotkleegras-Gemengen in Abhängigkeit vom Schnittregime waren Gegenstand von zwei Dissertationen (STERZ, 1988, PAECH, 1995). Sie erbrachten den Nachweis für die große Nutzungselastizität, die bei Einbeziehung mittelspäter Sorten und Saatmischungen eine kontinuierliche Frischfuttersversorgung in hoher Qualität an mehr als 90 Tagen ermöglicht. Die umfangreichen Versuchsdaten bieten darüber hinaus die Grundlage für mathematische Modellierungen zur Ableitung von Richtwerten für die Erntevorausschätzung. Ausgewählte Ergebnisse werden im Beitrag „Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Rotkleegras-Gemengen in Abhängigkeit vom Schnittregime“ vorgestellt

3. Zusammenfassung

Ausgehend von der Bedeutung von Rotkleegras für konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe werden Forschungsschwerpunkte vorgestellt, die von 1975 – 1990 an der Universität Rostock bearbeitet wurden. Sie betreffen das Problem des Ansaatverfahrens, die Wahl der Gemengepartner für eine unterschiedlich lange Nutzungsdauer, die Ertrags- und Qualitätsentwicklung unterschiedlicher Gemenge in Abhängigkeit vom Schnittregime sowie Fragen der Stickstoffdüngung und des Stickstoffhaushaltes.

Literatur

- BOHLMANN, G.: Pflanzenbauliche Untersuchungen zur Grobfutterproduktion im Norden der DDR.-Diss. (B), Universität Rostock 1985.
- MEINSEN, Ch.: Produktionsanleitung und Richtwerte für den Anbau von Rotkleegras. Markkleeberg 1978, 60 S.
- MEINSEN, Ch.: Pflanzenbauliche Aspekte der Ertragsprogrammierung beim Anbau von Rotklee und Rotkleegras.-Diss.(B), Universität Rostock 1981.
- MEINSEN, Ch.: Anbaueignung des Wiesenschweidels für den Kleegrasbau mit ein- und zweimaliger Überwinterung.-In: Züchtung und Anbau von Wiesenschweidel. Berlin 1988, 21 – 29.
- PAECH, E.: Ertragsbildung und Qualitätsentwicklung verschiedener Rotkleetypen in Gemengen mit Gräsern in Abhängigkeit vom Schnittregime.- Diss.(A), Universität Rostock 1995.
- SCHMUDE, D.: Stickstoffdüngung zu Rotkleegras-Gemengen – Einfluß auf Trockenmasse- und Stickstofftrag, Bestandszusammensetzung und N_2 -Fixierung sowie die N_{\min} -Dynamik im Boden.- Diss.(A), Universität Rostock 1991.
- STERZ, L.: Untersuchungen zur Ertragsleistung und zur Beeinflussung der Futterqualität von Rotkleegras-Gemengen durch die Verwendung unterschiedlicher Gemengepartner bei differenziertem Schnittregime.- Diss.(A), Universität Rostock 1988.
- WEGENER, M.: Stickstoffproduktionsvermögen ein-, zwei- und dreijähriger Rotkleegrasbestände. Diplomarbeit, Universität Rostock 1994.

Die Entwicklung der Leguminosen *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* und *Trifolium hybridum* im 10-jährigen Extensivierungsversuch auf Grundwassersandgrünland an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern

von

Renate Bockholt

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

Problemstellung

Grundwassersande (Feinsandgleye) sind typische Grünlandstandorte der Ostseeküste Mecklenburg – Vorpommerns, die durch Eindeichung von Salzgrünland seit 1900 für die intensive Nutzung erschlossen und zur Zeit der DDR hoch intensiv als Wechselgrünland genutzt wurden. Im 1992 angelegten hier zur Debatte stehenden Extensivierungsversuch wird die Weidenutzung in Form der 3-Schnittnutzung imitiert, werden alternative Pflegeschnittvarianten mit Entfernung und Mulchen der Phytomasse und die natürliche Sukzession geprüft. Es handelt sich um Böden (18 bis 22 Bodenpunkte) mit einem früheren Ertragsniveau von 120 - 150 dt TM/ha bei intensivster Bewirtschaftung. Die frühere intensive Bewirtschaftung bestand in intensiver Düngung (jährlich >300 kg N, 50 kg P, 200 kg K), regelmäßiger Ansaat von leistungsstarken Futtergräsern im Wechsel mit Silomais und zweiseitiger Wasserregulierung mit Steuerung der Grundwasserganglinie im Bereich von 40 bis 60 cm unter Flur.

2. Versuchsvarianten, konstante Faktoren und Schnitttermine

Faktor A: Begrünungsvarianten (3 Stufen)

- A1= Selbstbegrünung
- A2 = artenarme Mischung leistungsstarker Weidelgräser für schnelle Aushagerung
- A3 = Vielartenmischung mit 11 Komponenten und Kleeanteilen (*Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Trifolium hybridum*, *Medicago lupulina*) im Sinne des ökologischen Landbaus

Faktor B: Nutzungshäufigkeit (4 Stufen)

- B1 = ohne Nutzung = freie Sukzession
- B2 = 1 Schnitt
- B3 = 2 Schnitte
- B4 = 3 Schnitte

Faktor C: Verbleib der Phytomasse (2 Stufen)

- C1 = Phytomasse geräumt
- C2 = Phytomasse gemulcht

Maßnahme	Sukzession	1 Schnitt	2 Schnitte	3 Schnitte
1. Schnitt	Ohne	22. Juli	9. Juni	25. Mai
2. Schnitt	Ohne		22. Sept.	22. Juli
3. Schnitt	Ohne			22. Sept.

Konstante Faktoren:

- **Küstenüberschwemmungsgrünland**, gedeicht vor 1900; Feinsandgley, **Ohne Düngung**
- **Höhe über dem Meeresspiegel:** 18 cm HN, 33 cm NN
- **Grundwasser-Flur- Abstand :** 60 -100 cm im Sommer, 10 – 40 cm im Winter
- **50- jährige Klimamittel:** 599 mm Jahresniederschlag, 8°C Jahrestemperatur
- **pH-Wert (KCL):** zu Beginn 5,1; nach 10 Jahren 4,5;
- **Versorgungsstufen des Bodens:** K = A, P = C, Mg = E

3. Ergebnisse

3.1. Arteninventar des 3-faktoriellen Parzellenversuches

Der 3-faktorielle Parzellenversuch bezieht sich auf das im Naturschutzgebiet überwiegende Lolio-Elytrigietum, das von den dominierenden Arten Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) und / oder Gemeine Quecke (*Elytrigia repens*) geprägt ist. Dieser Vegetationstyp des frischen Grünlandes ist durch Feuchtezahlen von 5,8 (Wasserstufe 2+) gekennzeichnet. Mit 86 Arten und 13 geschützten Arten auf 1.700 m² ergibt sich ein hohe Diversität, die einerseits durch die differenzierte Bewirtschaftung der Versuchspartellen (Strukturvielfalt) und andererseits durch den Nutzungswandel (vom ackerähnlichen Saatgrasland zum Dauergrünland) begründet ist. Bemerkenswert ist das in den letzten Jahren registrierte Auftreten der Magerkeitszeiger Gemeines Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*), Wiesensegge (*Carex nigra*), Hainbinse (*Luzula campestris*), Gemeines Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*) in den Aushagerungsvarianten bei 3 Schnitten.

3.2. Einfluß der Begrünungsvariante

Der Einfluß der Ansaatvariante ist insofern gegeben, dass angesäte Arten in Abhängigkeit von ihrer Konkurrenzkraft und Lebensdauer die Wiederbesiedlung mit autochthonen Arten zunächst verhindern, indem sie unter geeigneten Voraussetzungen den Platz für ihr eigenes Wachstum behaupten. Die Selbstbegrünungsvariante hatte auf dem kahlen abgeernteten Maisacker nach flacher Bodenbearbeitung die besten Voraussetzungen für eine schnelle Umstellung der Vegetation auf bodenständige Arten.

Die Weidelgrasvariante mit Welschem Weidelgras (*Lolium multiflorum*) und Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*) verhinderte das Eindringen bodenständiger Arten sicher über einen Zeitraum von 3 Jahren. Die Vielartenmischung mit Gräsern und Leguminosen setzte der Ausbreitung bodenständiger Pflanzenarten längerfristig größten Widerstand entgegen, wobei besonders Wiesenfuchschwanz (*Alopecurus pratensis*), Gemeiner Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Weißklee (*Trifolium repens*) eine bedeutende über 10 Jahre hinaus reichende Standhaftigkeit erreichten.

3.3. Der Einfluß des Mulchens

Erstens bewirkt das Mulchen eine Nährstoffrückführung auf die Erntefläche, wobei im Gegensatz zur Räumung der Flächen keine Aushagerung erfolgt. Darauf begründet sich das unterschiedliche Auftreten von Pflanzenarten, die Nährstoffreichtum oder Nährstoffarmut bevorzugen. Zweitens reichert sich an der Bodenoberfläche eine Rohhumusschicht an, die Keimung und Entwicklung bestimmter Pflanzen ausschließt. Nach 10-jähriger Versuchsdurchführung sind signifikante Differenzen der Bodengehaltswerte in Bezug auf N-min, C-, P- und K- Gehalte und auch bedeutende Differenzen im Hinblick auf das Ertragsniveau und die Verbreitung der Grünlandpflanzen aufgetreten.

Quecke (*Elytrigia repens*), Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), Große Brennnessel (*Urtica dioica*) und Weißklee (*Trifolium repens*) waren unter den nährstoffreichen Bedingungen des Mulchens bevorteilt. Dagegen profitieren Knäuelbinse (*Juncus conglomeratus*), Rotschwinge (*Festuca rubra*) und Gemeiner Hornklee (*Lotus corniculatus*) deutlich von den nährstoffarmen Bedingungen der Entfernung des Schnittgutes.

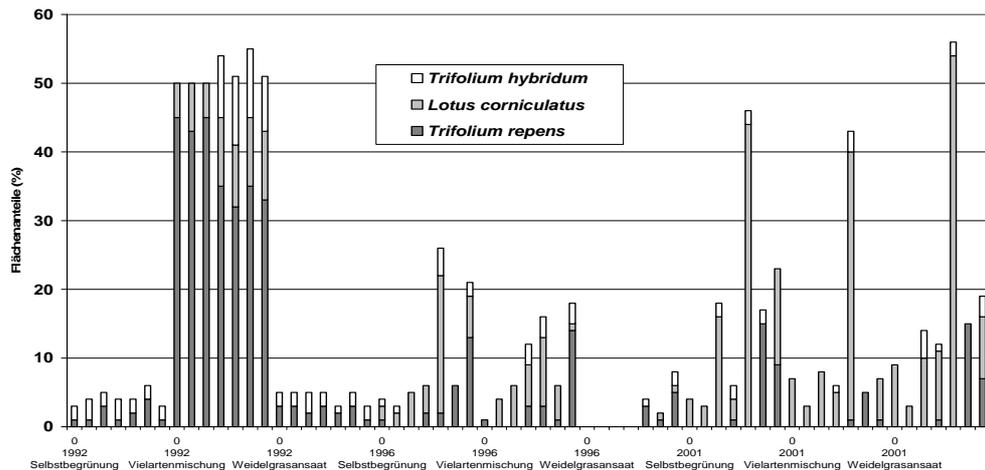


Abb. 1: Flächenanteile der 3 ausdauernden Leguminosen im Aushagerungsversuch

3.4. Ertragsentwicklung

In den ersten beiden Nutzungsjahren war eine signifikante Überlegenheit der Vielartenmischung mit Leguminosenanteilen vorhanden, die durch die danach einsetzende Wanderung der Leguminosen aufgehoben wurde. Die Leguminosen drangen zunächst in die Selbstbegrünungsvariante, später auch in die Weidelgrasansaat ein. Die anfängliche Ertragsüberlegenheit der Vielartenmischung und die spätere Annäherung der Variante Selbstbegrünung kann durch die Leguminosenanteile begründet werden.

Tab. 1: Ertragsentwicklung (dt TM/ha) der Aushagerungsvarianten über 10 Jahre

TM (dt/ha)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Mittel
1 Schnitt	18	32	21	58	35	42	63	89	73	72	50
2 Schnitte	31	48	37	55	53	58	79	78	80	71	59
3 Schnitte	20	50	37	71	47	67	69	52	52	47	51
Selbstbegrünung	10a	38a	30	69	58	63	76	82	77	69	57
Vielartenmischung	43b	64b	33	68	42	53	64	64	59	58	55
Weidelgrasansaat	17a	29a	30	46	35	51	70	73	69	63	48
Mittel der Aushagerung	23	43	31	61	45	56	70	73	68	63	53
Mittel der Mulchvarianten	21	55	41	83	64	81	114	89	106	101	75

3.5. Optima der ausdauernden Leguminosen im 10-jährigen Versuch

Während *Medicago lupulina* nur im Ansaatjahr geringe Flächenanteile einnahm, konnten sich die mehrjährigen Leguminosen *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* und *Trifolium hybridum* dauerhaft etablieren.

Gemeiner Hornklee (*Lotus corniculatus*)

Gemeiner Hornklee war in der Vielartenmischung enthalten. Bis zum 10. Nutzungsjahr konnte er sich in allen Versuchsvarianten behaupten (5 – 55 %). Er wanderte in alle Nachbarparzellen ein und erreichte sein Optimum in der 2-schnittigen Nutzung. Durch Entfernung der Phytomasse (Aushagerungseffekte mit anfänglichem Stickstoff- und späterem Kalimangel) wurde er begünstigt.

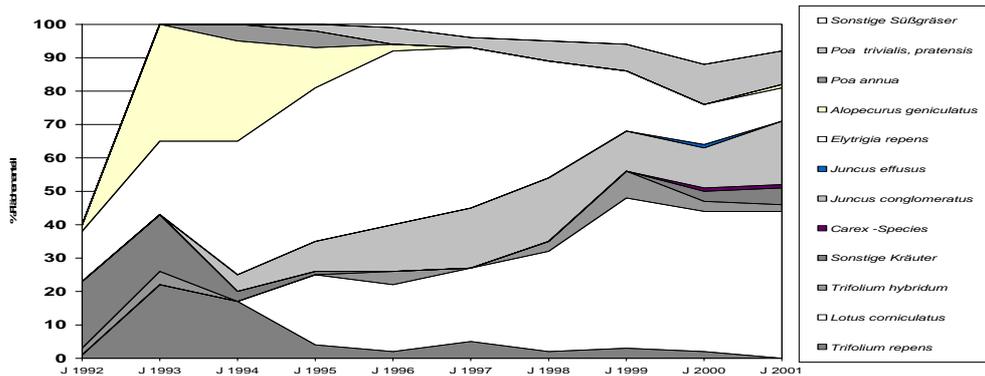


Abb. 2: Vegetationsentwicklung in einer der Optimalvarianten für *Lotus corniculatus* „Selbstbegrünung, 2- Schnittnutzung, Phytomasse entfernt“

Weißklee (*Trifolium repens*)

Weißklee war in der Vielartenmischung enthalten. Er war unter der Bedingung einer 2- und 3-schnittigen Nutzung in allen Begrünungsvarianten vertreten, da er sich im Gelände durch Samen verbreiten konnte (2 – 20 %). Während nach 5 Jahren Aushagerung noch keine Differenzierung zwischen gemulcheten und geräumten Parzellen zu erkennen war, erreichte er nach 10 Versuchsjahren sein Optimum bei 3-maliger Nutzung in den Varianten Selbstbegrünung bzw. Weidelgrasansaat unter dem Einfluss der nährstoffreicheren Variante des Mulchens.

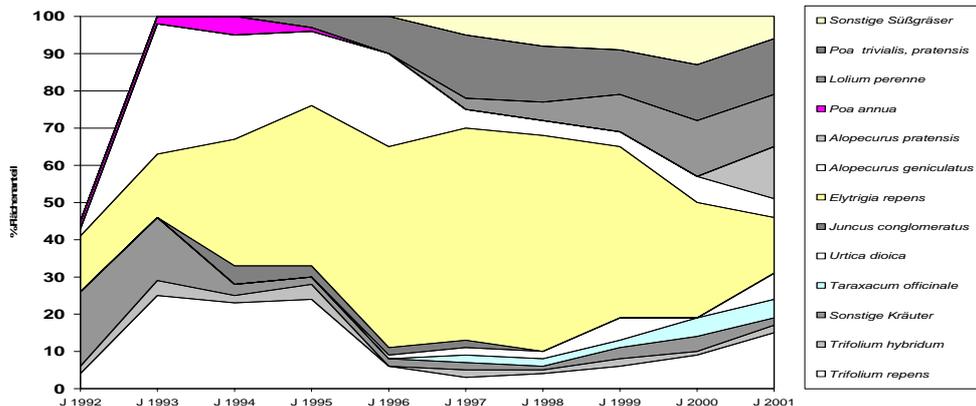


Abb. 3: Vegetationsentwicklung in einer der Optimalvarianten für *Trifolium repens* „Selbstbegrünung, 3- Schnittnutzung, Phytomasse gemulcht“

Schwedenklee (*Trifolium hybridum*)

Schwedenklee war in der Vielartenmischung enthalten. Durch Samenverbreitung wanderte er in alle Varianten der 2- und 3-Schnittnutzung ein und konnte sich mit Flächenanteilen von 1 bis 4 % dauerhaft behaupten. Eine Vorteilsvariante (Begrünung, Mulchen oder Räumen des Erntegutes) war in Folge der durchgehend geringen Bedeutung nicht zu erkennen.

4. Schlussfolgerung

Die Stickstoff fixierenden ausdauernden Leguminosen waren auf dem stickstoffarmen Sand Voraussetzung für das Erreichen von differenzierten Erträgen und differenzierten Aushagerungseffekten in Bezug auf die P- und K-Gehalte des Bodens.

Effekte langjährig differenzierter N-, P- und K-Gaben auf die *Trifolium repens* L.-Ertragsanteile verschiedener Mähweiden

von

M. Sterzenbach und W. Opitz v. Boberfeld

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II

- Grünlandwirtschaft und Futterbau - der Justus-Liebig-Universität Gießen

1. Einleitung

Trifolium repens ist eine formenreiche Verbands-C.A., die vorwiegend auf Weiden und Mähweiden auftritt; auf ausreichend mit Phosphat und Kalium versorgten Standorten ist *Trifolium repens* in allen Höhenlagen vertreten. Ertragsanteile lassen sich über die N-Versorgung und die Nutzungsfrequenz steuern, vgl. Abb. 1. Erhöhte N-Gaben führen zu einer Minderung der Ertragsanteile; eine ausreichende Grundnährstoffversorgung fördert dagegen die Kampfkraft. Eine unzureichende Phosphat- und Kaliumversorgung wirkt

sich deshalb negativ auf den Leguminosenanteil aus (KLAPP 1971, MENGEL 1991). Nach WEISS (1980), JACOB (1987) und OPITZ v. BOBERFELD (1994) führt deshalb eine PK-Düngung gegenüber Düngeverzicht zu einer Erhöhung des Leguminosenanteils. Dabei liegen die Erfolge umso höher, je geringer die Grundnährstoffversorgung des Standortes ist. Eine höhere Nutzungsfrequenz, vergleichbar mit einer Mähweide, verbunden mit einer niedrigen N-Düngung fördert die *Trifolium repens*-Ertragsanteile, da durch häufigere Nutzung und dadurch geringere Lichtkonkurrenz verbunden mit höheren N-Fixierungsraten *Trifolium repens* gegenüber den Gräsern kampfkraftiger ist. Ziel dieser Untersuchung ist es festzustellen, wie sich eine langjährige (= 16 Jahre) differenzierte N-, P- und K-Düngung auf die *Trifolium repens*-Ertragsanteile von Mähweiden vier unterschiedlicher Standorte auswirkt.

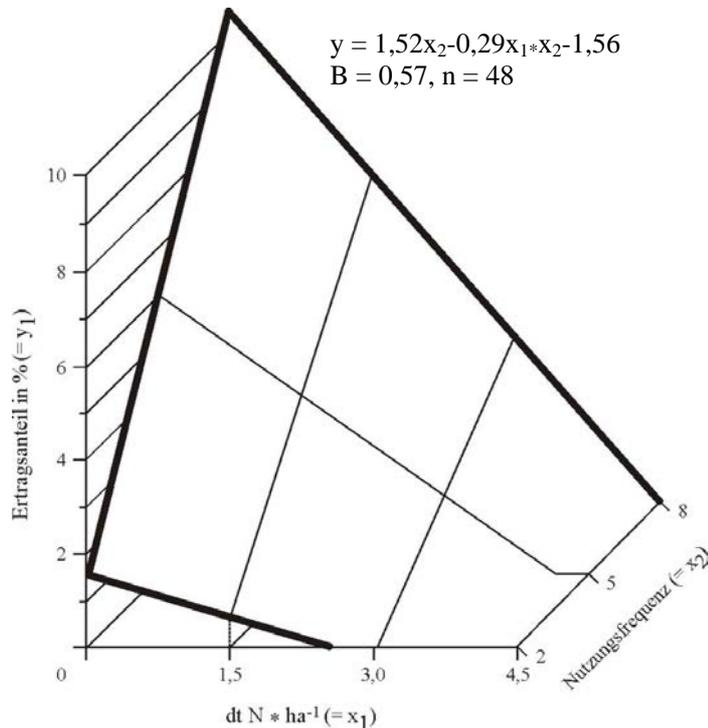


Abb. 1: Ertragsanteile von *Trifolium repens* in Abhängigkeit von N-Düngung und Nutzungsfrequenz (OPITZ v. BOBERFELD)

2. Material und Methoden

Die Versuchsflächen lagen auf vier unterschiedlichen Standorten auf Mähweiden, vgl. Tab. 1. Die Versuche wurden 1986 in Form eines Lateinischen Rechtecks mit drei Wiederholungen angelegt, vgl. Tab. 2.

Zur N-Versorgung diente Kalkammonsalpeter, Phosphat wurde in Form von Hyper- und Superphosphat gedüngt, Magnesia-Kainit und 50er Kali wurden zur Kalium-Düngung verwendet. Die Düngung erfolgte in drei Gaben: Mitte April und Mitte Juli jeweils 25 % der N-Düngergabe und 50 % der P_2O_5 - und K_2O -Düngergabe; zur dritten Gabe Ende August erfolgten die restlichen 50 % der N-Düngung.

Die Ernte erfolgte Mitte Mai, Ertragsanteile der vorkommenden Pflanzenarten wurden vor der Ernte über die Ertragsanteilschätzung nach KLAPP/STÄHLIN (KLAPP 1929) durchgeführt. P_2O_5 - und K_2O -Gehalte im Boden wurden quantitativ in einem Calcium-Acetat-Laktat-Auszug erfasst (ANONYMUS 1991).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die höchsten Ertragsanteile an *Trifolium repens* weist Standort 3 auf, der mit $2,8 \text{ mg } P_2O_5 \cdot 100 \text{ g Boden}^{-1}$ die geringste Phosphatversorgung aufweist, vgl. Tab. 1 und Abb. 2 u. 3. Eine Erhöhung der Grundnährstoffversorgung bewirkt höhere *Trifolium repens*-Ertragsanteile bis zu 30 %, vgl. Abb. 2. Erfolgt jedoch eine zusätzliche N-Düngung, so gehen die Ertragsanteile unter 3 %

Tab. 1: Standorteigenschaften der Versuchsflächen

	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4
Höhenlage (m ü. NN)	560	340	260	220
P_2O_5 -Gehalt ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$)	3,4	8,8	2,8	7,5
K_2O -Gehalt ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$)	9,4	9,6	14,7	13,1
pH-Wert	4,7	5,5	5,5	5,4

Tab. 2: Düngungsvarianten des N-, P-, K-Versuchs

Faktoren	Stufen
1. N-Düngung	1.1 $0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
	1.2 $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
	1.3 $320 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
2. P_2O_5 -Düngung	2.1 $0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
	2.2 $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
	2.3 $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
3. K_2O -Düngung	3.1 $0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
	3.2 $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
	3.3 $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

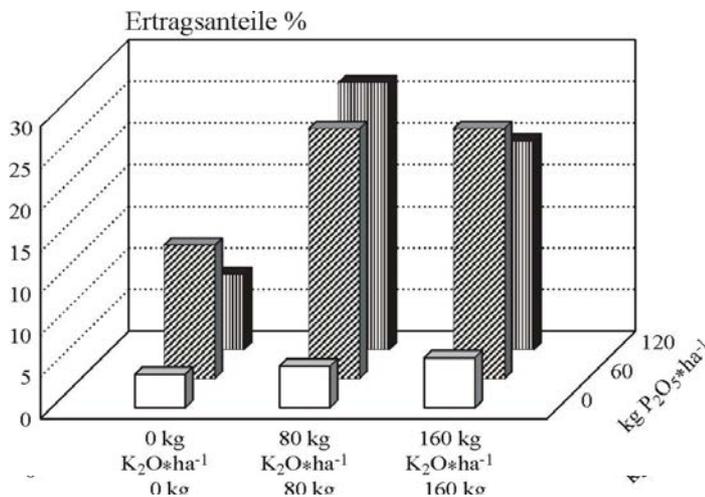


Abb. 2: Ertragsanteile von *Trifolium repens* in Abhängigkeit von P- und K-Düngung

zurück und eine grundnährstoffbedingte Differenzierung ist nicht mehr gegeben.

Höhere Versorgungsgrade an Grundnährstoffen im Boden, vor allem Phosphat, vgl. Tab. 1, bewirken auf den restlichen Standorten eine geringere grundnährstoffgabenbedingte Differenzierung der Ertragsanteile an *Trifolium repens*. Im Gegensatz zu KLAPP (1971), JACOB (1987) und OPITZ v. BOBERFELD (1994) führt somit eine Erhöhung der Grundnährstoffversorgung auf diesen drei Standorten nicht zu einer Erhöhung des *Trifolium repens*-Ertragsanteils. Aufgrund der höheren Grundnährstoffversorgung der Böden im Ausgangszustand profitieren offensichtlich die Gräser mehr als die Leguminosen; durch die dadurch erzielte höhere Biomasse wird *Trifolium repens* infolge Lichtkonkurrenz im Wuchs unterdrückt. Dieser Effekt wird zudem durch die etwas geringere Nutzungsfrequenz auf diesen drei Standorten verstärkt.

Eine Erhöhung der Phosphat- und Kaliumversorgung wirkt sich dagegen bei allen vier Standorten positiv auf die Grundnährstoffversorgung im Boden aus; dieser Effekt wird jedoch durch eine N-Düngung abgeschwächt, vgl. Abb. 3.

Somit liegt die Vermutung nahe, dass bei einer höheren Grundnährstoffversorgung der Böden, besonders mit Phosphat, die Gräser Vorteile gegenüber *Trifolium repens* besitzen. Ist die P_2O_5 -Versorgung jedoch gering und wird auf eine N-Düngung verzichtet, so ergeben sich Vorteile für die Leguminosen, so dass bei einer Erhöhung der Grundnährstoffversorgung *Trifolium repens* höhere Ertragsanteile aufweisen kann.

4. Zusammenfassung

- Die höchsten *Trifolium repens*-Ertragsanteile weist der Standort mit dem niedrigsten P_2O_5 -Versorgungsgrad des Bodens auf; gesteigerte Phosphat- und Kalium-Düngung wirken sich bei Verzicht der N-Düngung positiv auf die Ertragsanteile aus.

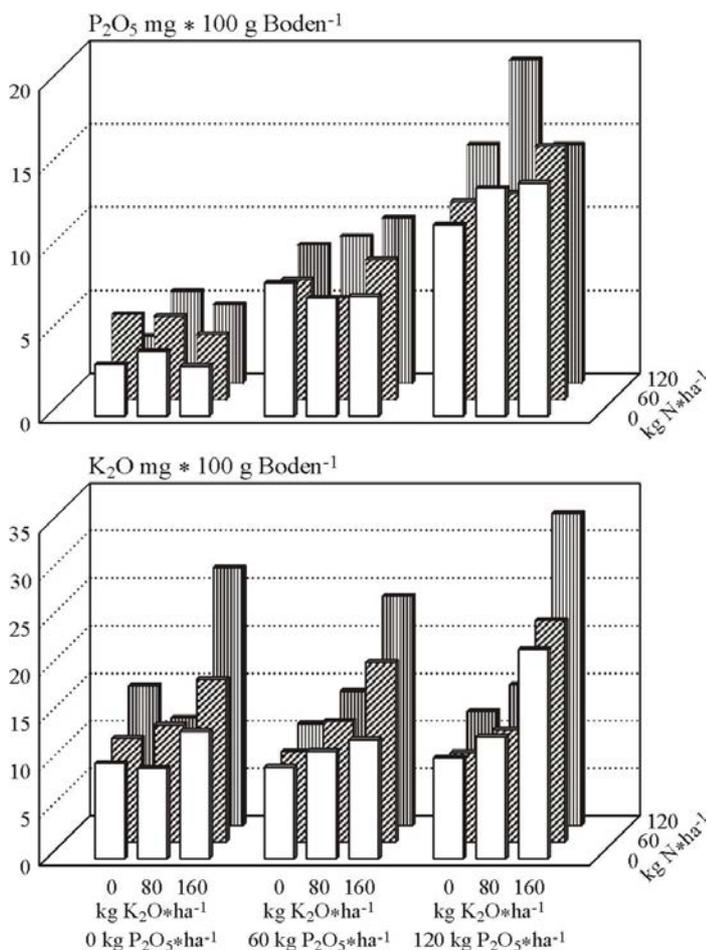


Abb. 3: P_2O_5 - und K_2O -Gehalte im Boden in Abhängigkeit von N-, P- und K-Düngung

- Liegt eine höhere Grundnährstoffversorgung im Boden vor und ist die Nutzungsfrequenz geringer, besitzen die Gräser gegenüber *Trifolium repens* eine höhere Konkurrenzkraft; eine geringere grundnährstoffgaben-bedingte Differenzierung der *Trifolium repens*-Ertragsanteile ist festzustellen.
- Eine N-Düngung wirkt sich negativ auf die *Trifolium repens*-Anteile aus; bei erhöhter N-Düngung geht die Wirkung einer Phosphat- und Kalium-Düngung auf die Grundnährstoffgehalte im Boden zurück.

Literatur

- ANONYMUS, 1991: Die Untersuchung von Böden. Methodenbuch Bd. 1, 4. Aufl., Verl. VDLUFA, Darmstadt.
- JACOB, H., 1987: Nutzung des Dauergrünlandes. In: VOIGTLÄNDER, G. & H. JACOB: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 258-332.
- KLAPP, E., 1929: Thüringische Rhönhutungen. Wiss. Arch. Landw. Abt. A, Arch. Pflanzenbau **2**, 704-786.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. 4. Aufl., Verl. Paul Paray, Berlin, Hamburg.
- MENGEL, K., 1991: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 7. Aufl., Verl. G. Fischer, Jena.
- OPITZ v. BOBERFELD, W., 1994: Grünlandlehre. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- WEISS, G. B., 1980: Vegetationsdynamik, Ertragsleistung und Futterqualität unterschiedlich bewirtschafteter Almweiden. Diss. TU München.

Silierung von Luzerne unterschiedlichen TS-Gehaltes mit und ohne den Einsatz von Impfkulturen

von

Hansjörg Nussbaum

LVVG Aulendorf

1. Einführung

Luzerne lässt sich als Silage nur schwer konservieren (MCDONALD et al., 1991). Deshalb wurde in einem Versuch geprüft, ob sich Futterwert, Gärqualität, aerobe Stabilität sowie Verdaulichkeit von Luzernesilagen mit niedrigem bzw. hohem Anwelkgrad durch den Einsatz eines handelsüblichen Gemisches von Milchsäurebakterien (MSB) verbessern lassen.

2. Material und Methoden

Im Jahr 2000 wurde der zweite Aufwuchs einer in 1999 als Reinsaat angelegten Luzerne (Sorte *Fee*) nach Vorwelken auf 25 % bzw. 40 % Trockensubstanz (TS) im Labormaßstab (Weckgläser mit 1,5 Liter Inhalt) bzw. in Fässern (120 Liter) mit und ohne den Einsatz von Milchsäurebakterien (Gemisch aus homo- und heterofermentativen MSB) einsiliert. Die Versuche wurden analog der Prüfung von Siliermitteln zur Verleihung eines DLG-Gütezeichens durchgeführt.

Mit den Laborsilos wurde schwerpunktmäßig der Gärverlauf über unterschiedliche Fermentationsdauer von 2, 5, 8, 14, 30, 90, 180 Tagen untersucht. Die Silagen aus den Fässern dienten einem Verdauungsversuch mit Hammeln, der nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie durchgeführt wurde.

Die Inhaltsstoffe des Ausgangsmaterials für die Versuche sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Luzerne wies beim Einsilieren hohe Rohprotein-, Rohfaser- und Rohaschegehalte bei vergleichsweise niedrigem Zuckergehalt auf. Das erklärt die bekanntermaßen schlechte Vergärbarkeit (VK < 45) dieser Futterpflanze selbst bei hohem Anwelkgrad.

Tab. 1 Merkmale des Ernteguts beim Einsilieren am 13. bzw. 14.06.2000

Parameter	n	TM	XP	XF	XA	Zucker	PK*	Z/PK*	VK*	NO ₃
		%	%	%	%	% i. TS	mg			mg/kg TM
Variante		i.TS	i.TS	i.TS	i.TS	Msre.				
TS 25	3	21,6	21,01	28,05	12,09	3,21	12,33	0,26	23,7	2658
TS 40	3	38,9	21,33	30,61	10,88	2,12	11,14	0,19	39,1	3876

* Vergärbarkeitskoeffizient $VK = TM + 8 \times Z/PK$; PK = Pufferkapazität, Z/PK = Quotient aus Zuckergehalt und Pufferkapazität

3. Ergebnisse

3.1 Laborversuch

3.1.1 Schwach angewelkte Luzerne

Bei der Nasssilage (25 % TS) bestanden unabhängig von der Lagerungsdauer keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten hinsichtlich Futterwert und Gärqualität (Tabelle 2). Durch die ausgeprägte Buttersäuregärung nahm die Energiekonzentration unabhängig vom Silierzusatz von rund 5,7 (Ausgangsmaterial) über 5,0

(8. Tag) auf 4,5 MJ NEL/kg TM (180. Tag) ab. Die Buttersäuregehalte lagen, bedingt durch die geringen Trockensubstanzgehalte, bereits am 8. Tag sehr hoch. Ab dem 30. Tag kann unabhängig von der Behandlung von einem „Umkippen“ der Silagen gesprochen werden. Demnach kann schwach angewelkte Luzerne aufgrund akuten Substratmangels in Verbindung mit hohen Rohaschegehalten nicht ohne Säurezusatz als Silage konserviert werden. Der alleinige Einsatz von Milchsäurebakterien ist nicht anzuraten. Der Einsatz des Impfpräparats bei nasser Luzernesilage wirkte sich auf die aerobe Stabilität uneinheitlich aus. Während nach kurzer Fermentationsdauer (8 Tage) eine positive Wirkung vorhanden war, wirkte sich das Zusatzmittel bei 14 und 180 Tagen Fermentationsdauer nicht, bei 30 und 90 Tagen negativ auf die aerobe Stabilität aus, wobei die Erwärmung erst relativ spät (i.d.R. erst nach 8 Tagen) einsetzte.

Tab. 2: Futterwert und Gärqualität der Silagen nach 90 Tagen Lagerungsdauer

Variante	% i.TM _k			pH	% i.TM _k			% NH ₃ N:N _t	NEL MJ/kg TM
	XP	XF	XA		Milch-säure	Essig-säure	Butter-säure		
Silagen der niedrigen Anwelkstufe									
Kontrolle	18,1	31,5	14,6	5,9	0,6	3,7	9,3	19,6	4,5
Behandlung	18,1	32,2	14,5	6,5	0,4	3,5	3,5	24,8	4,8
Mittel	18,1	31,8	14,5	6,2	0,5	3,6	6,4	22,2	4,6
GD 5 %	n.s.	n.s.	n.s.	0,09	n.s.	n.s.	1,32	n.s.	n.s.
Silagen der hohen Anwelkstufe									
Kontrolle	20,1	28,9	11,7	5,1	3,5	2,4	9,3	11,6	5,5
Behandlung	19,5	27,8	12,2	4,9	4,3	1,8	10,2	10,8	5,4
Mittel	19,8	28,3	11,9	5,0	3,9	2,1	9,7	11,2	5,4
GD 5 %	n.s.	0,82	n.s.	0,16	n.s.	n.s.	n.s.	0,54	n.s.

3.1.2 Stark angewelkte Luzernesilage

Die Parameter des Futterwertes wurden durch den Einsatz von Milchsäurebakterien weder positiv noch negativ beeinflusst (Tabelle 2). Die behandelte Luzernesilage hatten ab dem 2. Tag annähernd konstant und durchweg signifikant um 0,2 Einheiten niedrigere pH-Werte, was auf die Wirkung der zugesetzten homofermentativen MSB zurückzuführen ist (Abbildung 1). Die pH-Werte lagen trotzdem über dem sogenannten „kritischen pH-Wert“, der zur Vermeidung einer Buttersäuregärung angestrebt wird. Die Essigsäuregehalte der unbehandelten und behandelten Silagen unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt signifikant voneinander. Bei angewelkter Luzerne waren sowohl die Kontrollsilagen als auch die mit Milchsäurebakterien behandelten Silagen aerob stabil, ein Unterschied ergab sich weder aufgrund der Behandlung noch durch die Fermentationsdauer.

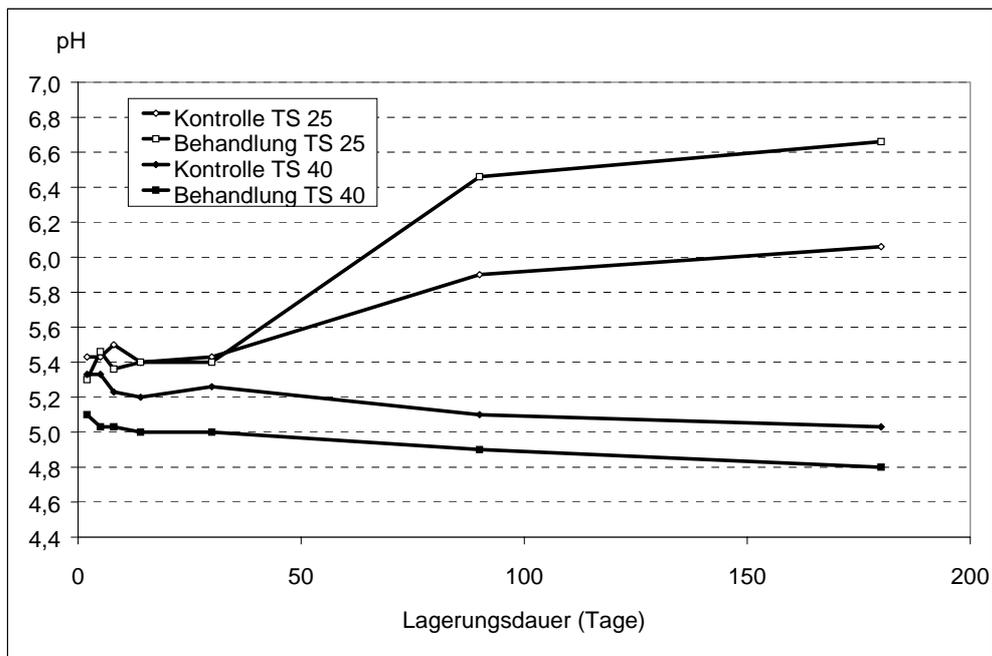


Abb. 1: Entwicklung der pH-Werte in Abhängigkeit von Zusatzmittel, TS-Gehalt (25, 40 %) und Lagerungsdauer in Kleinsilos

3.2 Silagen des Verdauungsversuches

Durch den Einsatz von Impfkulturen wurde der Futterwert der Luzernesilage in den 120-Liter-Fässern nicht, die Gärqualität hingegen positiv beeinflusst (Tabelle 3). Da der „kritische pH-Wert“ von keiner Variante unterschritten wurde, trat Buttersäuregärung auf. Dabei wurde nicht untersucht, ob durch die heterofermentativen Milchsäurebakterien höhere Propandiolgehalte (Alkohol, der durch die speziellen Milchsäurebakterien typischerweise gebildet wird) in den Silagen auftraten und folglich die Buttersäuregehalte analytisch zu hoch ausgewiesen wurden. Der pH-Wert lag in der behandelten Silage im Mittel um 0,3 Einheiten signifikant unter dem der unbehandelten Luzernesilage. Die Milch- und Propionsäuregehalte waren in der mit Impfkulturen behandelten Silage tendenziell, die Essig- und Buttersäuregehalte signifikant niedriger als in der Kontrollsilage. Ebenfalls signifikant vermindert war der Anteil des Ammoniakstickstoffs am Gesamtstickstoff. Sowohl die mit MSB behandelte als auch die unbehandelte Luzernesilage blieben über den Zeitraum von 10 Tagen aerob stabil.

3.3 Verdauungsversuch

Im September und Oktober 2000 wurden zwei Verdauungsversuche mit je vier Schafen (LG 75 kg) nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie und den DLG-Richtlinien zur Prüfung des Effektes von Siliermitteln auf die Verdaulichkeit von Silagen durchgeführt. Die Vorperiode umfasste 11, die Hauptperiode jeweils 10 Tage. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Signifikante Unterschiede bestanden nur in der Verdaulichkeit des Rohfetts ($P < 0,001$). Bei der Verdaulichkeit des Rohfetts ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich um eine scheinbare Verdaulichkeit handelt, weil endogene Fettmengen insbesondere bei niedrigen Futterfettgehalten die Ergebnisse verfälschen können. Die Unterschiede in den Gehalten an Umsetzbarer Energie und an Netto-Energie-Laktation waren signifikant

($P < 0,05$). Durch die Behandlung mit Milchsäurebakterien konnte demnach der Energiegehalt um zirka 2,5 bis 3,5 % verbessert werden. Die über den Hohenheimer-Futterwert-Test (HFT) ermittelten Energiegehalte (Tab. 3) lagen deutlich unter denen des Verdauungsversuches.

Tab. 3: Futterwert und Gärqualität der Silagen für den Verdauungsversuch

Variante	n	% i.TM _k				pH	% i.TM _k			NEL MJ/kg TM
		TM _K	XP	XF	XA		Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure	
Kontrolle	3	41,4	19,2	28,1	11,9	5,2	4,2	3,0	12,0	5,14
Behandlung	3	42,5	19,2	27,9	11,8	4,9	3,9	2,1	10,7	5,12
GD 5 %		0,46	n.s.	n.s.	n.s.	0,09	n.s.	0,34	0,81	n.s.

Tab. 4: Ergebnisse des Verdauungsversuchs

Behandlung	dT	dOS	dXP	DXL	dXF	dXX	ME	NEL
	Verdaulichkeiten in %						MJ/kg TS	
Behandlung	74,1	74,7	81,8	69,7 ^a	55,9	85,4	10,37 ^a	6,23 ^a
Std.Abw.	0,8	0,8	2,1	2,2	1,5	1,2	0,11	0,08
Kontrolle	73,0	73,5	82,4	59,7 ^b	53,6	84,7	10,10 ^b	6,03 ^b
Std.Abw.	0,9	1,1	0,8	2,0	2,8	0,5	0,13	0,10
Signifikanzniveau P<	0,26	0,15	0,66	0,001	0,24	0,36	0,03	0,04

^{a, b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede

DT = Verdaulichkeit der Trockenmasse

DOS = Verdaulichkeit der organischen

DXP = Verdaulichkeit des Rohproteins

Substanz

DXL = Verdaulichkeit des Rohfetts

ME = Umsetzbare Energie

DXF = Verdaulichkeit der Rohfaser

NEL = Netto-Energie-Laktation

DXX = Verdaulichkeit der NfE

4. Zusammenfassung

Beim Einsatz von Impfkulturen zu wenig (25 % TS) oder stark (40 % TS) angewelkter Luzerne ergaben sich im Laborversuch keine signifikanten Unterschiede zur unbehandelten Silage hinsichtlich Futterwert, Gärqualität und aerober Stabilität. Aufgrund niedriger Zuckergehalte, hoher Pufferkapazität und Rohaschegehalte waren die nassen Silagen bereits nach 30 Tagen verdorben. Derartiges Erntegut kann nur durch Säurezusatz (v.a. Ameisensäure) sicher siliert werden. Beide auf rund 40 % TS angewelkten Varianten wiesen eine bessere Ansäuerung auf, wenngleich auch hier das Substratangebot für eine sichere Vergärung nicht ausreichte. Die für die Verdauungsversuche in 120-Liter-Fässern bei 40 % TS einsilierte Silage wies nach Behandlung mit Impfkulturen unveränderten Futterwert, aber bessere Gärqualität auf. Die aerobe Stabilität war sowohl in der Kontrolle als auch in der behandelten Silage über 10 Tage stabil. Im Verdauungsversuch wurde durch eine signifikant bessere Verdaulichkeit des Rohfetts eine signifikant höhere Energiekonzentration der mit Milchsäurebakterien behandelten Luzerne ermittelt.

Leistungsparameter von Milchkühen bei Ersatz von Gras- durch Luzernesilage

von

Thomas Jilg

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf

Einleitung

In anderen Regionen mit intensiver Milcherzeugung stellt die Luzernesilage neben der Maissilage die wichtigste Grundfutterkomponente in der Rinderfütterung dar. Luzerne enthält im Vergleich zu Gräsern in der Regel weniger Zucker, mehr Stärke, mehr Pektine, weniger Zellulose und weniger Hemizellulose. (Jeroch, 1992) Luzernesilage soll bedingt durch den Pektinanteil eine hohe Futteraufnahme ermöglichen, weil die Passage durch den Verdauungstrakt erhöht ist im Vergleich zu grasartigen Futtermitteln. Hervorzuheben ist auch, dass Luzernesilage die Struktur einer Futtermischung verbessern kann. Der hohe Ca-Gehalt (1,5 bis 2 % i.TS) ist ebenfalls zu beachten.

An Problemstoffen enthält die Luzerne tympanieauslösende Saponine sowie Phytoöstrogene, die zu Veränderungen im Brunstverhalten führen können. Aus diesem Grund sollten der Milchkuh nicht mehr als 10 kg Trockenmasse pro Tag Luzerne verfüttert werden. Zu berücksichtigen sind auch die gegenüber Gras schlechteren Siliereigenschaften infolge des niedrigeren Zuckergehaltes und der höheren Pufferkapazität.

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist Luzerne als Futterpflanze mit sehr hohem Vorfruchtwert einzustufen. Andererseits gibt es für Luzerne keine Flächenprämie.

Material und Methoden

In einem Milchviehversuch mit 22 Fleckviehkühen wurde geprüft, wie sich die Leistungsparameter der Milchkuh, insbesondere die Futteraufnahme, verändern, wenn Grassilage durch Luzernesilage ersetzt wird. Die Grassilage wurde im Flachsilo siliert, bei der Luzernesilage handelte es sich um eine Rundballenwickelsilage vom zweiten Aufwuchs, der kurz vor der Blüte geschnitten wurde. Der Versuch wurde als change-over Versuch mit Versuchsperioden von 6 Wochen Dauer durchgeführt (Übersicht 1). Die Kühe waren am Versuchsbeginn im Schnitt in der zehnten (Kontrolle) bzw. elften (Versuch) Laktationswoche. Die Verteilung der Tiere auf die Gruppen erfolgte aufgrund der Milchleistung und dem Laktationsstand. Die Milchleistung und der Futterverzehr wurden täglich, die Milchinhaltsstoffe und die Milchharnstoffgehalte einmal wöchentlich festgestellt.

Übersicht 1: Versuchsaufbau

Behandlung	Versuch	Kontrolle
Abschnitt 1, 6 Wochen	Gruppe A	Gruppe B
Abschnitt 2, 6 Wochen	Gruppe B	Gruppe A

Die statistische Auswertung des Versuchs erfolgte mit dem SAS-Statistikpaket, die graphischen Darstellungen mit EXCEL.

In Tabelle 1 sind die Rationszusammensetzung, die Nährstoffgehalte der Einzelkomponenten und der Totalmischrationen dargestellt. Zur Berechnung der Energiegehalte in den Mischungen wurde die Formel 14b nach Menke&Steingass (1987) verwendet.

Tab. 1: Rationszusammensetzung

	Versuch	Kontrolle	TS	XP	XF	NEL	nXP	RNB	P	K	CA	MG
	kg/Tag		g/kg TS			MJ/kg TS	g/kg TS		% i.TS			
Heu	2	2	897	103	287	5,6	123	-3,2	0,5	2,2	0,5	0,2
Grassilage		18,7	350	146	277	5,9	131	2,3	0,5	2,4	0,8	0,2
Luzernesilage	17,7		372	178	287	5,7	133	7,2	0,53	3,5	1,53	0,19
Maissilage	14	14	348	74	215	6,3	127	-8,4	0,32	0,98	0,33	0,12
Rapsexpeller	1	2	906	323	151	8,1	225	16	1,45	0,98	0,99	0,4
Sojaschrot	1	1,5	885	452	87	8,4	291	26	1,18	1,49	0,75	0,43
Getreidemix	5,4	4,5	882	124	54	7,8	157	-5	0,54	0,52	0,64	0,23
Melasseschnitzel	2	2	890	108	170	7,4	150	-7	0,1	1,3	0,81	0,25
Mineralfutter	0,1	0,1	940						1	1	15,9	5,3
Summe, kg TS	21,7	22,2										
Versuchsmischung			466	160	203	6,9	155	0,8	0,5	1,7	1	0,2
Kontrollmischung			464	154	208	6,9	154	0	0,6	1,6	0,8	0,2

TS, XP, XF = Trockensubstanz, Rohprotein, Rohfaser
nXP = nutzbares Rohprotein, RNB = ruminale Stickstoffbilanz

Die Grassilage hatte 27,7 % Rohfaser, 14, 6 % Rohprotein und 5,90 MJ NEL in der TS. Die Luzernesilage beinhaltet 28,7 % Rohfaser, 17,8 % Rohprotein und 5,73 MJ NEL in der TS.

Die **Versuchsmischung** enthielt 30, 3 % i.T. Luzernesilage, die **Kontrollmischung** 29,5 % i.T. Grassilage. In der Versuchsmischung wurden 20,3 % Rohfaser, 16,0 % Rohprotein, 15, 5 % nXP, 0,8 G/kg RNB und 6,9 MJ NEL (immer auf die Trockenmasse bezogen) analysiert. Die **Kontrollmischung** enthielt 20,8 % Rohfaser, 15,4 % Rohprotein, 15, 3 % nXP, 0 g RNB und ebenfalls 6,9 MJ NEL/kg TS. Die Trockensubstanzgehalte der Versuchs- und Kontrollmischung lagen bei 46 %. Bis auf die kleinen Unterschiede in den Proteingehalten waren die Mischungen bezüglich der Nährstoffgehalte fast identisch.

Ergebnisse

Der Versuchsabschnitt hatte keinen signifikanten Einfluss auf die ausgewerteten Parameter. Deswegen werden im folgenden die Ergebnisse in Abhängigkeit der Behandlung dargestellt.

Futter- und Nährstoffaufnahme

In Tabelle 2 sind die Aufnahme an Trockenmasse, Rohprotein, Rohfaser, Energie, nutzbarem Rohprotein sowie die ruminale Stickstoffbilanz aufgeführt. Die ruminale Stickstoffbilanz war bei der Kontrollgruppe 0, bei der Versuchsgruppe im Schnitt bei 16 Gramm pro Tag. Bei den anderen aufgeführten Kriterien gab es keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 2: Futter- und Nährstoffaufnahme

	Trocken-	Rohprotein	Rohfaser	Energie	nXP	RNB
	masse	g/Tag		MJ NEL/Tag	g/Tag	g N/Tag
kg/Tag						
Kontrolle, n=11	20,0	3081	4162	138	3079	0 ^a
Versuch, n=11	20,0	3198	4058	138	3102	16 ^b

A, b Signifikante Unterschiede, p<0,05

Die Trockenmasseaufnahme lag bei beiden Behandlungen im Verlauf des Versuchs bei 20 kg TS pro Tag.

Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

In den Kriterien der Milchleistung gab es keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Milchleistung beider Gruppen lag bei 26,8 kg, die energiekorrigierte Milchmenge (ECM) bei 28,2 bzw. 28,4 kg pro Tag. Geringe, aber signifikante Unterschiede ergaben sich im Milhharnstoffgehalt. Dies ist durch die höhere Rohproteinaufnahme der Versuchsgruppe bei gleicher Energieaufnahme und der daraus resultierenden höheren ruminalen Stickstoffbilanz zu erklären.

Tab. 3: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

	Milchmenge	Milchfett	Milcheiweiß	ECM	Milhharnstoff
kg/Tag	%	%	kg/Tag	mg/100 ml	
Kontrolle, n=11	26,8	4,37	3,63	28,2	29,0 ^a
Versuch, n=11	26,8	4,42	3,64	28,4	31,3 ^b

a, b Signifikante Unterschiede, p<0,05

Milchleistung und Milchinhaltsstoffe im Verlauf des Versuchs

Im Verlauf des Versuchs entwickelten sich die Laktationskurven bis auf den Abschnitt zwischen der siebten und neunten Laktationswoche ähnlich. In diesem Versuchsabschnitt war die Leistung der Versuchskühe etwas höher. Im Versuchsverlauf ging laktationsbedingt die Milchleistung bei beiden Behandlungen von 30 kg auf ca. 25 kg zurück.

Bezüglich des Milchfettgehaltes gab es im Verlauf der Laktation keine Unterschiede. Die Milcheiweißgehalte sind im Verlauf des Versuchs bei allen Kühen angestiegen. Der Eiweißgehalt ist bei beiden Behandlungen im Verlauf des Versuchs tendenziell angestiegen. In den Abbildungen 2 bis 4 sind die Zusammenhänge graphisch dargestellt.

Energieversorgung und Versorgung mit nutzbarem Rohprotein

Große Bedeutung für die Praxis hat die Versorgung der Kuh mit Energie und Protein. Die Versorgung mit NEL lag bei der Kontrollgruppe im Schnitt um 4,7 MJ, bei der Versuchsgruppe um 4,0 MJ über dem Bedarf. Die nXP-Versorgung der Kontrollgruppe lag um 183 g, die der Versuchsgruppe um 190 g über dem Bedarf. An den Verlaufskurven der Abbildung 1 wird ersichtlich, dass es auch Phasen mit Unterversorgung gab. Dies war am Versuchsbeginn und beim Futterwechsel nach der sechsten Versuchswoche der Fall. Die Ergebnisse zeigen erneut, wie sensibel die Tiere auf Veränderungen in der Futterration reagieren.

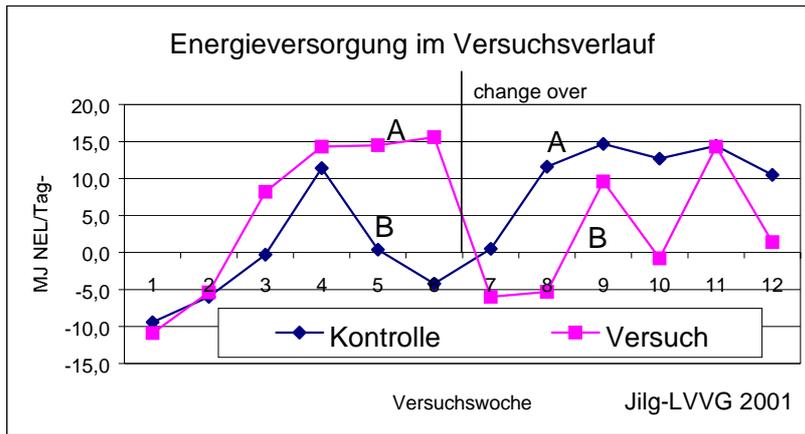


Abb. 1

Die Energieversorgung reichte zum Versuchsbeginn nicht aus. Erst in der dritten Versuchswoche erreichte die Versorgung den Bedarf. Der Futterwechsel in der siebten Versuchswoche machte den Kühen ebenfalls Probleme. Sowohl bei Gruppe A als auch bei Gruppe B ging die Futteraufnahme zunächst zurück um dann wieder anzusteigen.

Empfehlung für die Praxis

Der Einsatz Luzernesilage in Milchviehrationen macht nur dann Sinn, wenn Luzerne aus pflanzenbaulicher Sicht gesamtbetriebliche Vorteile bringt. Für den Standort Oberschwaben bringt Rotklee/Gras-Gemenge höhere Erträge. Auf sommertrockenen Standorten ist Luzerne als Alternative zu sehen. Im übrigen können in Grassilagen höhere Energiegehalte erreicht werden als in Luzernesilagen.

Unabhängig davon sind vor jeder Anbaumentscheidung die Flächenzahlungen in die Überlegungen einzubeziehen.

Literatur

JEROCH, H. (1992): Inhaltsstoffe und Futterwert von Luzerne. Luzerne-Kolloquium.

12./13.März 1992, Martin Luther Universität Halle.

MENKE, K.H. und H. STEINGASS (1987): Schätzung des energetischen Futterwerts aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. II.

Regressionsgleichungen. Übers.Tierernährg. 15: 59 - 94.

Differenzierung des Weißkleeanteils einer einheitlichen Dauergrünlandansaat unter Berücksichtigung der standortspezifischen Heterogenität

von

S. Gottardi, T. Fricke und G. Spatz

Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie, FB 11, Universität Kassel

Einführung

Für Stickstoffversorgung der Grünlandbestände ökologisch wirtschaftender Betriebe stehen N-haltige Dünger kaum zur Verfügung. So wird auf synthetische Düngemittel gemäß den Anbauhinweisen verzichtet (AGÖL, 1999) und die begrenzt verfügbaren betriebseigenen organischen Dünger kommen in erster Linie auf Ackerflächen zum Einsatz. Aus diesem Grund hat der Weißklee (*Trifolium repens* L.) als Stickstofflieferant der Grünlandbestände, aber auch als N-Importquelle für den Betriebsnährstoffkreislauf und zur Verbesserung der Futterqualität eine besondere Bedeutung (BORSTEL, 1989; DYCKMANS, 1989; SCHALITZ u. PÖTZCH, 1999). Der Weißklee wurde vielfach im Zusammenhang mit der Saatmischung (DYCKMANS, 1989; SCHALITZ u. PÖTZCH, 1999), der Nutzungsintensität (LEX u. SIMON, 1993) und der N-Düngung (BORSTEL, 1989; LEX 1989) untersucht. Über den Einfluss der feldinternen Variation von Standortbedingungen auf das Vorkommen oder die Etablierung von *Trifolium repens* fehlen bisher umfassende Arbeiten. Nachfolgend sollen daher Teilergebnisse der räumlichen Untersuchung einer Dauergrünlandfläche präsentiert werden.

Material und Methoden

Eine 20 ha große Fläche des Versuchsgutes „Domäne Frankenhausen“, der Universität Kassel wurde nach einer 20-jährigen Ackernutzung im Herbst 1998 als Dauergrünland angelegt (Saatmischung: *Lolium perenne* früh/mittel/spät je 1 kg/ha, *Festuca pratensis* 4 kg/ha, *Dactylis glomerata* 3 kg/ha, *Phleum pratensis* 1,5 kg/ha, *Poa pratensis* 3 kg/ha, *Festuca rubra* 2 kg/ha, *Trifolium repens* 4 kg/ha) und für vier Jahren weitgehend einheitlich als extensive Mähweide genutzt. Die Fläche liegt 218 m - 251 m über dem Meeresniveau bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 650 mm und einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8,5 °C. Sie ist vorwiegend in nordwestliche Richtung exponiert und von Hangneigungen bis 20% geprägt. Die geologische Grundlage bildet der obere Buntsandstein (Röt), der vor allem in Senken von Löß und Kolluvien überlagert wird. Die bodenmorphologische Heterogenität der Fläche spiegelt ein breites Spektrum unterschiedlicher Bodentypen wider (Hauptbodentypen: Auenboden, Gley, Kolluvium, Parabraunerde, Pelosol, Braunerde und Ranker). Seit 1999 erfolgte die Erfassung der Artenzusammensetzung über die Klappsche Ertragsanteilschätzung (VOIGTLÄNDER und VOB, 1979) und der Biomasse zur jährlich jeweils ersten Nutzung (Trocknung 48 h bei 60 °C). Die Beprobung der Gesamtfläche folgte einem 50m-Raster bei einer Probenflächengröße von 1 m² (n=97). Zusätzlich erfolgte an denselben Probenstellen bis 2002 die Erhebung folgender Faktoren zur Charakterisierung der Standorte:

pH-Wert (CaCl₂), Mg- (CaCl₂), K₂O- (CAL), P₂O₅-Gehalt (CAL)

- C_T-, N_T-, C_{org}-Gehalt (Elementaranalysator und für C_{org} n.ach Scheibler)
- Profilansprache nach KA 4 (Bohrstocktiefe 0-90 cm)
- Topographie (Hangneigung, Lage)
- Wassergehalt im Boden (mit TDR-Sonde; einmalige Messung am 17/05/2002).

Die Kleeanteile wurden mit einer multiplen Regression (Methode: Stepwise in SPSS) analysiert. In das Modell wurden nachfolgende unabhängige Variablen aufgenommen: Lagerungsdichte, pH-Wert, Mg-, K₂O-, P₂O₅-, C_t-, C_{org}-, N_t- und Wassergehalt, sowie Topographie, Typ und Textur des Bodens.

Zusätzlich wurden die erfassten Daten nach dem Verfahren der Entscheidungsbäume (Exhaustive Chaid = Chi-squared Automatic Interaction Detection; Software AnswerTree in SPSS (ANONYMOUS 2001)) analysiert. Die Daten der abhängigen Variablen werden mittels unabhängigen Variablen, die den größten Beitrag zur Erklärung der abhängigen Variablen erbringen, segmentiert und die Segmente nach gleichem Verfahren erneut geprüft. Hierdurch wird die Rangfolge der unabhängigen Variablen, die einen Beitrag zur Erklärung der abhängigen leisten, verdeutlicht.

Gruppenmittelwerte wurden auf Signifikanz mit dem Mann-Whitney-Test geprüft. Die Interpolation der Messwerte zu räumlichen Karten erfolgte nach der Inversen-Distanz-Methode in ARC/View.

Ergebnisse

Die Etablierung des Weißkleees nach Ansaat in 1998 gelang nahezu flächendeckend und erreichte Werte bis zu 65 % Ertragsanteil im Jahr 2000. Nachfolgend setzte ein abnehmender Trend ein. So ging der Weißkleeanteil im arithmetischen Mittel der 97 Messwerte von 26,9 % in 2000 über 21,5 % in 2001 auf 14,7 % in 2002 zurück. Der Rückgang war besonders bei Arealen mit anfangs hohen Ertragsanteilen (> 30 %) deutlich erkennbar (Tab. 1 und Abb. 1). Kleeanteile unter 10 % stiegen im Gegenzug von 7,3 % in 2000 auf 41,5 % der Gesamtfläche. Der im Jahr 2001 in Subarealen bereits erkennbare abnehmende Trend setzte sich in diesen Bereichen in 2002 fort (Abb. 1).

Tab. 1: Flächenanteile des Weißkleees (<i>Trifolium repens</i>) der Untersuchungsjahre 2000 - 2002			
Ertragsanteilkategorie	Flächenanteile (%)		
	2000	2001	2002
0 - 10 %	7,3	29,8	41,5
10 - 20 %	21,3	20,6	29,1
20 - 30 %	30,8	21,8	23,7
30 - 40 %	29,2	17,6	4,8
>40 %	11,5	10,2	0,6

Die Regressionsanalyse zur Klärung des Einflusses der Standortfaktoren auf die Weißkleeanteile der einzelnen Untersuchungsjahre zeigte für das Jahr 2000, dass unter Einbezug aller erfassten Standortfaktoren in 2000 23,8% und in 2002 9,6 % der gesamten Streuung erklärt werden konnten. Im Jahr 2000 lieferten der pH-Wert und der P₂O₅-Gehalt des Bodens einen signifikanten Beitrag für die Erklärung der Regressionsgleichung. Im Jahr 2002 galt dies für die Lagerungsdichte.

Das Exhaustive-Chaid-Verfahren bestätigt den Einfluss dieser Standortfaktoren, gibt aber auch zusätzlich Hinweise auf weitere Standortfaktoren mit besonderem Einfluss auf den Kleeanteil. So traten in 2002 niedrige Weißkleeanteile (4,4 %, n=15) vorwiegend bei pH-Werten < 6,5 auf. Deutlichen Einfluss hat auch die Hangrichtung mit größeren Ertragsanteilen (Ø 20,7% n=47) in nördlich (292 - 360 °) exponierten Richtungen gegenüber anderen Richtungen (Ø 10,9 % n=35). Innerhalb dieser letztgenannten Subareale führen niedrigere Wassergehalte zu höheren Anteilen an *Trifolium rep.*,

dagegen weisen Standorte mit höherem Wassergehalt kleinere Anteile an *Trifolium rep.* auf. Weiterhin konnten untergeordnete Abhängigkeiten des Weißkleeanteils zu Bodentyp und Textur festgestellt werden.

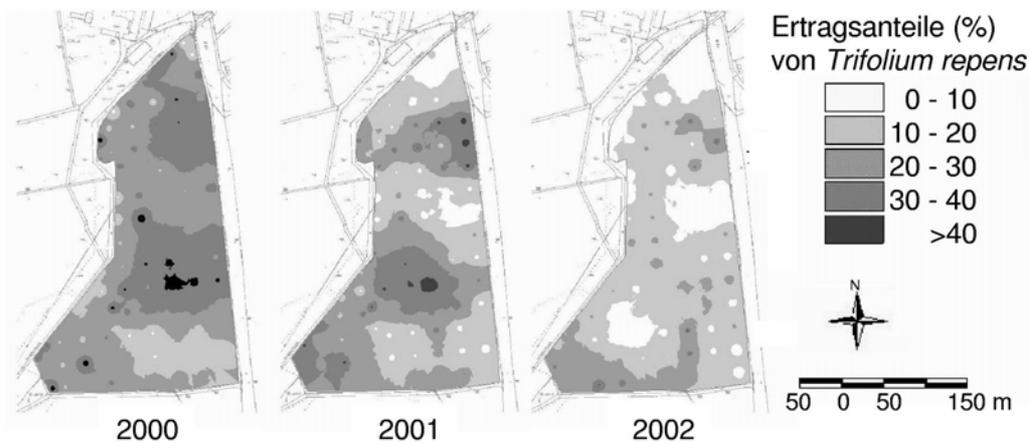


Abb. 1: Ertragsanteile von Weißklee (*Trifolium repens*) auf der Untersuchungsfläche „Mühlberg“ des Versuchsguts „Domäne Frankenhausen“ zur jeweils ersten Nutzung der Jahre 2000 bis 2002.

Betrachtet man die Dynamik der Ertragsanteile zwischen den Jahren 2000 und 2002, so ergeben sich Zunahmen vorwiegend in Arealen mit anfangs hohem Weißkleebesatz (Abb. 2). Bei mittleren Weißkleeanteilen in 2000 sind sowohl Rückgänge wie auch Zunahmen möglich. Weitgehend stabile Weißkleeanteile liegen vorwiegend bei den Arealen mit zu Anfang verhältnismäßig wenig Weißklee vor. Letzte Bereiche zeigen bezüglich der Standortfaktoren im Vergleich zu den anderen Arealen eine besondere Ausprägung mit niedriger Lagerungsdichte, hohem Phosphat- und Gesamtkohlenstoffgehalt. Dagegen deuten höhere pH-Werte allgemein auf stärkere Kleezunahmen hin (Abb. 2).

Diskussion

Die hohe Streuung der Standortfaktoren in Bezug auf das Vorkommen und die Entwicklung von Weißklee zeigt dass weitere bedeutsame Einflussgrößen vorliegen, die in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurden. Hierzu gehören vor allem Konkurrenzeffekte der anderen Pflanzenarten im Bestand. Stellvertretend sei hier ein stellenweise starkes Vorkommen von *Dactylis glomerata* erwähnt. Diese genannten Hintergründe können auch die nicht eindeutige standortspezifische Ableitung der Klee-Entwicklung erklären. Dennoch ließen sich aus den jahresbezogenen Analysen Standortfaktoren selektieren, die eine große Bedeutung für die Weißklee-Verteilung haben. Hervorzuheben sind die Nordexpositionen, bei denen hohe Kleeanteile mit hohen TM-Erträgen, geringer Lagerungsdichte und hydromorphen Böden einhergehen und die trockenen, tonreichen Kuppen mit hohen pH-Werten, bei denen umfangreiche Kleeanteile mit geringeren TM-Erträgen zusammentreffen. Weitere Analysen zur Klärung der Zusammenhänge werden folgen.

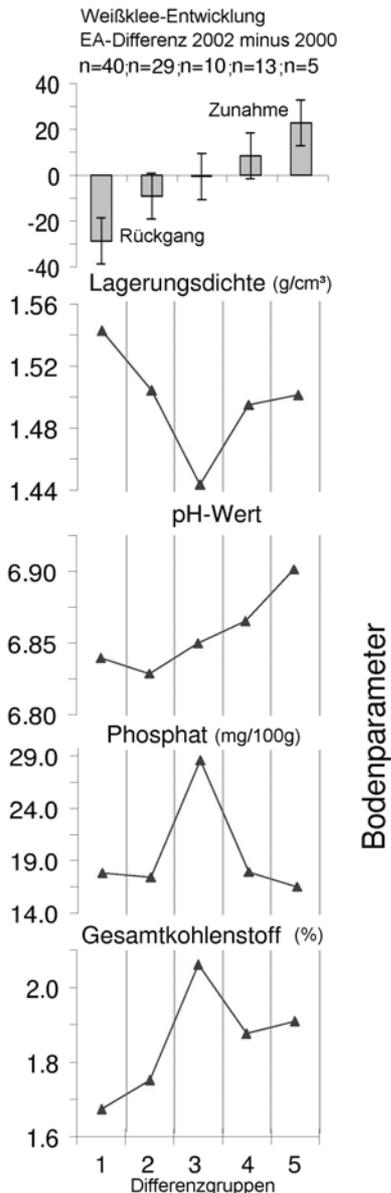


Abb. 2: Entwicklung des Weißkleeanteils von 2000 bis 2002. Darstellung der Ertragsanteile in aggregierten Gruppen mit Angabe der Standortcharakteristika als Klassenmittelwerte.

Gruppenbildung (EA-Diff. 2002-2000, Mittelw. EA 2000)

1 = (-15 bis -35%, \bar{X} = 14,6),
 2 = (-15 bis -2%, \bar{X} = 23,4),
 3 = (-2 bis +2%, \bar{X} = 8,7),
 4 = (+2 bis +15 %, \bar{X} = 23,7),
 5 = (+15 bis >35%, \bar{X} = 36,5)

Literatur

- ANONYMOUS, 1979. SPSS, Inc. AnswerTree User's Guide. Chicago
- AGÖL (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau), 1990. Rahmenrichtlinien zum ökologischen Landbau, 11. Aufl. – Stiftung Ökolog. Landbau, Bad Dürkheim: 32 pp.
- BORSTEL, U. von, 1989. Die Leistungsfähigkeit von Weißklee - Sein Beitrag zur Ertragsleistung von Dauergrünland-Neuansaat - 2. Mitteilung: Standort Dasselsbruch innerhalb des Celler Moor- und Bruchlandes. *Das wirtschaftseigene Futter*, 35(1): 49-66.
- DYCKMANS, A., 1989. Die Leistungsfähigkeit von Weißklee - Sein Beitrag zur Ertragsleistung von Dauergrünland-Neuansaat - 1. Mitteilung: Gesamtauswertung über alle Versuchsstandorte. *Das Wirtschaftseigene Futter*, 35(1): 29-48.
- LEX, J., 1989. Einfluss verschiedener Ansaatverfahren auf die Entwicklung von Weißklee in Gemenge mit Gräsern. Tagungsband der 33. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, 95-103.
- LEX, J. u. U. SIMON, 1993. Zum Einfluss der Mischungspartner und der Nutzungsintensität auf Ertragsbildung und Futterwert von Weißklee-Gras-Gemengen 1. Mitteilung: Weißklee-Ertragsanteil und Trockenmasseertrag. *Das wirtschaftseigene Futter*, 39(1): 69-86.
- SCHALITZ, G. u. R. PÖTZSCH, 1990. Zur Bewertung des Weißklee bei Neuansaat von Mittelgebirgsgrünland. *Das wirtschaftseigene Futter*, 36(3): 222-235.
- VOIGTLÄNDER, G. u. N. VOB, 1979. Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Eugen Ulmer, Stuttgart: 207 pp.

Ausmaß und Ursachen der schlaginternen Variabilität der N₂-Fixierung von Klee gras

von

Hauke Heuwinkel¹, Felix Locher², Reinhold Gutser¹ und Urs Schmidhalter¹

¹ Lehrstuhl für Pflanzenernährung und ² Lehrstuhl für Grünlandlehre, Department für Pflanzenwissenschaften, TU München, Freising,

Einleitung

Bisherige Untersuchungen zur Variabilität der symbiontischen N₂-Fixierung in der Fläche liegen primär zu Körnerleguminosen vor (MAHLER et al. 1979, ANDROSOFF et al. 1995, STEVENSON et al. 1995, WALLEY et al. 2001). Die großräumige Variation erklärt sich danach über topographisch bedingte Unterschiede in der Verfügbarkeit von Wasser und Stickstoff. Allerdings war die kleinräumige Variation der N₂-Bindung oft sogar ausgeprägter als die großräumige (ANDROSOFF et al. 1995, STEVENSON et al. 1995, WALLEY et al. 2001). Ursachen dafür konnten bisher nicht aufgezeigt werden und ließen sich auch nicht auf messmethodische Defizite bei der Bestimmung des Anteils von Luft-N an der N-Aufnahme der Leguminosen (pN_{dfa}) zurückführen (WALLEY et al. 2001). Ähnliche Schlüsse ziehen HANSEN & VINTHER (2001) auf Weiden, wo Unterschiede in der Verfügbarkeit von Boden-N die räumliche Variation der N₂-Bindung beeinflussten, aber auch methodische Schwierigkeiten bei der Bestimmung von pN_{dfa} auftraten. Dies entfällt wenn leguminosenhaltige Gemenge unter N-armen Bedingungen wachsen, da dann pN_{dfa} auf hohem Niveau verharrt (BOLLER 1988, WEIBBACH 1995, HEUWINKEL 2001). Als variable Größen zur Berechnung der symbiontischen N₂-Bindung verbleiben dann noch Gemengeertrag und Leguminosenanteil (Gleichung 1), da der N-Gehalt der Leguminosen innerhalb einer Nutzung eine Konstante ist.

$$N_2\text{-Bindung} = TM\text{-Ertrag}_{Bestand} * Leguminosenanteil * N\text{-Gehalt}_{Leguminose} * pN_{dfa} (1)$$

Der Leguminosenanteil in Gemengeproben kann mit Nah-Infrarot-Reflektions Spektroskopie (NIRS) einfach und schnell bestimmt werden (LOCHER et al. eingereicht). Kombiniert mit einer räumlich stark aufgelösten Ertragshebung konnte so erstmalig die Variabilität der N₂-Bindung von Klee-Luzerne-Gras (KLG) in realen Schlägen beschrieben und mögliche Ursachen dafür untersucht werden.

Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten 1999 und 2002 auf dem Schlag A09 (2,4 ha) der FAM-Versuchsstation Klostergut Scheyern. Die Versuchsstation liegt im tertiären Hügelland Bayerns, 40 km nordwestlich von München. Die kleinräumig schnell wechselnden Böden sind Braunerden aus OSM und LOL sowie Kolluvisole. Der A09 wird seit 1993 mit einer 7jährigen Fruchtfolge nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus bewirtschaftet. An Position eins und fünf steht KLG zur Futterwerbung (1999: 4 Schnitte, 2002: 3 Schnitte). Parallel zu den Nutzungen wurde der Ertrag und Leguminosenanteil von 12 m² großen Messparzellen (mindestens 33 pro ha) erhoben. Details zur Probenahme und -aufbereitung finden sich in LOCHER et al. (2001).

Die Meßwerte wurden zur flächigen Darstellung mit ArcView GIS interpoliert (IDW Power 2, 50 m). Die N₂-Bindung berechnete sich nach Gleichung (1). Hier wurde pN_{dfa} mit 90% festgelegt (1999 durch eigene Messungen unterstützt). Der N-Gehalt der Leguminosen stammte 1999 aus einer Analyse und wurde 2002 aus den Daten von 1999 abgeleitet. Die N-Aufnahme des KLG aus dem Boden errechnete sich aus dem N-Ertrag

des Grasanteiles (N-Gehalt: 1999 gemessen, 2002 abgeleitet) plus 10% der N-Aufnahme der Leguminosen.

Ergebnisse

Die in der Fläche variierenden Steuergrößen der N₂-Bindung von Klee gras, Ertrag und Leguminosenanteil, schwankten im A09 sowohl innerhalb des Schlages als auch zwischen den Nutzungsterminen deutlich (Tab. 1). Messparzellen mit einem im Mai relativ geringen Ertrag zeigten in Folgenutzungen meist keinen geringen Ertrag. Deshalb konnte für den Ertrag keine signifikante Korrelation zwischen dem ersten Schnitt und den Folgenutzungen berechnet werden (Tab. 2). Dagegen bestimmte ein zum ersten Schnitt höherer Leguminosenanteil mit hoher Wahrscheinlichkeit einen relativ hohen Anteil in allen Folgenutzungen. Dies konnte festgestellt werden, obwohl sich der Leguminosenanteil in beiden Jahren im Schlagmittel von 50 % im Mai auf gut 70 % im Spätsommer erhöhte (Tab. 1). Zwischen Ertrag und Leguminosenanteil gab es nur im Einzelfall einen Zusammenhang, weshalb die ausgesprochen große Differenzierung der berechneten N₂-Bindung eine Folge der Variabilität beider Steuergrößen war (Tab. 1). Bis zu 130 kg N/ha erreichte die Spannweite der N₂-Bindung bei einer Nutzung innerhalb des A09. Trotz aller Variation errechnete sich für das jeweilige Hauptnutzungsjahr derselbe Mittelwert an gebundenem N₂-N von 242 kg N/ha.

Tab. 1: Trockenmasseertrag, Leguminosenanteil und N₂-Bindung von Klee gras im A09 der FAM-Versuchsstation Kloostergut Scheyern (Schlagmittel (\bar{X}) aus je nach Nutzungstermin n=80 bis 117, Variationskoeffizient (CV), sowie Minimum und Maximum)

Nutzungs- termin	TM-Ertrag		Leguminoseanteil		Korrelation (TM-Ertrag X Leguminosenanteil)	N ₂ -Bindung			
	\bar{X} [dt*ha ⁻¹]	CV [%]	\bar{X} [%]	CV [%]		\bar{X} [kg N*ha ⁻¹]	min	max	CV [%]
18.05.99	37	21	55	27	n.s.	67	9	127	37
17.07.99	45	23	65	18	n.s.	67	25	150	32
26.08.99	35	20	73	15	n.s.	79	26	115	25
07.10.99	10	37	72	22	**	29	20	58	44
02.10.01	25	26	46	29	***	36	5	80	41
31.05.02	64	19	51	20	n.s.	90	28	148	27
30.07.02	57	14	71	17	n.s.	116	49	178	23
01.10.02	28	19	35	35	*	36	5	71	36

n.s.: nicht signifikant *,**,***: Signifikanzniveau (p=0,10; 0,05; 0,01)

Der Leguminosenanteil stand zu allen Nutzungen hoch signifikant in Beziehung zur Aufnahme von Boden-N durch das KLG (Tab. 3). Dieser Zusammenhang war im Sommer besonders eng, wenn der erste Schnitt und das aktuell intensive Wachstum der Pflanzen bewirkten, dass nur der gerade durch Mineralisierung freigesetzte N aufgenommen werden konnte. Dann war bis zu 80% der Varianz des Leguminosenanteils mit der Aufnahme an Boden-N durch das KLG erklärt. Zusätzlich näherte sich in diesen Phasen auch der Achsenabschnitt der Regression dem theoretisch zu erwartenden Wert

von 100 an: wo kein Stickstoff aus dem Boden aufgenommen wird können nur Leguminosen wachsen.

Tab. 2: Die Wiederholbarkeit der Differenzierung des Trockenmasseertrages und des Leguminosenanteils innerhalb von Schlag A09 ausgedrückt als Korrelation (r) der ersten Nutzung in beiden Jahren zu den Folgenutzungen. Die Daten späterer Ernten wurden durch Interpolation auf die Lage der Messpunkte der ersten Nutzung (n= 80 bzw. 81) ermittelt.

Referenz	Trockenmasseertrag			Leguminosenanteil		
	2. Nutzung	3. Nutzung	4. Nutzung	2. Nutzung	3. Nutzung	4. Nutzung
18.05.99	0.1 ^{n.s.}	0.1 ^{n.s.}	0.1 ^{n.s.}	0.65 ^{***}	0.75 ^{***}	0.53 ^{***}
31.05.02	0.47 ^{***}	0.22 [*]		0.55 ^{***}	0.53 ^{***}	

n.s.: nicht signifikant *,**,***: Signifikanzniveau (p=0,10; 0,05; 0,01)

Tab. 3: Angaben zur Korrelation (r) und den Koeffizienten der Regressionsgeraden zwischen der N-Aufnahme des KLG aus dem Boden und dem Leguminosenanteil im Trockenmasseertrag des Bestandes im A09.

Nutzungstermin	r	n	Steigung	Achsenabschnitt
18.05.99	0,43 ^{***}	81	-8,0	84
17.07.99	0,63 ^{***}	84	-7,1	91
26.08.99	0,71 ^{***}	87	-6,8	99
07.10.99	0,45 ^{***}	86	-12,5	88
02.10.01	0,35 ^{***}	81	-3,5	64
31.05.02	0,71 ^{***}	80	-3,1	84
30.07.02	0,88 ^{***}	117	-5,5	105
01.10.02	0,76 ^{***}	107	-5,3	71

*,**,***: Signifikanzniveau (p=0,10; 0,05; 0,01)

Diskussion und Schlußfolgerung

Die schlaginterne Variabilität der N₂-Fixierung war trotz des relativ kleinen Feldes und häufigen Schneidens auch in absoluten Zahlen sehr ausgeprägt. Aber trotz aller Variation wurde im vorgestellten Beispiel in beiden Jahren dieselbe mittlere N₂-Fixierung von 242 kg N/ha festgestellt. Ob dahinter ein ursächlicher Zusammenhang steht kann hier nicht beurteilt werden. Es zeigte sich, dass sich das KLG nahezu ideal an die bodenbürtige N-Versorgung durch Verschiebungen in der Zusammensetzung des Ertrages anpasste, was sich mit Beobachtungen von HEUWINKEL (2001) bei gemulchtem Klee-gras deckt. Allerdings sind sowohl der erste Schnitt als auch der letzte Schnitt weniger aussagekräftig als die Sommerernten. Beim ersten Schnitt wirken vermutlich Wintereffekte (erhöhtes N_{min}-Angebot, geringe Bodentemperatur, Frostschäden) auf das Wachstum des Bestandes ein. EVANS et al. (1989) und STEVENSON et al. (1995) stellten den zur Saat gefundenen N_{min} als wichtige Steuergröße für die N₂-Bindung von Körnerleguminosen heraus. Ausgangs der Vegetation sind die Effekte eher unklar. Offensichtlich zeigen spätwachsende Bestände eine im Vergleich zur N-Mineralisierung geringere Massebildung, da in diesen Beständen auch Gras regelmäßig hohe N-Gehalt aufweist

(LOCHER et al., unveröffentlicht). Gleichzeitig wurden in diesen Aufwüchsen die im Vergleich geringsten Werte für pN_{dfa} gefunden. Beides spricht dafür, dass die Wachstumsbedingungen in dieser Phase stärker über die Einstrahlung und/oder Temperatur limitiert sind als über bodenbürtige Faktoren.

Die Schwierigkeit mit Körnerleguminosen Erklärungen für die kleinräumige Variabilität der N_2 -Bindung zu finden (ANDROSOFF et al. 1995, STEVENSON et al. 1995, WALLEY et al. 2001), ist nach diesen Daten in zwei Gründen zu suchen sein: Zum einen wirken offensichtlich Zeit- und Raumeffekte gleichzeitig auf die N_2 -Fixierung ein, die sich bei einmaliger Messung, wie an Körnerleguminosen, nicht voneinander trennen lassen. Zum anderen sichert der Mischungspartner Gras im KLG ein optimales Ausschöpfen des mineralisierten Stickstoffs. Deshalb kommt in Reinsaaten oder stärker durch N-Zufuhr gestörten Systemen zwangsläufig über die Bestimmung von pN_{dfa} eine wichtige Fehlerquelle dazu (ANDROSOFF et al. 1995, STEVENSON et al. 1995, HANSEN & VINTHER 2001, WALLEY et al. 2001).

Literatur

- ANDROSOFF, G.L., C. VAN KESSEL und D.J. PENNOCK (1995). Landscape-scale estimates of dinitrogen fixation by *Pisum sativum* by nitrogen-15 natural abundance and enriched isotope dilution. *Biology and Fertility of Soils* 20, 33-40.
- BOLLER, B.C. (1988): Biologische Stickstoff-Fixierung von Weiß- und Rotklee unter Feldbedingungen. *Landwirtsch. Schweiz*, 1 (4), 251-253
- EVANS, J., G.E. O'CONNOR, G.L. TURNER, D.R. COVENTRY, N. FETTEL, J. MAHONEY, E.L. ARMSTRONG und D.N. WALSGOTT (1989). N_2 fixation and its value to soil N increase in lupin, field pea and other legumes in South-Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 40, 791-805.
- HANSEN, J.P. und F.P. VINTHER (2001): Spatial variability of symbiotic N_2 fixation in grass-white clover pastures estimated by the ^{15}N isotope dilution method and the natural ^{15}N abundance method. *Plant and Soil*, 230, 257-266.
- HEUWINKEL, H. (2001). N_2 -Bindung in gemulchtem Klee gras: Messmethodik und Fixierleistung. In: H.J. Reents (Hrsg.) Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbaus, Freising-Weihenstephan, 183-186.
- LOCHER, F., H. HEUWINKEL, R. GUTSER und U. SCHMIDHALTER (2001). Field scale variability of N_2 -fixation in legume and grass mixtures. In: W.J. Horst et al. (Eds.): Food security and sustainability of agro-ecosystems, 732-733.
- LOCHER F., H. HEUWINKEL, R. GUTSER und U. SCHMIDHALTER: The Legume Content in Multispecies Mixtures as estimated with Near Infrared Reflectance Spectroscopy: Method Development. Eingereicht bei *Agronomy Journal*
- MAHLER, R.L., D.F. BEZDICEK und R.E. WITTERS (1979). Influence of slope position on nitrogen fixation and yield of dry peas. *Agronomy Journal*, 71, 348-351.
- STEVENSON, F.C., J.D. KNIGHT und C. VAN KESSEL (1995). Dinitrogen fixation in pea - controls at the landscape-scale and microscale. *Soil Science Society of America Journal*, 59 (6), 1601-1611.
- WALLEY, F., G. FU, J.W. VAN GROENIGEN und C. VAN KESSEL (2001). Short-range spatial variability of nitrogen fixation by field-grown chickpea. *Soil Science Society of America Journal*, 65 (6), 1717-1722.
- WEIBBACH, F. (1995). Über die Schätzung des Beitrags der symbiontischen N_2 -Fixierung durch Weißklee zur Stickstoffbilanz von Grünlandflächen. *Landbauforschung Völkenrode* 45(2), 67-74.

Verändert Mulchen von Klee gras die N-Flüsse in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus?

von

Martin Helmert, Hauke Heuwinkel, Reinhold Gutser, Urs Schmidhalter
Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Department für Pflanzenwissenschaften,
TU München, Freising,

Einleitung

Verschiedene Untersuchungen stellen die Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Landbewirtschaftung bezüglich des Nitrataustragspotentials heraus (HAAS 2001; HEB 1989). Ein Urteil das bei zunehmender Spezialisierung des ökologischen Landbaus, wie in Marktfruchtbetrieben mit Klee gras(KG)-Grünbrache zur N-Gewinnung, ungünstiger ausfallen dürfte. Das es zu hoher Nitratauswaschung nach KG kommen kann zeigen Untersuchungen nach Umbruch vor Winter (SCHELLER & VOGTMANN 1995; HEB 1989). Außerdem zeigte sich, dass Mulchmaterial Stickstoff direkt in Form von Ammoniak (MCGINN & JANZEN 1998; LARSSON et al. 1998) und Lachgas (FLESSA et al. 2002; LARSSON et al. 1998) freisetzen kann. Neben der möglichen Zunahme bei den N-Verlusten beeinflusst die Mulchnutzung von KG auch die N₂-Bindung. So zeigte HEUWINKEL (2001), dass die Bindeleistung gemulchten KG gegenüber Schnittnutzung um 30% abnahm, was zu gleichen Teilen auf die Verminderung der N₂-Bindungsaktivität, des Leguminosenanteils und des Ertrages zurückgeführt wurde. Versuche, in denen alle N-Flüsse innerhalb eines etablierten ökologischen Landbewirtschaftungssystems vergleichend erfaßt wurden, liegen bisher nicht vor. So fehlte z.B. bei BECKMANN et al. (2002) eine sichere Angabe zur N₂-Bindung, während (HAAS 2001) seine Untersuchungen zu Stickstoffverlustpotentialen verschiedener Systeme des Ökologischen Landbaus auf Praxisbetrieben durchführte, was schon allein aufgrund unterschiedlicher Bodeneigenschaften den Vergleich erschwert.

Deshalb, und angesichts weiter steigender Zahlen an viehlos wirtschaftenden Betrieben des Ökologischen Landbaus im In- und Ausland (SCHMIDT et al. 1999), werden seit Mitte 2001 in einem Fruchtfolgeparzellenversuch der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) die N-Flüsse viehhaltender und viehloser Systeme des Ökologischen Landbaus untersucht.

Material und Methoden

Der Fruchtfolgeparzellenversuch wurde 1997 auf einer sandig-lehmigen Braunerde (Ackerzahl 55) in Viehhausen, 7 km westlich von Freising, Bayern, angelegt. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7,5°C und der Jahresniederschlag liegt im langjährigen Mittel zwischen 750 und 800 mm. Im Versuch werden je drei Fruchtfolgen (FF) mit und ohne Viehhaltung in dreifacher Wiederholung abgebildet (POMMER 2003). Die vorgestellten Daten zu Lachgasverlusten und Nitratgehalten wurden im Klee gras der FF 1, FF 3, FF 4 und FF 5 erhoben. Das KG in FF 1 & 3 wird geschnitten, während es in FF 4 & 5 gemulcht wird. Des weiteren unterschieden sich die FF in der Folgefrucht nach dem KG: in FF 1, FF 3 und FF 4 sind es Kartoffeln während in FF 5 Winterweizen folgt. Die Untersuchungen begannen im Juli 2001 mit der intensiven Messung des Nitratgehaltes der Tiefe 0-30 cm in allen Wiederholungen der FF 5 & 1. Mit dem Umbruch in FF 5 begann im Oktober 2001 die Lachgasbeprobung auf jeweils einer Wiederholung der FF 3 & 5, die bis Juni 2002 fortgeführt wurde. Gasproben

wurden pro Parzelle in 8facher Wiederholung genommen und die Bodenproben der Tiefe 0-15 cm und 15-30 cm stellten eine Mischprobe aus 24 Einstichen mit dem Göttinger-Bohrstock dar.

Die Bodenproben wurden mit CaCl_2 -Lösung im Verhältnis 1:2 geschüttelt und Nitrat im Filtrat mit HPLC (Uvikon) analysiert. In den Gasproben wurden mit einem GC (Varian 3400) N_2O gemessen (bisher 4 der 8 Wiederholungen).

Ergebnisse und Diskussion

Schon während der Vegetation zeigte sich bei gemulchtem KG im Boden ein höherer N_{min} -Gehalt als unter geschnittenem KG (Abb. 1), obwohl beide Bestände gleich intensiv wuchsen. Besonders auffällig war die Zunahme im N_{min} nach der dritten Nutzung was die Vermutung von HEUWINKEL (2001) bestätigte, dass die in dieser Phase beobachtete deutliche Abnahme der symbiontischen N_2 -Fixierleistung eine Folge des erhöhten Nitratangebotes war. Demgegenüber belegten die ziemlich konstanten N_{min} -Gehalte unter schnittgenutztem KG ein stabiles Gleichgewicht zwischen der Nachlieferung aus bodenbürtigem Stickstoff und der N-Aufnahme durch die Pflanzen.

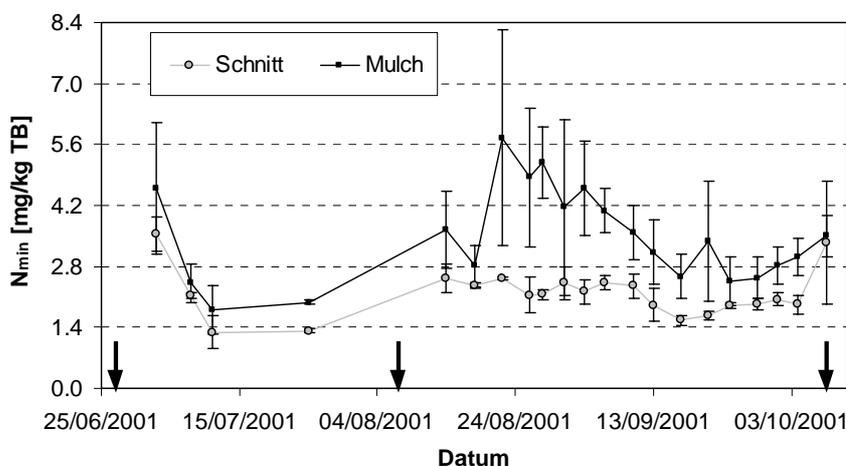


Abb. 1: N_{min} -Gehalte in der Tiefe 0-30cm unter schnittgenutztem KG (FF 1) und unter gemulchter KG-Grünbrache (FF 5). Mittelwert und Standardabweichung ($n=3$); Nutzungstermine durch Pfeile indiziert (nach KAISER 2002)

Dieser nutzungsbedingte Unterschied blieb ebenso deutlich über Winter erhalten (Abb. 2). Um alle Parzellen miteinander vergleichen zu können wurde für diese Phase FF 1 durch FF 3 ersetzt und FF 4 hinzugenommen, womit auch der Umbruchtermin als Einflußgröße zu integriert wurde. Der Umbruch führte in FF 5 zu einem starken Anstieg des Nitratgehaltes im Boden, der bis Vegetationsbeginn 2002 wieder auf den Ausgangswert zurückfiel. Auf deutlich geringerem Niveau, aber mit demselben Verlauf änderte sich der N_{min} -Gehalt im Boden des noch nicht umgebrochenen, gemulchten KG der FF 4 und, auf noch geringerem Niveau, der der schnittgenutzten Parzelle von FF 3. Durch den Frühjahrsumbruch kam es in FF 3 & 4 zur Freisetzung einer großen Menge an Nitrat. Die Lachgasverluste differenzierten vor allem nach der KG-Nutzung, weniger nach dem FF-Aufbau bzw. dem Umbruchtermin (Abb. 3). Sehr hohe Emissionen traten in beiden Mulchvarianten im Oktober auf, spätere Emissionsereignisse differenzierten dagegen weitaus weniger zwischen allen Varianten. Vermutlich kam es durch tiefe Temperaturen und hoher Wassersättigung ab Anfang November zu einer drastischen Abnahme der Lachgasemission zugunsten von N_2 als Endprodukt der Denitrifikation.

Ein Teil des mineralisierten Stickstoffs verlagerte wahrscheinlich der Niederschlag, der über Winter fiel (240 mm), in tiefere Bodenschichten, ein Teil wurde vermutlich immobilisiert.

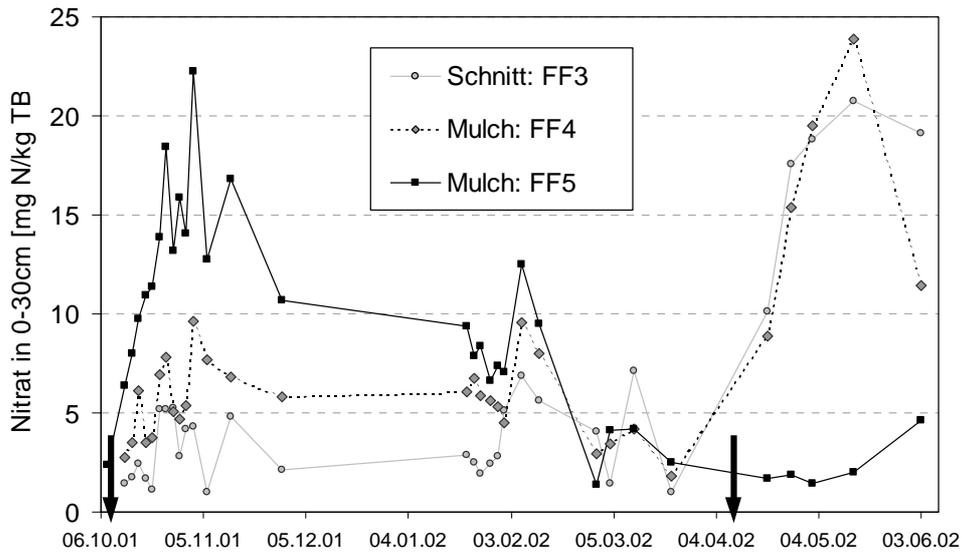


Abb. 2: Nitratgehalt in der Tiefe 0-30 cm der FF 3, 4 & 5. Einzelwerte; Umbruchtermin durch Pfeile indiziert

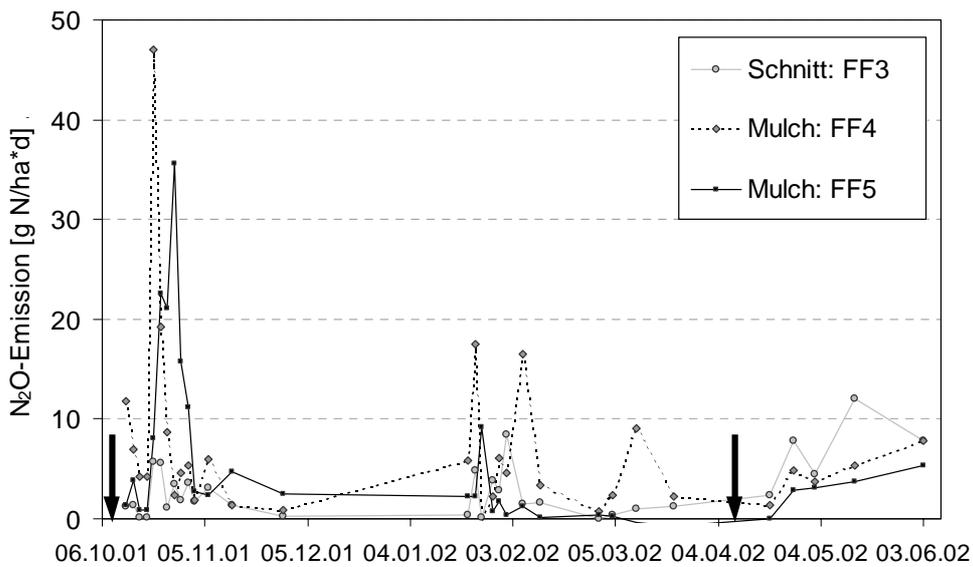


Abb. 3: N₂O-Emissionen der FF 3, 4 & 5. Mittelwerte von vier Parallelen; Umbruchtermin durch Pfeile indiziert

Die höheren Lachgasverluste Ausgangs Winter (Abb. 3) weisen auf Frost-Tau-Effekte hin (RUSER et al. 2001) und differenzierten etwas zwischen den Varianten. Die zu der Zeit höheren Emissionen aus FF 4 (gemulcht, aber noch nicht umgebrochen) deuteten auf eine größere Sauerstoffarmut im verdichteten Klee-grasboden im Vergleich zum Winterweizen hin. Dies möglicherweise auch, da der Mulch in FF 4 sich weiterhin in

den oberen Zentimeter konzentrierte, während er in FF 5 über die gesamte Bearbeitungstiefe (ca. 25 cm) verteilt worden war.

Schlußfolgerung

Die Ergebnisse des ersten Untersuchungsjahres zeigen, dass viehlose Betriebe des Ökologischen Landbaus mit KG-Grünbrache Gefahr laufen auch ohne Umbruch vor Winter umweltrelevante N-Verluste in Form von Lachgas zu generieren. Offensichtlich überfordert die starke lokale Anreicherung an organischer Substanz aus dem Brachejahr das Puffervermögen des Systems. Eine These, die durch Messungen zum Bruttoumsatz von Stickstoff unterstützt werden soll. Für die N-Bilanz relevante Mengen an Stickstoff können auf ungünstigen Standorten über die Auswaschung von Nitrat verloren gehen, insbesondere wenn der Umbruch vor Winter stattfindet. Somit ist bilanztechnisch der Frühjahrsumbruch zwar vorzuziehen, es wird damit aber eine stärkere Belastung mit Lachgas wahrscheinlich. Auch aus dieser Sicht sollte dem Mulchen der Grünbrache generell eine Nutzung des Aufwuchses über eine Zusammenarbeit mit viehhaltenden Betrieben oder in Biogasanlagen vorgezogen werden.

Literatur

- BECKMANN, U., KOLBE, H., MODEL, A., & RUSSOW, R. (2002). Ackerbausysteme im ökologischen Landbau - Untersuchungen zur N_{\min} -, N_2O , und NH_3 -N-Dynamik sowie Rückschlüsse zur Anbau-Optimierung. *Initiativen zum Umweltschutz*, Bd. 35. Erich Schmidt, Berlin.
- FLESSA H., POTTHOFF M. & LOFTFIELD N. (2002). Greenhouse estimates of CO_2 and N_2O emissions following surface application of grass mulch: importance of indigenous microflora of mulch. *Soil Biol. & Biochem.*, **34**, 875-879.
- HAAS, G. (2001). Organischer Landbau in Grundwasserschutzgebieten: Leistungsfähigkeit und Optimierung des pflanzenbaulichen Stickstoffmanagements. Dr. Hans-Joachim Köster, Berlin.
- HEB J. (1989). Klee grasumbruch im Organischen Landbau - Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied Klee gras - Klee gras - Weizen - Roggen. Rheinische-Friedrich-Wilhelms Universität, Bonn.
- HEUWINKEL H. (2001). N_2 -Bindung in gemulchtem Klee gras: Messmethodik und Fixierleistung . In: Reents, H. J.: Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Dr. Hans-Joachim Köster, Berlin.
- KAISER, M. (2002). Einfluss der Nutzungsweise von Klee gras auf den N_{\min} -Gehalt im Boden. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Pflanzen ernährung der TU-München.
- LARSSON L., FERM M., KASIMIR-KLEMEDTSSON A. & KLEMEDTSSON L. (1998). Ammonia and Nitrous Oxide Emissions From Grass and Alfalfa Mulches. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, **51**, 41-46.
- MCGINN S. M. & JANZEN H. H. (1998). Ammonia Sources in Agriculture and Their Measurement. *Can. J. Soil Sci.*, **78**, 139-148.
- POMMER, G. (2003). Versuchsergebnisse aus Bayern - 2002 - Ökologischer Landbau. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising.
- RUSER R., FLESSA H., SCHILLING R., BEESE F. & MUNCH J. C. (2001). Effect of Crop-Specific Field Management and N Fertilization on N_2O Emissions From a Fine-Loamy Soil. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, **59**, 177-191.
- SHELLER E. & VOGTMANN H. (1995). Case Study on Nitrate Leaching in Arable Fields of Organic Farms. In: Nitrate Leaching from ecological agriculture. Eds. Kristensen L., Stopes C., Kolster P. & Gransted A. 91-102. AB Academic Publishers, Bicester.
- SCHMIDT H., PHILIPPS L., WELSH J. P. & VON FRAGSTEIN P. (1999). Legume Breaks in Stockless Organic Farming Rotations: Nitrogen Accumulation and Influence on the Following Crops. *Biol. Agric. Hortic.*, **17**, 159-170.

Einfluss von Genotyp und Bewirtschaftung auf Stolonenmerkmale von Weißklee im Winter und die Biomassebildung im Frühjahrswachstum

von

Hermann Giebelhausen, Andreas Milimonka und Karlheinz Richter

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

1. Einleitung

Für Wachstum und Entwicklung stehen dem Weißklee auf vielen Grünlandstandorten Nordostdeutschlands gegenüber anderen Standorten oft weniger Niederschlag und ein geringeres Wärmeangebot zu Verfügung. Das hier kontinentalere Klima mit kälteren Wintern und trockenen Sommern führt beim Weißklee zu Wachstumsnachteilen gegenüber Gräsern und Kräutern und hat ungünstige Folgen für die Futterqualität sowie Ertragssicherheit des Grünlandes. Für eine gute Überwinterung und zügige Frühjahrsentwicklung von *Trifolium repens* L. haben nach GUINCHARD et al. (1996) sowie COLLINS et al. (2000) die gespeicherte Menge an Reserve-Kohlenhydraten oder die spezifische Stolonenmasse sowie die Blattausbildung besondere Bedeutung. Nachfolgend werden Versuchsergebnisse zum Einfluss von Stickstoffdüngung und Nutzungsfrequenz auf das spezifische Stolonengewicht, die Blattausbildung sowie den TM-Ertrag von vier Weißklee-Genotypen im Gemengeanbau mit *Festuca pratensis* L. und *Phleum pratense* L. vorgestellt.

2. Material und Methoden

Der zur Prüfung von Winterhärte und Ertragsfähigkeit verschiedener Weißkleearten angelegte Versuch liegt in der Versuchsstation des Institutes für Pflanzenbauwissenschaften am Standort Berge, Landkreis Havelland. Die Bodenart ist lehmiger Sand mit den Bodentypen Parabraunerde / Salmtieflehm-Fahlerde. Die Bodengehalte an P und K auf der Versuchsfläche entsprechen der Versorgungstufe C (mittel). In Berge fallen im langjährigen Mittel 502 mm Jahresniederschlag bei einem langjährigen Temperaturmittel von 9,2 °C. Die kältesten Perioden liegen in den Monaten Januar (Mittel - 0,6 °C) und Februar (Mittel 0,1 °C), wobei Wechselfröste bis Ende März auftreten. Während im Jahr 2002 von Januar bis März 34 Tage mit Bodenfrost (< 0 °C in 5 cm über dem Boden) auftraten, war ihre Anzahl im Jahr 2003 in dieser Zeit mit 68 Tagen doppelt so hoch.

Der als Spaltanlage mit 4facher Wiederholung im Frühjahr 2000 angelegte Parzellenversuch wurde unter Deckfrucht Sommergerste angesät. Die Aussaat erfolgte als Gemenge (Faktor A) mit 2 kg/ha Weißklee und 19 kg/ha Gras (15 kg/ha *Festuca pratensis* L., Sorte *Lifara*; 4 kg/ha *Phleum pratense* L., Sorte *Lischka*). Als Weißklee-Genotypen kamen die großblättrigen Sorten *Wolat* (Russland) und *N.F.G. Gigant* (Deutschland) sowie die mittelgroß- bis kleinblättrigen Sorten *Lirepa* (Deutschland) und *Huia* (Neuseeland) zum Einsatz. Die N-Düngung (Faktor B) betrug 0 kg/ha und 120 kg/ha und Jahr als Kalkammonsalpeter in Teilgaben von 70 und 50 kg/ha bei 3-Schnittnutzung sowie in Gaben von 50, 40 und 30 kg/ha N bei 4-Schnittnutzung. Die jeweils letzten Aufwüchse erhielten keine N-Düngung. Die Nutzung der Bestände (Faktor C) erfolgte durch 3- und 4maligen Schnitt. Als Stolonenmerkmale wurden das spezifische Stolonengewicht, die Blattanzahl und ihre Entwicklung sowie der Blattflächenindex (BFI) ermittelt. Die Parameter wurden teilstückausschnittsbezogen

von 4 ausgestochenen Mikronarben (gesamt 100 cm²) ab 2001 je einmal im Herbst, Winter und Frühjahr ermittelt. Die Blattentwicklung des Klees wurde nach CARLSON (1966) bewertet. Der BFI errechnete sich aus der planimetrisch bestimmten Blattfläche. Im Frühjahr wurden 2,4 m² der 10 m² großen Parzellen gemäht und beprobt. Unter Berücksichtigung der Weißklee-Ertragsanteile wurde daraus der Weißkleeertrag errechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Einfluss von Weißklee-Genotypen auf Stolonenparameter und TM-Ertrag

Bei der Mehrheit der geprüften Weißklee-Genotypen sinkt ab Herbst bis zum Frühjahr das spezifische Stolonengewicht (sSG) infolge des Verbrauchs an Reservestoffen (LÜSCHER, 1989), wobei in Berge die großblättrigen Sorten (Giganteum-Wuchstypen) gegenüber den mittelgroß- bis kleinblättrigen Sorten (Hollandicum-Wuchstypen) die größere Kriechtriebmasse aufwiesen (Tab. 1).

Tab. 1: Stolonenparameter, Blattflächenindex und TM-Ertrag im Frühjahrsaufwuchs von Weißklee in Abhängigkeit vom Genotyp

Merkmal/ Genotyp	Spezifisches Stolonen- gewicht (mg TM/cm)			Anzahl Blätter, Carlson >0,5 (St./100 cm ²)			Blattflächenindex			TM- Ertrag (dt/ha)
	26.09.	18.02.	25.03.	26.09.	18.02.	25.03.	26.09.	18.02.	25.03.	
Winter 2001/02										
Datum	26.09.	18.02.	25.03.	26.09.	18.02.	25.03.	26.09.	18.02.	25.03.	08.05.
Wolat	13,6	12,2	12,1	11	17	16	0,23	0,17	0,21	4,77
N.F.G.	15,9	14,8	13,8	20	21	18	0,17	0,26	0,26	5,28
Lirepa	10,4	10,4	15,5	19	16	23	0,25	0,17	0,21	3,15
Huia	10,9	8,3	9,5	19	16	20	0,17	0,16	0,19	3,44
GD á 5 %	2,8 sig.	2,3 sig.	4,9 n.s.	9,2 n.s.	9,4 n.s.	6,9 n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1,23 sig.
Winter 2002/03										
Datum	15.10.	28.01.	28.03.	15.10.	28.01.	28.03.	15.10.	28.01.	28.03.	19.05.
Wolat	16,2	13,6	11,8	18	14	28	- ¹⁾	-	-	4,78
N.F.G.	17,7	16,1	12,2	13	13	38	-	-	-	5,02
Lirepa	12,1	11,5	9,3	23	23	44	-	-	-	5,23
Huia	9,9	10,4	7,6	23	24	35	-	-	-	4,04
GD á 5 %	2,2 sig.	2,1 sig.	1,4 sig.	7,2 sig.	4,8 sig.	17,8 n.s.	-	-	-	2,19 n.s.

sig.= signifikant; n.s.= nicht signifikant ; ¹⁾ = Auswertung noch nicht abgeschlossen

Bei den Giganteum-Typen hatte die Sorte *N.F.G.* gegenüber der Sorte *Wolat* im milden Winter 2001/02 wie im kälteren Winter 2002/03 in der Tendenz das größere sSG. Hinsichtlich der Blattentwicklung bzw.- entfaltung zeigen die Werte aller untersuchten Weißkleearten ab Herbst bis Winter häufig eine stagnierende oder sinkende Tendenz. Bis Ende März verzeichneten jedoch in beiden Jahren die Sorten *Lirepa*, *Huia* und *N.F.G.* gegenüber *Wolat* tendenziell eine größere Blattentfaltung und Wuchsbereitschaft. Besonders im Jahr 2002/03 hatte die Sorte *Wolat* weniger Blätter in der Carlson-Klasse >0,5 im Vergleich zu den anderen Sorten. Die Daten zum BFI für das Jahr 2001/02 zeigen für die Periode Herbst-Winter eine fallende Tendenz mit Wiederanstieg bis Ende März. Nur nach dem milderen Winter 2001/02 vermochten die

Sorten *N.F.G.* und *Wolat* ihre größere spezifische Stolonenmasse in signifikant höhere TM-Erträge umzusetzen, während nach dem Winter 2002/03 keine Ertragsunterschiede bestanden. Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass Weißklee offenbar ein geringeres spezifisches Stolonengewicht durch eine bessere Blattausbildung kompensieren kann. Die positive Wirkung von Stolonenentwicklung und Blattausbildung von Weißklee auf die Ertragsbildung im Frühjahr (PUZIO et al. 1997) kann bestätigt werden.

3.2. Einfluss der Bewirtschaftung auf Stolonenparameter und TM-Ertrag

Für die Hauptwirkung des Faktors N-Düngung kann festgestellt werden, dass beim Einsatz von 120 kg N/ha und Jahr die spezifische Stolonenmasse, die Blattentwicklung und der BFI der untersuchten Weißkleearten rückläufig tendieren und so den TM-Ertrag von Weißklee im Frühjahrsaufwuchs signifikant mindern (Tab. 2).

Tab. 2: Wirkung von N-Düngung und Nutzungsfrequenz auf Stolonenparameter, Blattflächenindex und TM-Ertrag von Weißklee im Frühjahrsaufwuchs

Merkmal/ Faktor	Spezifisches Stolonengewicht (mg TM/cm)			Anzahl Blätter, Carlson >0,5 (St./100 cm ²)			Blattflächenindex			TM-Ertrag (dt/ha)
	Datum	Datum	Datum	Datum	Datum	Datum	Datum	Datum	Datum	
Winter 2001/02										
Datum	26.09.	18.02.	25.03.	26.09.	18.02.	25.03.	26.09.	18.02.	25.03.	08.05.
0 N	13,9	11,1	14,1	23	22	24	0,18	0,23	0,28	4,16
120 N	11,6	11,8	11,4	13	13	13	0,23	0,15	0,16	1,39
GD á 5 %	1,7 sig.	1,4 n.s.	4,8 n.s.	6,2 sig.	3,9 sig.	4,4 sig.	sig.	sig.	sig.	0,88 sig.
3 x	12,1	11,3	12,2	13	14	20	0,25	0,16	0,22	2,03
4 x	13,0	11,7	12,8	24	16	18	0,16	0,22	0,21	3,52
GD á 5 %	1,7 n.s.	1,4 n.s.	4,8 n.s.	6,2 sig.	3,9 n.s.	4,4 n.s.	sig.	sig.	n.s.	0,88 sig.
Winter 2002/03										
Datum	15.10.	28.01.	28.03.	15.10.	28.01.	28.03.	15.10.	28.01.	28.03.	19.05.
0 N	14,2	13,1	10,0	22	21	43	- ¹⁾	-	-	3,67
120 N	13,8	12,6	10,3	17	16	30	-	-	-	2,69
GD á 5 %	1,4 n.s.	1,1 n.s.	0,9 n.s.	5,0 sig.	3,9 sig.	7,2 sig.	-	-	-	0,89 sig.
3 x	14,2	12,9	10,8	17	14	23	-	-	-	2,33
4 x	13,8	12,9	9,4	21	23	49	-	-	-	4,03
GD á 5 %	1,4 n.s.	1,1 n.s.	0,9 n.s.	5,3 n.s.	4,0 sig.	7,0 sig.	-	-	-	0,89 sig.

¹⁾ = Auswertung noch nicht abgeschlossen

Dies dürfte vor allem eine Folge der durch Stickstoffdüngung verstärkten Graskonkurrenz zu Beginn der Vegetationsperiode sein. Beim Faktor Nutzungshäufigkeit war zu erwarten, dass 4-Schnittnutzung die Konkurrenz von Gras gegenüber Klee mindert und bessere Wachstumsbedingungen für ihn vorliegen. Dies bestätigte sich für das Merkmal sSG zunächst nicht, jedoch war im kälteren Winter 2002/03 die Blattentwicklung des Klees bei vierschnittiger Nutzung Ende März deutlich verbessert. Insgesamt waren die Wachstumsbedingungen für Weißklee bei 4-Schnittnutzung offenbar günstiger, so dass in beiden Prüffahren nach verschiedenen langen Frostperioden die TM-Erträge von Klee im Frühjahrsaufwuchs gegenüber 3-Schnittnutzung signifikant höher lagen.

Aus den Ergebnissen zum Einfluss von N-Düngung und Nutzung kann bisher abgeleitet werden, dass unter den klimatischen Bedingungen des Standortes ohne N-Düngung bei 4-Schnittnutzung günstige Voraussetzungen für die Entwicklung des Weißkleees im Gemenge gegeben sind.

4. Zusammenfassung

- Die Weißkleearten *N.F.G. Gigant* und *Wolat* (Giganteum-Wuchstypen) weisen gegenüber den geprüften Hollandicum-Typen *Lirepa* und *Huia* ein größeres spezifisches Stolonengewicht auf.
- Die Sorten *Lirepa* und *Huia* verfügen gegenüber den Sorten *N.F.G.* und *Wolat* tendenziell über eine größere Anzahl an kleineren Fiederblättern. Bei der russischen Sorte *Wolat* erscheint die Blattentwicklung bis Ende März deutlich verzögert, was als Schutz vor Auswinterungseinflüssen gewertet werden kann.
- Die Stolonenmasse und die Blattanzahl scheinen die Frühjahrsentwicklung der untersuchten Weißklee-Genotypen zu bestimmen. Der russische Genotyp *Wolat* zeichnete sich bisher trotz der verzögerten Blattentwicklung im Frühjahr nicht durch größere Winterhärte aus.
- In der Hauptwirkung verringerte Stickstoffdüngung von 120kg/ha und Jahr in der darauf folgenden Winterperiode in der Tendenz die spezifische Stolonmasse des Weißkleees, verzögerte seine Blattentwicklung und verringerte den Blattflächenindex. Dadurch sank der TM-Ertrag von Weißklee im Weißklee-Gras-Gemenge im Frühjahrsaufwuchs signifikant unter das Niveau der ungedüngten Vergleichsvariante.
- Vierschnittig genutzte Weißklee-Gras-Gemenge bieten für den Weißklee am Versuchsstandort bessere Entwicklungschancen als dreimal im Jahr gemähte Bestände.

Literatur

- CARLSON, G. E., 1966: Growth of clover leaves - developmental morphology and parameters at ten stages. *Crop Science* **6**, 293-294.
- COLLINS, R. P., HELGADOTTIR, A., RODES, I., 2000: The effects of stolon morphology on the winter survival of white clover in a cool climate. *Crop development for the cool and wet regions of Europe*, COST Action 814, 285-289.
- GUINCHARD, M. P., ROBIN, C., GUCKERT, A., ..., 1996: Do carbohydrates contribute to winter survival of white clover? *Grassland Science in Europe* **1**, 231-234.
- LÜSCHER, A., 1989: Überwinterung und Frühlingsaufwuchs von Weißklee - Dynamik der Kohlenhydratreserven und der biologischen N₂-Fixierung. Dissertation Nr. 8977, ETH Zürich.
- PUZIO, S., TAUBE, F., KORNER, A., 1997: Einfluss des Genotyps auf das Überwinterungsverhalten und die Ertragsbildung von Weißklee. 41. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 75-80.

Landsberger Gemenge: Artspezifische Konkurrenz und deren Beeinflussung

von

Guido Haas

Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn

Der organisch wirtschaftende Landwirt ist systemkonform bestrebt einen möglichst geringen Zukauf an Betriebsmitteln zu tätigen. Die Zufuhr von Stickstoff (N) wird über den Anbau von Leguminosen gewährleistet. Der Winterzwischenfruchtbau von Leguminosen stellt eine bislang wenig untersuchte Form der N-Zufuhr in den organisch wirtschaftenden Betrieb dar. Der Zeitraum Frühling gefolgt von Zweitfrüchten wird alternativ zum Hauptfrucht-Ackerfutterleguminosenbau für die N-Zufuhr genutzt. Günstig sind nachfolgend spät gesäte oder gepflanzte sommerannuelle Kulturen wie Feldgemüse und Mais. Im klassischen "Landsberger Gemenge" werden Zottelwicke (*Vicia villosa* Roth.) und Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum* L.) mit der konkurrenzstarken Art Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam.) angebaut. Für eine hohe N-Zufuhr und Vorfruchtwirkung ist die Konkurrenzfähigkeit der zu kombinierenden Arten, insbesondere der Nichtleguminose, entscheidend. Ziel der Untersuchungen war, die Konkurrenzbeziehungen der Arten des Landsberger Gemenges zu ermitteln.

Material und Methoden

In den Jahren 2000 und 2001 wurde jeweils Ende August ein einfaktorieller Feldversuch auf dem Versuchsbetrieb für Organischen Landbau Wiesengut/Hennef (www.iol.uni-bonn.de/wiesengut) nach Vorfrucht Winterroggen angelegt. Es wurden die Arten des Landsberger Gemenges in Reinsaat, in Zwei-Arten-Gemenge und als Drei-Arten-Gemenge untersucht. Im zweiten Versuchsjahr wurden zusätzlich Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne* L.) und Glatthafer (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl) statt Welschem Weidelgras mit Zottelwicke im Gemenge angebaut.

Quantifiziert wurden Sproßertrag und N-Aufnahme in Zeiternten vor und nach Winter getrennt nach Gemengefraktionen sowie die symbiotische N_{fix} -Leistung im Verhältnis zur Referenzfrucht Welsches Weidelgras in Reinsaat. Für die Aussaat von Landsberger Gemenge werden nach Literaturangaben je Art etwa 20 kg/ha (Spannweite 10 - 40 kg/ha) empfohlen. In den eigenen Versuchen wurden demgegenüber 68 kg/ha Zottelwicke und im Gemenge nur 11 bzw. 3 kg/ha Welsches Weidelgras sowie 6 bzw. 12 kg/ha Inkarnatklee im 1. bzw. 2. Versuchsjahr ausgesät (Tab. 1).

Tab. 1: Aussaatdichte im Versuchsjahr 2001/02, falls abweichend (2000/01)

Varianten	Saatdichte Samen/m ²			Summe
	Wicke	Klee	Gras	
Zottelwicke "Otsaat Dr. Baumanns"	170			170
Zottelwicke + Welsches Weidelgras	170		85 (300)	255 (470)
Zottelwicke + Deutsch.Weidel. "Gemma"	170		85	255
Zottelwicke + Glatthafer "Arone"	170		85	255
Zottelwicke + Inkarnatklee	170	340		510
Zottelwicke + Inkarnatk.+Welsches Weid.	170	340 (170)	85 (170)	595 (510)
Inkarnatklee "Poppelsdorfer"		510		510
Inkarnatklee + Welsches Weidelgras		340 (340)	85 (340)	425 (680)
Welsches Weidelgras "Ligrande"			340	340

Ergebnisse und Diskussion

Bis zum 14. Mai 2001 wurden 84 bis 150 kg N/ha und im 2. Versuchsjahr bis zum 13. Mai 2002 zwischen 156 bis 216 kg N/ha in der Sproßmasse der Leguminosengemenge und -reinsaaten gebunden (Abb. 1). Abzüglich der N-Menge im Aufwuchs der Reinsaat 'Welsches Weidelgras' (35 bzw. 88 kg N/ha) wurden schätzungsweise 50 bis 128 kg N/ha symbiotisch durch die Leguminosen fixiert.

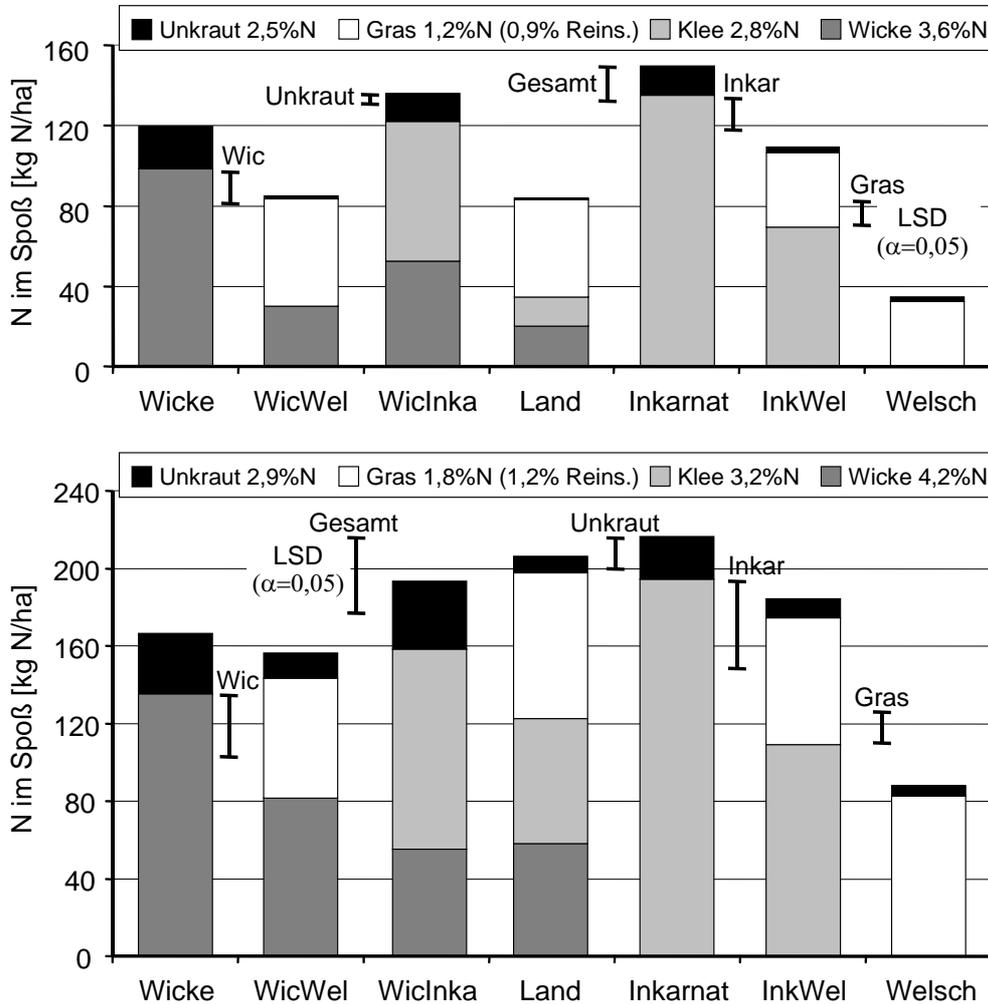


Abb. 1: Stickstoffmenge im Sproß zum Enderntetermin am 14. Mai 2001 (oben) und am 13. Mai 2002 (unten) (Grenzdifferenz jeweils für Fraktion oder Gesamt)

Während im Erntejahr 2001 der Zottelwicken-Reinbestand mit 33,3 dt TM/ha den geringsten Ertrag aufwies, wurde beim Inkarnatklee-Reinbestand und den Zwei-Arten-Gemengen Welsches Weidelgras mit Inkarnatklee bzw. mit Zottelwicke ein Ertrag von 54,9 bis 56,6 dt TM/ha festgestellt. Im Jahr 2002 war erneut der Zottelwicken-Reinbestand ertragsschwach (39,1 dt TM/ha) und hohe Erträge bei Inkarnatklee im Gemenge mit Welschem Weidelgras festzustellen (81,4 dt TM/ha). In Reinsaat betrug der Ertrag von Inkarnatklee im Jahr 2002 nur 65,8 dt TM/ha.

Im Gegensatz zum Vorjahr war beim Landsberger Gemenge neben einem hohen N-Ertrag auch ein hoher Massenertrag von 83,8 dt TM/ha festzustellen. Bei verminderter Aussaatdichte (Tab. 1) wurden im Jahr 2002 deutlich geringere Grasanteile am Massen- und N-Ertrag von 54,6% bzw. 36,5% im Gegensatz zum Vorjahr mit 78,9% bzw. 57,7% im Landsberger Gemenge ausgebildet.

Aufgrund der höheren N-Gehalte konnten die Zottelwicken trotz geringer Trockenmassenerträge noch hohe N-Mengen im Sproß akkumulieren (Abb. 1). Der Zottelwickenertrag war zwar in Reinsaat höher, doch wurde im Gemenge zumeist ein höherer Gesamtertrag an Masse und Stickstoff bei signifikant geringerem Unkrautaufwuchs festgestellt (Abb. 1). Inkarnatklee erreichte in Reinsaat in beiden Jahren die höchsten N-Erträge. Ursächlich waren dafür höhere Zuwachs- und N-Aufnahmeraten im Frühjahr, die bei allen Arten zwischen Mitte März bis Mitte Mai am höchsten waren (Abb. 2).

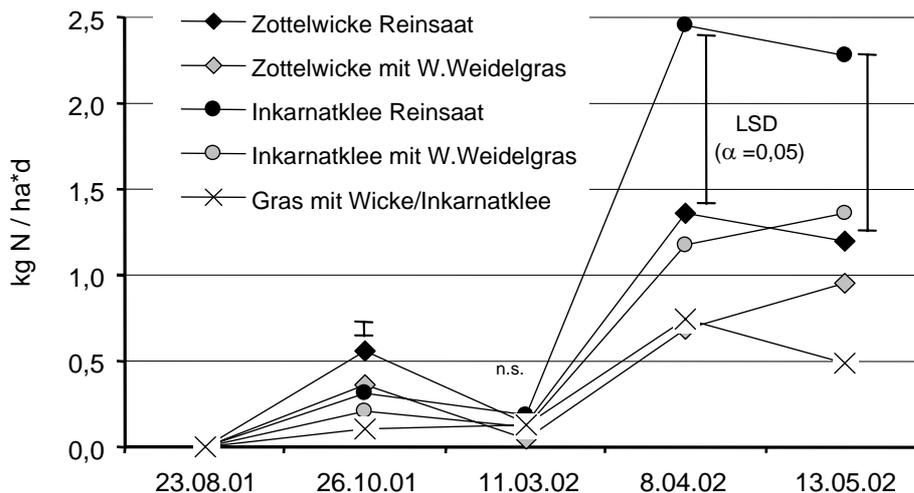


Abb. 2: Sproß-N-Aufnahmerate ausgewählter Varianten bzw. Gemengefraktionen im Versuchsjahr 2001/2002 (Zeitspanne zwischen Ernteterminen ungleich!)

Um höhere Zottelwickenerträge im Gemenge mit Gras zu erreichen, wurden im Versuchsjahr 2001/02 Zwei-Arten-Gemenge mit Deutschem Weidelgras und Glatthafer alternativ zu Welschem Weidelgras untersucht. Der höchste Wickenanteil von 75% Sproß-N (entsprach 119,4 kg N/ha) bzw. 70% Sproß-TM war zum Zeitpunkt der Enderte am 13.5.2002 im Gemenge mit Deutschem Weidelgras festzustellen, das einen Massen- und N-Ertrag von 41,5 dt TM/ha bzw. 158,1 kg N/ha aufwies (Abb. 3). Demgegenüber erreichte das Gemenge mit Welschem Weidelgras zwar einen höheren Massenertrag von 52,1 dt TM/ha, aber bei einem geringeren Wickenanteil (57% Sproß-N (entsprach 81,5 kg N/ha) bzw. 39% Sproß-TM) war auch die N-Menge im Sproß geringer (143,4 kg N/ha). Das Gemenge mit Glatthafer wies mit 136,7 kg N/ha bei einem Ertrag von 41,5 dt TM/ha die geringste N-Menge im Sproß auf.

Fazit

Inkarnatklee war im Vergleich mit Zottelwicke die konkurrenzstärkere Leguminose. Die Grasbeimischung ergab trotz geringer Saatmenge (11 kg/ha) im Jahr 2000/01 in allen Gemengen signifikant geringere N-Erträge. Im 2. Versuchsjahr bei erneut verringerter Saatmenge (3 kg/ha) war demgegenüber kein geringerer Ertrag infolge der Grasbeimischung festzustellen. Mit der Substitution von Welschem Weidelgras mit den konkurrenzschwächeren Arten Glatthafer und Deutschem Weidelgras war zwar eine Beeinflussung

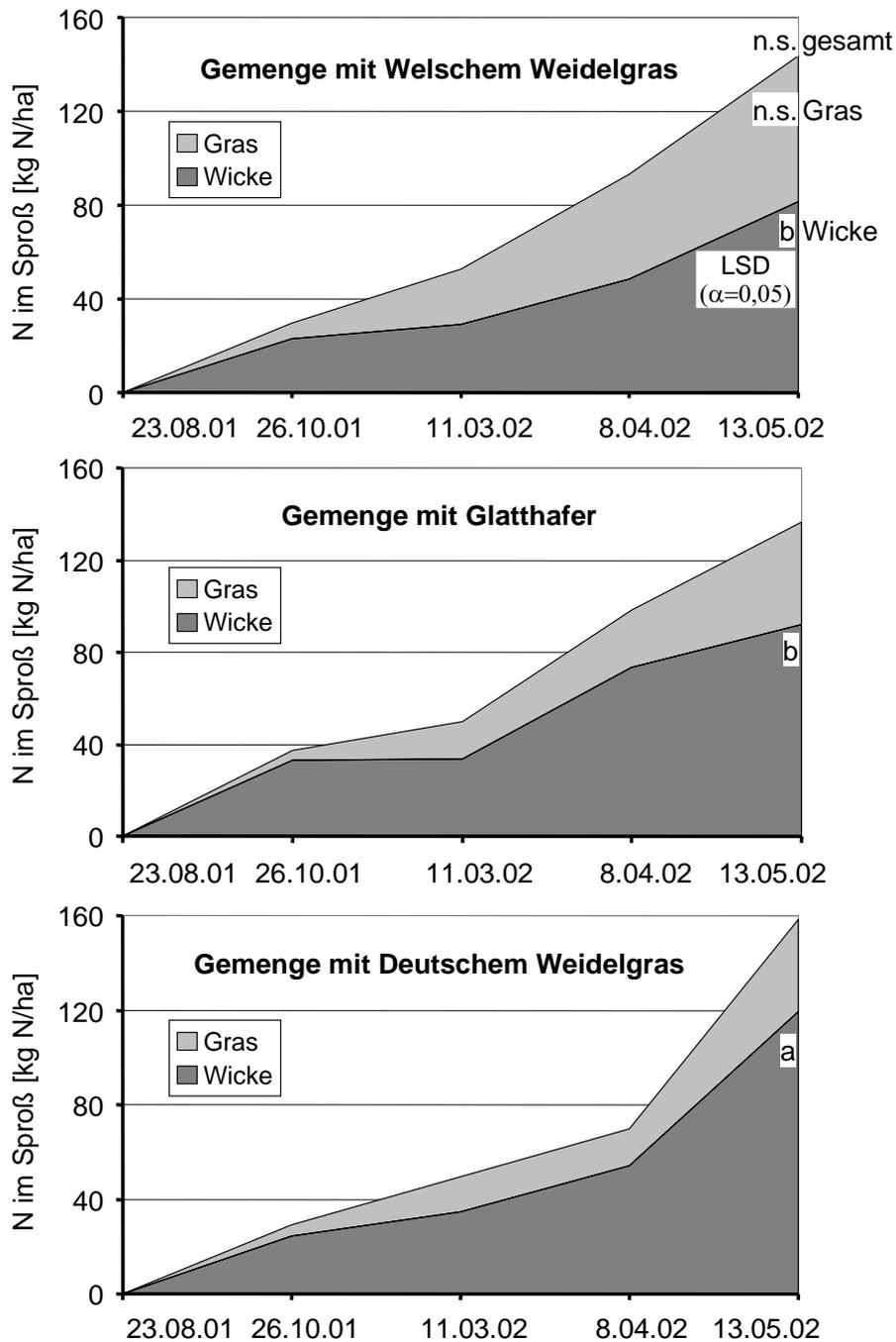


Abb. 3: Sproß-N-Aufnahme von Gemenge mit Zottelwicke und unterschiedlichen Grasarten zu vier Ernteterminen im Versuchsjahr 2001/2002

des Wickenanteils möglich. Der Gesamt-N-Ertrag war beim Gemenge mit Deutschem Weidelgras aber um nur 10% nicht signifikant absicherbar höher.

Ohne Verfütterung bzw. Silierung der Winterzwischenfruchtgemenge anzustreben, konnte mit der Leguminosenreinsaat Inkarnatklee oder dem -gemenge aus Klee und Wicke die höchste N-Zufuhr erreicht werden.

Eignung verschiedener Weidelgrasarten im Gemenge mit Rotklee im Organischen Landbau

von

Guido Haas und Anja Schlonski

Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn

Einleitung

Organisch wirtschaftende Betriebe benötigen hohe Kleeanteile im Rotklee-Grasgemenge, um eine hohe Stickstoffzufuhr über die legume N₂-Fixierung zu erreichen. Dem Gras kommt im Gemenge eine Aufwertungsfunktion zu, die in der Steigerung von Futterqualität und Siliereignung des Gemenges besteht (u.a. geringer Rohproteingehalt, geringe Pufferkapazität, hoher Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten).

Auf dem Versuchsbetrieb für Organischen Landbau Wiesengut/Hennef wurden in den Hauptnutzungsjahren 1997 und 1998 der Einfluß der Arten- und Sortenwahl auf Entwicklung und Ertrag von Rotklee-Grasgemengen untersucht. Bis auf das zu früh blühende Welsche Weidelgras waren alle weiteren untersuchten Grasarten zu konkurrenzschwach, um bei wüchsigen Standortbedingungen Ertrag und Futterqualität des Gemenges wesentlich steigern zu können (HAAS et al. 2003). In einem Zusatzversuch im Jahr 1998 wurde deshalb einjährig die Gemengeeignung der Weidelgrasarten Wiesenschweidel sowie Sorten des Deutschen, Welschen und Bastard-Weidelgrases verglichen.

Material und Methoden

Der Versuch wurde mit der Saat der Deckfrucht Winterroggen am 1.10.1996 auf dem Versuchsbetrieb für Organischen Landbau Wiesengut/Hennef als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Die Untersaat der Rotklee-Grasvarianten erfolgte am 10.4.1997 (Tab. 1). Die Aussaatdichte je m² betrug jeweils 500 keimfähige Samen Rotklee und etwa 750 keimfähige Samen einer Grasart/-sorte (Variation in Abhängigkeit vom TKM). Im Hauptnutzungsjahr 1998 erfolgte eine viermalige Schnittnutzung. Für die Ertragshebung wurde eine je Aufwuchs wechselnde repräsentative Fläche von 0,25 m² je Parzelle ausgewählt. Die Gewichtsanteile und Stickstoffgehalte der Fraktionen wurden nach manueller Separierung bestimmt (weitere Details in HAAS et al. 2003).

Tab. 1: Grasvarianten des Versuchs 'Weidelgrasarten'

Variante	Art	Sorte	Blüte [d [*]]
1	Bastardweidelgras <i>Lolium x boucheanum</i> Kunth	Pirol	53
2	"	Boogi (4n)	54
3	Welsches Weidelgras	Limulta	54
4	"	Lipo (4n)	54
5	Wiesenschweidel od. <i>Festulolium</i> <i>Festuca pratensis</i> Huds. x <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Paulita (4n)	51
6	Deutsches Weidelgras	Bastion (4n)	49
7	"	Mandat (4n)	61
8	"	Tivoli (4n)	72

*) Erscheinen der Blütenstände in Tagen (d) nach dem 1. April nach BSA (1997)

Ergebnisse und Diskussion

Der Jahresertrag der Gemenge lag im Mittel bei 122 dt TM/ha mit einer Spannweite von 107 bis 135 dt TM/ha (Abb. 1). Der höchste Grasertrag von 50 bzw. 58 dt TM/ha war bei den Welschen Weidelgräsern festzustellen, die damit bei geringerer Varianz ein ähnliches Ertragsniveau im Vergleich zu den Kernversuchen aufwiesen. Bei den Bastardweidelgräsern 'Pirol' und 'Boogi' war bei einem Ertrag von 46 bzw. 35 dt TM/ha eine Sortendifferenzierung vorhanden. Die Bastardweidelgräser lagen wie auch der Wiesen-schweidel 'Paulita' mit 33 dt TM/ha unter dem Ertragsniveau der Welschen Weidelgräser. Der Frischmasseanteil Unkraut betrug in den Aufwüchsen 1 bis 3 im Mittel der Varianten 4 bis 5% und 11% im 4. Aufwuchs.

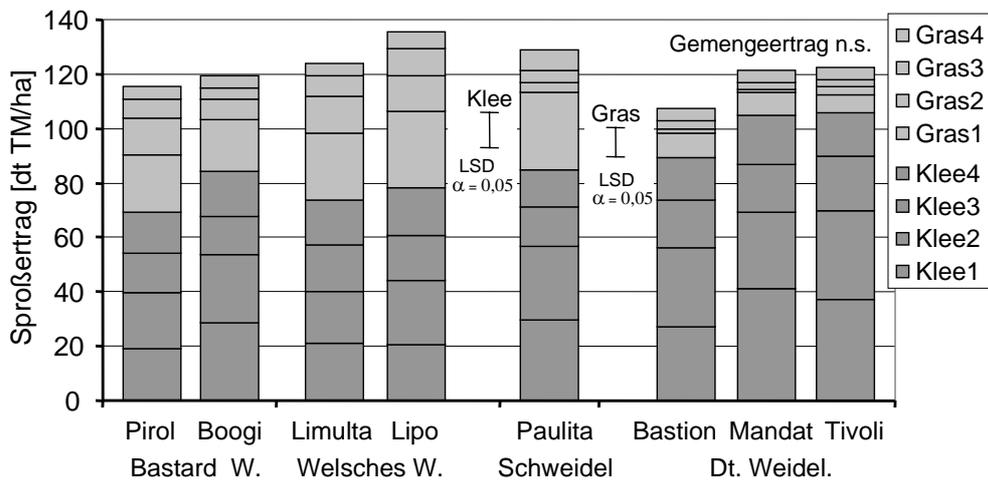


Abb. 1: Jahressummenertrag im Jahr 1998 (Ziffer = Aufwuchsnummer)

Der Grasertrag wies in diesem Versuch eine enge negative Beziehung zum Kleeertrag (Mittelwert 86 dt TM/ha) auf (Abb. 2).

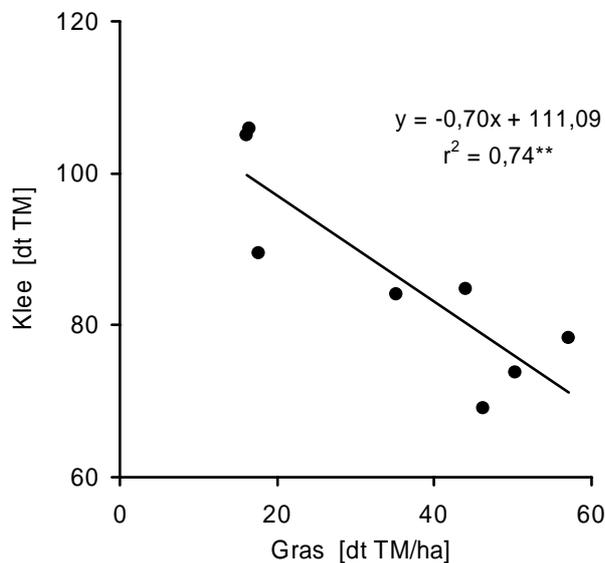


Abb. 2: Beziehung zwischen Gras- und Rotklee-Jahresertrag (n = 8)

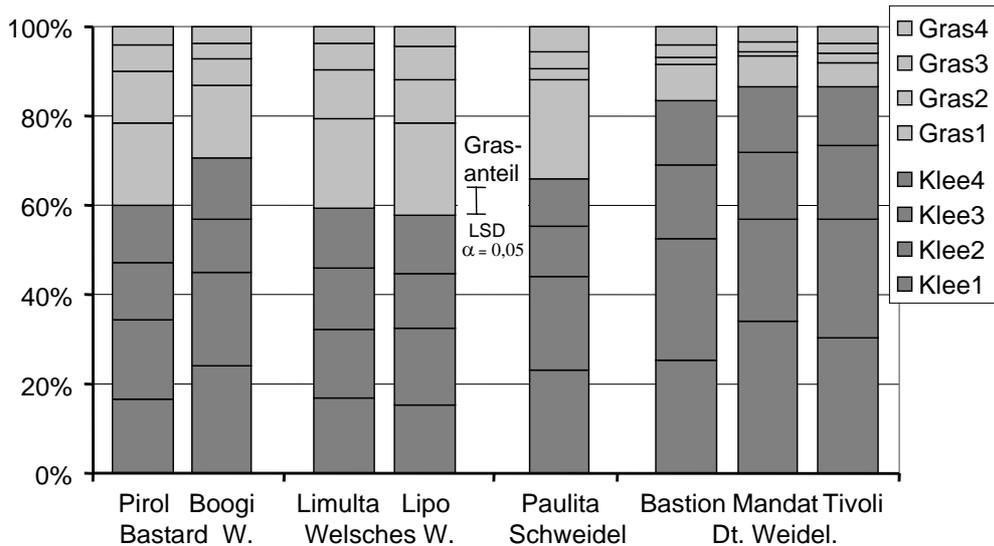


Abb. 3: Anteil am Jahresertrag [TM] von Klee und Gras im 'Weidelgrasartenversuch' im Jahr 1998 (Nummerierung bezieht aufwuchsnummer)

Die Varianten Wiesenschweidel und Bastardweidelgrassorte 'Boogi' nahmen mit einem Grasanteil am Jahresgemengeertrag von 35 bzw. 30% gegenüber den Deutschen Weidelgräsern mit im Mittel nur 15% und den weiteren Weidelgräsern mit 40% eine Mittelstellung ein (Abb. 3). Im Vergleich zum Kernversuch war der Grasanteil der Deutschen Weidelgräser etwa gleich gering. Die Welschen Weidelgräser 'Limulta' und 'Lipo' wiesen im als Blanksaat angelegten Kernversuch einen höheren Grasanteil von 45 bis 60% auf.

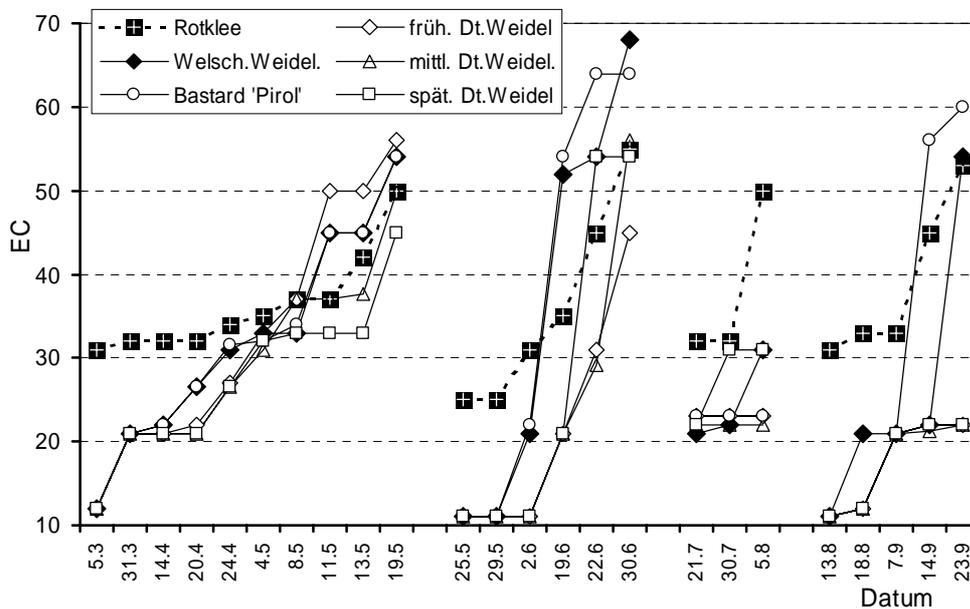


Abb. 4: Entwicklung von Rotklee und Gras im Jahr 1998 (ausgewählte Varianten)

Wie bereits im Kernversuch in beiden Versuchsjahren waren die Welschen Weidelgräser schneller in der Entwicklung im Vergleich zu den Deutschen Weidelgräsern, die auch in diesem Versuch eine Sortendifferenzierung aufwiesen, wenngleich dies nur im 1. Aufwuchs entsprechend der Reifegruppenzuordnung der Fall war (Abb. 4).

Die Bastardweidelgräser waren im 2. und 4. Aufwuchs noch weiter als die Welschen Weidelgräser entwickelt und erreichten das Stadium Blüte. Der Wiesenschweidel 'Paulita' wies im 1. und 4. Aufwuchs eine den Welschen und Bastard-Weidelgräsern analoge Entwicklung auf, blieb aber im 2. und 3. Aufwuchs in der Entwicklung ähnlich dem mittleren Deutschen Weidelgras etwas zurück. Im 3. Aufwuchs war bei allen Varianten nur eine geringe Differenzierung in einer sehr kurzen Wachstumsperiode vorhanden.

Fazit

Wiesenschweidel, Welsches und Bastard-Weidelgras waren in Ertrag, Wuchstyp und Entwicklung ähnlich. Je höher der Grasertrag war, um so geringer war der Kleeertrag und damit abschätzbar die N₂-Stickstofffixierung. Abgesehen von den Deutschen Weidelgräsern war die Differenzierung in der Entwicklung zwischen den weiteren Gräsern gering.

Die Ergebnisse des als Blanksaat angelegten Kernversuches wurden bei den Welschen und Deutschen Weidelgräsern im vorgestellten als Untersaat angelegten Weidelgras-Zusatzversuch im Jahr 1998 bis auf geringere Erträge der Deutschen Weidelgräser bestätigt.

Eine mit Einschränkung gute Gemengeeignung wiesen die Welschen und Bastard-Weidelgräser sowie der Wiesenschweidel auf. Hauptnachteil war aber die zu schnelle bzw. die bis zur Ernte zu weit fortgeschrittene Entwicklung dieser Gräser. Die aus den Entwicklungsstadien zur Ernte ableitbaren Futterqualitäten dürften gemindert sein. Bei geringeren Grasanteilen kommt dem "Aufwertungseffekt" der Grasfraktion aber eine entscheidende Bedeutung zu.

Ausblick: Ideotyp Züchtung

Das "ideale" Gras dürfte ein spätes, im ersten Aufwuchs konkurrenzschwächeres, in den Folgeaufwüchsen nicht zu stark in der Ertragsleistung abfallendes Welsches Weidelgras sein. Dies müßte hinsichtlich einer langsameren Entwicklung ggf. mit entsprechenden Artkreuzungen züchterisch zu erreichen sein (bspw. Bastard-Weidelgras: spätes Deutsches Weidelgras x Welschem Weidelgras). Entsprechende Forschungsprojekte sollten die genetisch vorhandene und züchterisch gestaltbare Variabilität später Typen untersuchen.

Literatur

HAAS, G., A. SCHLONSKI, U. KÖPKE 2003: Rotkleeertrag im Organischen Landbau: Einfluß von Arten- und Sortenwahl auf Ertrag und Futterqualität. Lehr- und Forschungsschwerpunkt 'Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft', Landwirtschaftliche Fakultät, Universität Bonn.

(Download: www.usl.uni-bonn.de/Publikationen/Forschungsberichte).

Effekte einer variierten Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterqualität und Weißkleeleistung

von

H. Trott, M. Wachendorf und F. Taube

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

1. Einleitung

Dauergrünland ist eine der wichtigsten Futterkomponenten spezialisierter Milchviehbetriebe Norddeutschlands. Es umfasst etwa 70 bis 80% der gesamten Futterbaufläche Schleswig-Holsteins. Die dominierenden Nutzungsformen sind Mähweiden gefolgt von Weiden und Wiesen. Vor dem Hintergrund hoher N-Bilanzüberschüsse auf Dauergrünland (TROTT et al., 2002) sind zur Optimierung des Grünlandmanagements Kenntnisse über die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Produktivität und die Futterqualität erforderlich. In diesem Zusammenhang ist die botanische Zusammensetzung von besonderem Interesse. Die positiven Effekte des Weißklee auf die Ertragsleistung und die Futterqualität werden in der Literatur hinreichend behandelt (z.B. CARADUS et al., 1996).

Die meisten Untersuchungen zur Produktivität, Futterqualität und Bestandeszusammensetzung von Dauergrünland beziehen sich auf ausschließliche Weide- oder Schnittsysteme, weitaus weniger auf Mähweiden (z.B. SCHILS et al., 1999). Ziel dieser Untersuchung war es, die oben beschriebenen Parameter über einen weiten Gradienten von Nutzungsformen und Düngungsintensitäten zu vergleichen und zu bewerten.

2. Material und Methoden

Über einen Versuchszeitraum von 5 Jahren wurden im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes „N-Projekt Karkendamm“ (TAUBE & WACHENDORF, 2000) die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Bestandeszusammensetzung, den Ertrag und die Futterqualität untersucht. Im Mittelpunkt standen Nutzungssysteme mit reiner Weidenutzung (W), Mähweiden mit einem Schnitt (MWI) bzw. zwei Schnitten (MWII) und nachfolgender Umtriebsweide, sowie Bestände mit 4maliger Schnittnutzung (S). Innerhalb dieser Behandlungen wurde die mineralische und organische Düngungsintensität variiert (0, 100, 200, 300 kg N ha⁻¹ als KAS; 0 bzw. 20 m³ Rindergülle ha⁻¹). Die Beweidung erfolgte mit Färsen bei einer mittleren Beweidungsdauer von 2 Tagen und jeweils anschließender Nachmahd. Herbizidapplikationen wurden bei Überschreiten kritischer Krautanteile in allen Varianten simultan durchgeführt. Zu jeder Nutzung wurde der Trockenmasseertrag und - im Falle der beweideten Varianten - der Weiderest ermittelt. Die botanische Zusammensetzung wurde durch Fraktionierung der Ernteproben in Gras, Klee und Kraut bestimmt. Jeweils im September/Oktober der Versuchsjahre wurden die Ertragsanteile einzelner Arten nach KLAPP & STÄHLIN (1936) geschätzt. Die Bestimmung der Qualitätsparameter erfolgte mittels NIRS. Die N₂-Fixierungseffizienzen (kg N_{fix} dt Klee-TM⁻¹) wurden auf Grundlage der Differenzmethode anhand ungedüngter, weißklee freier Schnitt- und Weidebestände berechnet (HAYSTEAD, 1981). Durch Multiplikation mit den Kleeerträgen ergab sich die Menge an fixiertem N in diesen Varianten. Die Werte für MWI und MWII wurden anteilig aus der N₂-Fixierung unter Schnitt- und Weidenutzung ermittelt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Leistungsfähigkeit von Grünlandbeständen steht in einem engen Zusammenhang mit der botanischen Zusammensetzung, wobei dem Weißklee aufgrund seiner N-fixierenden Eigenschaft eine besondere Bedeutung zukommt. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Varianzanalyse für ausgewählte Kenngrößen der Bestandeszusammensetzung, der Produktivität und der Futterqualität. Eine gesteigerte N-Zufuhr durch mineralische Düngung und Exkremate förderte vornehmlich die Konkurrenzkraft der Gräser zu Lasten der Kraut- und Leguminosenanteile. Letztere bestanden nahezu ausschließlich aus *Trifolium repens* und nahmen mit zunehmender N-Düngung exponentiell ab (Abb. 1A). Nutzungsformen mit hoher Beweidungsintensität (W, MWI) zeigten vor allem bei niedrigem Düngungsniveau deutlich geringere Kleeanteile [ungedüngt: 17-18%] als unbeweidete (S) [ungedüngt: 32%] oder weniger intensiv beweidete Systeme (MWII) [ungedüngt: 30%]. Die biologische N₂-Fixierung war eine wichtige N-Quelle und nahm entsprechend der Kleeanteile mit steigender Stickstoffdüngung ebenfalls exponentiell ab (Abb. 1B). Die mittlere fixierte N-Menge variierte zwischen 0,7 und 118 kg N ha⁻¹ a⁻¹ und zeigte eine ähnliche Differenzierung zwischen den Nutzungssystemen, wie sie bereits bei den Kleeanteilen beschrieben wurde. Demnach waren mindestens zwei Schnittnutzungen in einem Umtriebsweidesystem notwendig, um die Kleeanteile und die N₂-Fixierung nachhaltig zu steigern. Zwischen den Versuchsjahren traten ausgeprägte Fluktuationen der Kleeanteile auf mit entsprechenden Auswirkungen auf die N₂-Fixierung, den Ertrag und die Qualität des Grünlandaufwuchses. So wurden im Jahre 2001 ausgesprochen hohe Fixierungsleistungen von 215 kg N ha⁻¹ a⁻¹ in S und MWII, 192 kg N ha⁻¹ a⁻¹ in W und 160 kg N ha⁻¹ a⁻¹ in MWI beobachtet. Die Krautfraktion wurde vom gemeinen Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) dominiert [95-100%]. Herbizidapplikationen verhinderten weitgehend ein Überhandnehmen des Löwenzahns. In nur 14% aller Aufwüchse überschritten seine Ertragsanteile den unter agronomischen Gesichtspunkten kritischen Wert von 20% d. TM. Generell war das Risiko hoher Krautanteile bei geringer oder ausbleibender N-Düngung am höchsten. In ausschließlich weidegenutzten Beständen lagen die mittleren Krautanteile bei 6% und waren damit deutlich geringer als in den Mähweiden und den ausschließlich schnittgenutzten Behandlungen (10-12%). Neben *Taraxacum officinale* kann auf sandigen Standorten ein Ausbreiten der Quecke (*Agropyron repens*) die Qualität der Grasnarbe beeinträchtigen. Im Mittel der 5 Versuchsjahre lagen die Ertragsanteile bei allen Behandlungen unter 20%. Obgleich die Unterschiede zwischen den Jahren immens waren, ließen sich keine Entwicklungstendenzen im Zeitablauf erkennen. Die Schwelle der Bekämpfungswürdigkeit von 30 - 40% des Gesamtertrages wurde nur in einzelnen Aufwüchsen z.B. bei extremer Trockenheit überschritten. Folglich war die Bekämpfung der Quecke nicht erforderlich.

Tab. 1: F-Werte und Signifikanzniveaus der Varianzanalyse (Pr>F) für die Ertragsanteile Klee, die N₂-Fixierung, den NEL-Ertrag und den Rohproteingehalt

	Ertragsanteile Klee	N ₂ -Fixierung	NEL-Ertrag	Rohproteingehalt
Nutzungssystem (sys)	17,38 ***	31,88 ***	NS	53,32***
Mineral. N-Düngung (n)	296,83 ***	333,01 ***	160,69***	196,23***
Gülldüngung (g)	10,67 *	NS	13,79***	NS
sys*n	7,58 ***	14,33 ***	2,82**	12,17***
sys*g	4,29**	NS	6,50***	NS
n*g	NS	NS	NS	NS
sys*g*n	NS	NS	NS	NS

NS: nicht signifikant; *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001.

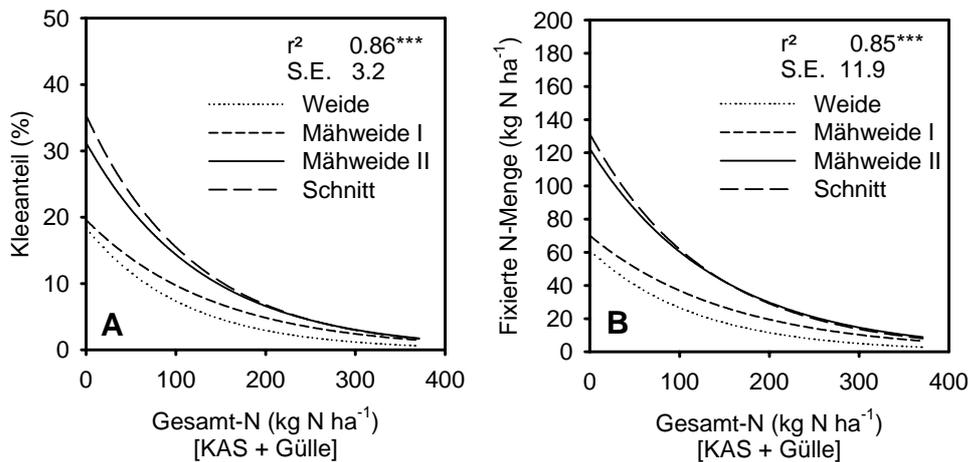


Abb. 1: Kleeanteile (A) und fixierte N-Mengen (B) in Abhängigkeit vom Nutzungssystem und von der Gesamt-N-Versorgung (Mittel von 1997-20019)

Die mittleren Energieerträge variierten in Abhängigkeit von der N-Düngung zwischen 40 und 73 GJ NEL ha⁻¹ a⁻¹ mit nur geringen Unterschieden zwischen den Nutzungssystemen (Abb. 2A). Die signifikante Interaktion Nutzungssystem x mineralische N-Düngung zeigt, dass die N-Verwertungseffizienz der eingesetzten Dünger in Nutzungssystemen mit hohen Kleeanteilen (S, MWII) deutlich reduziert war. MWII profitierte insbesondere bei niedrigem Düngungsniveau von zusätzlichem Exkrementstickstoff bei gleichzeitig hohen Kleeanteilen.

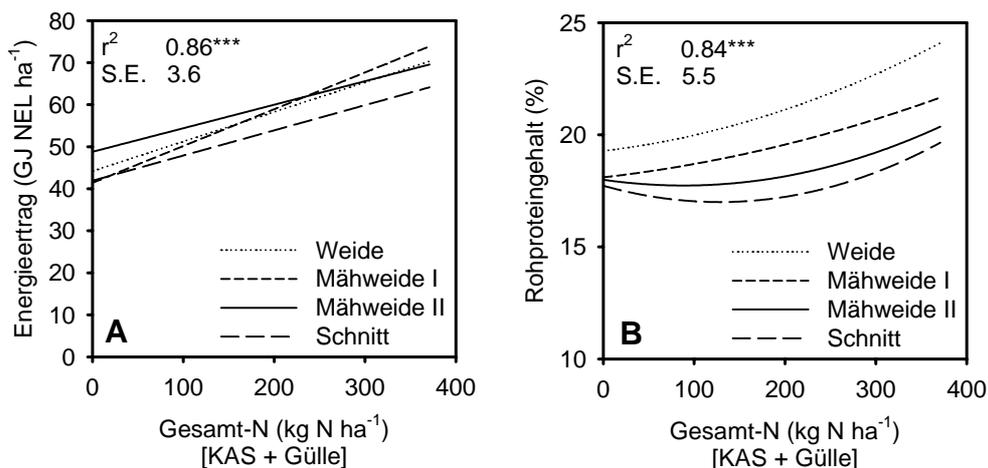


Abb. 2: Energieerträge (A) und Rohproteingehalte (B) in Abhängigkeit vom Nutzungssystem und von der Gesamt-N-Versorgung (Mittel von 1997-2001)

Die Futterqualität entsprach in allen Behandlungen den Anforderungen einer grundfutterbasierten Rationszusammenstellung für laktierende Milchkühe. Die Energiekonzentrationen variierten nur wenig zwischen den Varianten [Ø 6.5–7.0 MJ NEL kg TM⁻¹]. Die etwas erhöhten Energiegehalte in W [Ø 6.9 MJ NEL kg TM⁻¹], die mit zunehmender N-Düngung anstiegen, waren vor allem auf die höhere Nutzungsfrequenz zurückzuführen. Die Rohproteingehalte [Ø 16–24%] wurden sowohl durch die N-Düngung als

auch durch die Art der Nutzung beeinflusst (Abb. 2B). In S und MWII profitierten die Rohproteingehalte auf niedrigem N-Düngungsniveau von den hohen Kleeerträgen. In solchen Beständen führten die sich stark ändernden Kleeanteile im Jahresablauf zu unterschiedlichen Futterqualitäten mit dem Risiko sehr hoher Rohproteingehalte in der 2. Vegetationshälfte. Für hochleistende Milchkühe sollte in der frühen Laktation (30 kg Milch, 3,5% Fett, 3% Eiweiß) in einer energiereichen Ration ein Rohproteingehalt von etwa 18% bereitgestellt werden, um negative Effekte auf die Milchleistung zu vermeiden (NRC, 2001). Während unter Weidenutzung nur 16% der Aufwüchse diesen Wert unterschritten, waren 55% der Aufwüchse in S durch niedrigere Rohproteingehalte gekennzeichnet. Sehr hohe Rohproteingehalte von bis zu 30% traten vor allem in Spätsommer- und Herbstaufwüchsen auf, wurden aber auch in der ersten Vegetationshälfte bei hoher N-Intensität beobachtet. Solche Proteingehalte sind aus tierphysiologischer Sicht kritisch zu bewerten und führen zu hohen N-Verlusten.

4. Schlussfolgerung

Insbesondere Umtriebsweidesysteme mit zwei Schnittnutzungen (MWII) profitieren von N-Quellen wie Exkrementen und symbiontischer N₂-Fixierung. Daraus resultiert eine deutlich höhere Produktivität auf niedrigem N-Düngungsniveau gegenüber reinen Weide- und Schnittsystemen. Die Integration nur eines Schnittes in Umtriebsweidesysteme steigert die Kleeanteile und die Produktivität nicht in gleichem Maße. In Nutzungssystemen mit geringen Kleeanteilen (MWI, Weide) ist die Effizienz der eingesetzten Düngemittel deutlich erhöht. Die Futterqualität der untersuchten Mähweiden genügt ebenso wie die der Weide- und Schnittvarianten den Anforderungen einer grundfutterbasierten Rationszusammenstellung für laktierende Milchkühe. Das Risiko hoher Löwenzahnanteile ist bei niedriger N-Düngung am größten und wird durch eine Schnittnutzung in Umtriebsweiden erhöht. Eine Bekämpfung der Quecke ist bei den hohen Nutzungsfrequenzen nicht erforderlich.

Literatur

- CARADUS, J.R., D.R. WOODFIELD & A.V. STEWART, 1996: Overview and vision for white clover. In: White Clover: New Zealand's Competitive Edge. Symposium of the New Zealand Grassland Association, Lincoln, NZ, 1-6.
- KLAPP, E. & A. STÄHLIN, 1936: Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Verlag E. Ulmer, Stuttgart.
- 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.
- NRC, 2001: Nutrient Requirements of Dairy Cattle – Seventh Revised Edition, 2001. National Academy Press, Washington, D.C..
- TAUBE, F. & 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.
- TROTT, H., B. INGWERSEN, M. WACHENDORF & F. TAUBE, 2002: Management of permanent grassland for reduced nitrogen surplus – Results from an integrated research project. Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, May 27-30, 740-741.

Leguminosen für eine „Low-Input“ Tierproduktion in der Weidehaltung

von

Andreas Dyckmans, Ulrike Sölter und J.M. Greef

Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig

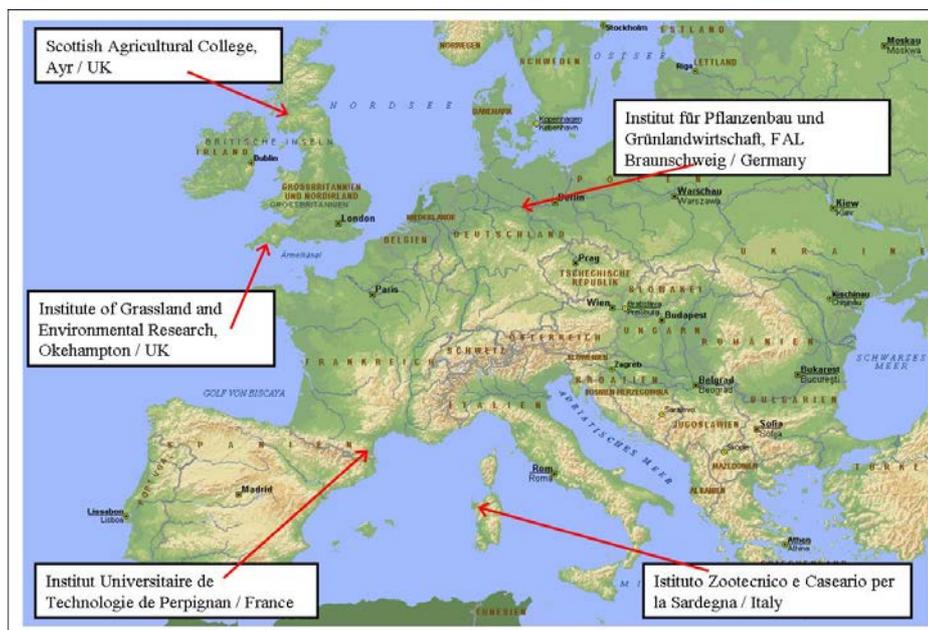
Einleitung

Leguminosen könnten in der Zukunft wieder eine bedeutendere Rolle in der Grünlandbewirtschaftung in Europa einnehmen. Dabei muß nicht nur an den „ökologisch“ wirtschaftenden Betrieb gedacht werden sondern auch an eine „Low-Input“ Tierproduktion. Dabei spielen das Aneignungsvermögen für Luftstickstoff ebenso eine Rolle wie die Qualitätseigenschaften des Futters.

Die Auswirkungen von Futterleguminosen auf Ertrag, Qualität, tierische Leistung und Siliereignung unter Schnittnutzung wurden untersucht (LEGSIL-Projekt).

Im Gegensatz dazu werden bei dem hier vorgestellten Projekt die Eigenschaften der Leguminosen unter den typischen Weidebedingungen der beteiligten Länder untersucht, da diese Nutzungsform für einen großen Teil der europäischen Wiederkäuerhaltung nach wie vor von Bedeutung ist.

Vor diesem Hintergrund wurde das EU-geförderte Projekt (QLRT-2000-02328) mit dem Akronym LEGGRAZE initiiert.



In das Projekt sind 5 Institute aus 4 Ländern eingebunden (s.Karte). Über einem Zeitraum von 3½ Jahren sollen die folgenden Versuchsziele in 5 task bzw. workpackages erarbeitet werden:

Versuchsziele

- Erstellung einer europäischen Datenbasis zur Forschung über leguminosen-basiertem Grünland einschl. pflanzlicher und tierischer Leistung, Umweltwirkungen sowie ökonomischer Nachhaltigkeit;
- Quantifizierung der pflanzlichen und tierischen Leistungsfähigkeit von bzw. auf leguminosenhaltigen Weiden unter verschiedenen Klimabedingungen;
- Evaluierung neuer Leguminosenspezies für den Einsatz in Weidesystemen;
- Quantifizierung von Nährstoffverlusten in die Umwelt durch leguminosenhaltiges Grünland;
- Evaluierung der sozio-ökonomischen Aspekte leguminosenbasierter Weidesysteme.

An 4 Standorten wurden Versuchsflächen mit den folgenden Varianten einschließlich einer Kontrolle (Variante 1) angelegt, wobei die Varianten 2 und 3 Arten enthalten, die man als neue Arten für das jeweilige lokale System bezeichnen kann.

Versuchsvarianten

Standort	Variante 1	Variante 2	Variante 3	System
Italien	Lolium rigidum Medicago polymorpha	+Gras wie 1 + Trifolium subterraneum	Gras wie 1 + Hedysarum coronarium	Umtriebsweide Milchschafe
Frankreich	Phalaris tuberosa Medicago sativa	+Gras wie 1 + Onobrychis sativa	Gras wie 1 + Trifolium incarnatum	Standweide Hammel
Deutschland	Lolium perenne + Festuca pratensis + Poa pratensis + Phleum pratense + Trifolium repens	Gras wie 1 + Lotus corniculatus	Gras wie 1 + Trifolium pratense	Standweide Jungrinder
England	Lolium perenne Trifolium repens	+Gras wie 1 + Lotus corniculatus	Gras wie 1 + Trifolium ambiguum	Standweide Hammel

Die **Untersuchungen** umfassen die folgenden Parameter:

- Ertrag
- Futterqualität (Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, NDF, in vitro Verdaulichkeit (Cellulase))
- Botanische Zusammensetzung (einschl. TM der einzelnen Pflanzenfraktionen)
- Nährstoffauswaschung (Gesamt-N, Nitrat, P und K)
- Gewichtsentwicklung der Weidetiere, Futterraufnahme, Futterselektion, Kot-N-Untersuchung

Das Projekt soll einen weiteren Beitrag zum Verständnis über leguminosen-basiertem Grünland liefern und zu einer nachhaltigen Grünlandbewirtschaftung führen. Ergebnisse werden in entsprechenden wissenschaftlichen Publikationen sowie auf der eigenen Homepage (www.univ-perp.fr/leggraze) veröffentlicht.

Mischsilierung von Luzerne mit Silomais

von

¹Günter Pahlow, ²Ulrich Meyer und ¹Jörg Michael Greef

¹Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft

²Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Braunschweig

1. Einleitung

Für die Ernährung hochleistender Kühe ist Luzerne als Grundfutter wegen der raschen Abbaubarkeit der organischen Substanz von besonderer Bedeutung. Ihre Konservierung durch Silagebereitung ist jedoch auf Grund der hohen Pufferkapazität bei gleichzeitig geringen Gehalten an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten schwierig und ergibt oft nur Silagen geringer Gärqualität, die negative Auswirkungen auf die Futtermittelaufnahme haben können (MCDONALD et al., 1991; WOOLFORD, 1984). Andererseits sind Luzernesilagen ausgesprochen stabil unter dem Lufteinfluss während der Entnahme und Fütterung (PAHLOW et al., 2000). - Mais ist im Unterschied dazu leicht silierbar, neigt allerdings grundsätzlich zu Nacherwärmungen und pilzlichem Verderb mit dem prinzipiellen Risiko der Mykotoxinbildung.

In einem Gemeinschaftsversuch der Institute für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft bzw. für Tierernährung auf der Versuchstation der FAL Braunschweig wurde untersucht, ob sich

1. - durch Mischsilierung von Luzerne mit Silomais im Unterschied zu separater Konservierung sowohl die Gärqualität als auch die aerobe Stabilität verbessern lässt und ob sich
2. - bei der Verfütterung der Mischsilage an Milchkühe Leistungsunterschiede im Vergleich zu getrennter Silierung der beiden Komponenten und erst anschließend am Tag der Fütterung hergestellten Mischungen aus Mais- und Luzernesilage ergeben. Dazu dienen 2 Gruppen von je 30 hochleistenden Schwarzbunten im ersten Laktationsdrittel. Die Ergebnisse zu Punkt 2 werden im Jahr 2004 komplett vorliegen.

2. Material und Methoden

2.1 Pflanzenmaterial

Von Luzerne (*Medicago sativa*) der Sorte 'Planet' im 2. Hauptnutzungsjahr wurden der 1. und 3. Aufwuchs zu den Schnitterminen 03. Juni bzw. 19. August gemäht. Dazu diente ein Scheibenmäherwerk (Krone AMT 283 CRi) mit Rollenaufbereiter aus Profil-Gummiwalzen. Siliert wurde jeweils am Folgetag nach sehr effektivem Anwelken bei niederschlagsfreiem Wetter mit Sonne und Tagestemperaturen von etwa 25°C. Die Bergung erfolgte mit einem selbstfahrenden Häcksler Claas Jaguar. Siliert wurde in separaten, baugleichen Fahrhilos der Versuchstation jeweils am 04. Juni bzw. am 20. August 2002.

Silomais (*Zea mays*) der Sorte 'Attribut' wurde am 08. Oktober geerntet und gleichfalls in einem Fahrhilo eingelagert. Am selben Tag erfolgte die Mischsilierung des frisch gehäckselten Maises jeweils mit der Hälfte der wieder entnommenen Luzernesilagen aus beiden Aufwüchsen. Das Mischungsverhältnis auf TM-Basis betrug 65 zu 35 für Mais zu Luzerne. Die Mischungen wurden in einem Mischwagen hergestellt und nacheinander in einem Folienschlauchhilo von 1,8 m Durchmesser einsiliert. Die Verfütterung der Versuchssilagen begann am 01.12.2002.

2.2 Analysenprogramm

Parallel zur Verfütterung erfolgten in etwa monatlichen Abständen mikrobiologische und chemische Analysen der Einzelkomponenten, sowie eine Bestimmung der aeroben Stabilität über einen Beobachtungszeitraum von einer Woche durch Temperaturmessung der Silageproben in einer Umhüllung aus 60 mm starkem Isolierschaum jeweils im Abstand von 6 Stunden (Methode HONIG, 1990). Die Einzelheiten des Analysenprogramms sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Analysen an Ausgangsmaterial und Silagen sowie Silagemischungen

Chemische Zusammensetzung des Ausgangsmaterials beim Einsilieren	
Siliergut-Parameter	Dimension
Trockenmassegehalt	g TM kg ⁻¹
Wasserlösliche Kohlenhydrate (Anthron-Zucker)	g kg ⁻¹ TM
Pufferkapazität	g Milchsäure ⁻¹ 100g-1 TM
Rohprotein	g kg ⁻¹ TM
Rohasche	g kg ⁻¹ TM
Zusammensetzung der Silagen und Silagemischungen	
Silage-Parameter (Endprodukt)	Dimension
Trockenmassegehalt (korr. um flücht. Substanzen)	g TM kg ⁻¹
pH-Wert	-----
Gärprodukte (Gärsäuren, Alkohole)	g kg ⁻¹ TM
Ammoniak-Fraktion	NH ₃ N in % v. Gesamt N _(AM)
Aerobe Stabilität (Messdauer 7 Tage)	Tage bis zur Erwärmung (>3°C)
Besatz mit milchsäureabbauenden Schädhefen	log KbE g ⁻¹ FM

3. Ergebnisse und Diskussion

In der Tabelle 2 ist die chemische Zusammensetzung der beiden Luzernesilagen zum Zeitpunkt der Umsilierung, der für den Frischmais sowie für die Mischungen aus Mais mit den beiden Luzernesilagen für ausgewählte Parameter zusammengefasst. Dabei ist zu beachten, dass bei der hier vorgenommenen Umsilierung die bereits durchgegorenen Luzernesilagen erneut zu Ausgangsmaterialien der Mischsilierung wurden.

Tab. 2: Zusammensetzung der Komponenten für die Mischsilagen und der Mischungen

Siliergut bzw. Silage	TM-Gehalt	Roh-Protein	Roh-Asche	Zucker (Anthron)	Pufferkapazität	Vergärbarkeitskoeffizient
Luzernesilage 1	352	196	182	4,8	87	--
Luzernesilage 2	410	182	149	5,9	89	--
Frischmais	374	72	42	62,3	34	52
Mischung 1	381	124	77	35,0	56	43
Mischung 2	380	130	88	49,1	56	45

Aus der Tabelle 2 ist zu entnehmen, dass der Ziel-Trockenmassegehalt von 35 bis 40 % für beide Luzernesilagen erreicht wurde und der Mais zum Erntetermin bereits ein fortgeschrittenes Reifestadium aufwies. Der Rohproteingehalt der Luzernesilagen aus beiden Aufwüchsen lag im üblichen Bereich, gemessen an den Angaben aus der DLG-Futterwert-Tabelle. Der relativ hohe Rohaschegehalt, insbesondere für den ersten Aufwuchs, erklärt sich jeweils aus Starkregenereignissen mit teilweiser Überflutung der

Fläche kurz vor der Ernte. Einem weiteren Unwetter mit erheblichem Hagelschlag fiel der 2. Aufwuchs komplett zum Opfer, so dass auf seine Nutzung verzichtet werden musste. Der Restzuckergehalt in den Luzernesilagen war erwartungsgemäß nur noch sehr gering bei einer insgesamt hohen Pufferkapazität, zu der auch die Gärungsprodukte mit beitragen. Der Frischmais verfügte über ausreichend wasserlösliche Kohlenhydrate, um nach der Zumischung der Luzerne einen erneuten Gärungsprozess in Gang zu setzen. Das Ausweisen der Vergärbarkeitskoeffizienten ist prinzipiell nur für unsiliertes Futter sinnvoll. Dennoch werden sie hier auch für die Mischungen angegeben, da wie erwähnt, sich noch ein weiterer Silierprozess anschloss. Aus ihrer Nähe zum Schwellenwert 45 (SCHMIDT et al., 1971; PAHLOW & WEISSBACH, 1999) ist ablesbar, dass hier mit einem fehlgärungsfreien Silierverlauf der Mischungen zu rechnen war.

Die bis zum Entnahmezeitpunkt 105 Tage nach dem Einsilieren vorliegenden Ergebnisse zum Gärproduktspektrum und zur Gärqualität zeigen, dass aus dem ersten Luzerneaufwuchs Silage mit guter, in der Mischung mit Mais sogar mit sehr guter Qualität erzeugt wurde (Tabelle 3). Die Dimensionen sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Gärqualität wurde sowohl in Form von DLG-Punkten sowie als Note (I...V) ausgedrückt.

Tab. 3: Ausgewählte Gärparameter von Einzelsilagen und Mischsilage (105.Tag)

Futterart	pH-Wert	Milchsäure	Essigsäure	NH ₃ -Fraktion	Gärqualität
Luzernesilage 1	4,5	8,9	2,1	13,8	89 (II)
Maissilage	3,8	5,4	1,0	6,8	87 (II)
Mischsilage 1	4,3	6,9	3,4	7,8	97 (I)

Die Ergebnisse zeigen, dass durch das Silieren in Mischung mit dem nur schwach puffernden Mais eine pH-Absenkung gegenüber der reinen Luzernesilage trotz geringerer Endkonzentration an Milchsäure erzielt wurde. Der Essigsäuregehalt wurde in der Mischung markant erhöht und die hohe NH₃-Fraktion der Leguminosensilage in günstiger Weise reduziert. Das geringfügig schlechtere Abschneiden der Maissilage im Vergleich zur Mischsilage erklärt sich aus dem Punktabzug für den sehr geringen Essigsäuregehalt, der auf mögliche Stabilitätsprobleme unter Lufteinfluss hinweist. Dies bestätigte sich, indem die Maissilage bei Fütterungsbeginn jeweils schon am Tage der Entnahme warm wurden, während die Luzernesilage mindestens 7 und die Mischsilage 4 bis 6 Tage stabil blieb. Ergebnisse zum Stabilitätsverhalten liegen bereits bis zum 128. Tag nach dem Einsilieren vor, wobei auch die am Tage der Verfütterung hergestellte Neumischung mit untersucht wurde (Tabelle 4).

Tab. 4: pH-Wert, Stabilität und TM-Verluste der Silagen und Mischungen (128. Tag).

Futterart	pH-Wert	Tage stabil	TM-Verlust b.7.Tg.	Schadhefen
Luzernesilage 2	4,9	5,0	8,9	2,0
Maissilage	3,9	1,8	8,1	6,1
Mischsilage 2	4,1	7,0	0,0	1,5
Neumischung	4,5	1,0	12,1	6,7

Die pH-Werte in Tabelle 4 zeigen, dass die zu diesem Zeitpunkt bereits im Anschnitt befindliche Luzernesilage aus dem 3. Aufwuchs einen höheren pH-Wert aufwies und weniger stabil war als die Silage aus dem 1. Schnitt. Die Maissilage war unverändert durch rasche Erwärmungsneigung gekennzeichnet. Während jedoch die Mischsilage nach dieser noch längeren Lagerdauer eine perfekte aerobe Stabilität von mindestens sieben Tagen aufwies, war die Neumischung infolge der intensiven Auflockerung im

Mischwagen aerob noch instabiler als die reine Maissilage weshalb sich sehr hohe TM-Verluste durch den Lufteinfluss während der Stabilitätsbestimmung ergaben. Der Besatz mit milchsäureabbauenden Schädhefen spiegelt diese Situation wider. In den beiden instabilen Varianten war bei der Entnahme aus den Silos die bei ca. 100 000 Hefen (log 5) pro Gramm Silage anzusetzende kritische Populationsdichte der Gärschädlinge bereits um mehr als den Faktor 10 überschritten. Das musste zwangsläufig zu einem unverzüglichen aeroben Verderb des ausgelagerten Futters führen. In der Mischsilage unterdrückten offensichtlich neben dem typischen, stabilisierenden Leguminoseneffekt (PAHLOW et al., 2000) auch die erhöhte Konzentrationen an Essigsäure die Hefen und verhindern das Warmwerden des Gärfutters.

4. Zusammenfassung

Die aus Sicht der Tierernährung günstig eingeschätzte Grundfutter-Kombination aus Luzerne mit Mais wurde in Form einer Mischsilage im Praxismaßstab erzeugt und analytisch sowie in einem Milchvieh-Fütterungsversuch mit der getrennten Silierung beider Futterkomponenten und erst am Tage der Verfütterung hergestellten Mischungen aus Mais- und Luzernesilage verglichen. Mit diesem Verfahren wurde sowohl das für reine Leguminosensilagen typische Problem minderer Gärqualität gelöst als auch das in der Praxis weit verbreitete Risiko der Nacherwärmung durch pilzlichen Verderb in Maissilagen wirksam bekämpft.

Literatur

- DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer. 1997: DLG-Verlag Frankfurt a.M., ISBN 3- 7690-0574-3
- HONIG, H. 1990: Evaluation of aerobic stability *In: Proceedings of the EUROBAC Conference, Grass and Forage Reports* 3, 76-81
- MCDONALD, P., A.R. HENDERSON, and S.J.E. HERON. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd edition. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.
- PAHLOW, G. and F. WEISSBACH; 1999: New aspects of evaluation and application of silage additives. *Landbauforschung Völkenrode, SH 206*, 141-158
- PAHLOW, G., CHR. RAMMER, M. TUORI M. and R. WILKINS. 2000: LEGSIL: Ensiling of established and novel legumes in Germany, Sweden and Finland. *Grassland Science in Europe*, Vol.5:56-58
- SCHMIDT, L., F. WEISSBACH, K.-D. WERNECKE, and E. HEIN. (1971) Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufes bei der Grünfuttersilierung. Forschungsbericht, Oskar-Kellner-Institut für Tierernährung, Rostock
- WOOLFORD, M.K.1984. *The Silage Fermentation*. Microbiological Series, 14, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel.

Weißklee als Bestandepartner für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Dauergrünland

von

Andreas Dyckmans

Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig

Einleitung

Weißklee ist die wichtigste Leguminose des Dauergrünlandes. In Deutschland hat Weißklee seit der Intensivierung in der Landwirtschaft nur eine geringe Bedeutung; er wurde häufig durch hohe N-Düngung und nicht angepasste Nutzung der Wiesen und Weiden zurückgedrängt, wodurch der Eindruck einer nur geringen Leistungsfähigkeit entstand. Aufgrund seiner Qualitäten, wie z.B. das Bindungsvermögen von Stickstoff aus der Luft und sein hoher Futterwert, sollte er in Zukunft wieder mehr Beachtung finden.

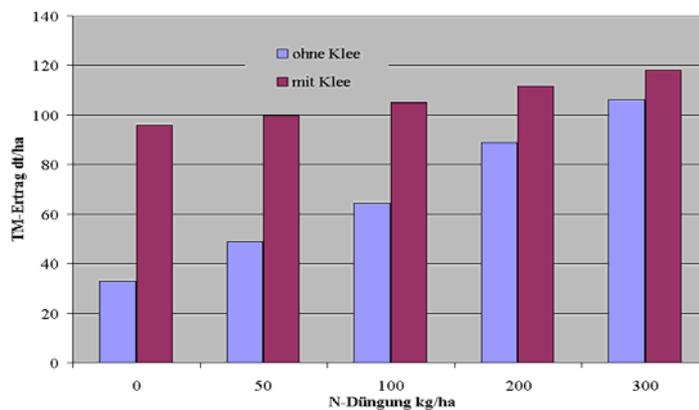


Abb. 1 Ertrag von Dauergrünland ohne und mit Klee-Einsatz

Ertragsbildung und Stickstofffixierung

Auf Dauergrünland zu erzielende Erträge sind abhängig von natürlichen Standortfaktoren, Umwelteinflüssen sowie dem sogenannten Leistungspotential der Grünlandnarbe. Bei Trockenmasseerträgen von rund 40 dt/ha für Gräserreinsaaten ohne N-Düngung sind durch Weißklee in Anteilen von ca. 20 - 30 % im Gemenge Erträge über 100 dt TM/ha erzielbar. Selbst bei intensiver N - Düngung von jährlich 300 kg/ha kann durch Weißklee im Bestand ein Mehrertrag bis zu 24% gegenüber Gräser - Reinsaaten nachgewiesen werden.

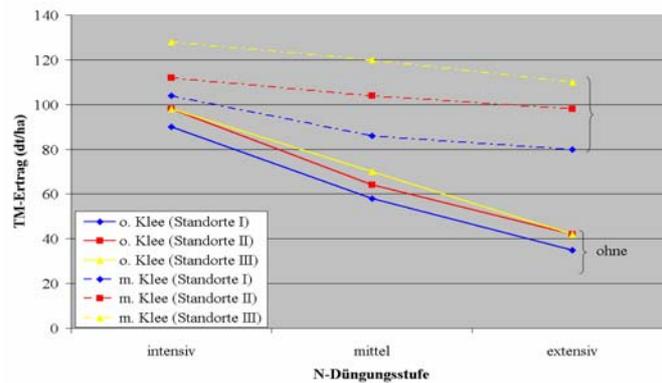


Abb. 2 Düngung, Standort und Kompensationswirkung

Futterwert

Weißklee zeichnet sich durch eine hohe Verdaulichkeit der organischen Substanz, hohen Rohproteingehalt und einen geringen Rohfasergehalt aus. Die Mineralstoffgehalte des Weißklee sind gegenüber Gräsern deutlich erhöht. Diese wertbestimmenden Eigenschaften des Weißklee spiegeln sich auch im Futterwert von weißkleehaltigen Weidenarben wider.

Tabl. 1 Einfluss des Weißklee auf Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit einer Weidenarbe (jährlich 5 Nutzungen, ohne N-Düngung)

	ohne Weißklee	mit Weißklee
NEL (MJ/kg TM)	6,4	6,6
Verdaulichkeit der OM (%)	69,4	71,9
Rohfaser (% TM)	22,3	20,6
Rohprotein (% TM)	13,5	20,4
Calcium (g/kg TM)	6,3	9,7
Phosphor (g/kg TM)	4,2	4,2
Kalium (g/kg TM)	25,9	29,5
Natrium (g/kg TM)	0,09	0,20

Weißklee-Anteile

Die Etablierung und das Aufrechterhalten eines wirksamen Weißkleeanteils im Bestand gestalten sich oft schwierig. Standorteigenschaften, Konkurrenzverhältnisse im Bestand und nicht zuletzt das Grünlandmanagement selbst haben großen Einfluss auf die Entwicklung. Wird Grünland z.B. im Zuge von Extensivierungsmaßnahmen oder in biologisch wirtschaftenden Betrieben nur noch verhalten mit Stickstoff gedüngt, nimmt der Weißklee schnell Ertragsanteile von über 40 % ein und seine Vorteile verkehren sich ins Gegenteil. Es kommt also auf die geeignete Steuerung des Bestandes an. Es ist vergleichsweise einfacher einen reinen Gräserbestand mit mineralischer Stickstoffdüngung zu führen als einen Weißklee/Grasbestand mit nur geringer oder gar keiner Düngung im Gleichgewicht zu halten.

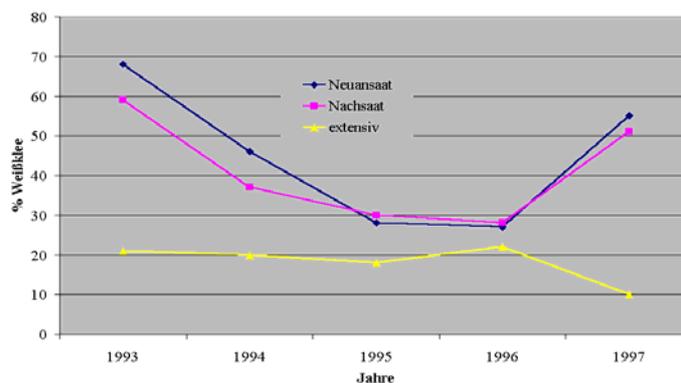


Abb. 3: Entwicklung von Weißkleeanteilen bei extensiver Düngung

Zusammenfassung

Weißklee-haltige Weidenarben eignen sich hervorragend für eine umweltgerechte Grünlandbewirtschaftung. Der fixierte Luftstickstoff sichert nicht nur den Stickstoffbedarf des Weißklee, sondern auch den Ertrag des gesamten Grünlandbestandes. Die Etablierung des Bestandes ist mit geeigneter Technik heute möglich; die Erhaltung eines ausreichenden Weißkleeanteils (20-30%) kann durch pflanzenbauliche Maßnahmen gelenkt werden. Der Futterwert von Grünlandbeständen wird durch Weißklee nachhaltig verbessert. Besonders die Verdaulichkeit des Futters, die Nutzungselastizität, die Mineralstoffgehalte und die Futteraufnahme werden durch Weißklee positiv beeinflusst.

Literatur

- DYCKMANS, A.: Das wirtschaftseigene Futter, Band 35, Heft 1, 1989, S. 29-48
ELSÄBER M.; DYCKMANS, A.: top agrar, Heft 2, 1999, S. 92 – 96
ERNST, P.: Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 20, 1997, S. 34-35

Leguminosen als Stickstofflieferanten für Grünland

von

Horst Käding und Gabriele Petrich

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Paulinenaue

1. Einleitung

Die wichtigste Leguminose auf Weiden und Mähweiden ist der Weißklee (*Trifolium repens*), aber auch Rot- und Schwedenklee (*Trifolium pratense und hybridum*) sind anbauwürdig. Ertrags- und qualitätsfördernde Kleearten können durch Neuansaat bzw. Einsaat etabliert werden, wobei die Ansaat- bzw. Nachsaatmischungen für Weiden und Mähweiden häufig einen Weißkleeanteil von 1 bis 2 kg je ha enthalten. Nach Ansaat bleibt dieser 3 bis 4 Jahre im Bestand erhalten, auf geeigneten Mineralbodenstandorten ist er infolge Samenausfalls und Ausläuferbildung länger ausdauernd.

Da kleehaltiges Futter von Tieren gern gefressen wird und sich positiv auf Gesundheit, Leistung und Fruchtbarkeit auswirkt, ist ein gewisser Kleeanteil besonders im Weidefutter erstrebenswert. Höhere Kleeanteile bewirken eine Erhöhung der Gehalte an Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium im Erntegut. Bei Weidenutzung verbessert sich die Nutzungselastizität und fördert die Lückenschließung.

Durch die Fähigkeit der Leguminosen in Symbiose mit Knöllchenbakterien (Gattung *Rhizobium*) elementaren Luftstickstoff zu binden, wird Mineraldünger ganz oder teilweise eingespart. Die durchschnittliche Stickstoff-Fixierungsleistung wird nach Literaturangaben bei Weißklee mit 4 bis 6 und bei Rotklee mit 3 bis 4 kg ha⁻¹ a⁻¹ je % Ertragsanteil angegeben. Diese Fixierungsleistungen wurden vorwiegend auf Mineralbodenstandorten ermittelt. Über die N-Bindung auf stickstoffreichen Niedermoorstandorten liegen wenige Ergebnisse vor. Um die Fixierungsleistung von Kleearten zu prüfen, wurde ein sechsjähriger Leguminoseneinsaatversuch mit variiertem PK-Düngung auf einem Niedermoorstandort ausgewertet.

2. Material und Methoden

Der Versuch wurde 1997 als zweifaktorielle Spaltanlage mit 15 Prüfgliedern und 4 Wiederholungen als Dauerversuch auf Niedermoor angelegt. Die Versuchsfläche liegt im Havelländischen Luch nahe Paulinenaue. Sie ist als mitteltiefgründiges Moor einzustufen. Der Moorkörper (Versumpfungsmoor) beträgt im Durchschnitt 80 cm und wurde vorwiegend aus Schilf- und Seggentorf gebildet. Die oberste Bodenschicht ist heute vermullt mit mittlerer bis hoher Zersetzung. Die mittleren Sommergrundwasserstände schwankten zwischen 40 und 80 cm unter Flur. Das Temperaturmittel während der Versuchsperiode betrug 9,7°C und die durchschnittliche Niederschlagsmenge 515 mm. Das Temperaturmittel von April bis September betrug in diesem Zeitraum 15,4°C bei 261 mm Niederschlag. Folgende Faktoren wurden geprüft:

Faktor 1	Stickstofffixierung durch Kleeetablierung
Stufe 1	ohne Klee
Stufe 2	Weißkleeinsaat (1997, 3 kg ha ⁻¹ , Sorte NFG Gigant)
Stufe 3	Rotkleeinsaat (1997, 5 kg ha ⁻¹ , Sorte Temara) und Schwedenkleeinsaat (1999, 3 kg ha ⁻¹ , Sorte Tibor)

Faktor 2	PK-Düngung
Stufe 1	ohne Düngung
Stufe 2	30 kg P u. 150 kg K

Mineralischer Stickstoff wurde nicht verabreicht, denn Stickstoff sollte durch die Kleeetablierung bereitgestellt werden. Von 1997 bis 2002 wurden jährlich drei Aufwüchse zur Ertragsermittlung geerntet und die Inhaltsstoffe bestimmt. Innerhalb des Versuchszeitraumes erfolgte teilweise eine Sortierung des Erntegutes in Gräser-, Kräuter- und Kleeanteile mit anschließender chemischer Analyse der einzelnen Fraktionen.

Die Berechnung der Jahres-N₂-Fixierungsleistung erfolgte mit der einfachen Differenzmethode. Dieser Wert kann als Annäherung an die symbiotisch fixierte N-Menge angesehen werden.

3. Ergebnisse

3.1. Trockenmasseerträge

Die Trockenmasseerträge werden deutlich von der Nährstoffversorgung mit Phosphor und Kalium und dem Kleeanteil bestimmt. Auf den Prüfgliedern ohne PK-Düngung und ohne Kleeanteil betrug der TM-Ertrag 45 dt ha⁻¹. Durch PK-Düngung erhöhte er sich auf 57 bzw. 68 dt ha⁻¹. Mit PK-Düngung und Weißklee- bzw. Rotklee-/Schwedenkleeinsaat konnten erhebliche Mengen an symbiotisch gebundenem Stickstoff in die erntbare Pflanzensubstanz akkumuliert werden, so dass der TM-Ertrag 76 dt ha⁻¹ erreichte.

Die Versorgung mit den Grundnährstoffen Phosphor und Kalium fördert nicht nur Gräser-, Kräuter- und Kleewachstum, sondern ist Voraussetzung für die Kleeetablierung. Auf allen ungedüngten Prüfgliedern konnte weder Weißklee, Rotklee noch Schwedenklee durch Einsaat etabliert werden, da alle Leguminosen durch ihr geringes Aneignungsvermögen hohe Ansprüche an die Versorgung mit Kalium und Phosphor stellen. Auch in den Folgejahren blieben die ungedüngten Parzellen nahezu klee frei. Auf den Prüfgliedern mit PK-Düngung, aber ohne Kleeinsaat, war ab dem 3. Versuchsjahr in einigen Varianten eine Einwanderung von Weißklee zu verzeichnen, andere Varianten blieben bis Versuchsende klee frei. Sie wurden getrennt ausgewertet.

Die Jahreserträge der einzelnen Prüfglieder sind vom jährlichen prozentualen Kleeanteil abhängig. Er lag während der Versuchsperiode überwiegend zwischen 0 und 30 %. Die nichtlineare Regressionsanalyse zeigt bis 30 % Kleeertragsanteile eine steigende TM-Ertragszunahme. Höhere Anteile ließen die Regressionskurve wieder abfallen.

Insgesamt hielten sich die Jahresschwankungen in Grenzen, innerhalb der Jahre zeigten sich größere Amplituden. Bedingt durch die höheren Temperaturansprüche des Weißklees gegenüber den Gräsern sind die Ertragsanteile zum 2. Aufwuchs am höchsten und zum 1. Aufwuchs am geringsten. Rot- und Schwedenklee erreichten zum 2. und 3. Aufwuchs die höchsten Ertragsanteile. Rotkleeinsaat brachten im Mittel höhere Ertragsanteile als Schwedenkleeinsaat. Der Kräuteranteil war in beiden Ansaatvarianten im Frühjahr am höchsten.

3.2. Rohproteinträge und N-Fixierung

Die Rohproteinträge werden durch die Ertragshöhe und den Rohproteingehalt der Gräser, Kräuter und Kleearten bestimmt und sind in Tab. 1 dargestellt. Durch Weißkleeinsaat erhöhte sich der Rohprotein- bzw. der Stickstofftrag erheblich. Durch

den höheren Pflanzenertrag wurden dem Boden im Mittel der sechs Versuchsjahre jährlich zusätzlich 58 kg N ha⁻¹ entzogen. Anteilmäßig entfielen davon 77 % auf den Weißkleemehrertrag und 23 % des fixierten Stickstoffs kamen den Partnergräsern zu gute.

Rot- und Schwedenkleeinsaat verursachte jährlich einen zusätzlichen Stickstoffentzug von 47 kg ha⁻¹. Das entspricht einem N-Anteil von 89 % bei Klee und 11 % bei Gras. Die Kräuter entzogen keinen zusätzlichen Stickstoff, sie profitierten somit nicht von der Kleeinsaat.

Tab. 1: Rohproteinträge (kg ha⁻¹) in Abhängigkeit von PK-Düngung und Kleeinsaat (0 1997 bis 2002)

Düngung	Kleeeinsaat	Gräser	Kräuter	Klee	Summe
ohne PK	ohne Einsaat	521	156	5	682
mit PK	ohne Einsaat	676	147	-	823
mit PK	mit Kleeinwanderung	727	187	146	1060
mit PK	mit Weißkleeinsaat	762	127	299	1188
mit PK	mit Rot-/Schwedenkleeinsaat	709	135	270	1114
GD α 5% (Tukey)		181	40	146	241

Die Bestimmung der Stickstoff-Fixierungsleistung erfolgte auf der Basis der Rohprotein- bzw. der Stickstoffträge. Mit Hilfe der einfachen Differenzmethode wurde die Fixierungsleistung der einzelnen Kleearten abgeschätzt. Bei dieser Methode wird der Stickstoffentzug eines Referenzbestandes (reiner Gras-Kräuter-Bestand), der nicht zur biologischen Stickstoff-Fixierung befähigt ist, von dem eines Leguminosengrasbestandes in Abzug gebracht. Die Differenzrechnung ergab für die PK-Düngungsvarianten ohne Kleeanteil, dass je % Weißklee 3,36 kg N ha⁻¹ fixiert und mehr entzogen wurden. Rot- und Schwedenkleeinsaat erzielten einen durchschnittlichen Kleeanteil von 19 % und eine Fixierungsleistung von 2,48 kg N je % Klee.

3.3. Inhaltsstoffe von Gräsern, Kräutern und Klee

Während der Versuchszeit 1997 bis 2002 wurden von sechs Aufwüchsen und allen Prüfgliedern und Wiederholungen die Segmente Gras, Kräuter und Klee selektiert und anschließend chemisch analysiert. Die Inhaltsstoffe der einzelnen Fraktionen unterscheiden sich deutlich (Tab. 2).

Tab. 2: Inhaltsstoffe (g kg TS⁻¹) von Gräsern, Kräutern und Klee

	Gräser n = 60	Kräuter n = 60	Klee n = 48	GD α 5% (Tukey)
Rohfaser	333	232	268	16,3
Rohprotein	138	159	208	12,1
Phosphor	3,54	4,48	2,92	0,29
Kalium	18,1	19,8	16,9	n.s.
Calcium	7,89	20,4	19,7	1,30
Magnesium	2,30	5,56	3,82	0,52
Natrium	2,56	11,9	5,21	1,51
Schwefel	2,65	4,28	1,92	0,36

Gräser hatten statistisch gesichert die höchsten Rohfaserwerte und die geringsten Rohprotein-, Calcium-, Magnesium- und Natriumwerte. Kräuter wiesen dagegen die

höchsten Phosphor-, Calcium-, Magnesium-, Natrium- und Schwefelwerte und die geringsten Rohfaserwerte auf. Klee enthielt wenig Schwefel und zeichnete sich durch die höchsten Rohproteinwerte aus. Die Unterschiede der Inhaltsstoffe von Gräsern Kräutern und Klee sind, außer beim Kalium, signifikant.

Ein Vergleich der gedüngten mit den ungedüngten Varianten zeigt, dass durch PK-Düngung bei allen Bestandspartnern die K-Gehalte in der Pflanzensubstanz auf zwei- bis dreifache Gehaltswerte angehoben wurden. Varianten ohne PK-Düngung hatten dagegen höhere Magnesium- und Natriumwerte.

Von den Kleearten hatte Weißklee geringere Rohfaser- und Magnesiumwerte als Rot- und Schwedenklee. Andererseits sind die Rohprotein-, Phosphor- und vor allem die Natriumgehalte beim Weißklee höher.

4. Zusammenfassung

Anhand der Versuche lassen sich folgende Aussagen treffen:

Weißklee ist auf Grünland eine wichtige Leguminose. Er verbessert den Futterwert und die Nutzungselastizität der Grünlandbestände. Kleeinsaat wirken sich auch auf stickstoffreichen Niedermoorböden positiv auf den Trockenmasse- und Rohproteintrag aus. Im Mittel der sechs Versuchsjahre lag der Ertragsanteil des Weißklee nach einmaliger Einsaat bei 17 % und der des Rotklee bzw. Schwedenklee nach zweimaliger Einsaat bei 19 %. Die Jahresmittel der Kleeertragsanteile waren bei beiden Kleevarianten über den Untersuchungszeitraum nur geringen Schwankungen unterworfen. In den einzelnen Versuchsjahren zeigte sich beim Weißklee eine typische jahreszeitliche Dynamik mit steigenden Ertragsanteilen vom Frühjahr bis zum Spätsommer. Rot- und Schwedenkleeinsaat erreichten zum 2. und 3. Aufwuchs die höchsten Ertragsanteile. Durch die Symbiose mit Rhizobien kann ein Teil des Stickstoffbedarfes des Grünlandbestandes bereitgestellt werden. So versorgten sich die Leguminosen auch in unserem Versuch nicht nur bedarfsgerecht mit Stickstoff, sondern sie konnten einen Teil für die Partnergräser bereitstellen. Die Fixierungsleistung des Weißklee betrug im Mittel der sechs Versuchsjahre 58,4 und die des Rot-/Schwedenklee 46,6 kg N ha⁻¹.

Nach unseren Ergebnissen lag die N-Fixierungsleistung von Weißklee mit 4,39 kg je dt Klee bzw. 3,36 kg je % Klee auf Niedermoor im Bereich bzw. geringfügig unter den in Literaturangaben genannten Mengen für Mineralböden. Rot- und Schwedenklee binden auf Niedermoorstandorten in Grünlandnarben 3,19 kg je dt Klee und je Prozent Ertragsanteil 2,48 kg N. Rot- und Schwedenklee sind aufgrund der geringeren Ausdauer weniger effizient, würden aber auch für zwei bis drei Jahre die ermittelten N-Mengen bereitstellen.

Die Inhaltsstoffe von Gräsern, Kräutern und Klee wiesen überwiegend statistisch gesicherte Unterschiede auf.

Die Etablierung von Weiß-, Rot- und Schwedenklee auf Niedermoorstandorten mittels Nachsaat ist, wie mehrjährige Versuche unter Praxisbedingungen zeigen, ohne größere Ansaattrisiken möglich. Eine Grunddüngung mit Phosphor und Kalium ist aber für eine erfolgreiche Etablierung auf diesem Standort unerlässlich.

Einfluss des Nachsaattermins von Weißklee-Gras-Gemischen auf die Entwicklung von Niedermoorgrünland mit und ohne N-Düngung

von

Jürgen Pickert¹ und Gustav Kunkel²

¹Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg
Referat Grünland und Futterwirtschaft, D-14641 Paulinenaue

²Paulinenaue

1. Zielstellung

Nachsaaten galten auf den nordostdeutschen Niederungsstandorten in der Vergangenheit als ungeeignet das Grünland wirksam zu verbessern, weil sie die Anforderungen an die erwartete Ertragssteigerung nicht erfüllten. Durch eine veränderte Schwerpunktsetzung auf einen verbesserten Futterwert, durch den Zuchtfortschritt beim Deutschen Weidelgras sowie die Einbeziehung von Wiesenschweidel und Weißklee hat dieses Verfahren in Nordostdeutschland in den letzten Jahren positive Versuchsergebnisse geliefert (KUNKEL 1997, PICKERT UND JÄNICKE 2000, MILIMONKA 1999) und auch mehr Beachtung in der Praxis gefunden. Bisher galt das zeitige Frühjahr als besonders geeigneter Nachsaattermin. Im kontinental geprägten Nordosten Deutschlands wurden Nachsaaten im Sommer wenig Erfolgchancen eingeräumt. In dem Versuch sollte u. a. die Eignung unterschiedlicher Nachsaattermine für ostdeutsche Moorstandorte überprüft werden. Der Versuch wurde in zwei benachbart angelegten Teilversuchen mit bzw. ohne N-Düngung 1992 begonnen (Anonymus 1993) und nach massiven Auswinterungsschäden 1996 beendet.

2. Material und Methoden

Der Versuch stand in Paulinenaue, etwa 50 km nordwestlich Potsdams, auf mitteltiefgründigem kalkreichem Niedermoor. Der Witterungsverlauf am Standort weist im langjährigen Mittel mit jährlich 513 mm Niederschlag und 9,0 °C Jahresmitteltemperatur einen kontinentalen Charakter auf.

Der Versuch wurde auf einer Altnarbe aus einer Ansaat im Jahr 1989 angelegt. Deutsches Weidelgras und Weißklee waren zu Versuchsbeginn nicht im Grünlandbestand vorhanden. Vereinzelt vorkommende hochwüchsige Grünlandunkräuter (vor allem Große Brennnessel, Stumpfbältriger Ampfer und Distel) wurden mittels Streichtechnik chemisch (Glyphosat) weitgehend vernichtet. Zum Einsatz kamen in den Durchsaatvarianten ein Schlitzsaatgerät (Fa. Köckerling) und in den Übersaatvarianten eine Ackerdrillmaschine mit herkömmlichem Schleppschar (A 201). Zum Vergleich wurden ein Prüfglied als nicht nachgesäte Altnarbe belassen sowie eine Neuansaat als Direktsaatvariante mit Einsatz des Schlitzsaatgerätes nach Glyphosat-Spritzung angelegt. Die Saattermine waren der 13. 8. 1992 und der 13. 4. 1993. Die Saatstärke bei den verwendeten Sortengemischen von Deutschem Weidelgras und Weißklee betrug in allen betreffenden Prüfgliedern 20 kg/ha. Beide Versuche wurden in Schnittnutzung mit jährlich vier Aufwüchsen bewirtschaftet. Erfasst wurden der Ertrag und die Ertragsanteile. Weitere Ergebnisse zum Versuchsverlauf sind KUNKEL (1997) zu entnehmen.

3. Ergebnisse

Deutsches Weidelgras konnte ohne N-Düngung 2 bzw. 3 Jahre nach der Nachsaat zwischen 40 und 60 % **Ertragsanteil** und nach der Direktsaat im selben Zeitraum 55 bis 65 % Ertragsanteil erreichen. Die Unterschiede zwischen den Nachsaatverfahren Durchsaat und Übersaat sowie den Säterminen Frühjahr und Sommer waren gering. Mit N-Düngung von insgesamt 160 kg/ha (60/60/40) wurden im selben Zeitraum bei Nach- und Direktsaat im Sommer etwas höhere Anteile von Deutschem Weidelgras als im Frühjahr festgestellt. Zwischen Durchsaat, Übersaat und Direktsaat gab es in diesem Teilversuch innerhalb der jeweiligen Sätermine kaum Unterschiede in den Ertragsanteilen des Deutschen Weidelgrases.

Weißklee konnte bei N-Düngung in den Direktsaatvarianten mittlere bis hohe Ertragsanteile erzielen. Dabei stach die Frühjahrsdirektsaat mit über 40 % Weißklee besonders heraus. Innerhalb der Nachsaatverfahren waren mit N-Düngung nur bei der Durchsaat nennenswerte Ertragsanteile möglich. Ohne N-Düngung nahm Weißklee unabhängig vom Saattermin Frühjahr oder Sommer hohe Ertragsanteile von 30 bis 40 % ein, wobei kein Einfluss des Säverfahrens Direkt-, Nach- oder Übersaat festgestellt wurde.

Mit N-Düngung war es nur bei Direktsaat und bei Nachsaat im Sommer möglich, die **Quecke** über den Versuchszeitraum zurückzudrängen. Ohne N-Düngung gelang dies praktisch mit allen Sävarianten. Allerdings waren die Anteile an Quecke, unabhängig von der N-Düngung, für den Standort insgesamt relativ gering.

Mit N-Düngung konnten trotz guter Etablierung der Gräser durch die Nachsaaten im Versuchszeitraum die **TM-Erträge** gegenüber der Altnarbe im Mittel nicht gesteigert werden. Die TM-Erträge der Direktsaat überschritten, nach Einbußen zu Beginn des Versuches, im dritten Versuchsjahr die TM-Erträge der Altnarbe dagegen deutlich. Ohne N-Düngung konnte jedoch eine erhebliche Steigerung der TM-Erträge durch Nachsaat und Direktsaat erreicht werden. Diese Steigerung ist auf die gute Etablierung nicht nur der Gräser, sondern vor allem des Weißklee zurückzuführen. Im Vergleich der beiden Saattermine schnitten Ansaaten im Sommer in keinem Fall schlechter als die entsprechenden Frühjahrsverfahren ab (Tabelle 1).

Tab. 1: Einfluss des Saattermins auf die TM-Erträge bei verschiedenen Nach- bzw. Ansaatverfahren auf Niedermoor mit und ohne N-Düngung (Angaben als Relativerträge, nicht nachgesäte Altnarbe = 100 %)

Verfahren	mit N-Düngung (160 kg/ha)				ohne N-Düngung			
	1993	1994	1995	Ø	1993	1994	1995	Ø
Altnarbe, dt TM/ha	92,7	87,7	107,1	95,9	67,8	54,3	69,2	63,7
Übersaat								
<i>Sommer 1992</i>	93	103	100	99	103	148	152	134
Frühjahr 1993	89	104	103	99	94	139	142	125
Durchsaat								
Sommer 1992	96	86	106	96	101	169	161	144
Frühjahr 1993	90	93	108	97	115	131	139	128
Direktsaat								
Sommer 1992	73	93	139	102	99	161	161	140
Frühjahr 1993	53	105	117	92	51	206	164	140

4. Schlussfolgerungen

Unabhängig von der N-Düngung und von den verwendeten Nachsaatgeräten war die Nachsaat im Sommer der Nachsaat im Frühjahr gleichwertig.

Ohne N-Düngung konnten die als Nachsaat sicher etablierten Arten Deutsches Weidelgras und Weißklee einen deutlichen Ertragsanstieg bewirken.

Bei N-Düngung kann dagegen auf Niedermoorwiesen selbst mit gut etablierten Nachsaaten nicht immer ein Ertragsanstieg erwartet werden. Die hohen Ertragsanteile von Deutschem Weidelgras und die verminderten Ertragsanteile der Quecke dokumentieren jedoch eine deutliche Futterwertverbesserung in der nachgesäten Grünlandnarbe.

Offensichtlich vermag die Quecke wegen verminderter Konkurrenzkraft im Hochsommer die Etablierung der nachgesäten Arten weniger zu stören als im Frühjahr (PETERSEN 1951), denn die Nachsaat im Sommer war der Nachsaat im Frühjahr gleichwertig. Die Zurückdrängung der Quecke erfolgte bei relativ geringen Ertragsanteilen in der Altnarbe. Ob dies bei hohen Ertragsanteilen der Quecke ebenso gelingt, bleibt noch offen.

Die Wirkung der Nachsaatverfahren Durchsaat und Übersaat unterschied sich nur geringfügig. Die Neuansaat durch Direktsaat war gegen Ende des Versuches bei N-Düngung zu beiden Saatterminen hinsichtlich TM-Ertrag und Ertragsanteil von Deutschem Weidelgras jedoch den Nachsaaten überlegen.

Literatur

- ANONYMUS, 1993: Stabilisierung von Grünlandbeständen. Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft, Jahresbericht 1993, Paulinenaue.
- KUNKEL, G., 1997: Rechtzeitig nachgesät spart Kosten. Neue Landwirtschaft, Berlin, 49, H. 5, S. 56-57.
- MILIMONKA, A., 1999: Zur Eignung von Nachsaaten und Ansaaten auf Niedermoorgrünland. Hab.-Schrift, Humboldt-Universität, Berlin.
- PETERSEN, A., 1951: Die Bekämpfung der Ackerunkräuter. Akademie-Verl., Berlin.
- PICKERT, J. und H. JÄNICKE, 2000: Jungbrunnen für das Grünland – Bestände mit rechtzeitiger Nachsaat aufwerten. Neue Landwirtschaft, Berlin, 52, H. 6, S. 48-52.

Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität bei weidelgrasreichem Dauergrünland – Ergebnisse eines bayerischen Langzeitversuches

von

Michael Diepolder¹ und Rainer Schröpel²

¹Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau

²Staatl. Lehr- u. Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft, Spitalhof Kempten

Einleitung

Vor etwa 30 Jahren wurden in unterschiedlichen Naturräumen Bayerns Exaktversuche zur Erfassung des Einflusses ansteigender Düngungs- und Nutzungsintensität auf Ertrag und Qualität bei Dauergrünland angelegt. Von den ursprünglich sechs Standorten verblieb nur noch derjenige am Spitalhof in Kempten. Er ist mit einer Laufzeit ab 1975 der zweitälteste Dauergrünlandversuch in Bayern.

Material und Methoden

Der vorliegenden Auswertung liegt 27-jähriges Datenmaterial (1975 – 2001) zugrunde. Der Pflanzenbestand am Spitalhof (Allgäuer Alpenvorland, 730 m Höhe, 1290 mm Niederschlag, 7,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus schluffigem Lehm) ist eine Weidelgras-Weißklee-Weide. Der Anteil von Deutschem Weidelgras betrug zu Versuchsbeginn ca. 60%.

Dargestellte Parameter bei den sechs Varianten, die im Versuch in vierfacher Wiederholung angelegt waren, sind der Trockenmasse- und der Energieertrag, der Rohprotein-gehalt nach KJELDAHL, der Rohfasergehalt nach WEENDER, die Energiedichte (errechnet aus Rohnährstoffen nach DLG) und der N-Saldo. Bei drei Varianten wurde der N_t-Gehalt des Bodens im Tiefenverlauf bestimmt (N-Analysator, DIN ISO 13878). Die Verrechnung der Daten erfolgte nach dem Student-Keuls-Test (alpha = 5%) mit dem Programm SAS.

Tab. 1: Versuchsplan

Variante	Schnitte pro Jahr	N-Düngung kg N/ha und Jahr
1	3	120
2	4	120
3	4	200
4	4	300
5	5	200
6	5	300

Die Entwicklung der Pflanzenbestände wurde nach KLAPP/STÄHLIN geschätzt.

Die Parzellen wurden ausschließlich mineralisch gedüngt. Die N-Differenzierung erfolgte nach der in Tabelle 1 genannten Abstufung, aufgeteilt zu den einzelnen Aufwüchsen. Als Grunddüngung erhielten die Varianten 1 und 2 120 kg/ha P₂O₅ sowie 200 kg/ha K₂O, während bei den restlichen Stufen die PK-Gabe bei 160 kg/ha P₂O₅ bzw. 300 kg K₂O/ha und Jahr lag.

Ergebnisse und Diskussion

Durch zunehmende Intensivierung stiegen im langjährigen Mittel der Trockenmasse-Ertrag von 116 auf 129 dt/ha und der Energie-Ertrag von ca. 70 auf 82 GJ NEL/ha an. Tabelle 2 zeigt jedoch auch, dass bei einer Düngung von 120 bzw. 200 kg N/ha mit einer

Erhöhung der Schnitthäufigkeit ein signifikanter Ertragsabfall einherging, sofern die Höhe des Stickstoffein-satzes gleich blieb. Dies führte im Falle niedriger Düngung (Var. 1 und 2) trotz eines Anstieges der Energiekonzentration im Grün-gut zu einem Abfall des Energieertrages. Bei einem Stick-stoffeinsatz von 300 kg N/ha und Jahr (Vari-anten 4 und 6) war dieser Effekt nicht signifikant. Während durch intensivere Nutzung die Energiedichte angehoben wurde, insbesondere vom Übergang von drei auf vier Schnitte, hatte eine unterschiedliche N-Versorgung bei vier Schnitten pro Jahr keinen, bei fünf Nutzungen nur einen geringfügigen Einfluss auf die mittlere Energiekonzentration. Der Rohproteingehalt wurde dagegen langfristig sowohl von der Nutzungshäufigkeit als auch von der Höhe der N-Düngung beeinflusst. Der Rohfasergehalt erhöhte sich bei Variante 2 bis 4 mit zunehmender N-Düngung. Er verringerte sich naturgemäß mit zunehmender Nutzungsintensität und lag bei fünf Schnitten nur bei etwa 20,5 %. Die mittleren N-Entzüge aller Varianten lagen über den jeweiligen Stickstoffzufuhren. Dies führte teilweise zu erheblichen negativen N-Salden und bedeutete, dass aus dem Boden im langjährigen Mittel je nach Nutzungsintensität und N-Düngung noch zwischen 56 und 130 kg N/ha nachgeliefert wurden. Tabelle 3 zeigt, dass trotz der unterbilanzierten Düngung bis auf eine Ausnahme (Var. 2) kein Ertragsrückgang festgestellt werden konnte. Vielmehr weisen die niedrigen Korrelationskoeffizienten auf einen hohen Einfluss des Einzeljahres hin. Hohe Jahrgangsschwankungen waren auch bei den Rohproteingehalten und N-Entzügen ersichtlich. Hier jedoch bestand ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der Versuchsdauer und der Höhe dieser Parameter. So sanken die Rohproteingehalte im Mittel um 0,12 bis 0,20% pro Jahr. Die N-Entzüge nahmen pro Jahr um ca. 3,4 bis 4,7 kg/ha ab. Dies entspricht einer um 90 bis 125 kg/ha reduzierten Stickstoffaufnahme durch das Erntegut nach 27 Versuchsjahren und damit einer Verringerung der scheinbaren (errechneten) bodenbürtigen N-Nachlieferung um diesen Betrag. Die Ergebnisse bestätigen, dass eine Abnahme des Rohproteingehaltes bzw. des N-Entzuges der Ertragsabnahme vorausgeht.

Tab. 2: Einfluss unterschiedlicher Schnitthäufigkeit und N-Düngung auf Ertrag, Futterqualität und N-Saldo (Mittel 1975 – 2001); verschiedene Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede

Parameter	Variante					
	1	2	3	4	5	6
TM-Ertrag (dt/ha)	116 c	105 e	124 b	131 a	117 c	129 a
Energieertrag (1.000 MJ NEL/kg TS)	69,6 d	65,3 e	76,8 c	81,3 a	73,6 c	81,8 a
Ø Energiedichte (MJ NEL/kg TS)	5,97 d	6,24 c	6,22 c	6,24 c	6,34 b	6,39 a
Ø Rohproteingehalt (g/kg TS)	126 e	152 d	163 c	176 b	175 b	190 a
Ø Rohfasergehalt (g/kg TS)	236 a	209 de	217 c	225 b	204 e	206 e
N-Saldo (kg N/ha)	-106 cd	-132 e	-115 d	-56 a	-120 de	-80 b

Auch die Verläufe der Gesamtstickstoff-Gehalte des Bodens deuten darauf hin, dass die N-Dynamik im Dauergrünland vermutlich eher von speziellen und komplexen Standorteigenschaften als vom N-Saldo und damit der Düngung selbst abhing. So zeigen

die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse nahezu identische N-Potenziale und Tiefenfunktionen. Dieses Resultat erscheint umso erstaunlicher, da die Differenz zwischen den aufsummierten N-Salden der Varianten nach 27 Jahren bis zu 2050 kg N/ha (Var.2 vs. Var.4) betrug. Bezogen auf einen kalkulierten Stickstoffvorrat im Boden von rund 10.000 kg N/ha bis in 50 cm Tiefe hätte eine derartige Differenz der Saldi in Höhe von ca. 20% vom Stickstoffvorrat stark abweichende Tiefenprofile des N_t-Gehaltes erwarten lassen. Dies konnte jedoch nicht beobachtet werden.

Eine klar erkennbare oder gar signifikante Beziehung zwischen der Höhe der N-Salden einzelner Varianten (Tabelle 2) und der mittleren Abnahme der Rohproteingehalte bzw. N-Entzüge im Zeitverlauf (Tabelle 3) ergab sich jedoch nicht. Dies lässt darauf schließen, dass nicht die unterbilanzierte N-Düngung, sondern – neben der Jahreswitterung und anderen zufälligen Faktoren – auch noch weitere standortbedingte Effekte für die rückgängigen Werte verantwortlich sein dürften.

Tab. 3: Einfluss der Versuchsdauer auf TM-Ertrag, Rohproteingehalt und N-Entzug (lineare Regression, n = 27 * α = 0,05 ** α = 0,01)

Parameter	Variante					
	1	2	3	4	5	6
TM-Ertrag (dt/ha)	119 – 0,22 x r = 0,13 n.s.	115 – 0,74 x r = 0,44 *	131 – 0,53 x r = 0,34 n.s.	134 – 0,22 x r = 0,14 n.s.	126 – 0,62 x r = 0,33 n.s.	136 – 0,49 x r = 0,26 n.s.
RP-Gehalt (% i.d. TS)	14,9 – 0,20 x r = 0,69 **	16,6 – 0,12 x r = 0,43 *	18,1 – 0,16 x r = 0,54 **	18,9 – 0,14 x r = 0,47 *	19,2 – 0,16 x r = 0,55 **	20,1 – 0,13 x r = 0,52 **
N-Entzug (kg N/ha)	283 – 4,1 x r = 0,56 **	305 – 3,8 x r = 0,45 *	377 – 4,4 x r = 0,52 **	404 – 3,4 x r = 0,45 *	385 – 4,7 x r = 0,48 *	438 – 4,2 x r = 0,48 *

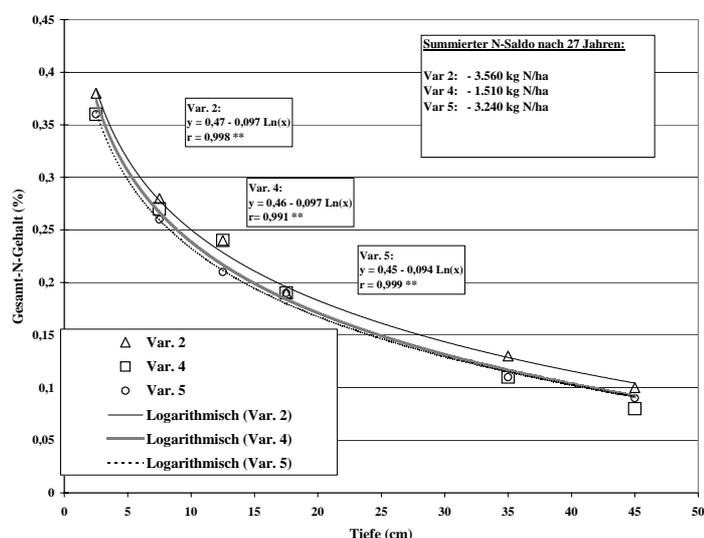
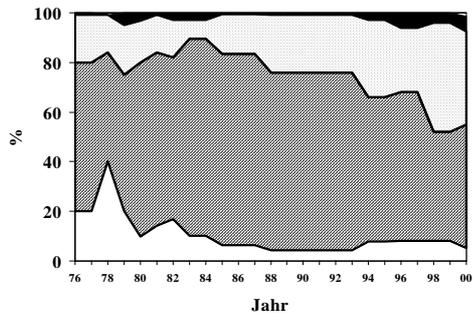


Abb. 1: Tiefenverläufe des Gesamtstickstoffgehaltes im Boden und summierte N-Saldi bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität nach 27 Jahren

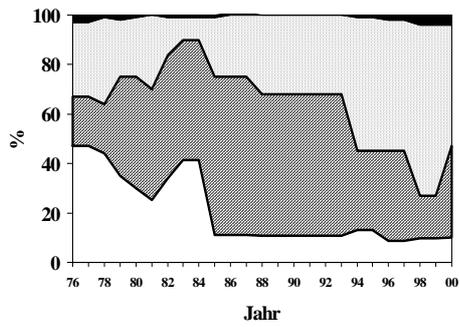
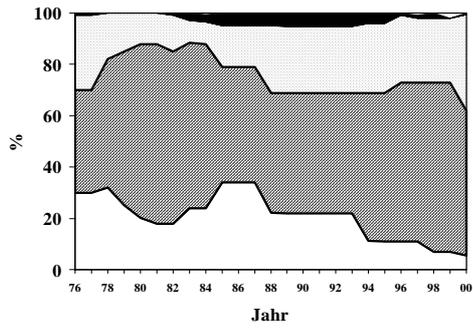
Die Pflanzenbestände (siehe Abbildung 2) wiesen im Trend einen umso stabileren Anteil an Gräsern, vor allem an Deutschem Weidelgras auf, je intensiver genutzt bzw. je mehr Stickstoff gegeben wurde. Speziell bei hoher N-Versorgung und vier- bis fünfmaliger Nutzung waren die Bestände weitestgehend stabil. Der Kleeanteil erreichte bei keiner Variante einen nennenswerten Umfang. Eine Rückführung auf drei Schnitte ließ nicht nur die analytische Futterqualität stark absinken, sondern führte auch zu einer nachteiligen Verschiebung des Pflanzenbestandes mit starkem Rückgang des Grasanteiles und zunehmender Dominanz der Kräuter.

4 Schnitte/120 N

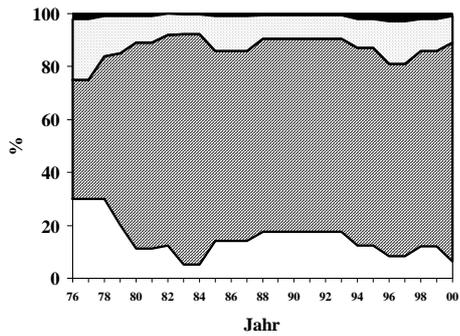
3 Schnitte/120 N



4 Schnitte/300 N



5 Schnitte/300 N



 sonst. Gräser  Dt. Weidelgras  Kräuter  Klee

Abb. 2: Entwicklung der Pflanzenbestände bei unterschiedlicher Bewirtschaftungs-intensität

Auswirkungen unterschiedlicher Stufen der Grünland- extensivierung bei einer nativen Weidelgras-Weißklee-Weide im Allgäuer Alpenvorland

von

Rainer Schröpel¹ und Michael Diepolder²

¹Staatl. Lehr- u. Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft, Spitalhof
Kempten

²Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau

Einleitung

Im Idealfall sollen Maßnahmen der Grünlandextensivierung mehrere Anforderungen gleichzeitig erfüllen. Diese umfassen einen reduzierten Betriebsmittel- und Arbeitsaufwand unter Wahrung der Gewinnung einer noch verwertbaren Qualität des Erntegutes. Aus naturschutzfachlicher Sicht wird gerade bei bisher intensiv genutzten und artenarmen Beständen eine Erhöhung der botanischen Vielfalt angestrebt. Im folgenden Beitrag wird die Auswirkung unterschiedlicher Stufen der Grünlandextensivierung auf das Nährstoffpotenzial, das Arteninventar, die Bestandeszusammensetzung sowie auf die Erträge und die Futterqualität einer bislang intensiv genutzten Wiesengesellschaft im Allgäuer Alpenvorland beschrieben.

Material und Methoden

Der Auswertung liegt 10-jähriges Datenmaterial (1991 bis 2000) zugrunde. Der Pflanzenbestand am Spitalhof in Kempten (730 m Höhe, 1290 mm Niederschlag, 7,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus schluffigem Lehm) ist *Lolio-Cynosuretum*. Die Versuchsvarianten, welche im Exaktversuch in vierfacher Wiederholung angelegt waren, unterschieden sich durch Düngung, Schnittfrequenz und Erntedatum des ersten Aufwuchses (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Versuchsvarianten

Parameter	Variante				
	1	2	3	4	5
Düngung: Ri-Gülle * Stallmist **	4x20 m ³ /ha -	3x20 m ³ /ha -	20 m ³ /ha 1,6 t/ha	keine Düngung	keine Düngung
Schnitte/Jahr	4	3	3	2	4
1. Schnitt	Mitte Mai	15. Juni	1. Juli	1. Juli	Mitte Mai

* Nährstoffgehalte Gülle bei 4,2 % TS (kg/m³): 2,0 N_i, 0,87 P₂O₅, 3,11 K₂O

** Nährstoffgehalte Stallmist bei 25 % TS (kg/t): 7,3 N_i, 6,8 P₂O₅, 6,5 K₂O

Die Entwicklung der Pflanzenbestände und die Futterwertzahl (FWZ) wurde im ersten Aufwuchs nach KLAPP/STÄHLIN geschätzt. Als weitere Parameter wurden der pH-Wert (0,01 mol CaCl₂), der Phosphat- und Kaligehalt des Bodens (CAL) in 0-10 cm Tiefe, der Trockenmasse- und Energieertrag, der Rohproteingehalt nach KJELDAHL, der N-Entzug, der Rohfasergehalt nach WEENDER und die Energiedichte (errechnet aus Rohnährstoffen nach DLG) bestimmt. Die statistische Verrechnung erfolgte mit SAS unter Verwendung des SNK-Tests bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.

Ergebnisse und Diskussion

Eine dem Extensivierungsgrad folgende Abnahme der pH-Werte sowie der Phosphat- und Kaligehalte waren nicht feststellbar (siehe Tabelle 2).

Die floristische Artenvielfalt lag bei Unterlassung jeglicher Düngung, jedoch unter Beibehaltung der intensiven Schnittnutzung (Var. 5) am Ende des Berichtszeitraums um neun Arten höher als zu Beginn. Bei den übrigen Parzellen wurden fünf bis sechs Pflanzenarten – überwiegend Kräuter - mehr gezählt. Auffallend war bei allen Varianten die starke Umschichtung des Bestandes zu Lasten der Gräser, insbesondere des Hauptbestandsbildners *Lolium perenne*. Das autochthone Deutsche Weidelgras nahm bei den gedüngten Varianten absolut um ca. 20 bis 30 % ab. Bei fehlender Düngung reduzierte sich sein Ertragsanteil im ersten Aufwuchs um 40 bis 50 %. Der Rückgang der Gräser ist durch die jeweilige Kombination von reduzierter Düngung, verringerter Schnitffrequenz und später erster Nutzung erklärbar.

Tab. 2: Veränderung von Parametern der Standardbodenuntersuchung, der floristischen Vielfalt, der Bestandeszusammensetzung und der Futterwertzahl bei zunehmendem Extensivierungsgrad

	Variante									
	1		2		3		4		5	
Zeitraum *	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000
pH _{CaCl2}	5,1	5,3	5,1	5,2	5,3	5,6	5,1	5,1	5,1	4,9
P ₂ O ₅ (mg/100g)	8	6	8	6	10	11	7	5	7	6
K ₂ O (mg/100 g)	16	14	12	15	11	14	12	11	10	11
Artenzahl:										
- Gräser	4	6	5	5	5	5	5	5	6	7
- Kräuter	10	14	8	13	9	13	10	14	9	16
- Klee	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2
Summe	15	21	14	19	15	20	16	21	16	25
Anteile i.d. Frischmasse	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000	1991-1993	1998-2000
Gräser (%)	88	63	82	60	82	65	70	34	55	20
- Lol. Per.	86	55	79	52	78	56	65	15	48	8
Kräuter (%)	11	20	18	26	19	21	30	64	45	72
- Herac. sph.	1	7	1	6	1	2	2	12	3	2
- Plant. lanc.	< 1	6	2	8	1	5	6	28	9	43
- Tarax. off.	8	5	12	8	13	6	18	8	24	8
Klee (%)	< 1	17	< 1	14	< 1	14	< 1	2	< 1	8
- Trif. prat.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
- Trif. rep.	< 1	17	< 1	14	< 1	14	< 1	2	< 1	4
FWZ	7,5	7,3	7,2	7,0	7,2	7,1	6,7	5,2	6,0	4,5

* Median von je drei Bodenuntersuchungen, Mittel aus je zwei Bestandsaufnahmen

Tab. 3: Trockenmasse-, Energieerträge und N-Entzüge (Mittel 1992-2000)

Parameter	Variante				
	1	2	3	4	5
TM-Ertrag (dt/ha)	114,3 (a)	104,9 (b)	95,4 (c)	66,0 (d)	63,4 (d)
Energie-Ertrag (GJ NEL/ha)	70,7 (a)	62,5 (b)	56,9 (c)	37,2 (e)	41,0 (d)
N-Entzug (kg N/ha)	268 (a)	202 (b)	186 (c)	99 (e)	135 (d)

Verschiedene Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede

Tab. 4: Futterqualität der Aufwüchse (Mittel 1992-2000)

Aufwuchs	Parameter	Variante				
		1	2	3	4	5
1. 2. 3. 4.	Schnitt- termine	18.05. 29.06. 14.08. 04.10.	15.06. 10.08. 04.10.	01.07. 16.08. 04.10.	01.07. 04.10.	18.05. 29.06. 14.08. 04.10.
1. 2. 3. 4.	Anteil am Jahres- ertrag (%)	35 22 24 19	50 29 21	53 29 18	63 37	33 25 27 15
1. 2. 3. 4.	Rohfaser- gehalt (g/kg TS)	251 221 225 187	272 235 195	283 219 190	277 232	205 197 200 157
1. 2. 3. 4.	Roh- protein- gehalt (g/kg TS)	129 136 158 179	94 137 161	91 148 177	83 129	121 126 142 162
1. 2. 3. 4.	Energie- dichte (MJ NEL /kg TS)	6,36 6,08 6,05 6,16	6,02 5,86 6,02	5,87 6,02 6,15	5,97 5,64	6,84 6,27 6,27 6,43

Tab. 5: Einfluss der Extensivierungsdauer auf Ertrag, N-Entzug und Rohprotein-gehalt bei fehlender Düngung (n= 9, alpha=0,05)

	TM-Ertrag (dt/ha)	N-Entzug (kg N/ha)	RP-Gehalt (%)
Var. 4 (2 Schnitte / a)	73,6 – 5,42 ln x r = 0,45 n.s.	120 – 11,3 ln x r = 0,54 n.s.	10,3 – 0,26 ln x r = 0,39 n.s.
Var. 5 (4 Schnitte / a)	76,1 – 9,11 ln x r = 0,71 *	162 – 19,1 ln x r = 0,69 *	13,2 + 0,10 ln x r = 0,07 n.s.

Dabei stellt bereits auch Versuchsglied 1 für diesen Standort eine Extensivierungsstufe dar: Zum einen wurde auch hier unterbilanziert gedüngt, andererseits liegt der Schnittermin „Mitte Mai“ etwa eine Woche hinter dem üblichen ersten Silageschnitt im Allgäu zurück. Durch die verhaltene organische Düngung konnte sich bei den Var. 1 bis 3 der zu Versuchsbeginn kaum vorhandene Weißklee bis zu 17% etablieren. Er blieb allerdings bei Var. 4 ohne Bedeutung im Bestand, da ihm durch den erst Anfang Juli geernteten und teilweise zu diesem Zeitpunkt bereits lagernden ersten Aufwuchs das Licht entzogen wurde. Bei intensiver Schnittnutzung, jedoch fehlender Düngung (Var. 5) dürften die niedrigen Nährstoffvorräte des Bodens Kleeanteile über 10% verhindert haben. Während die Kräuter bei den gedüngten Parzellen nur um 2 bis 9% zunahm, führte bei fehlender Düngung die starke Zunahme von *Plantago lanceolata* zu einer Dominanz des Krautanteiles von ca. 65 bis 70% am Ende des Berichtszeitraumes. Dies, sowie der Schwund von Deutschem Weidelgras und die geringe Zunahme des Kleeanteiles bewirkte bei Variante 4 und 5 ein Absinken der Futterwertzahl (FWZ) des Bestandes um 1,5 Einheiten. Bei den übrigen Parzellen blieb diese durch die Zunahme von Weißklee vergleichsweise stabil.

Zunehmende Extensivierung bewirkte einen Rückgang des geernteten mittleren Trockenmasse-Ertrages von 114 auf ca. 65 dt/ha und ein Absinken des Energie-Ertrages von 70 auf rund 40 GJ NEL/ha. Die in Tabelle 3 aufgeführten N-Entzüge belegen, dass vom Boden bei fehlender Düngung langjährig durchschnittlich bis zu 135 kg N/ha nachgeliefert wurden.

Am Spitalhof werden von Parzellen anderer Versuche, deren Nutzung bereits Anfang Mai erfolgt, durchaus Energiekonzentrationen erreicht, die um die 7,0 MJ NEL/kg TS im ersten Aufwuchs liegen. Demzufolge bedeutete eine durchschnittliche Energiedichte von 6,36 MJ NEL/kg TS bei Variante 1 mit Schnittermin gegen Mitte Mai einen nicht unbedeutenden Verzicht auf mögliches Qualitätspotenzial, vor allem, da diese Werte bei den folgenden Nutzungen nicht mehr erreicht wurden. Der Qualitätsrückgang vergrößerte sich bei noch späteren Ernteterminen (siehe Var. 2 bis 4), wobei in diesen Fällen auch die niedrigen Rohproteinwerte von unter 10% und Rohfasergehalte über 27% auf suboptimale Konzentrationen an wertgebenden Inhaltsstoffen für die leistungsorientierte Milchviehfütterung hindeuteten. Dass die Abnahme der Qualitätsparameter im ersten Aufwuchs bei den Varianten 2 bis 4 nicht immer einem klaren Trend folgte, dürfte neben Konzentrationseffekten bei niedrigem Ertragsniveau vor allem in der unterschiedlichen Bestandeszusammensetzung begründet liegen. Interessanterweise wies die ungedüngte Variante 5 gegenüber dem gedüngten Versuchsglied 1, welches zu den gleichen Terminen beerntet wurde, bei allen Aufwüchsen trotz geringerer Rohproteinhalte wesentlich höhere Energiekonzentrationen auf. Dies lag an den niedrigen Rohfasergehalten, welche wiederum bei Variante 5 ihre Ursache im grasarmen und krautreichen (v.a. *Plantago lanceolata*) Bestand hatten. Allerdings täuscht der aus den Rohnährstoffen errechnete Energiewert darüber hinweg, dass das Erntegut dieser Parzellen aufgrund seines Ertrages und seiner Artenzusammensetzung kaum erstrebenswert für die Praxis ist.

Bei den ungedüngten Varianten ließ sich während des neunjährigen Versuchszeitraums ein Einfluss der Extensivierungsdauer auf den TM-Ertrag und den N-Entzug (als Maßstab für die N-Nachlieferung des Bodens) nur bei viermaliger Nutzung signifikant nachweisen. Ein Einfluss auf den Rohproteingehalt war in beiden Fällen aufgrund großer Jahresschwankungen nicht zu ersehen (Tabelle 5).

Hochproduktive und effiziente Milchproduktion in Grünlandgunstlagen

von

P. Thomet, S. Leuenberger und T. Blättler

Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen

1. Einleitung

Der Milchpreis im europäischen Wirtschaftsraum wird im Verlaufe der nächsten Jahre weiter sinken, was die Milchproduzenten zur drastischen Kostensenkung zwingt. Im Hinblick darauf soll untersucht werden, ob die saisonale Vollweide-Milchproduktion, wie sie in Neuseeland und Irland erfolgreich praktiziert wird, auch auf das Schweizer Mittelland übertragbar ist. Bei diesem Ansatz geht es darum, den Anteil Weide als weitaus kostengünstigstes Futter in der Jahresfütterration einer Milchviehherde zu maximieren und gleichzeitig eine hohe Flächenleistung zu erzielen.

Bisher herrschte bei den Schweizer Milchproduzenten und Milchviehzüchtern die Meinung vor, dass vor allem die Steigerung der Milchleistung pro Kuh der Schlüssel zum wirtschaftlichen Erfolg sei. Die Milchproduktion auf der Weide wurde als extensiv und wenig produktiv eingestuft. In unserer Arbeit wollen wir untersuchen, ob es im graswüchsigen Alpenvorraum möglich ist, eine Netto-Flächenleistung von 14'000 kg ECM (=energiekorrigierte Milch) pro Hektare zu erreichen.

2. Material und Methoden

Die hier präsentierten Ergebnisse beziehen sich auf den Versuchsbetrieb Waldhof bei Langenthal BE. Er ist einer von neun Pionierbetrieben, die im Jahr 2001 im Rahmen des F&E-Projektes "Opti-Milch" der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft auf die saisonale Vollweide-Milchproduktion mit Blockabkalbung ende Winter umgestellt haben. Die Ergebnisse aller neun Betriebe werden im Herbst 2003 im Vergleich mit jenen von acht Hochleistungsbetrieben publiziert.

Standortangaben: 6 ha Grünland auf schwach gleyiger Braunerde; 1014 mm Jahresniederschläge mit guter Sommerverteilung; 2.5 ha alte Dauerweide mit 33% *Agrostis stolonifera*, 20% *Lolium perenne*, 15% *Poa spp.*, 13% *Trifolium repens*; 3.5 ha Gras-Weissklee-Mischung SM 480, im August 2000 angesät; das Graswachstum wurde jedes Jahr an je 2 Standorten gemessen (Abb.1).

Düngung und Nutzung: im Mittel 50 m³/ha Vollgülle; mineralische Düngung: 110 kg N/ha, 40 kg P₂O₅/ha; Kurzrasenweide (Intensive Standweide) mit folgenden Ziel-Bestandeshöhen: 6.0 cm im Mai und 7.0 cm ab Juni bis September.

Milchviehhaltung: 16 Kühe der Rasse Fleckvieh: 25 % in der 1.Laktation, 20% in der 2. und 55% in der 3.+ff; 630 kg Lebendgewicht beim Trockenstellen.

Weidebeginn: 2. Hälfte März; Weideende: Mitte November; Tag- und Nachtweide (Vollweide): Mitte April bis Ende Oktober; Kraftfutter: im Mittel 350 kg pro Kuh/Jahr während den ersten 90 Laktationstagen; Weidetetanie-Prävention mit Mg-Zugabe in Form von Boli

Methode zur Berechnung der Netto-Flächenleistung Milch (FLM):

1. Berechnung des gesamten Jahres-Energiebedarfes der Kuhherde (JEB):
Erhaltungsbedarf aufgrund des metabolischen Körpergewichts, 8% Zuschlag zum Erhaltungsbedarf für die Gewichtsveränderungen und das wachsende Kalb;
Energieaufwand für die Milchproduktion: 3,14 MJ NEL/kg ECM

2. Energiezufuhr (MJ NEL) über das Futter, das nicht von den 6 ha Grünland stammt (ZE)
3. Berechnung des Anteils der zugeführten Energie ($f = ZE/JEB$)
4. Berechnung der Netto-Flächenleistung: $FLM = \text{gesamte produzierte Milch (kg ECM)} \times (1 - f)$

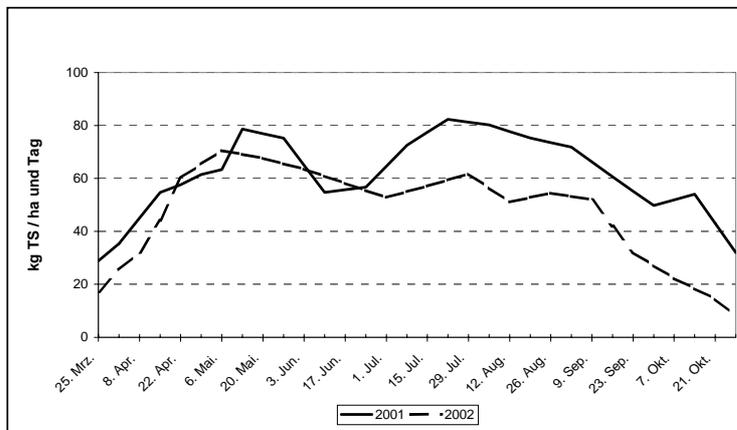


Abb. 1. Zuwachskurven nach Corral-Fenlon auf den Weiden am Standort Waldhof, CH-4900 Langenthal (Durchschnittswerte von je zwei Standorten; 4-Wochen-Schnittintervalle; 200 kg N/ha /Jahr).

3. Ergebnisse

3.1. Viehbesatz und Futteraufwand

Im Durchschnitt der ersten beiden Versuchsjahre betrug die mittlere Besatzstärke 2,5 Kühe pro Hektare. Sie war am höchsten in den Monaten April bis Juni und am tiefsten von Oktober bis November. Gegen Ende der Weidesaison wurde die Herde um 3 bis 4 Kühe abgebaut, um einerseits den Futterbedarf der Herde gegen Ende der Weidesaison zu verringern und andererseits Platz zu machen für die Remonten, die im Januar neu in die Herde kamen. Im ersten Jahr war der Futterwuchs ausserordentlich gut und die Zielgrösse von 7,0 cm Bestandeshöhe auf der Kurzrasenweide wurde ständig überschritten. Im 2. Jahr war der Besatz besser angepasst. Im Herbst musste früher als üblich mit der Stallfütterung begonnen werden, weil als Folge des nassen Wetters nur noch wenig Weidefutter nachwuchs (Abb. 1).

Tab. 1. Monatliche Futterration der Vollweideherde am Waldhof (Angaben in dt Trockenmasse)

2001/02

	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Σ
Anzahl Kühe	16	17	16	16	19	15.5	12	12	13	14.5	16	16	
Kraftfutter	10.9	9.6	4.6	1.6	0.9	0.9				3.2	6.5	17.0	55.2
Maissilage	3.3	2.5	1.6	1.7	2.5	2.3	2.3						16.1
Kartoffeln											6.2	5.7	11.9
Grassilage	8.6							10.8	6.1	8.5	24.6	25.3	83.8
Dürrfutter	8.8	6.6				6.2	4.5	0.8	36.4	39.1	30.3	37.7	170.3
Weide ¹	52.5	80.2	77.8	75.4	81.5	63.8	43.8	34.7				4.9	504.0

2002/03

	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Σ
Anzahl Kühe	17	18	18	17	16	15	13	13	14	16	16	16	
Kraftfutter	14.8	9.6	2.6	0.1						3.2	6.4	17.5	54.2
Kartoffeln											6.1	8.1	14.2
Grassilage	5.0							9.1	0	12.5	48.4	48.9	123.9
Dürrfutter	15.0						5.2	19.8	38.1	23.3	16.0	18.7	136.1
Weide ¹	72.4	98.6	95.8	82.7	75.4	66.2	50.6	21.0				17.0	579.6

¹ Aufgrund der Energiebilanz geschätzter Verzehr (Annahme: 6.5 MJ NEL/kg TS Weidegras)

Der Anteil Weide an der Futterjahresration betrug im Mittel der ersten beiden Versuchsjahre 62 % (bezogen auf die Menge Trockensubstanz).

3.2. Milchproduktion

Im Durchschnitt der ersten beiden Versuchsjahre wurden auf dem 6 ha grossen Versuchsbetrieb 105'808 kg ECM produziert. Am höchsten war die Tages-Milchproduktion im April und Mai (Abb.2). Die durchschnittliche Tages-Milchleistung pro Kuh lag zu Beginn der Vollweideperiode ohne Ergänzungsfütterung im Stall bei Werten zwischen 30-33 kg ECM/Tag. Sie sank dann im Verlaufe des Sommers allmählich. Kurz vor Weihnachten wurde die Herde trockengestellt, was die mittlere Laktationsdauer der Kühe auf 283 Tage verkürzte. Trotzdem betrug die durchschnittliche Jahres-Milchleistung 6772 kg ECM/Kuh.

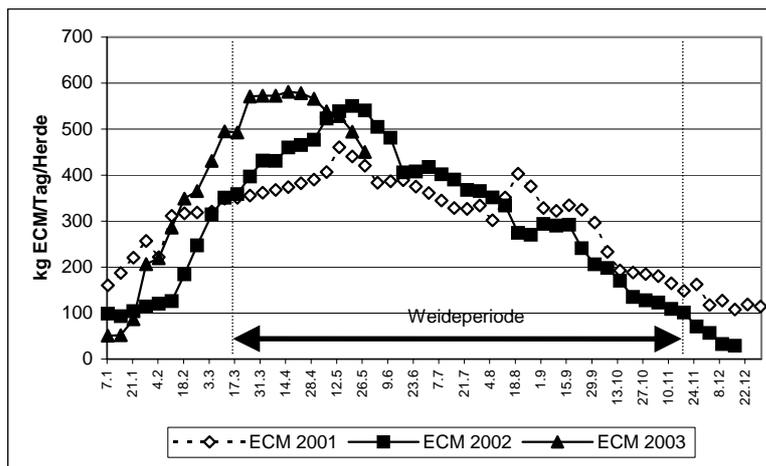


Abb. 2. Milchproduktion der Vollweideherde am Waldhof im Jahresverlauf

Der Fett- und Eiweissgehalt schwankte im Verlaufe der Laktation erheblich. Besonders tiefe Werte wurden im Frühsommer gemessen. In dieser Periode wurde der Wert von 7,2 % unterschritten, und es gab Abzüge im Milchpreis. Diese wurden kompensiert durch die erhöhten Gehalte am Anfang und Ende der Laktation. Im Sommer und Herbst wurden hohe Harnstoffgehalte in der Milch gemessen. Die Werte lagen meistens über dem als kritisch angenommenen Wert von 40 mg/l Milch.

Die Nettoflächenleistung konnte im zweiten Versuchsjahr dank Optimierung des Systems und der Weidetechnik auf 15'877 kg ECM/ha gesteigert werden, obwohl das Graswachstum in diesem Jahr schlechter war als im Vorjahr (Tab.2).

Tab. 2. Netto-Flächenleistung Milch auf dem 6 ha grossen Versuchsbetrieb Waldhof

	2001/02	2002/03	Mittel
Produzierte Milchmenge (kg ECM/Jahr)	100'095	111'520	105'808
Nicht auf den 6 ha produziertes Futter (kg TS)			
- Kraftfutter	5'519	5'422	5'465
- Kartoffeln	1'190	1'420	1'305
- Grassilage	360	2'950	1'655
- Dürrfutter	120	2'640	1'380
Netto-Flächenleistung nach der Energiebilanz (kg ECM/ha/Jahr)	14'653	15'877	15'301

4. Diskussion und Folgerung

Weil die landwirtschaftliche Nutzfläche in der Schweiz knapp und teuer ist, interessiert das Kriterium Flächenleistung besonders. Bisher wurde von der Annahme ausgegangen, dass der Flächenbedarf mit zunehmender Milchleistung pro Kuh automatisch sinkt. Dies ist jedoch in Frage zu stellen, sobald die beiden sehr unterschiedlichen Milchproduktionssysteme High Output und Vollweide miteinander verglichen werden. Am Waldhof wurde in den zwei ersten Versuchsjahren die Ziel-Nettoflächenleistung von 14'000 kg ECM/ha/Jahr deutlich übertroffen, was aufzeigt, welches hohe Produktionspotential im Grünland liegt. In einem Projekt der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft (SHL) wurden die Flächenleistungen verschiedener Mittellandbetriebe verglichen (Bezugsjahr: 2000). Der Durchschnitt der 26 untersuchten Betriebe lag bei 9'623 kg ECM/ha. Hochleistungsbetriebe waren nicht besser als Vollweidebetriebe mit wesentlich tieferen Milchleistungen pro Kuh (THOMET ET AL. 2002). Noch keiner der untersuchten Vollweidebetriebe führte eine Frühjahrs-Blockabkalbung durch. Die hohe potentielle Flächenleistung der weidebasierten Milchproduktion kann mit Ergebnissen von Systemvergleichen in Irland belegt werden (DILLON ET AL. 1995). Im Versuch von Moorepark wurde im Mittel von 3 Jahren auf Grünland eine ausserordentlich hohe Nettoflächenleistung von 14'661 kg Milch/ha realisiert, obwohl die mittlere Jahresleistung der genetisch durchschnittlichen Kühe der Rasse British Friesian nur 5'444 kg/Kuh betrug. Dieses Beispiel ist insofern interessant, als die langjährige Graswachstumskurve ziemlich genau jener des Schweizerischen Mittellandes entspricht (THOMET UND BLÄTTLER 1998). Es zeigt auch auf, dass die individuelle Leistung von Kühen ein unzureichendes Kriterium ist, um eine Aussage bezüglich Produktivität und Energieeffizienz des gesamten Produktionssystems zu machen. In der Schweiz sind die ersten Ergebnisse des Vollweide-Milchproduktionssystems mit Blockabkalbung ende Winter vielversprechend. Das Ziel 14'000 kg ECM/ha/Jahr Nettoleistung vom Grünland kann im Talgebiet des Alpenvorraumes in guten Jahren übertroffen werden. Hochleistungsbetriebe (> 9000 kg ECM/Kuh/Jahr) mit einer so hohen Flächenproduktivität wurden bisher noch keine gefunden.

Literatur

- DILLON P., CROSSE S., STAKELUM G., FLYNN F., 1995. The effect of calving date and stocking rate on the performance of spring-calving dairy cows. *Grass and Forage Science* **50**, 286-299
- THOMET P., BLÄTTLER T., 1998. Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. *Agrarforschung* **5**, 25-28
- THOMET P., DURGIAI B., RÄTZER H., 2002. Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. *Agrarforschung* **9** (9), 404-409

Indirekte Ertragserfassung mittels Kapazitätsmessung

von

Jürgen Schellberg, Anne Reinders und Reiner Lock

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Universität Bonn

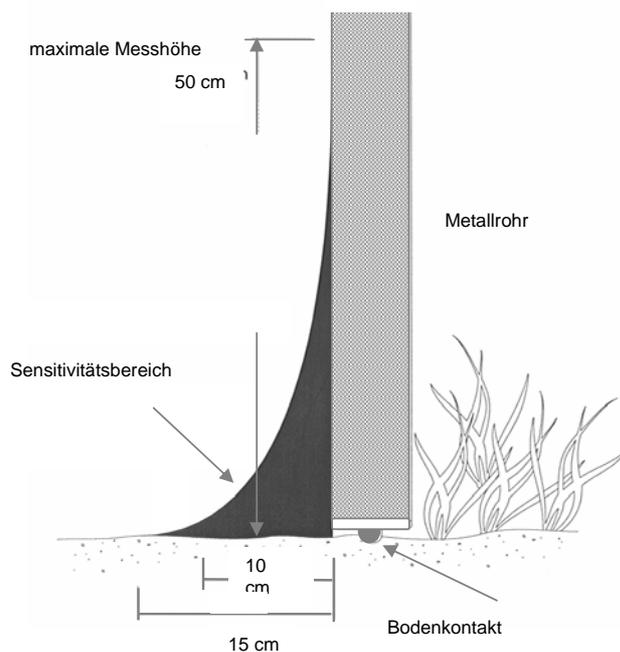
Einleitung

Der Trockenmasseertrag ist die am häufigsten erfasste Messgröße in Grünlandversuchen und Betriebserhebungen; er wird in der Regel über Schnittproben und anschließende Trocknung und Wiegung bestimmt. Diese Art der destruktiven Beprobung erlaubt keine fortlaufende Beobachtung des Ertragszuwachses an ein und der selben Stelle; sie ist zudem arbeitsaufwendig und erfordert eine Waage und Trocknungskapazitäten vor Ort. In landwirtschaftlichen Betrieben wäre eine routinemäßige Ertragsbestimmung aus mehreren Gründen angeraten: z.B. zur Berechnung der Nährstoffentzüge, für eine präzise Düngeplanung sowie zur Bestimmung des Nutzungszeitpunktes und des Beweidungserfolgs. Darüber hinaus könnten Inhomogenitäten von Grünlandflächen zuverlässig erfasst und eine teilschlagspezifische Bewirtschaftung von Grünlandflächen ermöglicht werden. Seit Ende der 40er Jahre werden berührungsfreie Verfahren erprobt. Anhand der physikalischen Eigenschaften des stehenden Aufwuchses wird auf den Trockenmasseertrag geschlossen (Fletcher and Robinson, 1949; Neal and Neal, 1973). Eine dieser physikalischen Eigenschaften ist der kapazitive Widerstand in Abhängigkeit von der Masse des Grünlandaufwuchses und seinem Wassergehalt, und zwar stets im Vergleich zur Umgebungsluft, die keine oder - je nach Feuchte - nur eine sehr geringe Leitfähigkeit besitzt. Während in der Vergangenheit überwiegend Prototypen zum Einsatz kamen (Vickery et al., 1980; Michell and Large, 1983; Stockdale and Kelly, 1984), steht nun ein Seriengerät für die praktische Anwendung zur Verfügung, das wetterfest, leicht und einfach zu bedienen ist. Es ist das Ziel der noch laufenden Studie, ein solches Gerät auf seine Feldtauglichkeit zu prüfen, Kalibrationsgleichungen für verschiedene Grünlandbestände zu erstellen, und die Chancen des Gerätes für Flächenkartierungen und eine teilschlagspezifische Bewirtschaftung einzuschätzen.

Material und Methoden

Der für die Messung erforderliche Kondensator wird durch ein im Sensor befindliches Metallrohr und die umgebende Erdoberfläche gebildet (s. Abb. 1). Die elektrische Verbindung zur Erdoberfläche wird durch einen im Sensorfuß untergebrachten Kontakt hergestellt. Zwischen beiden Polen entsteht beim Anlegen einer Spannung ein elektrisches Feld, das u.a. von den Dielektrizitätszahlen der im Feld befindlichen Materialien abhängt. Da Wasser eine wesentlich höhere Dielektrizitätszahl ($\epsilon_r = 81$) als andere Materialien besitzt, wird im wesentlichen der Anteil des im Messfeld befindlichen Wassers gemessen. Bevor man mit der Messung beginnt, fordert der Dialog des Bedienelements den Benutzer zur Eichung in der Umgebungsluft über dem Bestand auf. Setzt man anschließend den Sensor mit dem Bodenkontakt senkrecht auf, so erzeugt die Geräteelektronik ein elektrisches Wechselfeld zwischen den Kondensatorpolen. Dabei wird die Feldstärke und damit der gemessene Kapazitätswert (Cr) in dem Maße verändert, wie feuchte Biomasse den Messstab umgibt.

Aus dem Vergleich der Kapazitätswerte Cr mit den Ertragswerten am jeweils gleichen



Ort (Schnittproben) wird eine Kalibrationsgleichung hergeleitet, die am Bedienteil des Gerätes zu editieren ist. Über diese Gleichung werden die Cr -Werte während der Messung unmittelbar in Ertragswerte [kg TM ha^{-1}] umgerechnet. Nach Abschluss ausreichend vieler Einzelmessungen wird der Mittelwert automatisch berechnet und abgespeichert. Eine Datenübertragung dieser Mittelwerte je Fläche auf den PC ist möglich, eine Speicherung der Einzelwerte nicht. Um den erforderlichen Stichprobenumfang für einen repräsentativen Mittelwert zu bestimmen, wurden in Grünlandversuchen die Einzelwerte mehrerer Messreihen notiert und der fortschreitende Mittelwert berechnet.

Abb. 1: Prinzipskizze des Messstabs (Fa. Tru-Test, Neuseeland, 2003 verändert)

Schließlich wurden in Versuchspartzen (s. Tabelle 1) die Cr -Werte bestimmt und mit der geernteten Trockenmasse (kg TM ha^{-1}) verglichen. Dabei wurde stets auf eine randomisierte Verteilung der Messstellen geachtet. In den Rasenversuchen wurde nach der Mahd die verbleibende, bodennahe Biomasse nochmals gemessen werden, um die Ertragswerte aus der Differenz beider Cr -Werte - anstatt aus einer einmaligen Messung vor der Ernte - zu schätzen.

Tab. 1: Kurzbeschreibung der beprobten Versuchsfelder

Versuchsbezeichnung	Beschreibung	Standort	Messungen pro Parzelle
Bundessortenversuch / Gebrauchsrassen	50 Rasengrasarten / Mahd	Dikopshof / Wesseling	50
Weideversuch / Dauergrünland	Lolio-Cynosuretum / Weide	Rengen / Eifel	50

Ergebnisse

Die Zahl von Messwiederholungen, die erforderlich ist, um einen repräsentativen Mittelwert zu gewinnen, ist in der Tabelle 2 gezeigt; diese Mittelwerte und Konfidenzintervalle wurden für ausgewählte Gräser im Rasenversuch Dikopshof berechnet. Die Konfidenzintervalle enthalten mit 95 prozentiger Wahrscheinlichkeit den wahren Mittelwert der Grundgesamtheit. Am Beispiel von *Poa nemoralis* ist außerdem die Veränderung des Mittelwertes und des Konfidenzintervalls grafisch dargestellt (Abb. 2).

Tab. 2: Mittelwerte (ξ) und Konfidenzintervalle (η) von Messreihen des Cr -Wertes in ausgewählten Rasenparzellen (Dikopshof)

Messwiederholungen:	30		60		90	
	ξ	η	ξ	η	ξ	η
Art:						
<i>Lolium perenne</i>	927	± 184	1086	± 142	1130	± 115
<i>Festuca arundinacea</i>	2049	± 275	2130	± 174	2254	± 141
<i>Festuca pratensis</i>	2970	± 308	2942	± 287	3033	± 218
<i>Poa nemoralis</i>	2214	± 237	2096	± 166	2108	± 133

Anhand der Konfidenzintervalle lässt sich die erforderliche Zahl an Messwiederholungen bestimmen; sie wurde für die nachfolgenden Ertragsschätzungen im Vergleich zu Schnittproben auf 50 festgelegt.

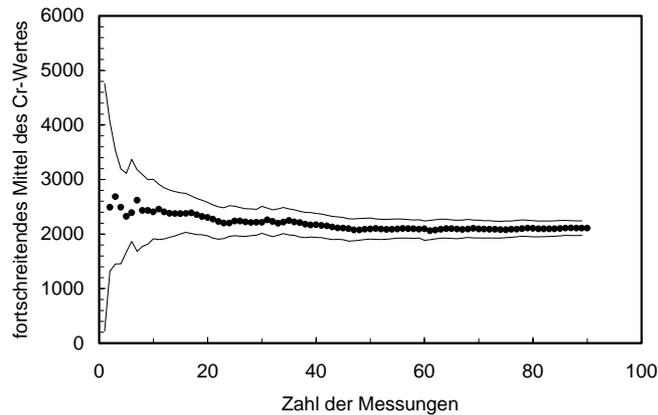


Abb.2: Fortschreitendes Mittel des Cr -Wertes (Punkte) und Konfidenzintervall (5%) des jeweiligen Mittelwertes (Linien) in Abhängigkeit von der Zahl der Einzelmessungen im Rasenversuch Dikopshof (*Poa nemoralis* L.)

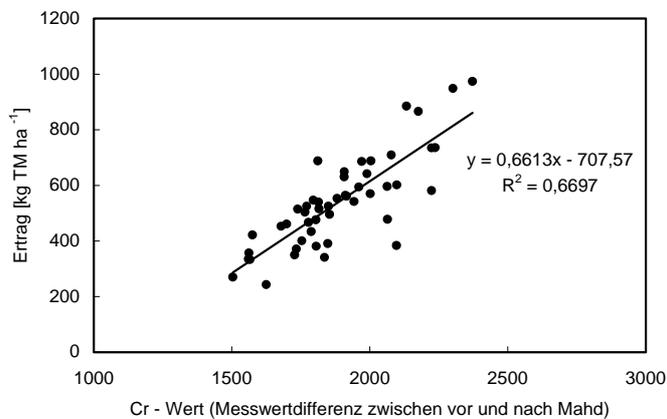


Abb. 3: Vergleich der Messwertdifferenz (vor und nach der Mahd) mit der geernteten trockenen Biomasse im Rasenversuch Dikopshof (50 Parzellen)

Die Korrelation der Cr -Werte mit der geernteten Trockenmasse fiel im Rasenversuch Dikopshof unbefriedigend aus; es wurde keine enge Beziehung zwischen den Kapazitätswerten und der geernteten Biomasse gefunden (nicht dargestellt). Als Ursache wird unter anderem der geringe Unterschied zwischen dem entfernten Aufwuchs und der

verbleibenden Biomasse unterhalb der Schnittebene angesehen.. Die Korrelation der Messwertdifferenz (*Cr*-Werte vor und nach Mahd) mit dem Trockenmasseertrag der 50 Rasenparzellen betrug 67%. Eine deutlich bessere Beziehung zwischen *Cr*-Wert und Trockenmasseertrag wurde in den ersten 3 Umtrieben des zur Zeit laufenden Weideversuchs in Rengen ermittelt (Abb. 4). Es ist zu erwarten, dass sich die abgeleitete Regressionsgleichung, die zugleich als Schätzgleichung für den Ertrag am Gerät eingegeben wird, noch ändert, wenn weitere Messpunkte hinzukommen.

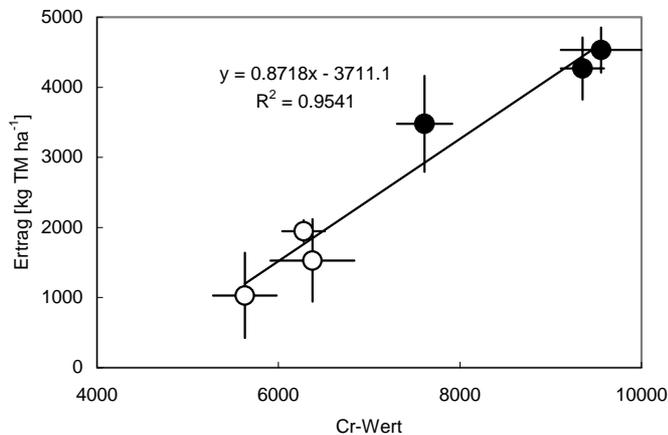


Abb. 4: Vergleich der *Cr*-Werte von Weiden mit der geernteten Biomasse aus Probeschnitten vor dem Auftrieb (●) und nach dem Abtrieb (o)

Diskussion

Der hier beschriebene Sensor ist grundsätzlich dazu geeignet, durch berührungsfreie Kapazitätsmessungen einen hinreichend genauen Schätzwert für die anstehende Biomasse zu liefern. Die Genauigkeit hängt jedoch wesentlich von der Güte der Kalibrierungsgleichung des Sensors, der Zahl der Messwiederholungen pro Fläche und der Differenz zwischen geernteter und verbleibender Biomasse (s. Rasenversuch) ab. Derzeit wird geprüft, ob die Streuung der Messwerte in einem Bestand als Maß für dessen Inhomogenität verwendet werden kann. In Verbindung mit einer GPS-Positionierung des Gerätes bzw. Messfeldes wären diese Inhomogenitäten einfach zu kartieren und deren Ursachen zu erforschen.

Literatur

- FLETCHER, J.E., und ROBINSON, M.E., 1956. A capacitance meter for estimating forage weight. *J. Range Management*, 9, 96-97.
- MICHELL, P. und LARGE, R.V., 1983. The estimation of herbage mass of perennial ryegrass swards: a comparative evaluation of a rising-plate meter and a single probe capacitance meter calibrated at and above ground level. *Grass and Forage Science*, 38, 295-299.
- NEAL, D.L. und NEAL, L.R., 1966. A new electronic meter for measuring herbage yield. *US For. Serv. Res. Note PSW-56*.
- STOCKDALE, C.R. und KELLY, K.B., 1984. A comparison of a rising-plate meter and an electronic capacitance meter for estimating the yield of pastures grazed by dairy cows. *Grass and Forage Science*, 39, 391-394.
- VICKERY, P.J., BENNETT, I.L. und NICOL, G.R., 1980. An improved electronic capacitance meter for estimating herbage mass. *Grass and Forage Science*, 35, 247-252.

Nutzung von Isotopensignaturen zum Nachweis von Grünlandfutter in der Rindfleischproduktion

von

T. Gebbing, J. Schellberg und W. Kühbauch

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Universität Bonn

Einleitung

In der Vergangenheit beruhte die Milch- und Rindfleischproduktion in Grünlandregionen überwiegend auf Grünlandfutter. Aus ökonomischen Gründen werden jedoch höhere tägliche Lebendmassezunahmen in der Rindfleischproduktion gefordert, welche nur mit hohen Energiekonzentrationen in der Futtermittelration zu erreichen sind. Diese hohen Energiekonzentrationen werden heute im wesentlichen mit Kraftfutter und Maissilage erzielt.

Die Änderung in der Zusammensetzung der Futtermittelration bleibt offensichtlich nicht ohne Einfluss auf die Qualität des Produktes Fleisch und die menschliche Ernährung. D gilt ein hoher Anteil von gesättigten Fettsäuren als Risikofaktor für die Erkrankung der Herzgefäße. Einige Autoren zeigen, dass ein hoher Anteil von Frischgras in der Futtermittelration zu einer höheren Konzentration von ungesättigten Fettsäuren im Fleisch führt (ENSER *et al.*, 1998). Der Einsatz von Grünlandfutter in der Ration der Wiederkäuer bietet auch aus umwelt-ökologischer Sicht Vorteile, denn die Futterproduktion auf dem Grünland ist, gegenüber dem Ackerfutterbau mit Mais, häufig mit geringerem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Herbiziden verbunden. Schließlich können bei Weidemast die Tiere ihr arttypisches Verhalten realisieren.

Die genannten Vorteile der Futterproduktion vom Grünland könnten bei der Vermarktung von Rindfleisch genutzt werden, wenn ein einwandfreier Nachweis von Grünlandfutter in der Futtermittelration auch im Produkt möglich wäre. Signaturen stabiler Isotope werden häufig genutzt, um das Ernährungsverhalten wildlebender Tiere zu untersuchen, da die Signatur stabiler Isotope in der Nahrung sich auf die Isotopensignatur der wachsenden Körpergewebe überträgt (DENIRO und EPSTEIN, 1981; HOBSON, 1999). Auch bei Rindern konnte durch Haaranalysen die isotopische Signatur der Futtermittel rekonstruiert werden (SCHWERTL *et al.* 2003).

Die photosynthetische C-Isotopendiskriminierung ist bei C₄ Pflanzen (Mais) geringer, als bei C₃ Pflanzen (z. B. FARQUHAR *et al.*, 1989). Daher ist der ¹³C Gehalt in der organischen Substanz von Mais höher ($\delta^{13}\text{C}$: ~-12‰) als in den meisten Grünlandpflanzen ($\delta^{13}\text{C}$: ~-24 - -30‰). Dieser Unterschied in der C-isotopischen Zusammensetzung kann genutzt werden, um unterschiedliche Anteile von Mais in der Futtermittelration nachzuweisen. In der vorliegenden Studie untersuchten wir den Einfluss einer Gras- bzw. Mais-Ration während der Endmast auf die C- und N-isotopische Zusammensetzung im Tierkörper. Zur Zeit stehen noch keine Fleischproben zur Verfügung. Daher wurden den Tieren nach Änderung der Futtermittelration Blutproben entnommen. Parallel zu dem Fütterungsversuch wurden von einem nahegelegenen Schlachthof Fleischproben bezogen, um die Variabilität der Isotopenverhältnisse in Fleischproben aus der landwirtschaftlichen Praxis darzustellen.

Material und Methoden

Auf der Lehr- und Versuchstation Rengen (Daun, Eifel) wurden männliche Limousin Rinder während der Endmast mit einer reinen Grasration (Silage) gefüttert. Zum

Vergleich erhielt eine weitere Tiergruppe eine maisbetonte Ration (>80% Mais in der Futtertrockenmasse). Zum Zeitpunkt der Futterumstellung und 40 Tage später wurden den Tieren Blutproben entnommen. Von einem nahegelegenen Schlachthof konnten Fleischproben von Tieren aus verschiedenen Betrieben der Ackerbauregion ‚Köln-Aachener Bucht‘ bezogen werden. Die Proben wurden gefriergetrocknet und entfettet durch dreimaliges Waschen mit einer Mischung aus Dichlormethan (DCM) und Methanol (1:1, v:v). Anschließend erfolgte dreimal eine Extraktion mit reinem DCM. Die entfetteten Rückstände (Protein) wurden massenspektrometrisch auf ihre C- und N-Isotopie untersucht. Die Isotopenverhältnisse werden in der δ -Notation als Promille dargestellt. Da zur Zeit noch keine Ergebnisse zur N-Isotopie von Fleisch aus der Lehr- und Forschungsstation Rengen zur Verfügung stehen, wurde die N-isotopische Zusammensetzung des Blutes der ausschließlich mit Gras gefütterten Bullen als ‚Grünland-Signatur‘ definiert. Obwohl der Zusammenhang zwischen der N-Isotopensignatur im Fleisch und im Blut noch geprüft werden muss, wurde die N-Isotopie im Fleisch als Abweichung von dieser ‚Grünland-Signatur‘ dargestellt.

Ergebnisse

40 Tage nach der Fütterungsumstellung (C_3 nach C_4) ergaben sich deutliche Unterschiede in der C-isotopischen Zusammensetzung des Blutes (Abb. 1). Zum Zeitpunkt der Futterumstellung betrug der $\delta^{13}C$ Wert des Protein-C $-25,3\text{‰}$ und nach 40 Tagen betrug dieser Wert $-21,4\text{‰}$. Unterstellt man, dass der Wechsel der Futterration eine Änderung der C-Isotopie im Blut von $\sim 11,3\text{‰}$ (Differenz der C-Isotopie der Futterrationen) verursacht, dann sind 40 Tage nach der Futterumstellung offenbar erst ein Drittel des Protein-C im Blut durch die Maisration ersetzt worden. Möglicherweise ist die Lebensdauer der roten Blutkörperchen Ursache für diesen langsamen Umsatz. In Zukunft sollen daher auch andere Blutkomponenten untersucht werden.

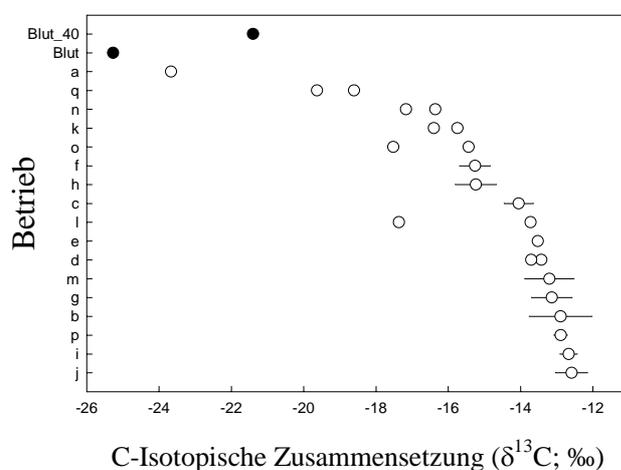


Abb. 1: C-isotopische Zusammensetzung der entfetteten Blutproben zu Beginn und 40 Tage nach Beginn der Maisfütterung (Blut_40), sowie die C-isotopische Zusammensetzung der Fleischproben von unterschiedlichen landwirtschaftlichen Betrieben. Bei mehr als zwei Tieren pro Betrieb wurde der Mittelwert (\pm Standardfehler) dargestellt.

Die C-isotopische Zusammensetzung der Fleischproben zeigte den regional typischen hohen Anteil von Mais in den Futterrationen (Abb. 1). Es ergaben sich allerdings signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben. Die hohe Variabilität in der C-isotopischen Zusammensetzung einzelner Tiere (Betrieb l und o) könnte auf Tierkäufe zurückzuführen sein. Der als Biobetrieb ausgewiesene Betrieb a zeigte eine deutliche Abweichung in der C-isotopischen Zusammensetzung von allen anderen.

Die N-isotopische Zusammensetzung der Blutproben betrug im Durchschnitt 6.7‰ und variierte im Vergleich zur C-Isotopie nur gering (0.1‰ SE). Dagegen wurde in den Fleischproben eine erhebliche Variabilität in der N-isotopischen Zusammensetzung festgestellt (3 – 11‰, nicht dargestellt). Wir fanden wiederum signifikante Unterschiede zwischen den landwirtschaftlichen Betrieben in der N-isotopischen Zusammensetzung im Fleisch (Abb. 2). Auffällig war, dass auch Betriebe, die aufgrund der C-isotopischen Zusammensetzung im Fleisch einen geringeren Einsatz von Mais in der Futterratur vermuten ließen (Betrieb a und q) eine starke Abweichung der N-isotopischen Zusammensetzung von der ‚Grünland-Signatur‘ zeigten.

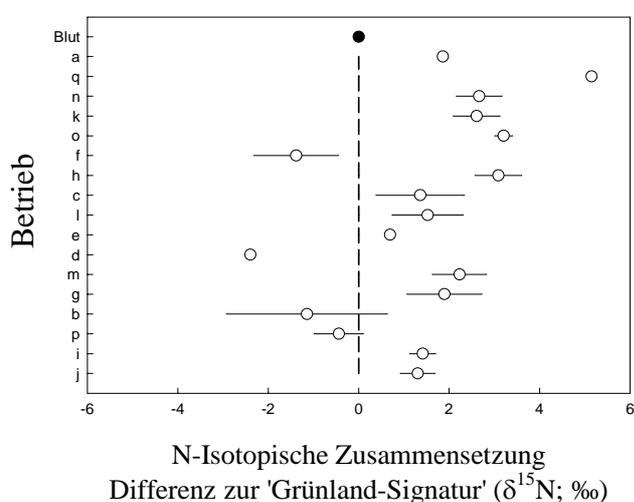


Abb. 2: Abweichung der N-isotopischen Zusammensetzung der Fleischproben von der ‚Grünland-Signatur‘ (Blut, siehe Material u. Methoden). Bei mehr als zwei Tieren pro Betrieb wurde der Mittelwert (\pm Standardfehler) dargestellt.

Schlussfolgerungen

In der Rindfleischproduktion kann der Einsatz von Mais in der Futterratur hinreichend genau durch die Untersuchung der C-isotopischen Zusammensetzung im Fleisch nachgewiesen werden. Die Ursachen für die große Variabilität der N-isotopischen Zusammensetzung im Fleisch sind nicht bekannt und erfordern weitere Untersuchungen (z.B. Rassenunterschiede, Fütterungssysteme). Weitere Untersuchungen an anderen Körpergeweben sollen folgen.

Literatur

- DE NIRO, M.J. und EPSTEIN, S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica and Cosmochimica Acta* **45** 341-351.
- ENSER, M., HALLETT, K.G., HEWETT, B., FURSEY, G.A.J., WOOD, J.D. und HARRINGTON, G. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science* **49** 329-341.
- FARQUHAR, G.D., EHLERINGER, J.R. und HUBICK, K.T. 1989. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* **40** 503-537.
- HOBSON, K.A. 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia* **120** 314-326.
- SCHWERTL, M., AUERSWALD K und SCHNYDER, H. 2003. Reconstruction of the isotopic history of animal diets by hair segmental analysis. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **17** 1312-1318.

Strategien zur Ampferbekämpfung im Grünland unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus

von

Jana Finze und H. Böhm

Institut für ökologischen Landbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig

Problemstellung und Zielsetzung

Im ökologischen Landbau stellen ausdauernde Unkrautarten, die sogenannten Wurzelunkräuter, ein besonderes Problem dar. Von großer Bedeutung, insbesondere im Grünland, sind die Ampfer-Arten (*Rumex* spp.); hauptsächlich Stumpflättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) und Krauser Ampfer (*Rumex crispus* L.). Aufgrund nicht standortgerechter und unsachgemäßer Bewirtschaftung des Grünlandes haben sich die Ampfer-Arten auf Grünlandflächen zunehmend ausgebreitet.

Ampfer ist eine konkurrenzstarke und platzräuberische Pflanze, die einen geringen Futterwert besitzt. Bei starkem Auftreten werden Verdaulichkeit und Energiegehalt des Grundfutters maßgeblich gemindert. Ampferpflanzen kennzeichnen sich durch ein hohes Vermehrungs- und Überdauerungspotential. Begründet ist dies in der hohen Samenproduktion und der hohen Regenerationsfähigkeit der Wurzel. Eine Pflanze kann bis zu 17000 Samen produzieren, wobei die Samen über viele Jahre im Boden keimfähig bleiben können. Für die Keimung sind sie vor allem auf Licht angewiesen (ZIRON und OPITZ VON BOBERFELD, 2001). Ampfer breitet sich somit rasch vor allem in lückigen Grünlandbeständen aus. Hat sich Ampfer im Bestand etabliert, ist eine Regulierung mit den verfügbaren Maßnahmen nur schwer möglich. Die Pfahlwurzel der Ampferpflanzen ermöglicht eine hohe Reservestoffeinlagerung, die zu der hohen Vitalität der Pflanzen führt (SOBOTIK, 2001).

Ziel der Untersuchungen ist eine Überprüfung bekannter Bekämpfungsempfehlungen vor dem Hintergrund der Populationsbiologie der Ampfer-Arten, um daraus mögliche Bestimmungsgründe für die unterschiedliche Effektivität von Bekämpfungsmaßnahmen abzuleiten. Aus der Zusammenführung der Ergebnisse werden Empfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis hinsichtlich effektiver vorbeugender pflanzenbaulicher sowie direkter mechanischer und thermischer Regulierungsmaßnahmen abgeleitet.

Material und Methoden

Anhand einer Literaturrecherche wurden die wichtigsten der bislang vorhandenen Ansätze zur Regulierung der Ampfer-Arten herausgegriffen und zwei Schwerpunkte gebildet: direkte und indirekte Regulierungsmaßnahmen. Zur Überprüfung der bestehenden Ansätze wurden auf dem Versuchsbetrieb Trenthorst (sL-tL, 738 mm Niederschlag/Jahr, 53°46'O, 10°30'N, Umstellung seit 01.01.2001) im Jahr 2002 Feldversuche angelegt, die sich wie folgt darstellen.

Der Versuchsblock „direkte Regulierungsmaßnahmen“ umfasste die Bewertung des Regulierungserfolges der Ampfer-Arten durch mechanische und thermische Maßnahmen sowie den Regulierungserfolg durch Nachsaat auf einer als Wiese geführten Fläche. Es wurden die Faktoren manuelles Ampferstechen mittels Ampferstecher, maschinelles Ampferstechen mittels einer selbstfahrenden Wurzelstechmaschine „WUZI“ (entwickelt von einem österreichischen Landwirt), Abflammen (thermische Maßnahme) und eine Kontrolle geprüft. Diese Varianten

enthielten jeweils die Prüfglieder mit und ohne Nachsaat. Der Parzellenversuch wurde als Blockanlage in 3 Wiederholungen mit einer Parzellengröße von 9 m x 25 m angelegt. Unmittelbar vor der jeweiligen Regulierungsmaßnahme und danach, dass heißt zu Vegetationsende, wurde in den Parzellen der Ampferbesatz bonitiert. Jede Regulierungsmaßnahme wurde einmal durchgeführt.

Der Versuchsblock „indirekte Regulierungsmaßnahmen“ umfasste die Bewertung des Regulierungserfolges der Ampfer-Arten durch Variation von Beweidungsmanagement und -system. Prüffaktoren des Beweidungsmanagements waren Portionsweide, Umtriebsweide und Standweide. Eine Beweidung erfolgte mit den Tierarten Rind, Schaf und Ziege (Beweidungssystem). Die Grünlandflächen wurden in Versuchseinheiten von 1 ha bzw. 1,5 ha eingeteilt. Die Versuche wurden in 2 Wiederholungen durchgeführt. Als Portions- und Umtriebsweide, beweidet mit Jungrindern, wurden die 1 ha großen Teilstücke geführt. Auf den Teilstücken von 1,5 ha Größe wurden Schafe und Ziegen (in getrennter Haltung) auf einer Standweide gehalten (s. Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht Versuchsblock „indirekte Regulierungsmaßnahmen“

Beweidungsmanagement	Portionsweide	Umtriebsweide	Standweide	Standweide
Tierart	Jungrinder	Jungrinder	Schafe	Ziegen
Teilflächengröße	1 ha	1 ha	1,5 ha	1,5 ha

Die Kartierung des Ampferbesatzes erfolgte mittels DGPS-Technik. Mit einem tragbaren DGPS-Empfänger wurde vor der ersten Beweidung und nach der letzten Beweidung auf allen Teilflächen jede Ampferpflanze kartiert bzw. durch Einmessung die genaue Position innerhalb der Fläche erfasst. Durch graphische Methoden wurde der Ampferbesatz und die Ampferverteilung dargestellt, sowie eine Bewertung des Ampfervorkommens vor und nach einer Beweidung vorgenommen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungen wurden im Frühjahr 2002 begonnen, so dass zur Zeit noch keine abschließenden Ergebnisse vorliegen. An dieser Stelle werden erste Ergebnisse vorgestellt.

Bislang ist noch keine effektive und den Anforderungen der Praxis entsprechende Strategie zur Ampferregulierung im Grünland entwickelt. Die Anforderungen der Praxis bestehen darin, eine möglichst arbeitswirtschaftlich vertretbare, das heißt kosten- und arbeitsexensive, aber effektive Regulierungsstrategie einsetzen zu können. Eine angepasste Nutzung und richtige Pflege von Grünlandbeständen (Schließen von Bestandeslücken z.B. durch Nachsaat) kann frühzeitig einer Ampferverunkrautung entgegenwirken (KLAPP, 1954, PÖTSCH et. al., 2001). Ist der Grünlandbestand bereits entartet und hat sich Ampfer fest im Bestand etabliert, muss eine direkte Bekämpfung der Ampferpflanzen folgen. Die Feldversuche zur mechanischen Regulierung der Ampfer-Arten zeigen, dass mit dem Ampferstechen von Hand und dem maschinellen Ampferstechen durch „WUZI“ ein wirkungsvolles Instrumentarium zur Verfügung steht. Die Anwendung des Ampferstechers verminderte den Ampferbesatz um 75 %. Durch WUZI konnte der Ampferbesatz um 44 % reduziert werden. Lediglich um 8 % konnte der Besatz an Ampferpflanzen durch Abflammen reduziert werden. Bereits nach wenigen Tagen bildeten sich aus den abgeflamten Pflanzen neue Blattknospen, die eine nahezu vollständige Regeneration ermöglichten. Ziel der Ampferbekämpfung durch direkte Bekämpfungsmaßnahmen sollte demnach die Schädigung bzw. das Entfernen des Wurzelstocks der Pflanzen sein. Die hohe Reservespeicherung verleiht

den Pflanzen die Fähigkeit zu schnellem Wiederaustrieb nach einer Schädigung der Blattmasse (ELSÄSSER, 2002). Wird der Wurzelstock entfernt, so muß dieser mindestens eine Länge von 10-15 cm aufweisen, damit es zu keinem Nachtrieb aus den am Wurzelhals sitzenden Erneuerungsknospen kommt (PÖTSCH, 2001). WUZI stellte seine enorme Flächenleistung unter Beweis (PÖTSCH et al., 2001). Probleme gab es mit der Erdabscheidung von den ausgestochenen Wurzelballen, verursacht durch den sehr lehmigen Boden am Versuchsstandort Trenthorst. Die Ausstechstellen blieben als tiefe Löcher zurück.

Eine weitere Reduktion des Ampferbesatzes durch Nachsaat kann anhand erster Ergebnisse nicht bestätigt werden. Mögliche Gründe dafür sind auf der einen Seite in der unterschiedlichen Etablierung der Nachsaat zu suchen. Nur durch eine erfolgreiche Nachsaat können auch Konkurrenzeffekte auf Ampferpflanzen entstehen. Auf der anderen Seite sind die langfristigen Effekte einer Nachsaat zu berücksichtigen, da es mehrerer Wiederholungen bedarf, um konkurrenzfähige Pflanzen und somit eine dichte Grasnarbe zu etablieren.

Aus arbeits- und betriebswirtschaftlichen Gründen muss den vorbeugenden und indirekten Bekämpfungsmaßnahmen zur Ampferregulierung eine größere Bedeutung zukommen. Hierzu zählt insbesondere die Optimierung des Weidemanagements bzw. die Erarbeitung von Auswirkungen unterschiedlicher Beweidungssysteme auf den Ampferbesatz.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel einer als Portionsweide geführten Fläche, die von Jungrindern beweidet wurde, die Verteilung der Ampferpflanzen zu den zwei Zeitpunkten vor Weideauftrieb im Frühsommer und nach zweimaliger Beweidung. Die mittels DGPS durchgeführte Kartierung zeigt zu beiden Terminen eine gleichbleibende Verteilung der Pflanzen auf der Fläche, während sich der Besatz an Ampferpflanzen erhöhte. Zu vergleichen sind diese Ergebnisse mit einer als Umtriebsweide geführten Fläche und es ist zu untersuchen, ob ein höherer Viehbesatz auch zu einem höheren Ampferbesatz führt. Die DGPS-gestützte Kartierung bietet zudem die Möglichkeit auch sensible Teilflächen innerhalb einer Weide, wie z. B. Weidegänge und Bereiche um Tränken, aufzunehmen und hinsichtlich des Ampferbesatzes zu vergleichen.

Neben unterschiedlichen Intensitätsstufen der Beweidung wird weiterhin untersucht, wie sich die Beweidung mit unterschiedlichen Tierarten (Rind, Schaf, Ziege) auf den Ampferbesatz auswirkt. Die Beobachtung nach der ersten Beweidungsperiode (2002) deutet darauf hin, dass Ziegen und Schafe Ampfer besser verbeißen als Rinder. Der Ampferbesatz auf Flächen mit Schaf- bzw. Ziegenbeweidung wurde tendenziell reduziert. Bereits in älterer Literatur (KLAPP, 1954) wird eine positive Wirkung der Beweidung auf das Verdrängen der Grünlandunkräuter beschrieben, sogar als Hauptwege der Unkrautbekämpfung genannt. ELSÄSSER (2003) zeigt in einem Versuchsansatz wie sich Schafbeweidung auf den Ampferbesatz auswirken kann. Es liegen nach einem Versuchsjahr jedoch noch keine gesicherten Ergebnisse vor. Erste Erfahrungen zeigen, dass die Schafbeweidung durchaus ein wirkungsvolles Instrument zur Ampferbekämpfung darstellen kann.

Fazit

Für die Ableitung von neuen Lösungen und Verfahrensansätzen zur schnellen, kostengünstigen und nachhaltigen Bekämpfung von Ampfer sind vor allem noch grundlegende Arbeiten notwendig. Insbesondere bedarf es genauer Kenntnisse über Wachstum und Entwicklungsbiologie des Ampfers, da durch seine Konkurrenzstärke und der hohen Überlebens- und Regenerationsfähigkeit nur differenzierte Bekämpfungsmaßnahmen erfolgreich sein können.

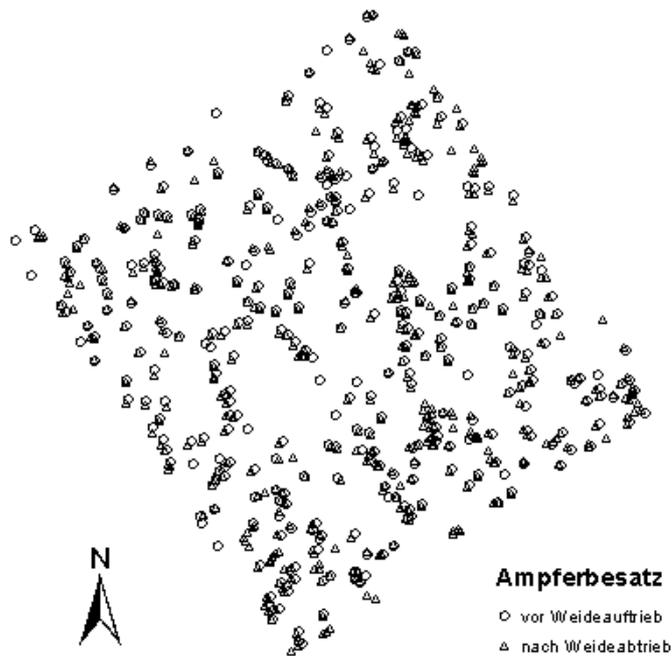


Abb .1: Ampferbesatz einer Portionsweide vor Weideauftrieb und nach Weideauftrieb, Beweidung: Jungrinder (ein Symbol entspricht einer Ampferpflanze, Parzellengröße: 95 x 105 m)

Literaturverzeichnis

- ZIRON, CH. und OPITZ VON BOBERFELD, W. (2001): Keimverhalten von *Rumex crispus* und *Rumex obtusifolius*. Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 45. Jahrestagung, Gumpenstein, 47-48
- SOBOTIK, M. (2001): Verbreitung, Morphologie und Anatomie des Ampfers. 7. Alpenländisches Expertenforum des Bundesanstalt für Landwirtschaft Gumpenstein, Irding, 33-38
- KLAPP, E. (1954): Wiesen und Weiden. Paul Parey, Berlin und Hamburg
- PÖTSCH, E. (2001): Wissenswertes zur mechanischen und chemischen Ampferbekämpfung. 7. Alpenländisches Expertenforum des Bundesanstalt für Landwirtschaft Gumpenstein, Irding, 75-81
- ELSÄSSER, M. (2002): Stumpfblättriger Ampfer – Biologie, Vermeidung, Bekämpfung. Merkblätter für die umweltgerechte Landwirtschaft, Nr. 22: Grünland, Unkrautbekämpfung, Landesanstalt für Pflanzenbau Rheinstetten
- ELSÄSSER, M. (in Vorbereitung): Überlegungen zur nachhaltigen Unterdrückung und Bekämpfung von Stumpfblättrigen Ampfer, Landbauforschung-Völkenrode (Sonderheft), Tagungsband Expertenkolloquium „Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau“

Das Projekt wird im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau - FKZ 02OE055/1 - gefördert.

Räumliche Verteilung der Weidewirkungen Tritt und Verbiss auf Gemeinschaftsweiden im bayerischen Alpenvorland

von

U. Thumm, O. Ehrmann und F. Wagner

Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim

1. Einleitung

Beweidung bietet die Möglichkeit Dauergrünlandflächen in ihrem Charakter zu erhalten und landwirtschaftlich zu nutzen, auch wenn sie aufgrund ihrer Standortbedingungen nicht für eine Intensivierung und Schnittnutzung geeignet sind. In der Jungmoränenlandschaft des südwestbayerischen Alpenvorlandes sind dies meist Kombinationen aus Weidelgrasweiden auf Mineralbodenstandorten mit feuchten bis moorigen Teilbereichen.

Großflächige Gemeinschaftsweiden sind eine kulturhistorische Besonderheit dieser Region. Milchviehhaltende Betriebe nutzen derzeit diese Flächen überwiegend für die Aufzucht ihrer Jungrinder. Im Rahmen einer langjährigen Bewirtschaftungstradition konnten sich besonders in den marginalen Bereichen seltene und daher besonders schützenswerte Biotoptypen erhalten bzw. entwickeln. Diese bieten wiederum Lebensraum für viele gefährdete Pflanzen- und Tierarten (RADLMAIR und DOLEK 2002, STROHWASSER 2000).

Zielsetzung des Forschungsvorhabens war die von den Weidetieren ausgehenden Tritt- und Verbisseinflüsse in großflächigen Weidesystemen unter sehr heterogenen Standortbedingungen zu erfassen und zu bewerten in Hinblick auf die Nutzung von Moorbereichen durch die Weidetiere bei freier Zugänglichkeit verschiedener Vegetationstypen und zur Frage einer langfristigen Offenhaltung der naturschutzfachlich hochwertigen feuchten und moorigen Flächen.

Diese Untersuchung ist Teil des Forschungsvorhabens "Allmendweide als alternatives Nutzungskonzept für gefährdete, offene und halboffene Landschaften" (BMBF F+E-Projekt, Leitung Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart, Prof. Dr. G. Kaule).

2. Material und Methoden

Im Jahre 2000 wurden auf 8 Allmendweiden (Tab. 1) in den oberbayerischen Landkreisen Ostallgäu und Weilheim/Schongau (1382 mm Niederschlagssumme, Jahresdurchschnittstemperatur 6,8°C im langjährigen Mittel) die Weidewirkungen Tritt und Verbiss erhoben. Zur Erfassung von Jahreseffekte wurde eine Weide während 2 weiterer Weideperioden (2001-2002) untersucht (hier nicht weiter dargestellt). Grundlage für die Flächenbonituren von Verbiss und Tritt (Tab. 2) bildete eine von LEDERBOGEN et al. (1999) auf allen Weideflächen erstellte Vegetationskarte mit den in Tab. 3 dargestellten Vegetationseinheiten als Basis für die Gliederung der Flächen in Polygone. Die untersuchten Allmendweiden werden entweder als Stand- oder Koppelweidesysteme (mit jeweils 2-6 Teilkoppeln) genutzt. Die Bonitur der Weidewirkungen erfolgte zu 3-4 Terminen in der Beweidungsperiode.

Tab. 1: Charakterisierung der im Jahr 2000 untersuchten Weideflächen, geordnet nach der berechneten Besatzleistung

Bezeichnung der Weidefläche	Düngung (mit/ohne)	Gesamtfläche in ha	Anteil Moor an der Gesamtfläche in %	Anteil gehölzbedeckte Fläche an Gesamtf. in %	Viehzahl in GV	Berechnete Besatzstärke in GV/ha	Auftriebsdauer in Tagen	Berechnete Besatzleistung in GV-Tage/ha
I	-	51	58	35	15	0,5	132	60
II	-	14	11	43	7	0,9	147	134
III	-	36	8	33	25	1,0	145	150
IV	-	12	45	58	8	1,5	118	178
V	+	111	3	35	100	1,4	147	204
VI	-	33	12	45	26	1,5	153	222
VII	+	68	17	18	70	1,3	190	238
VIII	+	53	20	45	56	2,0	147	288
Insgesamt (Summe bzw. Mittelwert)		378	18	35	307	1,3	147	185

Tab. 2: Boniturschema zur Erfassung von Verbiss und Tritt (nach WALDHERR 1977, verändert)

Verbisswirkung	
0	krautige Vegetation unberührt bzw. stellenweise vereinzelt angeknabbert
1	geringer Verbiss; $\leq \frac{1}{3}$ der Vegetation auf 5-10 cm abgeweidet
2	mittelstarker Verbiss; zwischen $>\frac{1}{3}$ und $\leq \frac{2}{3}$ der krautigen Vegetation auf 5-10 cm abgeweidet
3	starker Verbiss; mehr als $\frac{2}{3}$ der krautigen Vegetation auf 5-10 cm abgeweidet
4	sehr starker Verbiß; fast die gesamte krautige Vegetation bodennah abgeweidet.
Trittwirkung	
0	keine Tritts Spuren erkennbar; Vegetation unberührt, keine Trittschäden
1	wenig bis stark betreten, Narbenschäden auf $\leq 10\%$ der Fläche
2	Narbenschäden auf $>10 - \leq 25\%$ der Fläche
3	Narbenschäden auf >25 der Fläche
4	Narbenschäden auf $>50\%$ der Fläche

Tab. 3: Gliederung der Vegetationstypen

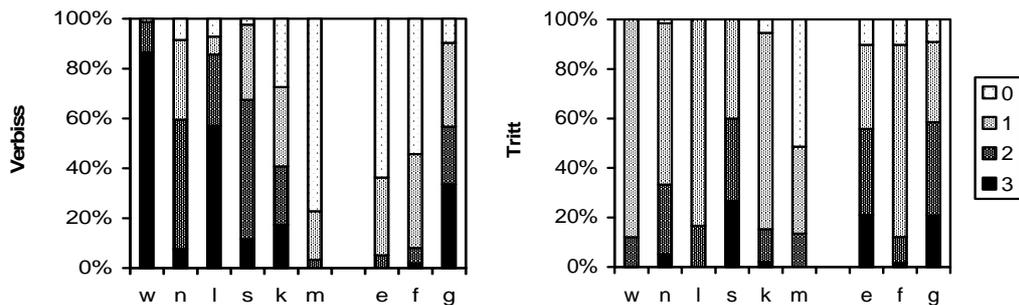
Kürzel	Bezeichnung
w	Weidelgrasweiden (untersch. Trophie) (<i>Lolio-Cynosuretum</i>)
n	Nasse/feuchte Weidebereiche (<i>Lolio-Cynosuretum lotetosum uliginosi</i>)
l	Lägerflur, nitrophytische Saumgesellschaften (<i>Artemisietea vulgaris</i>)
s	Senken-Flutrasen (<i>Agropyro-Rumicion</i>)
k	Kalkflachmoore (<i>Caricetalia davallianae</i>)
m	Hochmoor-Torfmoosgesellschaften (<i>Sphagnion magellanicum</i>)
e	Erlenbruchwälder (<i>Alnetalia glutinosae</i>), Auenwälder (Alno-Ulmion)
f	Waldmeister-Tannen-Buchenwälder (<i>Galio odorati-Fagenion</i>), meist Fichtenforste
g	Feldgehölz, Berberitzen-Gebüsche (Berberidion)

3. Ergebnisse

Von insgesamt 378 ha untersuchter Weidefläche mit einem Offenlandanteil von rund 246 ha (potenzielle Futterfläche) im Weidejahr 2000 erfuhren nur 197 ha einen wesentlichen Einfluss durch den Rinderverbiss (Boniturnote > 2). Dabei nahmen die als Weidelgrasweiden (w) kartierten Bereiche den größten Anteil ein. Mit Abb. 1 werden die Verbissintensitäten der einzelnen Vegetationstypen zusammenfassend für alle Untersuchungsgebiete dargestellt. Es zeigt sich, dass die Weidelgrasweiden (w) und Lägerfluren (l) nahezu vollständig zur Futteraufnahme genutzt werden, während großflächigere Gehölzstrukturen (e, f) und die Moore (m) keine nennenswerte Bedeutung für die Nahrungsversorgung der Rinder haben (Abb. 1). Dazwischen ordnen sich die wenigstens zeitweilig weniger nassen Bereiche (s, n, k) und kleinflächigen Gehölzstrukturen (Viehunterstände) ein.

Die Flächenbonitur der Trittwirkungen ergab, dass der überwiegende Teil der Weideflächen von den Tieren mindestens einmal im Jahr aufgesucht wurde und entsprechende Trittsiegel entstanden sind (dabei lag der Schwerpunkt in der Zeit von Juli bis Anfang September). Nur auf einem geringen Flächenanteil (6,5%, ca. 24 ha) konnten keine Trittspuren festgestellt werden. Eine Trittbeflussung, bei der die Narbenverletzungen auf über 10% der Polygonfläche auftraten (Boniturnote ≥ 2), konnte auf rund 13% (49 ha) der untersuchten Gesamtfläche verzeichnet werden. Abb. 4 zeigt die Trittwirkungen auf den verschiedenen Vegetationstypen.

Innerhalb der Vegetationstypen n, g, e und s lag der Anteil der stärker durch Tritt beeinflussten Flächen zwischen 28 und 46%. Bei den übrigen Vegetationstypen lag der Anteil der Flächen, die eine Boniturnote ≥ 2 erhielten unter 15%.



Fläche (ha): 150 38 1 4 53 15 23 80 8

Abb. 1: Verbiss der krautigen Vegetation und Trittwirkungen in verschiedenen Vegetationstypen. Dargestellt sind jeweils die Boniturnoten (0-3) und der prozentuale Flächenanteil sowie die Gesamtfläche pro Vegetationstyp (Vegetationstypen deren Gesamtflächenanteil unter 1 ha lag, wurden nicht berücksichtigt).

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Großflächige heterogene Weidesysteme bieten den Weidetieren ausgeprägte Möglichkeit zur Selektion bevorzugter Pflanzenarten bzw. Weidebereiche. Daher zeigt die Abfolge der Vegetationstypen bezüglich der Verbissintensität $w > l > s, n > k, m$ zunächst die Beliebtheit des Aufwuchses beim Weidevieh, folgt aber gleichzeitig einem Gradienten zunehmender Bodenfeuchte.

Die feuchten bzw. moorigen Bereiche werden von den Tieren zwar immer wieder aufgesucht (vgl. Trittböschungswerte), dies scheint jedoch nicht vorrangig zur Futtermittelaufnahme zu geschehen, sondern eher aus Gründen wie Neugierde und Abwechslung, schließlich handelt es sich um reine Jungviehherden. Eine Erhöhung der Besatzdichte mit dem Ziel stärkeren Verbisses auf den feuchten/moorigen Flächen durch höhere Besatzstärken ist aus landwirtschaftlicher Sicht nicht erstrebenswert, da dies mit einem Rückgang der Leistung der Tiere verbunden ist. Hinzu kommt eine auf feuchten Standorten erhöhte Gefahr des Befalls der Tiere durch Endoparasiten, die entsprechende Prophylaxemaßnahmen erforderlich macht. Ein landwirtschaftliches Interesse einer Beweidung von feuchtem oder moorigem Grünland ist heute meist nur im Zusammenhang mit lukrativen flächenbezogenen Ausgleichszahlungen gegeben. Noch bis in die 1970er Jahre wurde der Weiderest der feuchten/moorigen Bereiche alljährlich zur Einstreugewinnung unter den Berechtigten verlost und gemäht.

Ein wesentliches Ziel der Beweidung von Feuchtsflächen ist die Offenhaltung, d.h. Verhinderung bzw. zumindest Verzögerung von Gehölzaufkommen. Hierbei ist natürlich ein wichtiger Faktor die Geschwindigkeit der Gehölzansiedlung und Entwicklung, die hier nicht näher untersucht wurde. Besonders in den Übergangsbereichen zwischen offener Weidefläche und Gehölzstrukturen war jedoch häufig Gehölzansiedlung zu beobachten.

Es kann also schlussfolgernd abgeleitet werden, dass unter den aktuellen Beweidungsbedingungen eine langfristige Offenhaltung der Moorflächen nicht gegeben ist. Die Bedeutung der in der Vergangenheit praktizierten Streu- und Holznutzung war für die Offenhaltung demnach wichtiger als der Einfluss des Weideviehs. Maßnahmen zur Weidpflege (Mulchen, Entbuschen, "Schwenden") können (bzw. müssen) diese traditionellen Nutzungsformen zukünftig ersetzen.

Literatur:

- LEDERBOGEN, D. (1999): Vegetationskartierung der Untersuchungsflächen im Forschungsvorhaben "Allmendweide als alternatives Nutzungskonzept für gefährdete, offene und halboffene Landschaften", Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart, persönliche Mitteilung.
- RADLMAIR, S. & M. DOLEK (2002): Auswirkung der Beweidung auf die Insektenfauna von Feuchtgrünland unter besonderer Berücksichtigung von Tagfaltern und Heuschrecken. In: Beweidung von Feuchtgebieten. Laufener Seminarbeiträge 1 /02. Bayerische Akademie f. Naturschutz u. Landschaftspflege (ANL); 23 – 34.
- STROHWASSER, R. (2000): Weidenutzung und Naturschutz im bayerischen Alpenvorland. In: Bukolien – Weidelandschaft als Natur- und Kulturerbe. Laufener Seminarbeiträge 4/00, Bayerische Akademie f. Naturschutz u. Landschaftspflege (ANL); 137 - 141
- WALDHERR, I. (1997): Nutzungsgeschichtliche Untersuchungen der 'Allmendweidegebiete' von Prem, Holz und Urspring, Landkreis Weilheim-Schongau mit Pflege- und Entwicklungsbieträgen unter besonderer Berücksichtigung der beweideten Moorstandorte. Diplomarbeit an der FH Weihenstephan, FB Landschaftspflege

Neue Mischungskonzepte für Grünlandansaaten in Norddeutschland

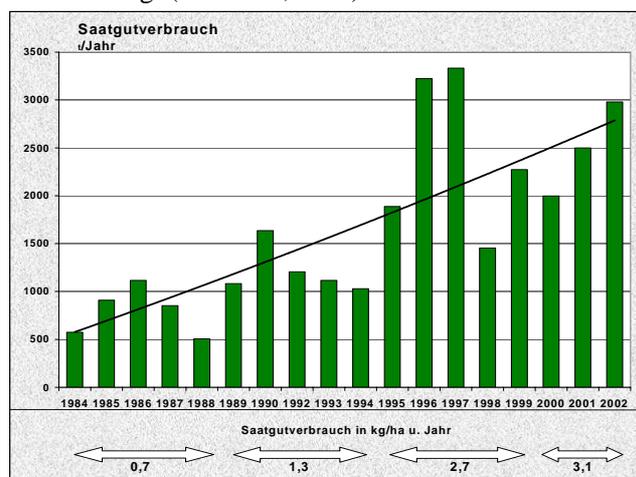
von

Gerd Lange, Jürgen Gräßler, Uwe von Borstel

Landwirtschaftskammer Hannover

1. Einleitung

Die Ansprüche an das Dauergrünland in Bezug auf Bestandszusammensetzung und Futterqualitäten sind gestiegen und besonders in spezialisierten Milchviehbetrieben mittlerweile sehr hoch. Die erhöhten Anforderungen lassen sich u.a. am gestiegenen Saatgutverbrauch je ha Grünland deutlich machen (Abb. 1). Dabei wurde die jährliche Reduzierung der Dauergrünlandfläche bei der Berechnung des Saatgutaufwandes je ha berücksichtigt (GRÄBLER, 2003).



Dauergrünland in Niedersachsen:

Jahr	Gesamtfläche
1984	1.090.350 ha
1986	1.077.383 ha
1988	1.016.858 ha
1990	999.610 ha
1992	955.156 ha
1994	930.900 ha
1996	907.406 ha
1998	879.813 ha
2000	817.213 ha
2002	784.186 ha

(LWK Hannover, 1985 - 2003)

Abb. 1: Mengenentwicklung von Grünland-Saatgutmischungen in Niedersachsen von 1984-2002

Die Anteile und die Wertschätzung der Vertriebsfirmen für Saatgutmischungen der Offizialberatung sind im vergleichbaren Zeitraum zurückgegangen (MÜLLER, 1995). Firmeneigene Mischungskonzepte, welche sich mehr oder weniger deutlich von den Standardmischungen unterscheiden, traten an deren Stelle. Anzumerken ist, dass in den meisten Fällen keine praxisrelevanten Unterschiede in Bezug auf die Artenzusammensetzung bestehen, dass aber sehr wohl begründete Bedenken bezüglich der verwendeten Sorten mancher von den Standardmischungen abweichender Mischungen bestehen (LANGE, 2002).

Da in der Praxis zunehmend spezielle Grünlandmischungen nachgefragt werden und ein gewisser Akzeptanzvorteil durch Werbung im Handel und bei Landwirten gegeben ist, möchte die Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futterkonservierung (AG FUKO) in Zusammenarbeit mit den norddeutschen Landwirtschaftskammern das Mischungskonzept der Standardmischungen durch spezielle Sortenauswahl erweitern. Insbesondere der Einsatz überlegener Sorten des Deutschen Weidelgrases (DW) ist für dieses Mischungskonzept vorgesehen. Wir erhoffen uns von dieser Initiative ein verbessertes Angebot und eine flexiblere Anpassung der Standardmischungen an einzelbetriebliche Erfordernisse sowie die Steigerung der Akzeptanz des Standardmischungsprogramms.

2. Material und Methoden

In einem Versuch zur Ermittlung des Einflusses der Weidelgraskomponente auf die Energieerträge und -gehalte der Aufwüchse werden seit dem Vegetationsjahr 2000 späte mit frühreifen und diploide mit tetraploiden DW-Sorten im Gerüst einer Ansaatmischung GIIo verglichen.

Diese Versuchsserie wird in einem Exaktversuch auf zwei Versuchsfeldern der LWK Hannover durchgeführt. Die Sorten werden an jeweils zwei Terminen geschnitten, um den Effekt der Nutzungselastizität und der Ertragsbildung herauszuarbeiten. Schnitttermine sind jeweils zum optimalen Reifezeitpunkt der frühreifen und spätreifen Sorten (Rohfasergehalt 23 % i.d.TM).

Parallel zur Einführung von `indexorientierten` Standardmischungen im Rahmen eines Pilotprojektes in Praxisbetrieben der AG FUKO werden diese seit 2002 vergleichend mit Firmenmischungen in einem Praxisbetrieb wie auch auf dem Versuchsfeld in Dasselsbruch geprüft. Der direkte Vergleich wird dabei auch mit verschiedenen Standardmischungen gezogen. Entscheidend für die Auswahl der Sorten in den Standardmischungen waren die Ertragsindices der Sorten Deutsches Weidelgras (Abb. 3); so werden ertragsschwache und ertragsstärkere Standardmischungen verglichen.

3. Ergebnisse

Wie sich Weidelgrasmischungen ohne frühe Sorten in ihrer Ertrags- und Futterwertleistung zum wichtigen ersten Schnitt verhalten, wird durch verschiedene Versuchsreihen auf Versuchsfeldern und in Praxisbetrieben untersucht und dokumentiert; bekannt ist schließlich die Ertragswirksamkeit früh schossender Gräser und die zeitliche Verzögerung der Ertragsbildung bei spätreifen Sorten.

Die Untersuchungen zu den vorgeschlagenen Mischungskonzepten zeigen: im ersten Aufwuchs liegen höhere Energiegehalte in Mischungen mit späten Sorten vor. Die Streuung der mittleren gewogenen Energiegehalte nimmt mit der Anzahl der Nutzungen ab, lässt aber im Jahresergebnis noch leicht höhere Gehalte der Mischungen mit späten Sorten erkennen.

Tetraploide Sorten liefern unabhängig von der Reifegruppe tendenziell höhere Energieerträge als diploide (Abb. 2).

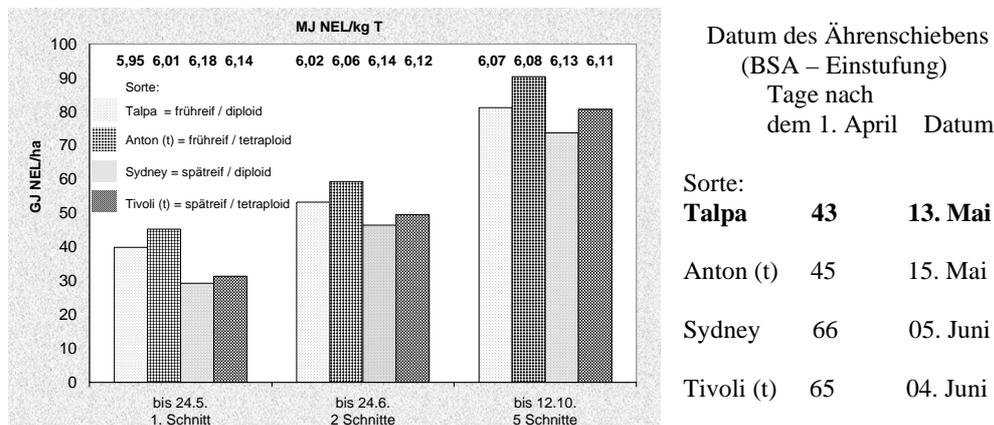
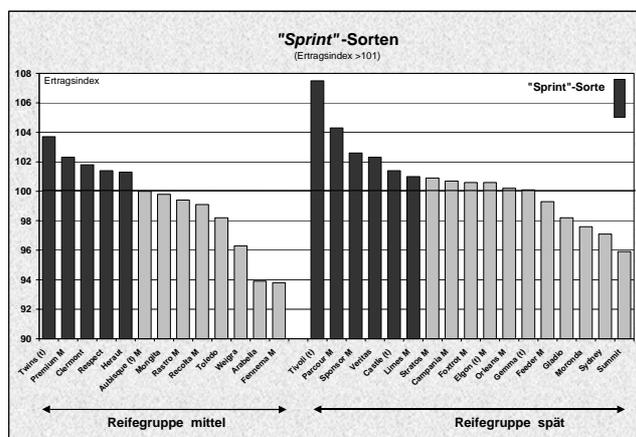


Abbildung 2: Einsatz verschiedener Sortentypen DW in einer G II o-Mischung auf humosem Sand, VF Dasselsbruch 2002

Ausgeglichene Ertragsleistungen über das Vegetationsjahr sprechen dagegen für eine ausgewogene Ansaatmischung unterschiedlicher Reifetypen des Deutschen Weidelgrases mit frühestmöglicher Nutzung des 1. Aufwuchses. Die Nachwüchse können auf Standorten, die eine ganzjährige Nutzung zulassen, einen größeren Einfluss ausüben als der erste Schnitt.

Die von den norddeutschen Landwirtschaftskammern empfohlenen Standardmischungen für Grünland werden im 3-jährigen Turnus als 'Grünes Faltblatt' veröffentlicht (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER NORDDEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTS-KAMMERN, 2001). Seit der Ausgabe Sommer 1998 werden hierin Indexwerte für das Empfehlungssortiment von *Lolium perenne* abgedruckt. Diese beziehen sich zunächst auf den Gesamtindex einer Sorte, um die Reihenfolge der Sortenempfehlung festzulegen. Der Gesamtindex setzt sich aber aus zwei gleichwertigen Teilindices für Ertrag und Ausdauer zusammen. Hier liegt bereits ein Ansatzpunkt für das Konzept der Erweiterung der Standardmischungen.

Aus den Ertragsindices, die aus den Landessortenversuchen der norddeutschen Landwirtschaftskammern abgeleitet sind, lässt sich die Ertragsleistung von Sorten des Deutschen Weidelgrases beurteilen. Abb. 3 zeigt die nach ihrem Ertragsindex geordneten



Sorten Deutsches Weidelgras und die Hervorhebung der mit der Bezeichnung „Sprint“ versehenen Sorten, die sich durch überdurchschnittliche Ertragsleistung auszeichnen.

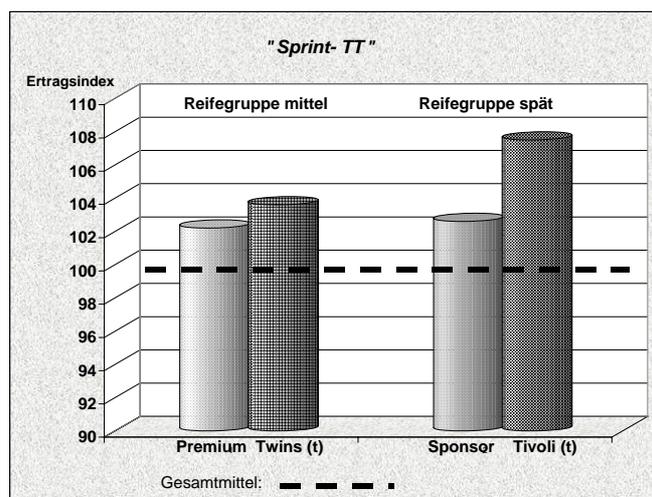
„Sprint-Sorten“ entsprechen gleichzeitig dem Empfehlungssortiment für Deutsches Weidelgras im oliven Faltblatt: „Standardmischungen für den Ackerfutterbau mit und ohne Klee“.

Abb. 3: Ertragsindices von Sorten des Deutschen Weidelgrases im Grünen Faltblatt

In den Standardmischungen für den Ackerfutterbau werden bereits ertragsbetonte Sorten Deutsches Weidelgrases empfohlen und bevorzugt in der Standardmischung A5 eingesetzt. Diese Mischung besteht zu 100% aus Deutschem Weidelgras und ist sowohl mit als auch ohne frühe Sortentypen (Standard A5-spät) erhältlich. In dieser Mischung können unbegrenzt tetraploide Sorten eingemischt werden, so dass sich hier ein breites Spektrum der Möglichkeiten für hohe Ertrags- und Futterwertleistungen im Anbau von DW-Mischungen eröffnet.

Die Einführung einer besonders ertragreichen Ansaatmischung wurde zunächst auf der Grundlage der Standardmischung A5-spät (ohne frühe Sorten) in Zusammenarbeit mit der Freiwilligen Mischungskontrolle Niedersachsen (FMN) betrieben. Um die ertragliche Überlegenheit dieser speziellen Standardmischung hervorzuheben, wurde die Wortmarke „Sprint“ verwendet. Ein hoher Anteil von 50% tetraploiden Gräsern in jeder Reifegruppe führte weiter zur Vertriebsbezeichnung „Sprint-TT“ (Abb. 4). Unter dieser Bezeichnung wurden zunächst 10 Tonnen Saatgut vorzugsweise in Mitgliedsbetrieben der AG FUKO vertrieben, hauptsächlich für die Neuansaat, aber auch für Nachsaaten.

Die Indexwerte wurden von 11 LSV-Standorten in Norddeutschland innerhalb der jeweiligen Reifegruppe ermittelt.



Die Streuung der Ertragsindices betrug 2001:

Reifegruppe:	Min.	Max.
Früh	87,0	101,1
Mittel	93,8	103,7
Spät	92,4	107,5

Abb. 4: Beispiel für die ertragliche Überlegenheit einer "Sprint-TT"-Mischung

4. Schlussfolgerungen

Der gezielte Einsatz von Sorten nach dem Ertragsindex der norddeutschen Landwirtschaftskammern für ertragsbetonte Mischungen ist erfolgreich möglich. Im Zusammenhang mit steigenden Anforderungen an die Grundfutterqualität kann ohne Ertragsrisiko auf frühreife Sorten verzichtet werden, um die Nutzungselastizität im ersten Aufwuchs zu erhöhen. Die Entscheidung für den Einsatz betont später Mischungen sollte standortabhängig getroffen werden. Für schwierige Standorte sollten geeignete Mischungen mit besonders hoher Ausdauer empfohlen werden.

Die Wortmarke „Sprint“ könnte in einem zukünftigen „Grünen Faltblatt“ für alle Mischungen mit einem Anteil von mindestens 50% Deutschem Weidelgras (Ausnahme Standard G II = 47%) in der Gesamtmischung verwendet werden. Die Mindestanforderung an ertrags- und energiebetonte Mischungen sind überdurchschnittliche Leistungen im Ertragsindex. Entsprechend ist geplant, aus dem Ausdauerindex für Deutsches Weidelgras Ansaatmischungen mit besonderer Ausdauerleistung zu konzipieren.

Literatur

- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER NORDDEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN (2001): Standardmischungen für Grünland; Landwirtschaftskammern in Bonn – Hannover – Kiel - Münster– Oldenburg
- GRÄBLER, J. (2003): unveröffentlichte Erhebungen LWK Hannover, Hannover
- LANGE, G. (2002): unveröffentlichtes Positionspapier 'Ansaatmischungen für das Grünland in Niedersachsen' - Landwirtschaftskammer Hannover
- LANGE, G. (2003): Gibt es die optimale Ansaatmischung?. Innovation – DSV-Magazin 1/2003, 4-6
- MÜLLER, J. (1995): Aktuelle Problematik bei der Empfehlung von Standardmischungen für Grünland, unveröffentlichtes Manuskript, Oldenburg
- Landwirtschaftskammer Hannover (1985–2003): 'Zahlen aus der Landwirtschaft', jährliche Neuauflage

Leistungsfähigkeit und N-Effizienz einer Futterbau-Fruchtfolge im Vergleich zum Bewirtschaftungssystem Dauergrünland/Maismonokultur.

von

K. C. Volkers, M. Wachendorf und F. Taube

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

1. Einleitung

Aus den Versuchen des N-Projektes Karkendamm, die auf dem Dauergrünland angestellt wurden (TAUBE und WACHENDORF, 2001; BÜCHTER et al., 2002; TROTT et al., 2002; WACHENDORF et al., 2002), in denen u. a. die NO_3 -Auswaschungen über einen Zeitraum von vier Jahren erhoben wurden, konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die geringe N-Verwertung durch das weidende Tier führte zu hohen N-Rückführungen über Kot und Urin und damit zu NO_3 -Auswaschungen, die über der EU-Trinkwassergrenze lagen.
- Die Reduzierung der N-Düngungsintensität und die Integration von ein oder zwei Schnitten auf den beweideten Flächen führten zu einer Reduzierung der NO_3 -Auswaschung. In ungedüngten Mähweidesystemen mit entsprechend hohen Weißkleegehalten wurde der EU-Trinkwassergrenzwert dennoch überschritten.
- Das schnittgenutzte System erwies sich, gemessen an der NO_3 -Auswaschung, als das grundwasserschonenste System.

In einem weiteren Versuch des N-Projektes mit Mais in Monokultur (VOLKERS et al., 2002), in denen die Faktoren mineralische und Gülle-N-Düngung sowie der Anbau einer Deutsch´ Weidelgras-Untersaat im Hinblick auf die NO_3 -Auswaschung geprüft wurden, konnte folgendes festgestellt:

- Die mineralische und die Gülle-N-Düngung führten zu einem Anstieg der NO_3 -Auswaschungen, wobei die mineralische N-Düngung einen stärkeren Einfluss besaß.
- Die Untersaat, im 4 bis 6-Blattstadium des Maises gedreht, reduzierte signifikant die NO_3 -Auswaschung. Bei hohen N_{min} -gehalten im Herbst reduzierte die Untersaat die NO_3 -Auswaschungen über Winter wirkungsvoller als bei niedrigen N_{min} -gehalten.
- Die NO_3 -Auswaschung ist positiv mit dem N-Saldo korreliert. Bei gleichem N-Saldo wies der Silomais mit Untersaat geringere Auswaschungsverluste auf.

Als Synthese obiger Versuchsergebnisse wurde in einem weiteren Versuch der Silomais in einer Futterbau-Fruchtfolge mit einjährig genutztem Klee gras und Triticale zu kombiniert, um zu prüfen, ob die hohen N-Salden und NO_3 -Auswaschungen unter beweidetem Klee gras gesenkt werden können, und ob die negativen ökologischen Folgen des Maisanbaus in Monokultur, wie Bodenerosion und Humusabbau verringert werden können. Um diese Hypothesen zu evaluieren, wurde im Jahr 1999 ein dreijähriger Fruchtfolgeversuch auf demselben Standort angelegt.

2. Material und Methoden

Die Experimente des N-Projektes fanden auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm der Christian-Albrechts-Universität Kiel statt (\varnothing Niederschlag: 802 mm; \varnothing Temperatur: 8.3 °C; Bodentyp: tief umgebrochener Treposol; Bodenart: lehmiger Sand ; pH 5.6).

Dauergrünlandversuch:

Die untersuchten Management Systeme waren neben Weide-, Mähweide-Systeme mit einem oder zwei Schnitten und anschließender Beweidung, die reinen Schnitt-Systeme als auch die simulierte Weide. Diese wurden über vier mineralische N-Stufen (0, 50, 100 und 150 kg ha⁻¹) und über zwei Güllestufen (0 und 20 m³ ha⁻¹) geprüft. Die Beweidung erfolgte mit Färsen (\varnothing LG: 450 kg). Es werden die Daten von 1997 bis 2001 vorgestellt.

Mais Monokulturversuch:

Es wurde in den Jahren 1997 bis 2001 die Kompaktsorte Naxos (S 220) mit 10 Pflanzen m² angebaut. Geprüft wurden die mineralischen N-Stufen (0, 50, 100 und 150 kg ha⁻¹), die drei Güllestufen (0, 20 und 40 m³ ha⁻¹) sowie ohne als auch mit 6 kg ha⁻¹ Deutsch' Weidelgras als Untersaat. Die Phosphordüngung erfolgte einmal mit 30 kg ha⁻¹ Unterfuß und oben auf nochmals 35 kg ha⁻¹, die Kalidüngung wurde gemäß der höchsten Güllestufe ausgeglichen.

Futterbau-Fruchtfolgeversuch:

Annahme:

Zugrunde liegt einer typisch norddeutscher Milchvieh-Futterbaubetrieb mit einer durchschnittlichen Besatzdichte von 1.8 GV ha⁻¹ (incl. Jungvieh). Bei 100 Weidetagen für Kühe und Jungvieh fallen durchschnittlich 25 m³ Gülle ha⁻¹ und a⁻¹ an.

Fruchtfolgeglieder:

Kleegras: zwei Schnitte, 2 Beweidungen, der nachfolgende Aufwuchs bleibt als sog. "catch crop" auf der Fläche und wird vor der Maisaussaat untergepflügt

Silomais: Ganzpflanzensilage

Triticale: Kornernte oder bei schlechter Futtersituation Ganzpflanzensilage

Der Versuch wurde von 2000 bis 2002 durchgeführt. In jedem Jahr wurde jede Frucht angebaut, so dass drei volle Rotationen geprüft wurden. Die Ergebnisse stellen Mittelwerte aus drei Jahren dar.

N-Intensitäten:

Bei der Konzipierung des Versuchs wurde vorausgesetzt, dass mit der gegebenen Fläche bzw. durch Zufütterung von Kraftfutter eine gegebene Milchquote zu erfüllen ist. Verglichen werden drei Futterproduktionssysteme auf Feldbasis:

intensiv: hohe Futterproduktivität, niedriger Einsatz von Kraftfutter, durchschnittliche mineralische N-Düngung von 150 kg N ha⁻¹ + 25 m³ Gülle ha⁻¹,

moderat: reduzierte Futterproduktivität, mittl. Einsatz von Kraftfutter durchschnittliche mineralische N-Düngung von 75 kg N ha⁻¹ + 25 m³ Gülle ha⁻¹,

extensiv: niedrige Futterproduktivität, hoher Einsatz von Kraftfutter, durchschnittliche mineralische N-Düngung von 0 kg N ha⁻¹ + 25 m³ Gülle ha⁻¹,

Um eine hohe N-Verwertungseffizienz des Silomaises zu nutzen, wurde für den Silomais die niedrigste mineralische N-Düngung angesetzt. Um die Vorteile des Weißklee in Form der N₂-Fixierung zu nutzen, wurde für das Kleegras eine mittlere mineralische N-Düngungsintensität veranschlagt. Die Triticale erhielt zur Erzielung

eines entsprechenden Kornertrages die höchste mineralische N-Düngung, da angenommen wurde, dass der Silomais den N aus dem gepflügten Klee gras nahezu ganz genutzt hat.

Tab. 1: Verteilung des mineralischen N-Düngers und der Gülle unter den verschiedenen N-Intensitäten des Futterbau-Fruchtfolgeversuchs.

Kulturart	Mineraldüngereinsatz (kg ha ⁻¹)	Gülle-N [#] (kg ha ⁻¹)	Gesamt-N (kg ha ⁻¹)	Richtwerte* org.+min. N (kg ha ⁻¹)
<i>1. Pflanzenbau intensiv</i>				
Mähweide II	150 (80/40/30/0)	78	228	250
Silomais	100 (60 Saat und 40 EC21)	78	178	150
Triticale	200 (60 EC21 + 80 EC31 + 60 EC39)	78	278	180
N-Einsatz	150	78	228	193
<i>2. Pflanzenbau moderat</i>				
Mähweide II	100 (50/50/0/0)	78	178	250
Silomais	25 zur Saat	78	178	150
Triticale	100 (30 EC21 + 40 EC31 + 30 EC39)	78	178	180
N-Einsatz	75	78	153	193
<i>3. Pflanzenbau extensiv</i>				
Mähweide II	0	78	78	250
Silomais	0	78	78	150
Triticale	0	78	78	180
N-Einsatz	0	78	78	193

= 25 m³ Gülle * 3,1 kg N-Gesamt / m³ Gülle

* = Richtwerte für die Düngung 2000, Ertragsstufe 3 (LUF A Kiel)

Phosphor- und Kalidüngung gemäß den Richtwerten für die Düngung

N-Bilanzierung:

Die N-Bilanzierung auf Feldebasis erfolgte nach folgendem Muster:

N-Input	N-Output
Mineraldünger N	N Ertrag der geernteten Biomasse
+ Gülle N	- Weiderest N (bei Beweidung)
+ N-Fixierung durch Weißklee	- Exkrement N (bei Beweidung)
+ Deposition N	
N-Saldo = N-Input – N-Output	

3. Ergebnisse und Diskussion

Das Ziel war es unter den gegebenen Bedingungen die Leistungsfähigkeit und den N-Saldo der Futterbau-Fruchtfolge (genannt "Fruchtfolge") zu prüfen und mit dem bisherigen System bestehend aus Dauergrünland und Mais in Monokultur (im Folgenden "Monokultur" genannt) zu vergleichen. Dazu wurde das dreijährige Mittel aus den drei Fruchtfolgegliedern bezogen auf 33.3% der Fläche gebildet. Verglichen wurden die Werte mit der Futterproduktion eines Milchvieh-Futterbaubetriebes, der zu 70% Dauergrünland und zu 30% der Fläche Mais in Monokultur anbaut. Der Vergleich erfolgte auf Feldebasis, die Gülle wurde zu jeder Frucht in jedem Jahr unabhängig vom N-Gehalt in dergleichen Höhe ausgebracht.

Die Energie-Erträge der Fruchtfolge sind über den gesamten N-Intensitätsbereich hinweg denen der Monokultur überlegen (Abb.1A). Dieses liegt zum einen an der höheren Energiedichte, verursacht durch höhere Weißkleeanteile im Vergleich zum Dauergrünland bei vergleichbaren TM-Erträgen unter moderater und extensiver mineralischer N-Düngung. Zum anderen profitiert der Silomais der Fruchtfolge von dem N des gepflügten Klee grasses, und die Triticale erzielte unter moderater N-Düngung hohe TM-Erträge mit mittleren Energiegehalten.

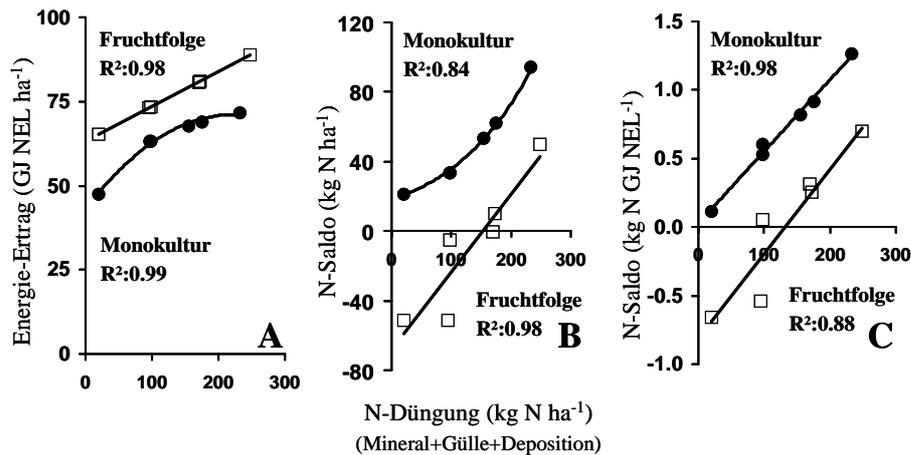


Abb. 1: Energie-Ertrag (A), N-Saldo kg ha⁻¹ (B) und N-Saldo kg N GJ NEL⁻¹ der Fruchtfolge im Vergleich zur Monokultur in Abhängigkeit der N-Düngung

Der Energie-Ertrag der Fruchtfolge wies über den ganzen N-Düngungsgradienten einen linearen Verlauf auf, in der höchsten Intensität war also der maximale Energie-Ertrag noch nicht erreicht. Das N-Saldo der Monokultur lag generell über dem der Fruchtfolge (Abb.1B). Dieses resultiert daraus, dass das Klee gras zweimal geschnitten wurde und damit der gedüngte N wieder die Fläche verließ, so dass es nur bei den Beweidungen, zu denen wenig bis gar nicht gedüngt wurde, N-Akkumulationen auftraten. Der Silomais der Monokultur trägt nicht viel zur Reduzierung des N-Saldos bei, da er nur zu 30% auf der Fläche vertreten ist. Aus dem hohen flächenbezogenen N-Saldo bei relativ niedrigem Energie-Ertrag resultiert für die Monokultur ein hohes auf die produzierte Energieeinheit bezogenes N-Saldo.

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 .
- TAUBE F. and M. WACHENDORF (2001): The nitrogen project: a system approach to optimize nitrogen use efficiency on the dairy farm. Proceedings of the American Forage and Grassland Council at Springdale, Arkansas, USA, April 22-25, Vol. 10, 223-228.
- TROTT, H., M. WACHENDORF and F. TAUBE (2002): Management of permanent grassland for reduced nitrogen surpluses - Results from an integrated research project. 19th General Meeting of the European Grassland Federation. La Rochelle (France), 27 - 30 May, 740-741.
- VOLKERS, K., M. WACHENDORF and F. TAUBE (2002): Management of forage maize for reduced nitrogen surpluses - Results from an integrated research project. 19th General Meeting of the European Grassland Federation. La Rochelle (France), 27 - 30 May, 744-745.
- WACHENDORF, M. and F. TAUBE (2002): Management impacts on nitrogen fluxes and nitrogen losses in grassland systems - Results from an integrated project. 19th General Meeting of the European Grassland Federation. La Rochelle (France), 27 - 30 May, 746-747.

Vegetationsformen des Grünlandes im Nordostdeutschen Tiefland und ihre Eignung als Input-Größe für die Grünlandertragsmodellierung

von

Thomas Kaiser und Horst Käding
ZALF Müncheberg/Forschungsstation Paulinenaue

1. Einleitung und Problemstellung

Eine wichtige Input-Größe für die Grünlandertragsmodellierung stellt die Pflanzenbestandszusammensetzung dar. Zusammengefasst zu Pflanzengesellschaften oder Vegetationsformen gehen Pflanzenbestände als abstrakte Einheiten in die Modellanalyse ein. In der klassischen Pflanzensoziologie der BRAUN-BLANQUET-Schule werden Pflanzengesellschaften nach dem gesellschaftstreuem Auftreten charakteristischer Arten klassifiziert. Der Deckungsgrad dieser Arten ist hierbei nur ausnahmsweise von Bedeutung. Bei Grünlandertragschätzungen orientiert man sich dagegen an dominanten Artengruppen. Zusätzlich zu den dominanten Arten haben wir bei der Vegetationsgruppierung auch andere diagnostisch wichtige Indikatorarten einbezogen, um die Analogie zu den Gesellschaften des pflanzensoziologischen Systems (z.B. ELLENBERG 1996, PASSARGE 1999) oder zu anderweitig in der Literatur beschriebenen Vegetationsformen (z.B. HUNDT und SUCCOW 1984) herstellen zu können.

Raumbezogene Anwendungen erfordern die Verfügbarkeit digitaler Vegetationskarten. Bei Szenarienanalysen kann die räumliche Herleitung der Vegetationseinheiten anhand flächenscharfer simulierter Angaben zu Standort und Bewirtschaftung eine sinnvolle Möglichkeit bieten, um digitale Vegetationskarten zu generieren. Dies setzt voraus, dass hierfür geeignete Modelle entwickelt werden.

2. Material und Methoden

Folgende zwei Modellansätze wurden verwendet:

- a) Intensive Nutzungsvarianten: Sachlogische Zuordnung der Vegetationsformen in einem Kombinationsmodell (Datenbankverknüpfung) unter Einbeziehung von zwei Standort- und drei Nutzungsvariablen
- b) extensive Nutzungsvarianten bzw. Brachen: Datengrundlage: 282 Vegetationsaufnahmen einschließlich Standorterhebungen und Bewirtschaftungsdaten aus unterschiedlichen Regionen des Nordostdeutschen Tieflandes (Untere Havelaue, Haveländisches Luch, Oberes Rhinluch, Odertal, Ueckereinzugsgebiet); Klassifizierung der Vegetationsdaten mit Hilfe einer hierarchischen Clusteranalyse (PC-Programm: PC-ORD 4.0); Zuordnung der Vegetationsgruppen anhand eines statistischen Diskriminanzmodells unter Einbeziehung von vier Nutzungs- sieben Standort- und sechs Klimavariablen (PC-Programm: SPSS 8.0)

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Kombinationsmodell

Die Vegetationsformen des Saatgraslandes ergeben sich aus den Ansaatmischungen. Es wurden acht verschiedene standortabhängige Ansaat- bzw. Nachsaatmischungen und zusätzlich drei Vegetationsformen des intensiv umbruchlos genutzten Grünlandes verwendet. Sie wurden normativ den jeweiligen Standort- und Nutzungskombinationen zugeordnet.

3.2. Diskriminanzmodell

Die Vegetationsdaten wurden in 15 verschiedene Vegetationsformen gruppiert. Diese Vegetationsformen gingen als Gruppierungsvariable in die Diskriminanzanalyse ein. Die Trennschärfe der Gruppen war erwartungsgemäß sehr unterschiedlich (Abb. 1).

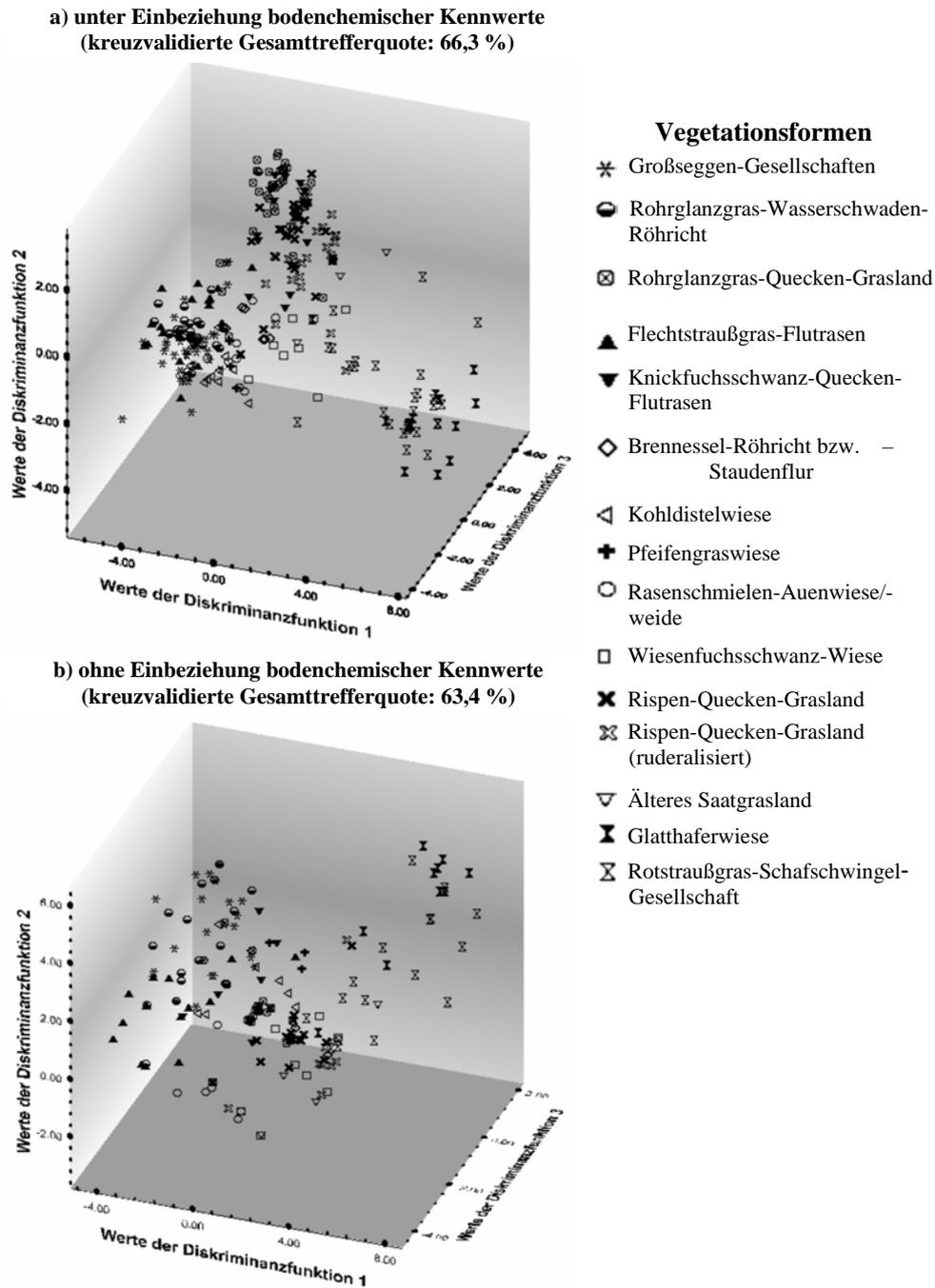


Abb. 1: Visuelle Einschätzung der Gruppentrennschärfe (3D-Streudiagramme aus Funktionswerten der ersten drei Diskriminanzfunktionen)

Sowohl Flechtstraußgras-Flutrasen, Großseggen-Gesellschaften und Rohrglanzgras-Wasserschwaden-Röhricht als auch Knickfuchsschwanz-Queckenflutrasen und Rohrglanzgras-Quecken-Grasland weisen in der Abb. 1 größere Überschneidungsbereiche auf. Diese diskriminanzanalytisch aus den Erklärungsvariablen abgeleiteten Gruppenüberschneidungen können durch eigene Geländebeobachtungen und zahlreiche Literaturhinweise bestätigt werden. So sind z.B. in manchen Bereichen des Auengrünlandes Flutrasen-, Rohrglanzgras- und Großseggen-Gesellschaften räumlich eng miteinander verzahnt (Goebel 1995, Burkart 1998).

In die Gruppe des älteren Saatgraslandes wurden Vegetationsaufnahmen eingegliedert, die trotz extensiver Bewirtschaftung noch deutlich von den früheren Ansaatarten überprägt sind. Wegen des dadurch abgeschwächten Standortbezuges ist die Trennschärfe dieser Gruppe in der Diskriminanzanalyse entsprechend schwächer.

Durch Einbeziehung bodenchemischer Kennwerte in die Diskriminanzfunktionen wird eine verbesserte Gruppentrennung erreicht (Abb. 1). Jedoch wird man bei raumbezogenen Modellanwendungen oftmals ohne diese Daten auskommen müssen, da sie flächendeckend nicht immer verfügbar sind.

3.3. Aufbau des Vegetationsmoduls

Das Vegetationsmodul ist als Rastermodell-anwendung konzipiert. Der Programmablauf erfolgt in zwei Schritten (siehe Abb. 2). Zuerst werden die Grid-Daten der thematischen Karten in das regelbasierte Kombinationsmodell „Intensivgrünland“ eingegeben und eine Teilvegetationskarte 1 erstellt. Die freigeblichenen Rasterfelder werden in dem Diskriminanzmodell weiterverarbeitet und zu einer Vegetationsendkarte ergänzt. Diese ist als Input-Größe für den Grünlandertragsgenerator (Bearbeiter: H. Käding) vorgesehen.

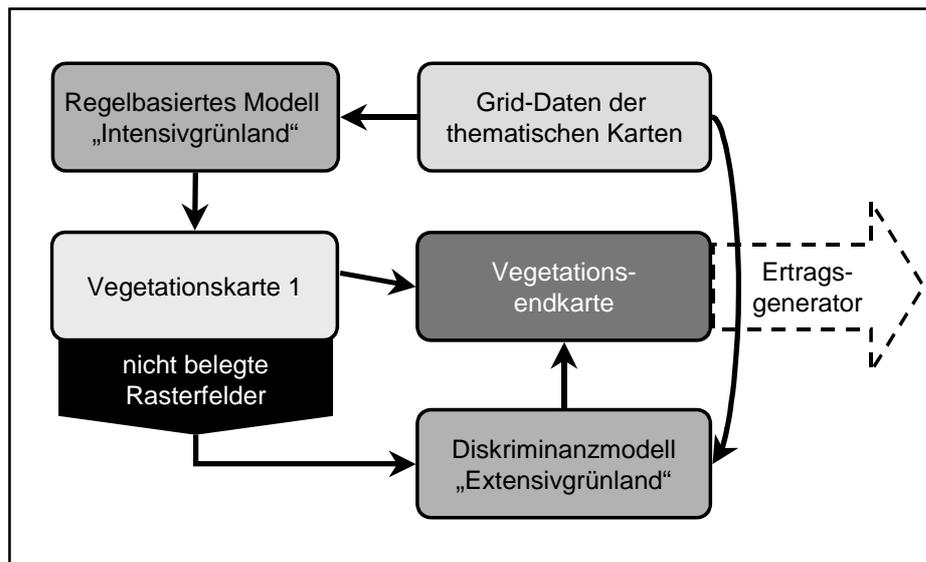


Abb. 2: Programmablauf im Vegetationsmodul

4. Schlußfolgerungen

- Die Prognose von Vegetationsformen des Grünlandes aus Standort- und Nutzungsdaten ließ sich unter extensiven Nutzungsbedingungen statistisch mit Hilfe der Diskriminanzanalyse absichern.
- Bei nur zwei Dritteln der Werte stimmte die tatsächlich vorgefundene Grünlandvegetation mit der diskriminanzanalytisch prognostizierten Vegetation überein. Diese Übereinstimmung liegt jedoch deutlich über der 6,66 % betragenden zufälligen Trefferquote.
- Wegen Gruppenüberschneidungen verschiedener Strukturtypen (z.B. Flutrasen und Röhrichte) fallen Ertragsprognosen bei diesen Vegetationsformen entsprechend unschärfer aus.

Literatur

- BURKART, M. (1998): Die Grünlandvegetation der unteren Havelaue in synökologischer und syntaxonomischer Sicht.- Archiv naturwissenschaftlicher Dissertationen 7, Wiehl
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht.- 5. Aufl., Stuttgart
- GOEBEL, W. (1995): Die Vegetation der Wiesen, Magerrasen und Rieder im Rhein-Main-Gebiet.- Dissertationes Botanicae 237, Berlin, Stuttgart
- HUNDT, R., SUCCOW, M. (1984): Vegetationsformen des Graslandes der DDR.- Wissenschaftl. Mitteilung Inst. f. Geogr. u. Geoökol. AdW d. DDR 14, 61 – 103
- PASSARGE, H. (1996): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands.- Berlin, Stuttgart

Die Erträge von Grasbeständen für die Winterweide unter den Klimabedingungen der Tschechischen Republik

von

J. Skladanka und F. Hrabě

Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Mendel-Universität für Land- und Forstwirtschaft Brno

Einleitung

Für Österreich bedeutete sein Beitritt zur Europäischen Union die Veränderung der eingeführten Preisinstrumente, den Einzug der Konkurrenz, die Preissenkung und Verminderung der Motivation, die Wiesen und Weiden mittels der Rinder zu behandeln (BUCHGRABER, 1999). Die Beendigung der Milchproduktion und der Übergang zu den extensiven Wirtschaftsformen – es war für viele Landwirte eine einzige sinnvolle Variante (MANDL, 2001). In der Tschechischen Republik kommt es schon seit dem Jahr 1989 auf der einen Seite zur markanten Reduzierung der Milchrassen von 1 247 tausend Stück bis zu heutigem 496 000 Stück und auf der anderen Seite zum Wachstum der Bestände von Mutterkühen von 49 000 im Jahr 1998 bis zu gegenwärtigen 100 000 Stück, dabei die Quote nach dem Eintritt in die EU ist 90 333 Stück. Weitere rasante Vermehrung der Bestände von Mutterkühen ist also nicht zu erwarten, aber es ist notwendig, weniger aufwändige Möglichkeiten der Erhaltung von Dauergrasbeständen zu suchen, die in der Tschechischen Republik 968 000 ha einnehmen und deren Flächen weiterhin aufwachsen werden. Eine der Alternativen kann ihre Ausnutzung für sog. Winterweide sein.

Material und Methoden

Der Versuchsstandort befand sich im Gebiet der Böhmischemährischen Höhen / Tschechische Republik in der Seehöhe von 553 m. Im Jahr 2000 wurde mit der ackerlosen Bandsämaschine in den halbnatürlichen Grasbestand die Beisat durchgeführt. Beisatarten: *Festuca arundinacea*, Gattungsbastard Felina (*Lolium multiflorum* x *Festuca arundinacea*) und Mischling *Trisetum flavescens* und *Arrhenatherum elatius*. Der prozentuelle Anteil von dominanten Arten an der Masse im Trockenzustand vor der Beisatdurchführung: *Festuca rubra* 17,9 %, *Agrostis stolonifera* 16,4 %, *Trifolium pratense* 11,8 %, *Dactylis glomerata* 11,6 %, *Taraxacum officinale* 9,3 %, *Phleum pratense* 8,1 %, *Agropyron repens* 7,9 %, *Poa sp.* 6,8 % *Trisetum flavescens* 5,0 %. Bei der Beisat wurden 44 % von Parzellenfläche verletzt.

Die bewerteten Charakteristiken waren die Frischfutter- und Trockensubstanzerträge im Herbst und im Winter. Der verfolgte Faktor war der letzte Termin von sog. *Vornutzung* und der Termin von sog. *Hauptnutzung*. Zur Vegetationsperiode wurden die Bestände entweder als Einmahdbestände (Juni) oder als Zweimahdbestände (Juni + Juli oder Juni + August) ausgenutzt. Die Hauptnutzung war in den Monaten November, Dezember und Januar. Im ersten Beobachtungsjahr wurde dank der Schneedecke, die vom 27. November bis 27. Januar dauerte, der Dezembererntetermin auf die Zeit unmittelbar nach dem Scheeauftauen verschoben.

Der Bestand wurde Mitte August mit Menge von 50 kg N.ha⁻¹ gedüngt.

Ergebnisse und Diskussion

Einen statistisch hochbeweiskräftigen Einfluß ($\alpha < 0,01$) auf die Frischfüttererträge hatten die Termine von Vornutzung und Hauptnutzung. Dabei waren statistisch bedeutende Unterschiede ($\alpha < 0,05$) zwischen allen verfolgten Terminen der Vornutzung und auch zwischen allen verfolgten Terminen der Hauptnutzung. Die Beisaatart hatte einen statistisch erweisbaren Einfluß auf die Frischfüttererträge ($\alpha < 0,05$). Ein statistisch bedeutender Unterschied ($\alpha < 0,05$) war zwischen dem Grasbestand ohne Beisaat und dem Grasbestand mit Beisaat *Festuca arundinacea* und zwischen dem Grasbestand ohne Beisaat und dem Grasbestand mit Beisaat des Mischlings *Trisetum flavescens* und *Arrhenatherum elatius*. Statistisch hocheinweisbaren Einfluß ($\alpha < 0,01$) auf die Frischfüttererträge hatte auch der Jahrgang von Beobachtungen. Im November des Jahres 2001/2002 haben die Frischfüttererträge in Abhängigkeit vom Termin der Vornutzung und Beisaatart die Werte von 6,5 t.ha⁻¹ bis 1,0 t.ha⁻¹ und im Januar desselben Jahres von 1,8 t.ha⁻¹ bis 0,6 t.ha⁻¹ erreicht (Abb. 1). Im Jahr 2002/2003 waren die Frischfüttererträge im Vergleich mit vorigem Jahr ausdrucksvoll höher und haben im November die Werte von 16,8 t.ha⁻¹ bis 7,4 t.ha⁻¹ und im Januar von 4,0 t.ha⁻¹ bis 1,4 t.ha⁻¹ erzielt (Abb. 2). Im zweiten verfolgten Jahr war besonders im November die Produktion höher bei den Grasbeständen mit Beisaat im Vergleich mit dem Grasbestand ohne Beisaat, während im ersten verfolgten Jahr war es vice versa.

Die Termine von Vornutzung und Hauptnutzung hatten statistisch einen hocheinweisbaren Einfluß auf die Trockensubstanzerträge ($\alpha < 0,01$). Die Beisaatart hatte keinen statistisch erweisbaren Einfluß. In gleichem Maß wie im Fall des Frischfütters war statistisch ein hocheinweisbarer Unterschied ($\alpha < 0,01$) zwischen den verfolgten Jahren. In Abhängigkeit vom Termin der Vornutzung und Beisaatart waren die Trockensubstanzerträge im November des Jahres 2001/2002 von 2,3 t.ha⁻¹ bis 0,3 t.ha⁻¹ (Abb. 3) und im November des Jahres 2002/2003 von 3,5 t.ha⁻¹ bis 1,4 t.ha⁻¹ (Abb. 4). Im Verlaufe des Winters kam es in beiden verfolgten Jahren zur Senkung von Trockensubstanzerträgen. Im Jahr 2001/2002 sind sie bis zu den Werten von 1,1 t.ha⁻¹ - 0,1 t.ha⁻¹ und im Jahr 2002/2003 bis zu den Werten von 2,0 t.ha⁻¹ - 0,6 t.ha⁻¹ gesunken.

Die Senkung von Erträgen bei der Verzögerung von letzter Sommerausnutzung korrespondiert mit den Ergebnissen von GERRISHE et al. (1994), Die Verluste in Zusammenhang mit dem fortschreitenden Winter dokumentieren BARTHOLOMEW et al. (1997) und ALLEN et al. (1989). Den Einfluß des Termins der Winterausnutzung und der Grasart auf die Erträge hat auch OPITZ VON BOBERFELD (2001) bewiesen.

Zusammenfassung

Unter den Bedingungen von LFA-Gebieten der Tschechischen Republik existiert in der Beziehung zur Produktion die Möglichkeit, die Viehweidesaison bis November bzw. Dezember bei gleichzeitigen Kosteneinsparnissen der Futtermittel zu verlängern. Es ist nicht zu beweisen, daß eventuelle Beisaat des Grasbestandes mit den Arten *Festuca arundinacea*, *Trisetum flavescens*, *Arrhenatherum elatius* oder mit dem Gattungsbastard (*Festuca arundinacea* x *Lolium multiflorum*) unter gegebenen Bedingungen die Frischfütter- und Frisch-trockensubstanzerträge erhöht. Die andere Frage aber ist der Einfluß von Beisaat auf die Qualität des Grasbestandes zur Herbst- und Winterperiode, der genauso unvernachlässigbar wie die Produktion selbst ist.

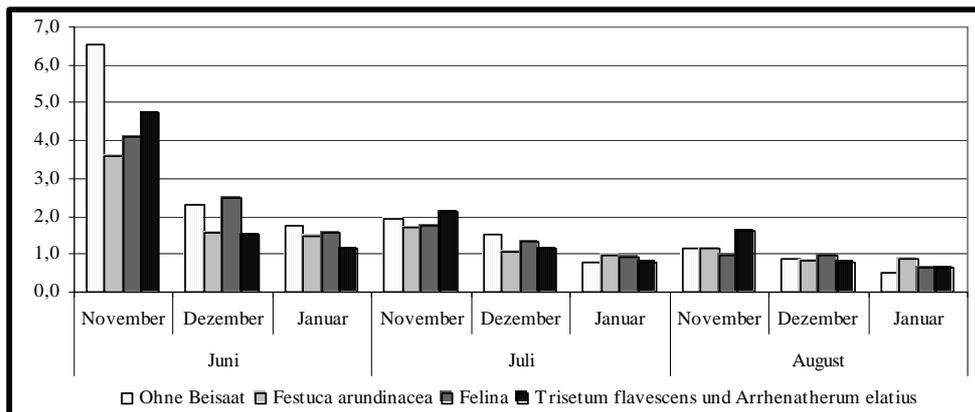


Abb. 1: Die Frischfüttererträge bei der Hauptnutzung in Abhängigkeit vom Termin der Vornutzung und Beisaaatart im Jahr 2001/2002

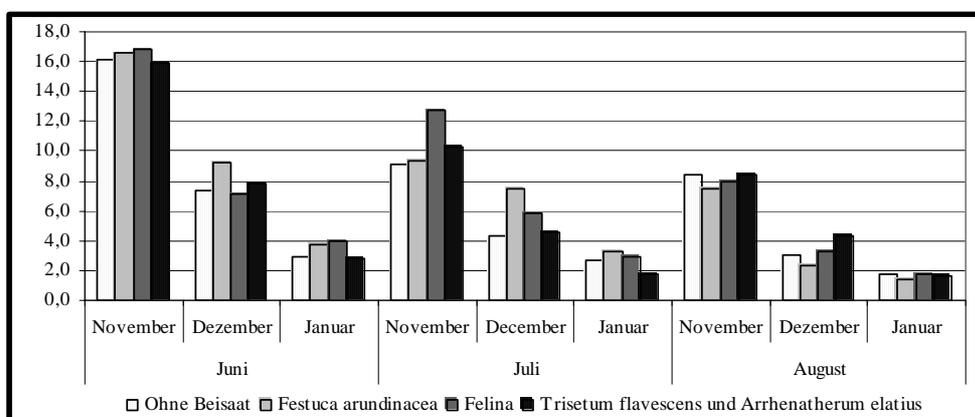


Abb. 2: Die Frischfüttererträge bei der Hauptnutzung in Abhängigkeit vom Termin der Vornutzung und Beisaaatart im Jahr 2002/2003

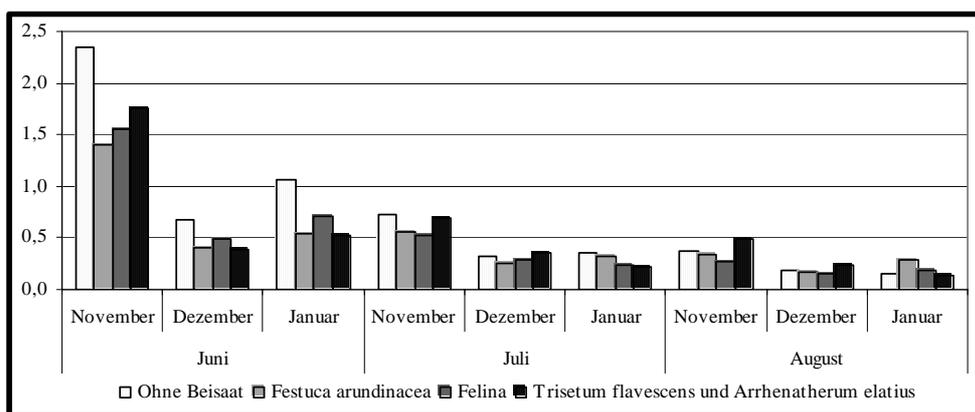


Abb. 3: Die Trockensubstanzerträge bei der Hauptnutzung in Abhängigkeit vom Termin der Vornutzung und Beisaaatart im Jahr 2001/2002

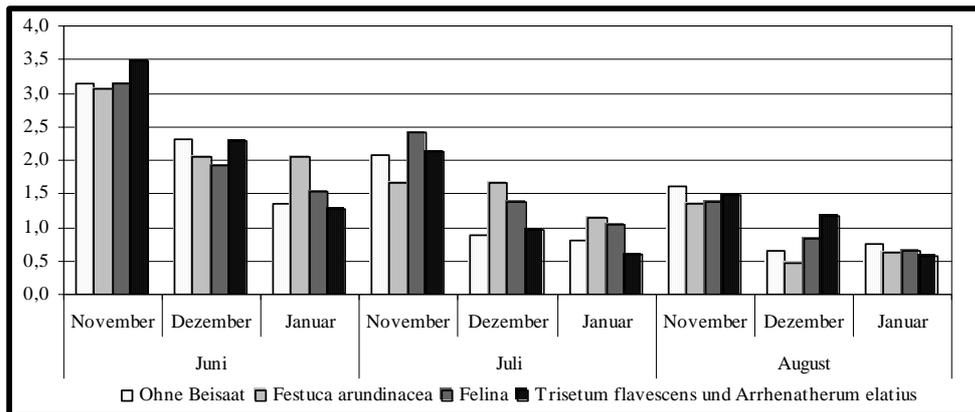


Abb. 4: Die Trockensubstanzerträge bei der Hauptnutzung in Abhängigkeit vom Termin der Vornutzung und Beisatart im Jahr 2002/2003

Literatur

- BUCHGRABER, K. (1999): Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im österreichischen Alpenraum. Veröffentlichungen BAL Gumpenstein, Heft 31.
- MANDL, E. (2001): Kooperationen in extensiven Grünlandbetrieben. In: Wintertagung 2001 „EU-Erweiterung – Probleme, Herausforderungen, Chancen“. Gumpenstein: 227 – 229.
- GERRISH, J.R., PETERSON, P.R., ROBERTS, C.A., BROWN, J.R. (1994): Nitrogen fertilization of stockpiled tall fescue in the midwestern USA. J. Prod. Agric., 7: 98 – 104.
- BARTHOLOMEW, H. M., BOYLES, S.L., CARTER, B., VOLLBORN, E., MILLER, D., SULC, R.M. (1997): Experiences of eight Ohio beef and sheep producers with year-round grazing. In: Proc. 18th Intern. Grassl. Congr. Saskatoon: 127-128.
- ALLEN, V.G., FONTENOT J.P., GREEN W.P., HAMMES R.C. (1989): Year-round grazing systems for beef production from conception to slaughter. In: Proc. 16th Intern. Grassl. Congr. Nice: 1197-1198.
- OPITZ VON BOBERFELD, W. (2001): Utilisation effects on yield and quality of herbage in winter grazing. In: Pasture and animal. Brno: 53.

**Improvement of persistence in perennial ryegrass
(*Lolium perenne* L.) under the specific environmental
conditions of Bavaria as an example of an integrated concept at
the Institute of Crop Production and Plant Breeding in the
Bavarian State Research Center for Agriculture**

by

Stephan Hartmann

Institute of Crop Production and Plant Breeding/Bavarian State Research Center
for Agriculture , Freising

Abstract

The Efforts of the Institute of Crop Production and Plant Breeding to improve persistence in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) under the specific environmental conditions of Bavaria are presented as an example how complex problems are solved in an integrated concept at this institution.

Introduction

Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) is one of most important forage grasses in the temperate zone (RIEDER 1983, HOFFMANN, 1985). Well adapted varieties are of great importance for the sustainable and economically efficient use of major parts of grassland in Bavaria [SCHELLER 1993, SCHELLER 1995, RIEDER 1999]. Persistence is a complex character implying the ability to survive all the interacting factors of an specific environment [THOMSON and WRIGHT 1971]. In Bavaria persistence means in most cases excellent winter hardiness. About 1.200 t of seed for grassland are sold per year in Bavaria. About a third of the mixtures contains a higher portion of perennial ryegrass. To meet the rising requirements for dairy nutrition, the market for these mixtures will increase.

Strategy mix of the Institute of Crop Production and Plant Breeding to solve the problem

Facing the trend presented above, the Institute of Crop Production and Plant Breeding (IPZ) developed a concept depending on three parts:

1. Short term approach
Ranking all cultivars currently available on the market according to their results in our tests of persistence under the specific environmental conditions in Bavaria
2. Medium-term approach
A special breeding program at the Institute of Crop Production and Plant Breeding in order to close the gap from varieties with sufficient persistence in the Bavarian environment, in the spectrum available on the market.
3. Long-term approach
Our contribution to get a more detailed description of the complex feature persistence.

Short term approach: Ranking all cultivars currently available on the market

Already 25 years ago the IPZ started testing every variety in the German National List of plant varieties for persistence. To get a result in an acceptable time, the trials were

realized in rough climate regions of Bavaria. Therefore already after four winters we can present reliable results for ranking cultivars. These results are published by presentations in the field, mass printings and the internet (<http://www.stmlf.bayern.de/lbp/info/psa/gras/index.html>).

The difference in persistence between all listed and recommended cultivars increased between 1983 and 1999 as shown in figure 1 (even though, only varieties passed through the trials and also available on the market are recommended). The percentage of seed mixtures containing only recommended varieties has increased to about 50% of the Bavarian market.

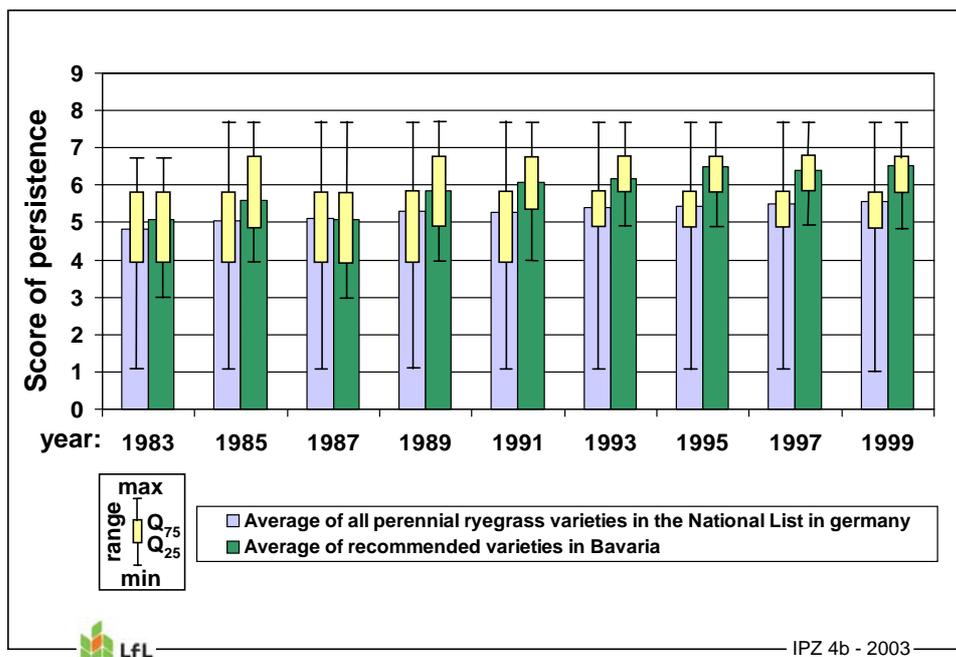


Figure 1: Difference in persistence between all listed and recommended varieties between 1983 and 1999 in Bavaria

Medium-term approach: Special breeding program at the Institute of Crop Production and Plant Breeding

Considering the current situation on the market of forage-seed [ANGENENDT 2000] , it can be expected that also in the future only a few commercial efforts will be taken to breed for cultivars that are specifically adapted to the Bavarian environment.

The second part of the concept consists of our own breeding program at the Institute of Crop Production and Plant Breeding (relying on Bavarian ecotypes) in order to close this gap in our spectrum of available cultivars. First registered varieties out of our breeding program clearly show the genetic potential of persistence of varieties adapted to this region as shown in figure 2.

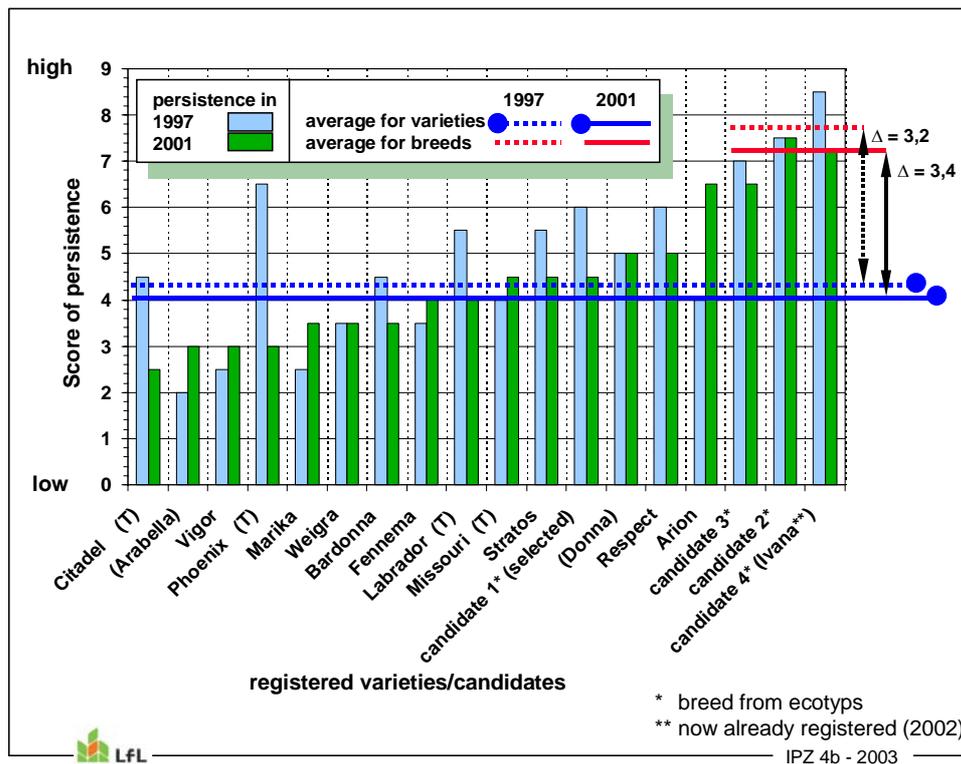


Figure 2: Persistence score of varieties and candidates after three (1997) and seven years (2001); (trials started 1994 in Hötzelndorf and Buchen am Auerberg)

Long-term approach: Improving the efficiency of breeding by a better description and understanding of the complex feature “persistence”

The third part of our concept is focused on the development of a detailed description of the complex feature “persistence”. In addition, the methods of selection should be improved in order to increase the efficiency of breeding for persistence as a consequence. To improve efficiency of breeding for persistence it is necessary to estimate the relevance of its components. As example for our work in this part, some actual results are presented (figure 3).

In autumn 1998 individual plants were taken from variety persistence trials 7 winters after seeding. Plants from seeds of these varieties were also grown for comparison. Both were cloned and planted in identical arrangements in Pulling and Kempten/Spitalhof. Populations of 15 varieties could be evaluated. The comparison of populations before and after natural selection shows the influence of natural selection.

For example, our studies revealed no effect of rust resistance and day of heading on persistence in the higher regions of Bavaria.

In the long run this will lead to significant changes in our new breeding programs and in the recommendation of cultivars for this area.

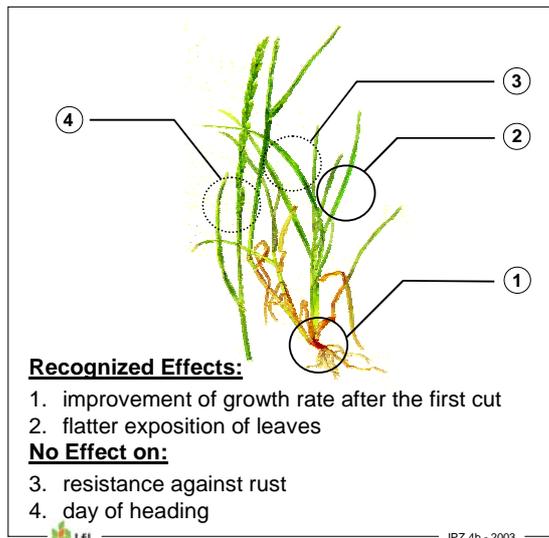


Figure 3: Effects of natural selection in higher regions of Bavaria on other features in perennial ryegrass

REFERENCES

- ANGENENDT, H., 2000: Aktuelles aus der Wirtschaft, Tagungsband. 42. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, 55-60, DLG Frankfurt
- HOFFMANN, W. (Hrsg.), 1985: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen - Vol. 2: Spezieller Teil; 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, pp. 434
- RIEDER, J.-B. 1983: Dauergrünland, BLV Verlagsgesellschaft, Frankfurt, pp. 192
- RIEDER, J.B., 1999: Die Ausdauer von angesättem Intensivgrünland, Tagungsband. DLG-Grünlandtagung 1999, 65-75, DLG Frankfurt
- SCHELLER, H., 1993: Erarbeitung einer Selektionsmethode zur Verbesserung des Merkmals „Frostresistenz“ bei wichtigen Gräserarten (*Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*) und Rotklee speziell unter den klimatischen Bedingungen Deutschlands, GFP-Abschlussbericht, Bonn
- SCHELLER, H., 1995: Futterpflanzenzüchtung in Bayern, Tagungsband. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 1995, 10-21
- THOMSON, A.J. and WRIGHT, A.J. 1971: Principles and problems in grass breeding. Plant Breeding Institute Annual Report, 1971, 31-67

Natural selection for persistence in rough regions of Bavaria in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and its impact on other characteristics

by

Stephan Hartmann and Christian Gerstle

Institute of Crop Production and Plant Breeding/ Bavarian State Research Center for Agriculture, Freising

Abstract

In this study the impact of natural selection for persistence in rough regions of Bavaria in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) on morphological characteristics was evaluated by a comparison of 15 varieties with different levels of persistence, each variety divided in unselected and selected subpopulations was carried out at two locations.

Introduction

Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) is one of most important forage grasses in the temperate zone [RIEDER 1983, HOFFMANN, 1985]. Never the less every severe winter in Bavaria there are damages in intensive grassland depending on the loss of ryegrass [SCHELLER 1993]. Therefore well adapted varieties are of great importance for a sustainable and economically efficient management in major parts of grassland of Bavaria [SCHELLER 1995, RIEDER 1999]. To increase the efficiency of breeding for this region means to improve breeding for the key-feature "persistence". So the methods of selection for this complex feature [BREESE and FOSTER 1971] have to be enhanced. The correlation of persistence with other characteristics, which are easier to handle and can be detected in a shorter range of time, are of high interest to get a step forward on this journey.

Material and Methods

In autumn 1998 72 individual plants per variety were taken from variety persistence trials seven winters after seeding. Plants from seeds of these varieties were also grown for comparison. Both groups were cloned to plant identical arrangements in Pulling/FS and Kempten/Spitalhof (figure 1).

So for each variety two populations could be compared in the trials: one grown from seeds further named „before selection“ (= BS) and one reselected from persistence trials further named „after selection“ (= AS)

1999 plants at both sites were visually scored for several features.

This means that each point for a variety in the graphs below results from a data set of 288 records:72(individuals)

x 2 (selected/non selected)

x 2 (sites)

“Persistence” in the following context is scored as number of surviving individuals in a population. The results are represented in figure 2.

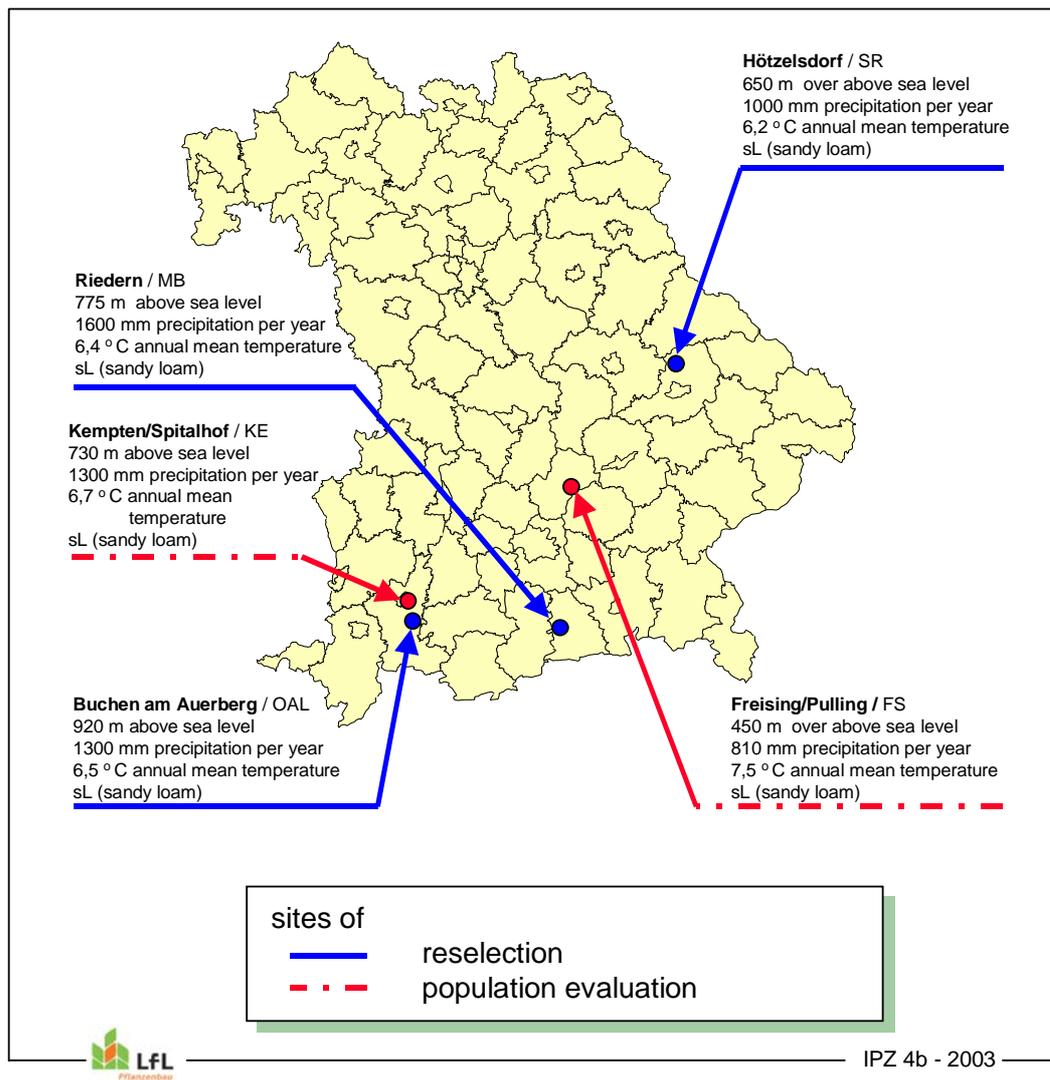
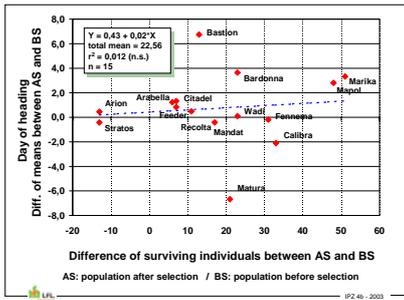


Figure 1: Environments of natural selection and following evaluation

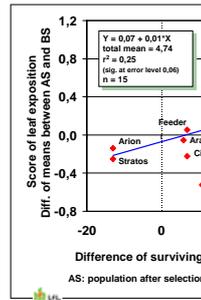
Results and Discussion

4.320 plants were scored for day of heading, plant height, growth habit, colour of leaves, flag leaf length, flag leaf width, inflorescence length, growth rate after the first cut and rust resistance.

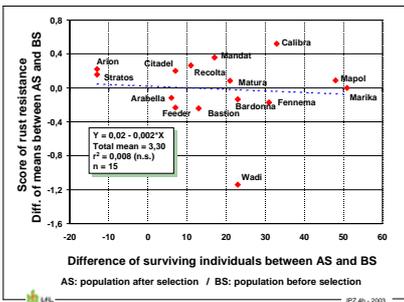
Figure 2: Correlation between the shift of day of heading (A), rust resistance (B), leaf exposition (C), growth rate (D) and the number of surviving individuals from 15 varieties after 7 years of natural selection in



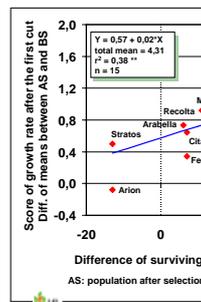
A: Correlation to the shift of day of heading



C: Correlation to the



B: Correlation to the shift of rust resistance



D: Correlation to the shift o

Plant height, colour of leaves, flag leaf length, flag leaf width, inflorescence length showed no shift caused by co-selection with persistence. Likewise, rust resistance and a later date of heading did not show any influence caused by natural selection. Other authors reported that there are effects on persistence by rust resistance [BIRKENSTAEDT 1990, LELLBACH and RUGE 1996, PFEFFER and PFEFFER 1991] and later day of heading [HUMPHREYS and EAGLES 1988]. This difference can be explained by the environmental conditions [REHEUL and GHESQUIERE 1996] of the trials representing the situation in the rough regions of Bavaria:

- in these rough regions of Bavaria only little infections are caused by rust. Therefore there exists no selection pressure
- the trials have 4 to 5 cuts per year, so that no variety can multiply itself by seed.

Hence there is no selection advantage in any direction on the scale of heading date. The growth rate after the first cut as well as leaf exposition were altered by natural selection for persistence. This complies with the results of BUGGE (1991) and HUMPHREYS (1989).

In grass populations both features are advantageous for the individual plant in the struggle for living space.

References

- BIRKENSTAEDT, E., 1990: Entwicklung von Methoden für die Selektion auf Kronenrostresistenz bei *Lolium* spp. Aus phytopathologischer Sicht; Dissertation, Rheinische Friedrich – Wilhelms – Universität zu Bonn
- BREESE, E. L. and FOSTER, C. A., 1971: Breeding for increased winter hardiness in perennial ryegrass; Annual Report of the Welsh plant breeding station, University College of Wales, Aberystwyth, for 1970, 77-86
- BUGGE, G., 1991: Ermittlung geeigneter Selektionskriterien zur Verbesserung der Persistenz beim Deutschen Weidelgras; Journal of Agronomy and Crop Science, Vol. 166, 300-307
- HOFFMANN, W. (Hrsg.), 1985: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen - Vol. 2: Spezieller Teil; 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, pp. 434
- HUMPHREYS, M. O., 1989: Assessment of perennial ryegrass for breeding: II. Components of winter hardiness; Euphytica, Vol. 41, 99-106
- LELLBACH, H. and RUGE, B., 1996: Erarbeitung von Selektionsmethoden und –modellen für Kronenrostresistenz bei *Lolium*-Arten; Jahresbericht der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, 1995, 119-120
- PFEFFER, B. and PFEFFER, H., 1991: Resistenzzüchtung bei Gräsern unter besonderer Berücksichtigung der *Lolium*-Arten; Vortr. für Pflanzenzüchtg. 1991, Vol. 19, 86-97
- REHEUL, D. and GHESQUIERE, A., 1996: Breeding perennial ryegrass with a better crown rust resistance; Mededelingen, Faculteit Landbouwkundige, Universiteit Gent, 1996, Vol. 61 (2b), 521-531
- RIEDER, J.-B., 1983: Dauergrünland, BLV Verlagsgesellschaft, Frankfurt, pp. 192
- RIEDER, J.B., 1999: Die Ausdauer von angesättem Intensivgrünland, Tagungsband. DLG-Grünlandtagung 1999, 65-75, DLG Frankfurt
- SHELLER, H., 1993: Erarbeitung einer Selektionsmethode zur Verbesserung des Merkmals „Frostresistenz“ bei wichtigen Gräserarten (*Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*) und Rotklee speziell unter den klimatischen Bedingungen Deutschlands, GFP-Abschlussbericht, Bonn
- SHELLER, H., 1995: Futterpflanzenzüchtung in Bayern, Tagungsband. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 1995, 10-21

Ertrag und Stärkegehalt im Silomaisanbau in Abhängigkeit von der Bestandesdichte unter verschiedener Wasserversorgung auf einem humosen Sandstandort in Nordostdeutschland

von

Jürgen Pickert¹ und Heinz Degenhardt²

¹Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg

²Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH

1. Zielstellung

Die Wahl der Bestandesdichte gilt im Maisanbau als wichtige agrotechnische Maßnahme für die Anpassung einer Sorte an die konkreten Standortbedingungen. Dabei reicht die Spannweite der aktuellen Empfehlungen in Deutschland von 7 bis 12 Pflanzen/m². Unter den vorwiegend kontinentalen Bedingungen Nordostdeutschlands mit den relativ geringen und in vielen Jahren ungünstig verteilten Niederschlägen kommt unter den Standortfaktoren der Wasserversorgung eine besondere Bedeutung zu. Grundsätzlich gilt hier die Empfehlung, die Bestandesdichte bei unzureichender Wasserversorgung herabzusetzen. In einem Parzellenfeldversuch sollten der Zusammenhang zwischen der Bestandesdichte und der Wasserversorgung dargestellt und eine Empfehlung für die optimale Bestandesdichte abgeleitet werden. Geprüft wurden die Bestandesdichten 7, 9, 11 und 13 Pflanzen/m². In dem Versuch wurden vier Sorten mit zunehmender Reifezahl und Massenwüchsigkeit einbezogen: Elita ca. S 220 (1), Justina S 210 (2), Lambada ca. S 250 (3), Benicia ca. S 280 (4).

2. Material und Methoden

Der Versuch wurde über drei Jahre (1998-2000) in Paulinenaue, etwa 50 km nordwestlich Potsdams, durchgeführt. Der Boden ist ein sickerwasserbestimmter humoser Sand (S 3 Al, Ackerzahl 30) mit einem Gehalt von ca. 4 % organischer Substanz. Der Witterungsverlauf am Standort weist im langjährigen Mittel während der Vegetationszeit (Mai bis September) mit 256 mm Niederschlag und 15,6 °C Mitteltemperatur einen kontinentalen Charakter auf.

Aus versuchstechnischen Gründen wurde der Versuch in zwei Teilversuchen „Ohne Beregnung“ und „Mit Beregnung“ durchgeführt, die unmittelbar nebeneinander angeordnet waren. Die Versuchsanlagen entsprachen jeweils einer Spaltanlage (A / B). Wegen der Maisaussaat unterschiedlicher Saatstärken wurden die Großteilstücke A (Bestandesdichte) allerdings systematisch angeordnet. Düngung und Pflanzenschutz wurden standortüblich vorgenommen. In den drei Versuchsjahren traten während der Vegetationsperiode des Maises mehrfach sehr warme und trockene Perioden auf, in denen der Mais unter Wassermangel litt. Eine Beregnung erfolgte, wenn nach mindestens einwöchiger Periode ohne Niederschläge erste Trockenstressmerkmale am Pflanzenbestand erkennbar waren.

In den einzelnen Versuchsjahren wurden folgende Beregnungsgaben verabreicht:

- 1998: 133 mm in 4 Gaben;
- 1999: 163 mm in 7 Gaben und
- 2000: 104 mm in 5 Gaben.

Bearntet wurden die 2 Kernreihen der vierreihigen Parzellen mit einem Maisvollernter Hege 212 mit selbsttätiger Probenahme. Beide Teilversuche wurden am selben bzw.

zwei aufeinander folgenden Tagen beerntet. Der Stärke- und Energiegehalt wurden mit dem NIRS-Verfahren aus der trockenen vermahlenden Probe ermittelt.

3. Ergebnisse

Die Zusatzwassergaben hatten einen großen Einfluss auf das Maiswachstum, sodass sich beide Teilversuche unberechnet und berechnet teilweise sehr unterschiedlich entwickelten. Während der Stärkegehalt stark von den Prüffaktoren beeinflusst wurde, reagierte der Parameter Energiegehalt (MJ NEL/kg TM) weniger eindeutig. Der TM-Ertrag und der Energieertrag wiesen die gleiche Reaktion auf. In die Ergebnisdarstellung wurden die Merkmale Stärkegehalt und TM-Ertrag aufgenommen (Tabelle 1).

Ohne Beregnung unterlag der TM-Ertrag größeren jährlichen Schwankungen als mit Zusatzwasser. Je nach Bestandesdichte und Sorte wurde durch Beregnung der TM-Ertrag im Mittel um 68 % erhöht. In zwei der drei Versuchsjahre ermöglichte die Beregnung deutlich höhere Stärkegehalte, wobei die Wirkung 1999 besonders groß war und 2000 auch ohne Zusatzwasser mit allen Sorten ein sehr hoher Stärkegehalt erreicht wurde. Im Mittel der Versuchsjahre betrug die Steigerung des Stärkegehaltes durch Beregnung 34 %.

Ohne Beregnung konnte im Mittel der drei Versuchsjahre zwischen der Bestandesdichte und dem TM-Ertrag keine eindeutig gerichtete Beziehung ermittelt werden. Auf eine Zunahme der Bestandesdichte reagierten alle Sorten nur im Versuchsjahr 2000 gleichgerichtet mit einem Rückgang des Ertrages, in dem ertragsschwächsten Jahr 1999 bestand überhaupt kein Einfluss, und 1998 reagierte nur 1 der 4 Sorten negativ (s. auch Tabelle 2). Nur in einem der drei Versuchsjahre wiesen im Mittel der Bestandesdichten die mittelfrühe und die mittelspäte Sorten (3 und 4) signifikant höhere Erträge als die frühen Sorten auf. Mit zunehmender Bestandesdichte nahm jedoch der Stärkegehalt 1998 und 2000 bei allen Sorten und 1999 bei drei der vier geprüften Sorten signifikant ab.

Mit Beregnung war 1999 und 2000 der Einfluss der Bestandesdichte auf den TM-Ertrag nicht signifikant. Lediglich 1998 wurden bei zwei der vier Sorten (die mittelfrühe und die mittelspäte Sorte 3 bzw. 4) signifikant höhere Erträge bei der Bestandesdichte 11 Pfl./m² festgestellt. In der Reihenfolge frühe, mittelfrühe und mittelspäte Sorte nahm mit zunehmender Massenwüchsigkeit der TM-Ertrag im Mittel der Bestandesdichten zu. Über die Zusatzbewässerung konnten durchweg gute bis sehr gute Stärkegehalte realisiert werden. Im Mittel der Jahre waren die Unterschiede zwischen den Bestandesdichten 7, 9 und 11 Pfl./m² nur sehr gering, erst bei der Bestandesdichte 13 Pfl./m² war ein deutlicher Rückgang festzustellen. Auch unter Beregnung wurden bei den früher reifenden Sorten etwas höhere Stärkegehalte ermittelt. Insgesamt waren aber die Unterschiede zwischen den verschiedenen abreifenden Maissorten bis zu einer Siloreifezahl von 250 nur relativ gering.

4. Schlussfolgerungen

Unter sonst gleichen Standortbedingungen wurden im Mittel bei gesicherter im Vergleich zu unzureichender Wasserversorgung ein um 68 % höherer TM-Ertrag und ein um 34 % höherer Stärkegehalt festgestellt.

Während sowohl unberechnet als auch berechnet die Bestandesdichte den TM-Ertrag nicht zuverlässig beeinflusste, wurde bei geringerer Bestandesdichte stets ein höherer Stärkegehalt erzielt. Auch aus der Sicht der Saatgutkosten, insbesondere bei

notwendiger Behandlung gegen tierische Schädlinge, war für den Versuchsstandort und das gewählte Sortiment unabhängig von der Wasserversorgung eine Bestandesdichte von 7 Pfl./m² ausreichend.

Im Versuch ohne Zusatzwasser waren die früheren, weniger massenwüchsigen Sorten vorteilhafter. Dagegen konnten bei zusätzlicher Wasserversorgung die massenwüchsigeren späteren Sorten ihr Ertragsvermögen bei hohen Stärkegehalten zur Geltung bringen.

Die Wahl der Sorte spielte bei der Reaktion auf unterschiedliche Wasserverhältnisse am Standort somit eine größere Rolle als die Wahl der Bestandesdichte.

Tab. 2: Einfluss von Bestandesdichte und Sorte auf den TM-Ertrag (dt/ha) bzw. den Stärkegehalt (%) in den Fällen signifikanter Wechselwirkung

Bestandesdichte Pfl./m ²	Sorte	TM-Ertrag	TM-Ertrag	Stärkegehalt
		mit Beregnung 1998	ohne Beregnung 1998	ohne Beregnung 1999
7	1	170	124	22,49
	2	172	101	34,19
	3	196	121	25,69
	4	197	121	22,13
9	1	172	101	31,19
	2	180	105	28,13
	3	195	114	20,02
	4	203	123	11,92
11	1	179	134	17,69
	2	179	129	17,46
	3	202	125	14,14
	4	214	124	19,73
13	1	177	116	15,47
	2	181	133	12,95
	3	178	125	6,40
	4	193	128	6,03
<u>GD (0,05)</u>				
AB→B (Bestandesd. bei gleicher Sorte)		8,85	11,39	10,28
AB→A (Sorte bei gleicher Bestandesd.)		8,51	-	7,83

Tabelle 1: Einfluss von Bestandesdichte und Sorte auf den Stärkegehalt (% d. TM) und Silomaisertrag (dt TM/ha) mit/ohne

Bestandes- dichte Pfl./m ²	Sorte	mit Berechnung								ohne		
		Stärkegehalt				TM-Ertrag				Stärkegehalt		
		1998	1999	2000	98-00	1998	1999	2000	98-00	1998	1999	2000
7		27,8	31,8	33,8	31,1	184	204	169	186	22,3	26,1	35,8
9		25,9	31,6	34,4	30,6	188	215	165	189	14,4	22,8	36,1
11		24,8	34,4	34,6	31,3	194	204	170	189	13,4	17,3	34,6
13		23,4	32,9	31,5	29,3	182	215	168	188	8,0	10,2	33
1		26,5	33,4	35,3	31,7	174	194	153	174	15,1	21,7	37,2
2		28,3	35,1	37,2	33,5	178	204	166	183	25,5	23,2	36,9
3		23,5	33,2	32,9	29,9	193	216	175	195	11,1	16,6	33,9
4		23,7	28,9	28,9	27,2	202	223	179	201	6,4	14,9	31,4
Gesamtmittel		25,5	32,6	33,5	30,5	187	209	168	188	14,5	19,1	34,8
<u>F-Test</u>												
A Bestandesdichte		s.	s.	s.		s.	n. s.	n. s.		s.	s.	s.
B Sorte		s.	s.	s.		s.	s.	s.		s.	s.	s.
A x B		n. s.	n. s.	n. s.		s.	n. s.	n. s.		n. s.	s.	n. s.
<u>GD (0,05)</u>												
A		2,28	1,50	2,27		- ¹	-	-		2,43	- ¹	1,35
B		1,41	2,58	2,20		- ¹	11,23	5,33		2,34	- ¹	2,01

¹ siehe Tabelle 2

Weideleistung und Graseverhalten von Ochsen auf extensivem Grünland

von

K.-U. Röver, N. Sahin und J. Isselstein

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen

Einleitung

Extensive Systeme der Fleischrinderhaltung auf Grünland gewinnen in der EU an Bedeutung. Sie werden als aussichtsreich erachtet, ökologisch wertvolles, artenreiches Grünland zu erhalten bzw. wieder zu entwickeln. Wie extensive Weidesysteme mit Fleischrindern zweckmäßig gestaltet werden müssen, so dass sie sowohl den agronomischen als auch den ökologischen Zielen gerecht werden, ist bisher wenig untersucht. Im Rahmen des EU-Projektes 'FORBIOBEN' wird geprüft, ob durch eine extensive Beweidung, die den Grünlandaufwuchs nicht maximal nutzt, eine größere Artenvielfalt erreicht werden kann, und wie sich die agronomische Leistungsfähigkeit im Vergleich zu einer intensiven Beweidung verhält. Auf dem Versuchsgut Relliehausen der Universität wurde ein mehrjähriger Weideversuch mit Ochsen auf extensiv bewirtschaftetem Grünland eingerichtet. Neben Erhebungen zur Produktivität und Artenvielfalt des Grünlandes werden Untersuchungen zum Graseverhalten und zur Weideleistung der Ochsen durchgeführt, über die hier berichtet wird.

Material und Methoden

Im Frühjahr 2002 wurde auf einer Dauergrünlandfläche im Solling (51°N 9°E, 250m ü.NN), die langjährig ungedüngt war und als Standweide genutzt wurde, ein Weideversuch (Standweide) mit drei Varianten bei drei Wiederholungen (Parellengröße ein ha) angelegt.

1. Fleckvieh/intensiv (FV int): Ochsen der Rinderrasse Fleckvieh/Simmenthal mit sehr gutem Wachstumspotential, intensive Beweidung mit einer Zielnarbenhöhe von 6 cm. In dieser Variante soll der agronomische Nutzen maximiert werden, der Aufwuchs des Grünlandes soll möglichst weitgehend für das Wachstum der Ochsen genutzt werden.
2. Fleckvieh/extensiv (FV ext): Ochsen der Rasse Fleckvieh/Simmenthal, extensive Beweidung mit einer Zielnarbenhöhe von 12 cm. Hier wird eine leistungsfähige Rinderrasse mit dem Ziel der Erhöhung der Artenvielfalt des Grünlandes kombiniert.
3. Deutsch Angus/extensiv (DA ext): Ochsen der mittelgroßen Rinderrasse Deutsch Angus werden extensiv geweidet, d.h. die Zielnarbenhöhe beträgt 12 cm. Es soll geprüft werden, ob durch die Wahl einer besser an den Standort angepassten Rinderrasse im Vergleich zum Fleckvieh sowohl der agronomische Nutzen als auch das Ziel erhöhter Biodiversität eher erreicht werden kann.

Ochsen der Rassen Fleckvieh (Ø LM 262kg) und Deutsch Angus (Ø LM 340kg) wurden am 16. Mai aufgetrieben. Die Besatzdichte wurde regelmäßig an die Zielnarbenhöhe angepasst. Wenigstens drei sogenannte Kerntiere je Parzellen blieben von Weidebeginn bis Abtrieb (26. September) auf den Versuchspartzellen.

Futterangebot auf der Weide: Das Futterangebot wurde wöchentlich ermittelt. Je Parzelle wurde an vier Punkten die Narbenhöhe ('compressed sward height' mit dem

'rising plate-meter' nach Castle 1976) und die oberirdische Biomasse gemessen. Mit Hilfe der daraus abgeleiteten Regression der Narbenhöhe auf den Ertrag und der Narbenhöhenmessung an 50 weiteren Punkten je Parzelle, wurde der Parzellenertrag geschätzt.

Weideleistung: Die Tiere wurden durch eine an den Tränken installierte automatische Waage kontinuierlich verwogen. Mit Hilfe der LM-Zunahme und der Anzahl der Weidetage wurde nach Weißbach (1993) die für Erhaltung und Wachstum verbrauchte Energie in MJ NEL je ha errechnet.

Grasverhalten der Ochsen: Das Verhalten der Weidetiere wurde an drei Terminen in der Weidesaison jeweils über einen Lichttag studiert. Je Termin wurde an drei aufeinander folgenden Tagen jeweils ein Block untersucht, wobei je Parzelle die drei Kerntiere beobachtet wurden. Es wurden die Verhaltensweisen 'Grasen', 'Gehen', 'Wiederkauen', und 'Trinken' im Abstand von 5 Minuten notiert. 'Sonstiges Verhalten' ergibt sich als Residualgröße aus der Beobachtungszeit minus der Zeit für die genannten Verhaltensweisen und umfasst Ruhen, Sozialkontakte, Körperpflege etc. Insgesamt wurden in den drei Tagen 27 Tiere von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang beobachtet.

Ergebnisse und Diskussion

Futterangebot auf der Weide

Das Futterangebot war im Mittel der Weidesaison bei der intensiven Beweidung um etwa 500 kg TM/ha niedriger als bei den beiden extensiven Varianten (Abb.1).

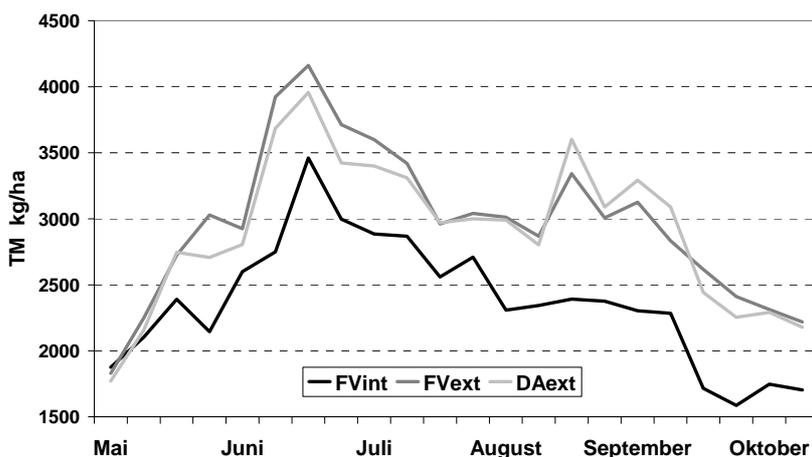


Abb.1: Entwicklung des Futterangebotes im Vegetationsverlauf 2002

Weideleistung

Besatzstärke und Leistungen der verschiedenen Weidevarianten sind in Tab. 1 dargestellt. Die Weideleistung war bezogen auf die Fläche in der Variante FV int signifikant höher als in den extensiven Varianten; bezogen auf das Tier wies die Variante DA ext die signifikant höchste Weideleistung auf. In der Variante FV int war zwar die tägliche Zunahme je Tier tendenziell geringer als in den beiden anderen

Varianten; jedoch war die Besatzstärke deutlich höher, so dass eine deutlich höhere Weideleistung je Fläche resultierte.

Die im Vergleich zu den Fleckvieh-Varianten höhere Weideleistung je Tier der Variante DA ext ist darauf zurückzuführen, dass die Tiere während der Weideperiode eine signifikant höhere Lebendmasse als die Ochsen der beiden anderen Varianten hatten, woraus sich ein erhöhter Erhaltungsbedarf ergab.

Tab. 1: Besatzstärke, Lebendmassezunahmen und Netto-Weideleistung bezogen auf die Weidesaison von 133 Tagen

Variante	Besatzstärke	Zuwachs an Lebendmasse		Tägliche Zunahme g/(Tier*d)	Weideleistung	
	GV/ha	kg/ha	kg/Tier		MJ NEL/ha	MJ NEL/Tier
FV int	3,6 a ¹⁾	457	79	596	26491 a	4504b
FV ext	2,2 b	376	110	825	17592 b	5120b
DA ext	2,7 b	366	104	785	20735 b	5921a

¹⁾ Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (LSD, 5%)

Verhalten

Die Tiere verbrachten fast die Hälfte der Beobachtungszeit mit Grasern, die Wiederkauzeit betrug etwa 20-50% der Grasezeit. Die Zeiten für 'Gehen' und 'Trinken' sind vergleichsweise kurz (Tab. 2). Weder in Bezug auf die Rasse noch die Weideintensität traten erhebliche Variantenunterschiede auf. Im Juni wurde lediglich im Zeitanteil des 'sonstigen Verhaltens' ein signifikanter Effekt ermittelt. Die DA-Ochsen konnten mehr Zeit mit Verhaltensweisen wie Kontaktaufnahme zu anderen Ochsen, Körperpflege oder Ausruhen verbringen, weil sie tendenziell weniger Zeit für die anderen Verhaltensweisen, insbesondere für das Grasern, benötigten.

Tab. 2: Verhaltensweisen von Ochsen jeweils im Verlauf eines Lichttages an 3 Beobachtungsterminen in einer Weidesaison, Angaben in Stunden

Variante	Beobachtungszeit	4.-6. Juni 2002			
		Grasern	Wiederkauen	Gehen	Trinken
FV int	16,0	7,5	3,2	0,8	0,4
FV ext	16,3	7,2	3,2	0,8	0,4
DA ext	16,3	5,7	3,1	0,7	0,2
23.-25. Juli 2002					
FV int	16,0	8,3	3,8	0,9 a ¹⁾	0,1 ab
FV ext	15,8	8,1	3,5	0,8 ab	0,2 a
DA ext	15,9	7,9	2,9	0,5 b	0,1 b
10.-12. September 2002					
FV int	13,0	7,2	1,8 a	0,6	0,2
FV ext	13,1	7,8	2,1 ab	0,6	0,2
DA ext	13,0	7,2	2,6 b	0,3	0,1

¹⁾ Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (LSD, 5%),

Ende Juli 2002 wurden signifikante Unterschiede lediglich beim 'Gehen' und beim 'Trinken' festgestellt. Der Unterschied beim Merkmal 'Gehen' ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass bei intensiver Beweidung das Futter rascher knapp wird und dadurch der Suchaufwand erhöht ist (vgl. Abb. 1).

Bei der Beobachtung Mitte September bestand ein signifikanter Effekt beim 'Wiederkauen'. Die Tiere der Variante FV int verwendeten signifikant weniger Zeit zum 'Wiederkauen' als die DA-Ochsen, und tendenziell weniger als die Ochsen der Variante

FV ext. Offensichtlich war das Futter in der intensiven Variante rohfaserer als in den extensiven Varianten, was zu kürzeren Wiederkauzeiten führte.

In Abb.2 sind die Verhaltensweisen ausgewählter Ochsen im Verlauf eines Tages (10.09.03) beispielhaft dargestellt. Bei den Tieren sind drei Phasen der Futteraufnahme (nach Sonnenaufgang, mittags und vor Sonnenuntergang) zu erkennen, die durch zwei Phasen des Wiederkauens und des Ruhens unterbrochen sind. Die einzelnen Phasen sind bei den Tieren unterschiedlich lang.

Vergleicht man die Ergebnisse aus den Verhaltensbeobachtungen mit denen aus der Berechnung der Weideleistung, so fällt auf, dass die Tiere der Variante DA ext höhere Einzeltier-Weideleistung (MJ NEL) mit geringerem Zeitaufwand für die Verhaltensweisen 'Grasen' und 'Gehen' realisieren und somit mehr Zeit für 'sonstige Verhaltensweisen' übrig haben. Ob dies durch eine höhere Bissrate oder größere Bissen erreicht wird und inwieweit dieses Ergebnis rassebedingt ist oder durch die unterschiedlichen Aufwuchsbedingungen (verschiedene Aufzuchtbetriebe) der FV- bzw. DA-Ochsen hervorgerufen wird, soll in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

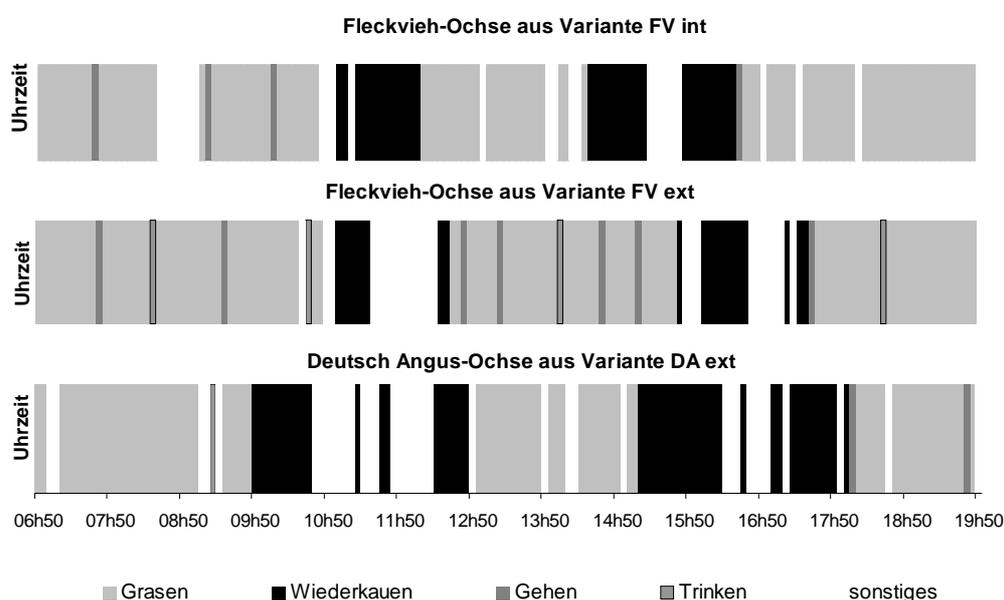


Abb. 2: Weideverhalten im Tagesablauf von Ochsen unterschiedlicher Versuchsvarianten, 10. September 2002

Literatur

- CASTLE, M.E., 1976: A simple disc instrument for estimating herbage yield. Journal of the British Society 31, 37-40.
- WEIßBACH, F., 1993: Überarbeitete Energiebedarfswerte für die Berechnung der Weideleistung, Berichtsband Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, 190-193.

„gruenland-online“[®] - das Beratungssystem für Grünlandfragen im Internet

von

Martin Elsässer¹, Ulrich Thumm², Swantje Marie Schloen², Vera Trumpfheller² und Serge Turmes²

¹Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf

²Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland

Einleitung

Der personelle Abbau der staatlichen Beratung bei gleichzeitig gestiegenem Beratungsbedarf der Landwirte setzt neue, veränderte Methoden an ein umfassendes Beratungsangebot voraus. Das Internet bietet hierfür eine geeignete Plattform. Es mangelte allerdings bislang an ganzheitlichen Beratungskonzepten, die ausgehend von der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes viele der Routinefragen der Landwirte beantworten konnten. Eine Lücke im Beratungsangebot schließen, kann das Internetberatungssystem für Grünlandfragen „gruenland-online“[®], das in gemeinsamer Arbeit zwischen der Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf und dem Institut für Pflanzenbau und Grünlandlehre der Universität Hohenheim im Rahmen eines Hochschulseminars entstand. „gruenland-online“[®] begleitet die ratsuchenden Landwirte und interessierten Berater von der Analyse der Pflanzenbestände bis hin zur Bestimmung der Futterqualität. Der Nutzer bekommt zusätzlich rechtliche Aufklärung und hat einen leichten und optisch ansprechend gestalteten Zugang zur Bestimmung und Bekämpfung von Problempflanzen.

Wie findet man zu „gruenland-online“[®] im Netz?

„gruenland-online“[®] finden Sie im Internet entweder direkt unter www.gruenland-online.de oder unter der Adresse der LVVG Aulendorf www.lvvg.bwl.de. Die Rubrik Grünland und Futterbau führt Sie dann zum neuen Beratungssystem. Seit 1. April ist das gesamte System online verfügbar.

Zentral ist die Überlegung, dass die Grundlage jeglicher erfolgreicher Grünlandwirtschaft die Ausrichtung der Nutzungsmöglichkeiten an den ökologischen Eigenschaften des Standortes ist. Deswegen steht die Bewertung des Standortes am Anfang. Unser Ziel war ein umfassender Ansatz für ganz Baden-Württemberg. Das wird erreicht durch die Trennung in Standorte mit günstiger und ungünstiger Ertragslage. Zudem werden je nach Düngungs- und Nutzungsintensität jeweils 5 unterschiedliche Grünlandbestände zur Auswahl angeboten. Interaktiv geht es dann weiter, denn der Benutzer wählt die Problemlage seiner Grünlandflächen mittels Bildern aus. Die botanische Zusammensetzung des Wiesenbestandes wurde stark vereinfacht in Abhängigkeit von Düngung und Nutzungsfrequenz dargestellt (THOENI ET AL., 1985), wobei diese Zusammenstellung bereits die Kernbotschaft des Beratungssystems ausmacht: Gute Grünlandbestände sind nur dann zu erhalten, wenn Düngung und Nutzung aneinander angepasst und auf die Standorteigenschaften abgestimmt sind.

„Und dann habe ich Futter mit bester Futterqualität?“ mag sich der Interessierte fragen, doch ganz so einfach ist es bekanntlich nicht, denn natürlich ist der Nutzungszeitpunkt das entscheidende Kriterium und auch das wird bei „gruenland-online“[®] berücksichtigt und optisch hinterlegt. Beste Futterqualität wird bei hohen Grasanteilen oder ausgewogenen Beständen mit einem Klee:Gras:Kraut-Verhältnis von ca. 15:70:15

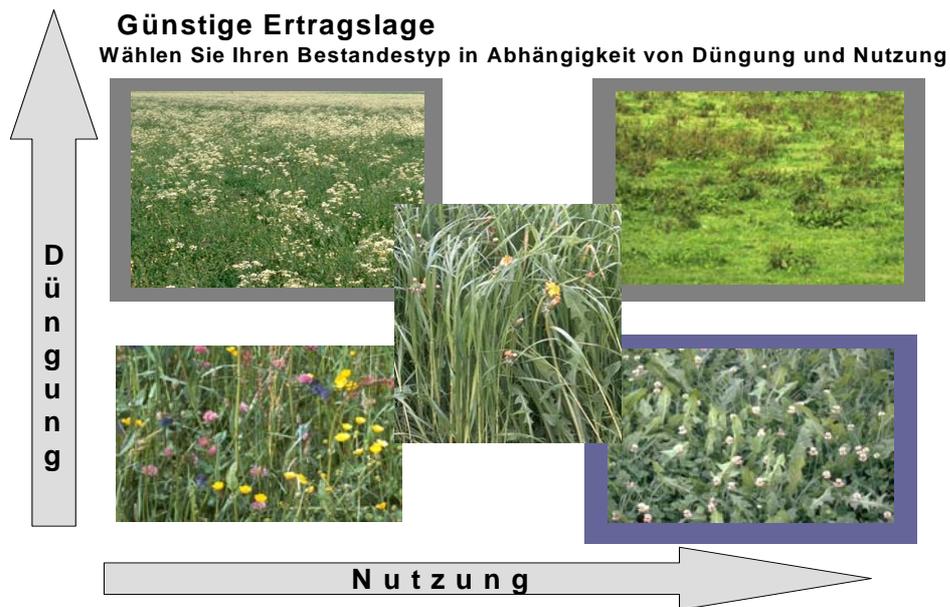


Abb. 1: Auswahlseite für Bestandestypen in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

Prozent erreicht. Aber nur, wenn gleichzeitig zum optimalen Nutzungszeitpunkt geerntet wird. Und auch hier bekommt der Nutzer qualifizierte Auskünfte, denn in Anlehnung an den maßgeblich von der LVVG Aulendorf entwickelten DLG-Sinnenprüfungsschlüssel zur Bewertung von Grassilage und Heu werden in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt unterschiedliche Energiegehalte ausgewiesen. Natürlich besteht auch die Möglichkeit die Bereiche Düngung, Unkrautbekämpfung, Grünlandverbesserung und Futterqualität direkt von der Startseite aus zu erreichen.

Die Lösung für Stumpfblättriger Ampfer und Gemeine Rispe

Es wäre vermessen zu behaupten, dass „gruenland-online“[®] die ultimative Lösung für die allfälligen Probleme mit *Stumpfblättrigem Ampfer* oder *Quecke* ist (Abb. 2 und 3), aber die Ursachen des Auftretens dieser allgemein unerwünschten Pflanzen und Lösungsansätze werden detailliert beschrieben. Und zwar umfassend, denn alle Bekämpfungsstrategien beseitigen Unkräuter, die dann Lücken im Bestand hinterlassen und die müssen umgehend wieder geschlossen werden. Hier bietet „gruenland-online“[®] eine umfassende Erläuterung zu Mischungen, den Ansaatzeitpunkten und der Methodik für Über- und Durchsaaten im Grünland. Zusätzlich kann das umfangreiche Bildmaterial dem Landwirt beim Erkennen seiner Unkräuter und Ungräser die nötige Sicherheit geben.

Auch Düngungsfragen werden behandelt

Nicht allein die Fragen der Unkrautbekämpfung oder Nachsaat werden erörtert, sondern auch die rechtlichen Aspekte sachgerechter und ordnungsgemäßer Düngung von Grünland. Wirtschaftsdüngeranfall, Ausbringungsmenge, Erstellung von Hoftor- oder Feld/Stall-Bilanzen, Düngezeitpunkte, Ausbringungsverbote und Gestattungen – „gruenland-online“[®] versucht umfassend Antworten zu geben und zwar so, dass sie ver-

ständig sind und speziell auf die Verhältnisse des deutschen Grünlandes zugeschnitten.

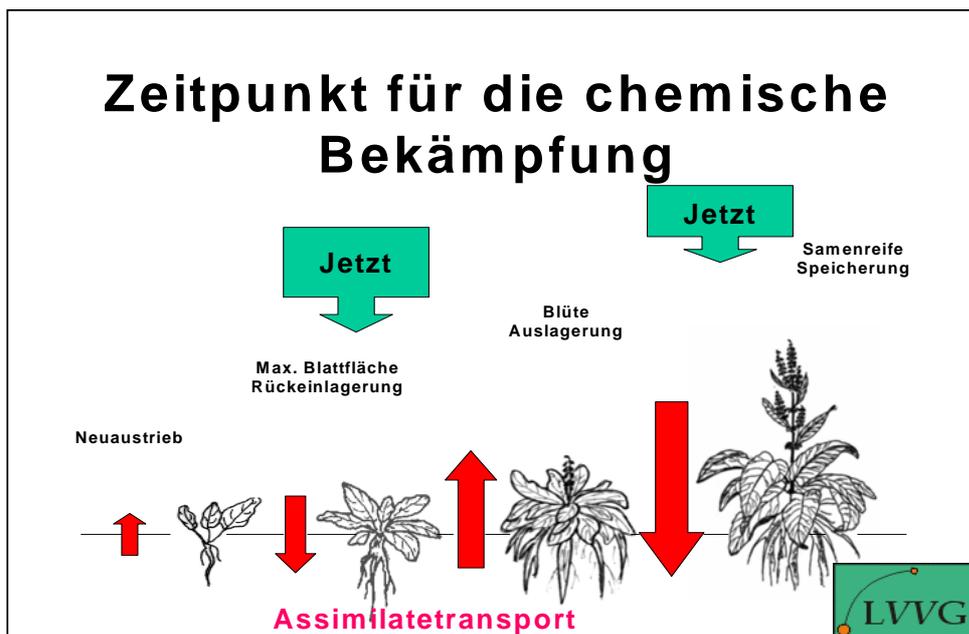


Abb. 2: Stark vereinfachte Beschreibung der Einsatzzeitpunkte chemischer Wirkstoffe beider Bekämpfung von *Rumex obtusifolius*

Quecke (*Elymus repens*)



Vorkommen:
Flächenhaft oder nesterweise in stark gedüngten (Hofdünger, NPK, N) Wiesen; nach Trockenperioden; oft auch Zeiger früherer Ackernutzung.

Futterbauliche Bewertung:
Mittelwertig in Mähwiesen bis 20 %, in Weiden bis 10 %, da wegen des intensiven Geruchs und der Behaarung nicht gerne gefressen. Nach SPATZ (1981) wirkt sie sich erst bei 30 % Bestandesanteil negativ auf die Futterqualität aus. Die Quecke tritt vor allem in Trockenjahren auf, verbreitet sich bei erhöhter und starker Stickstoffdüngung aber auch in Normaljahren und kann nach hohen Stickstoffgaben sogar bestandesbildend werden. Sie vermag anscheinend einmalige hohe N-Gaben im Frühjahr besser zu verwerten als die anderen Gräser, während ihre Ausbreitung bei mehrmaligen Stickstoffgaben dementsprechend geringer ist (PETERSEN, 1988).

Integrierte Bekämpfung:
Weniger düngen; mähen, wenn der Blütenstand erscheint (also nicht besonders früh oder spät). Zurückzudrängen durch hohe Nutzungsfrequenz. Vermeiden von frühzeitiger Stickstoffdüngung im Jahr und Düngung in wenigen hohen Gaben. Deshalb Verlagern der N-Düngung mehr in die zweite Jahreshälfte. Vermeiden von Narbenschäden; konsequente Nachmahd nach jeder Beweidung (Nährstoffverausgabung der Speicherorgane) und zu Vegetationsende (Verhinderung der Reservestoffsammlung). Bei Überschreiten der Schadschwelle von 25 - 30 % ist Neuansaat unumgänglich. Wird umgebrochen, sollte kein Fräsen, sondern Überkreuzgrubbern erfolgen mit Ausschütteln und Abtrocknen der Rhizome.

Abb. 3: Exemplarische Beschreibung der Botanik und der Bekämpfungsmöglichkeiten von *Elymus repens* stellvertretend für etwa 30 Unkraut- und Ungrasarten

Alle online-Angebote werden erst durch eine laufende Aktualisierung zu einem stets verlässlichen Partner für den Nutzer. Daher ist geplant auch „gruenland-online“[®] regelmäßig zu überarbeiten und weitere Bereiche zu integrieren.

Zusammenfassung

„gruenland-online“[®] ist ein Internetberatungssystem für die Nutzung von Dauergrünland und wurde aus folgenden Gründen entwickelt:

1. Landwirte suchen immer mehr kompetente und umfassende Beratung und auf der anderen Seite werden staatliche Beratungskapazitäten reduziert. Das passt nicht zusammen.
2. Das Internet ist auch für Landwirte eine Informationsquelle mit zunehmender Bedeutung und da sollten bei der Suche nach wichtigen Grünlandfragen auch entsprechend kompetente Angebote verfügbar sein. „gruenland-online“[®] schließt hier eine entscheidende Lücke.
3. Bei telefonischen Beratungsanfragen ist es nicht immer ganz einfach, dass Ratsuchender und Berater den gleichen Bestandestyp vor Augen haben. „gruenland-online“[®] löst dieses Problem durch das Bereitstellen entsprechender Fotos.

Literatur

THOENI, E., HERREN, W., HOFMANN, H.U., KRAFT, B., SCHÜPBACH, H. UND K. WASER, 1985: Futterbau und Futterkonservierung. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen (CH), 258 S..

Effektivität der Färsenmast auf einer extensiv bewirtschafteten Umtriebsweide

von

Piotr Goliński, Barbara Golińska, Józef Biniaś

Lehrstuhl für Grünlandlehre, August-Cieszkowski Agraruniversität Poznań

Einleitung

Ein rationelles Verfahren der Nutzung von extensiven Grünlandflächen ist die Beweidung mit Rindern [JILG, BRIEMLE 1993; TROXLER, JANS 2000]. Die Rinderweidemast ist ein umweltfreundliches Verfahren, und garantiert vor allem eine qualitativ hochwertige Fleischerzeugung [MCÍNERNEY 2000; NIX 1997]. Aus organisatorischen und ökonomischen Gründen sind die ganztägige Beweidung und eine Verlängerung der Weideperiode vorteilhaft. In einer Zeit der Rinderfleischmarktkrise in Polen ist die Wirtschaftlichkeit der Weidehaltung bei Rindern von besonderem Interesse. Ziel der Arbeit ist die Ermittlung der Effektivität von Färsenmast auf extensiv bewirtschafteten Umtriebsweiden.

Material und Methoden

1999-2002 wurde in der Versuchsstation „Brody“ des Lehrstuhls für Grünlandlehre der Agraruniversität Poznań ein Weideversuch zur Untersuchung von Produktionsbedingungen durchgeführt. 42,4 ha extensiver Weidefläche, aufgeteilt in 6 Parzellen, wurden während der Vegetationsperiode mit Färsen der Rasse Schwarzbunte beweidet, die für die Milchnutzung negativ beurteilt wurden. Die Färsen wurden von in der Nähe liegenden landwirtschaftlichen Betrieben im April/Mai erstanden, kamen anschließend in Weidehaltung und wurden im November verkauft. Die Färsen bekamen nur Weidefutter und während des Aufenthaltes am Liegeplatz zusätzlich Stroh und Mineralstoffe. Trinkwasser wurde ebenfalls zur Verfügung gestellt. Es wurde 1 AK mit durchschnittlich 4 Stunde pro Tag eingestellt.

Die Weide ist auf Niedermoorboden gelegen ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 6,5$; $\text{N}_{\text{Gesamt}} - 0,68\%$; $\text{P}_2\text{O}_5 - 53,2 \text{ mg}/100 \text{ g}$; $\text{K}_2\text{O} - 37,0 \text{ mg}/100 \text{ g}$; $\text{Mg} - 7,8 \text{ mg}/100 \text{ g}$). Sie wurde 1988 angelegt. Die Saatmischung enthielt *Bromus inermis* (10%), *Dactylis glomerata* (10%), *Festuca pratensis* (15%), *Lolium perenne* (20%), *Phleum pratense* (15%), *Poa pratensis* (20%), *Trifolium repens* (10%). In den Jahren 1993 und 1998 wurde auf der Weide eine Nachsaat mit Weißklee (3 kg/ha) durchgeführt. Die Stickstoffdüngung betrug in den letzten Jahren nur 50 kg/ha, die jeweils im Frühling ausgebracht wurden.

Der Pflanzenbestand der Weide wurde anhand der LEVY-Methode [1933] ermittelt. Die Weideproduktivität wurde mit Hilfe des indirekten Verfahrens nach FILIPEK [1983] bestimmt. Die täglichen Zunahmen der Färsen wurden durch das Wiegen vor und nach der Weideperiode ermittelt. Die ökonomische Analyse der Wirtschaftlichkeit der Färsenmast wurde auf der Basis von Preisen aus dem erstem Vierteljahr 2003 – Interventionspreis 3,15 zł/kg (1 € = 4,46 zł) - durchgeführt. Als Methoden wurden Deckungsbeitragsrechnung, Gesamtkostenrechnung, Faktorproduktivität und Faktorentlohnung nach STRÖBEL [1987] eingesetzt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Entwicklung des Pflanzenbestandes auf der extensiv bewirtschafteten Umtriebsweide über den Versuchszeitraum ist in Abb.1 dargestellt. Der Hauptbestandsbildner war *Poa pratensis*, der von 35,4% im Jahr 1998 bis 45,0% im

Jahr 2002 zunahm. Andere in der ausgesäten Mischung enthaltene Arten traten nur in geringerem Umfang in der Weidenarbe auf. In den Untersuchungsjahren wurde ein großer Anteil von *Trifolium repens* (10,8-18,6%) festgestellt. Im Pflanzenbestand befanden sich außerdem *Agropyron repens*, *Festuca rubra* und *Taraxacum officinale*.

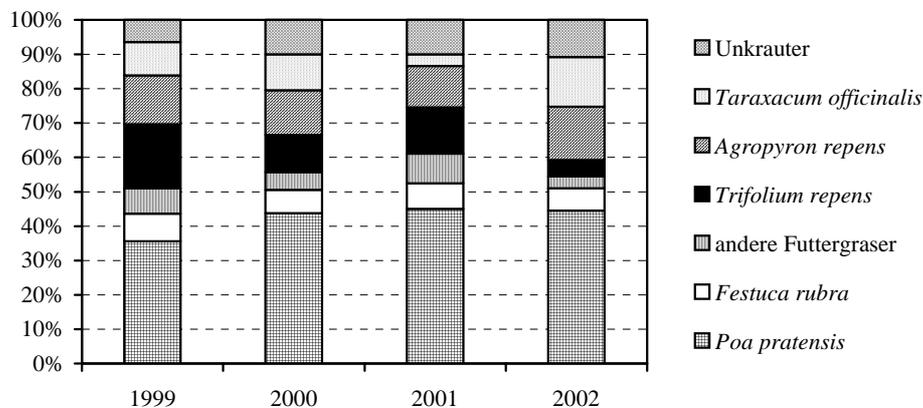


Abb.1. Veränderungen im Pflanzenbestand auf extensiv bewirtschafteter Umtriebsweide

Die Weideproduktivität in den Untersuchungsjahren war ähnlich und schwankte von 4520 bis 5080 kg TM pro ha. Die Ertragsleistung ergab sich aus den Zunahmen der Färsen in der Weideperiode und dem Futterertrag des Aufwuchses, der im Frühjahr als Futterüberschuss gewonnen worden war. Die jeweiligen Anteile von Weide- und Schnittfutter variierten zwischen den Jahren.

Aus der unterschiedlichen Anzahl an weidenden Tieren und dem durchschnittlichen Färsengewichts an Anfang und Ende der Beweidung resultieren Schwankungen in der Besatzstärke von 1,52 bis 2,31 GVE/ha (Tab.1). In den Untersuchungsjahren wurden durchschnittliche tägliche Zunahmen in Höhe von 405 g (2002) bis 730 g (2000) festgestellt.

Tab. 1: Allgemeine Angaben zur Färsenmast auf extensiv bewirtschafteter Umtriebsweide

Verzeichnis	Einheit	1999	2000	2001	2002
Anzahl Färsen in der Herde	Tiere	120	133	118	120
Färsengewicht am Anfang der Beweidung	kg	271	296	269	244
Färsengewicht am Ende der Beweidung	kg	380	439	380	316
Weideperiode	Tage	183	196	190	177
Tägliche Zunahme	g	596	730	582	405
Besatzstärke	GVE/ha	1,84	2,31	1,81	1,58
Arbeitszeitbedarf je Einheit	AKh/Ti	6,1	5,9	6,4	5,9
Eingesetzte Arbeit je Weideperiode	er	732	785	760	708
Durchschnittlich eingesetztes Kapital	AKh	10266	12375	99987	92232
	zł	2	3		

Es wurde davon ausgegangen, dass auch die Effekte der Rindermast bezüglich der Produktionsfaktoren unterschiedlich sind (Tab.2). Die höchste Fleischproduktivität pro 1 ha Weide, 1 AKh Arbeit und 100 zł eingesetztem Kapital wurde in 2000 erzielt, entsprechend, 448,5 kg/ha, 24,2 kg/AKh und 15,4 kg/100 zł. Die niedrigsten Werte

wurden in 2002 ermittelt. Ebenso verhielt es sich bezüglich der monetären Produktivität.

Tab. 2. Faktorproduktivität der Färsenmast auf extensiv bewirtschafteter Umtriebsweide

Produktionsfaktor	Einheit	1999	2000	2001	2002
Naturale Produktivität (Fleisch)					
Weidefläche	kg/ha	308,7	448,8	307,7	202,9
Arbeit	kg/AKh	17,9	24,2	17,3	12,2
Kapital	kg/100 zł	12,7	15,4	13,1	9,3
Monetäre Produktivität (Geld)					
Weidefläche	zł/ha	972,4	1413,7	969,3	639,1
Arbeit	zł/AKh	56,4	76,2	54,5	38,4
Kapital	zł/100 zł	40,0	48,5	41,3	29,3

Tab. 3.: Ökonomische Effektivität der Färsenmast auf extensiv bewirtschafteter Umtriebsweide

Verzeichnis	Einheit	1999	2000	2001	2002
Deckungsbeitrag	zł/Tier	319	425	325	204
Produktionsschwelle	zł/kg Fleisch	2,52	2,38	2,51	2,74
Gewinnschwelle	zł/kg Fleisch	2,71	2,54	2,71	2,97

Für die ökonomische Effektivität der Färsenmast auf der Weide sind jedoch andere Indikatoren von größerer Bedeutung als die Produktivität [MCINERNEY 2000; STRÖBEL 1987], so z.B. der Deckungsbeitrag. Der höchste Deckungsbeitrag wurde 2000 ermittelt mit 425 zł pro Tier (Tab.3). 1999 und 2000 war die Wirtschaftlichkeit der Färsenmast geringer, und der niedrigste Deckungsbeitrag wurde 2000 festgestellt – 204 zł. Die Wirtschaftlichkeit der Färsenmast auf der Weide zeigt sich am besten in der Beziehung zwischen den Schwellenpreisen und dem Marktpreis von Rindfleisch [MCINERNEY 2000; NIX 1997; STRÖBEL 1987]. Es wurde festgestellt, dass in den Untersuchungsjahren die Produktionsschwelle und die Gewinnschwelle sehr unterschiedlich waren. Die Produktionsschwelle schwankte von 2,38 bis 2,74 zł/kg Fleisch, dagegen betrug die Gewinnschwelle von 2,54 bis 2,97 zł/kg Fleisch. In Bezug auf den Marktpreis von Rindfleisch auf einem Niveau von 3,15 zł pro kg, kann man feststellen, dass die Färsenmast auf extensiv bewirtschafteten Umtriebsweiden als wirtschaftlich zu bezeichnen war.

Die Faktorentlohnung war in den Untersuchungsjahren auch sehr unterschiedlich (Tab.4). Die Ergebnisse zeigen, dass die Effektivität der Färsenmast 2000 am größten und 2002 am geringsten war.

Tab. 4. Faktorentlohnung der Färsenmast auf extensiv bewirtschafteter Umtriebsweide

Produktionsfaktor	Einheit	1999	2000	2001	2002
Weidefläche	zł/ha	422,0	679,0	430,1	141,5
Arbeit	zł/AKh	33,0	50,9	32,2	15,4
Kapital	zł/100 zł	25,4	33,6	25,3	13,2

Schlussfolgerungen

1. Die extensiv bewirtschaftete Umtriebsweide sichert eine gute Effektivität bei der Färsenmast. Die täglichen Zunahmen schwanken von 405 g bis 754 g. Eine Grundvoraussetzung für die Erzielung höherer Effektivität in der Rinderhaltung unter solchen Bedingungen ist eine Anpassung der Besatzstärke an das Ertragspotenzial der Weide.
2. Die Färsenmast auf extensiv bewirtschafteten Umtriebsweiden war wirtschaftlich in Bezug auf den Marktpreis von Rind Rasse fleisch, bei einem Niveau von 3,15 zł pro kg, gilt dies sogar im Fall niedrigerer Zunahmen der Tiere.
3. Die Weidehaltung von Färsen ist ein ökonomisch begründetes und ökologisch optimales Verfahren zur Nutzung extensiven Grünlands.

Literatur

- FILIPEK J. 1983. Sposoby i metody oceny jakościowej runi. W: Łąkarstwo i gospodarka łąkowa. Praca zbiorowa pod red. M.Falkowskiego, PWRiL, Warszawa, 208-222.
- JILG T., BRIEMLE G. 1993. Futterwert und Futterakzeptanz von Aufwüchsen aus extensiv genutzten Grünland bei wachsenden Rindern. Das Wirtschaftseigene Futter 39 (1), 23-35.
- LEVY E.B. 1933. Strain testing and strain building in technique employed in grassland research in New Zealand. Im. Comm. Bur. Plt. Genet. (Herba Plata), 11, 6-16.
- MCINERNEY J.P. 2000. Economic aspects of grassland production and utilization. In: Grass its production and utilization. Ed. Hopkins A., Blackwell Science Ltd., Oxford, 394-428.
- NIX J.S. 1997. Farm management pocketbook. 28th edn. Wye College Press, Wye, Kent.
- STRÖBEL H., 1987. Betriebswirtschaftliche Planung von bäuerlichen Kleinbetrieben in Entwicklungsländer. TZ-Verl. Band 1 Eschborn.
- TROXLER J., JANS F. 2000. Optimal management of forage on extensive mountain grazing pastureland: influences on vegetation and animal performance. Grass. Sci. in Eur., 5, 319-321.

Bedeutung der Grünlandnutzung im Ökologischen Landbau in Nordrhein-Westfalen

von

Guido Haas¹⁾, Corinna Zerger¹⁾ und Karl Kempkens²⁾

¹⁾Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn

²⁾Landwirtschaftskammer Rheinland

Nordrhein-Westfalen (NRW) ist das bevölkerungsreichste Bundesland Deutschlands mit vielfältiger naturräumlicher Ausstattung und Agrarstruktur. Mit einem Anteil des Ökologischen Landbaus von 1,8% der landwirtschaftlichen Betriebe (n=1.031) und 2,6% der landwirtschaftlichen Fläche (38.656 ha) liegt NRW unter dem Bundesdurchschnitt von 3,3% der Betriebe bzw. 3,7% der Fläche. In einer Studie auf der Ebene von 34 Landkreisen wurden die Daten der Landesstatistik, Landwirtschaftskammern und Anbauverbände Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen zu Agrarstruktur und Umwelt regionaldifferenziert kartographisch abgebildet und in Beziehung gesetzt (ZERGER & HAAS 2003, HAAS et al. 2003, u.a. ausführliche Darstellung von Methodik und Datenquellen).

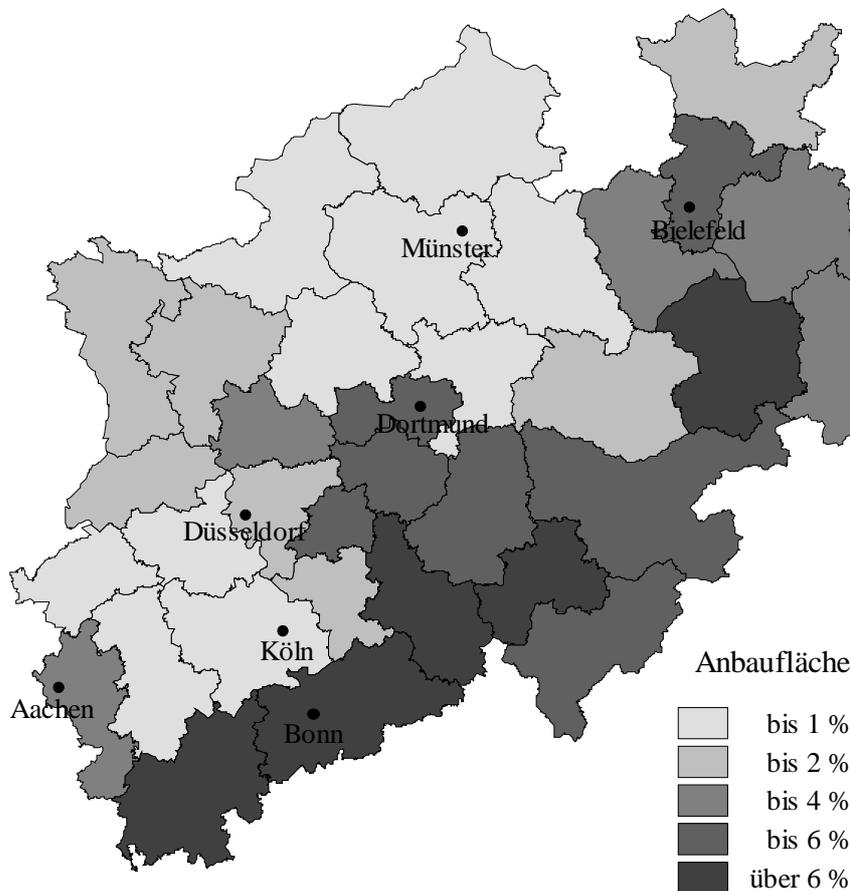


Abb. 1: Anteil ökologisch bewirtschafteter Fläche in den Landkreisen NRWs im Jahr 2001

Ergebnisse und Diskussion

Die Betriebe des Ökologischen Landbaus liegen konzentriert in den Landkreisen der Mittelgebirge Nordeifel, Bergisches Land und Sauerland im Süden und Südosten NRWs (5 - 7% Flächenanteil) (Abb. 1). Die Landwirtschaft in diesen Regionen ist klimatisch benachteiligt (1.000 - 1.600 mm Jahresniederschlag, unter 8°C Jahresdurchschnittstemperatur) und die Böden weisen niedrige Ertragsmesszahlen (31 - 39 EMZ/ar) auf. Es überwiegt Grünlandwirtschaft (Flächenanteil 65 - 92%) und Rinderhaltung. Die Pachtpreise für Acker- und Grünland (138 - 192 EUR/ha AF bzw. 76 - 120 EUR/ha GF) und das Standardbetriebeinkommen (5.055 - 19.180 EUR/Betrieb) sind gering.

Aufgrund der in den Grünlandregionen NRWs höheren Dichte an ökologisch wirtschaftenden Betrieben ist der Grünlandanteil an der landwirtschaftlichen Fläche im Ökologischen Landbau deutlich höher (Abb. 2).

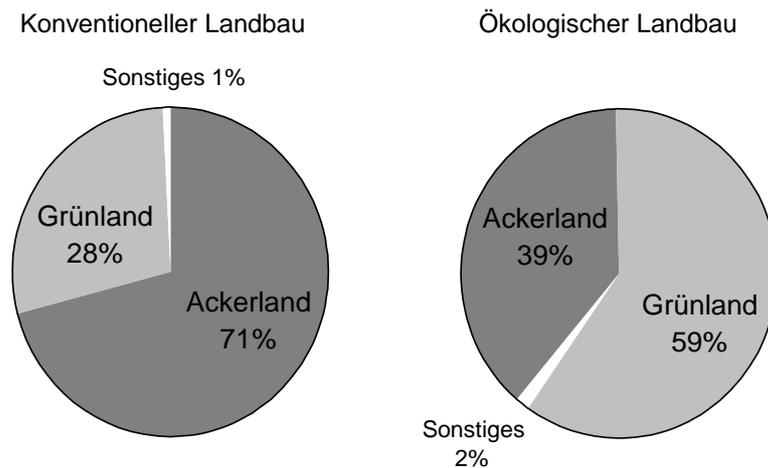


Abb. 2: Grünlandanteil in Abhängigkeit vom Anbausystem in NRW im Jahr 2001

Der Grünlandanteil beträgt bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben in den Mittelgebirgsregionen über 70% der LF, teilweise bis nahezu 100% (Kreis Olpe). In den restlichen Landkreisen im Zentrum und im Norden von NRW ist hingegen ein Ackerflächenanteil von mehr als 50%, teilweise bis 75% festzustellen (Abb. 3).

Die Beziehung in den 34 Landkreisen NRWs zwischen dem Vorkommen an ökologisch wirtschaftenden Betrieben und dem Grünlandanteil ist vergleichsweise eng (Abb. 4).

Extensiv wirtschaftende Futterbaubetriebe mit hohem Grünlandanteil und überwiegend Rinderhaltung stellen derzeit bevorzugt um. Von den im Jahr 2001 fast 11.000 ha auf Ökologischen Landbau umgestellten Flächen in NRW waren 9.000 ha Grünland mit einer deutlichen Konzentration auf die Landkreise in den Mittelgebirgslagen.

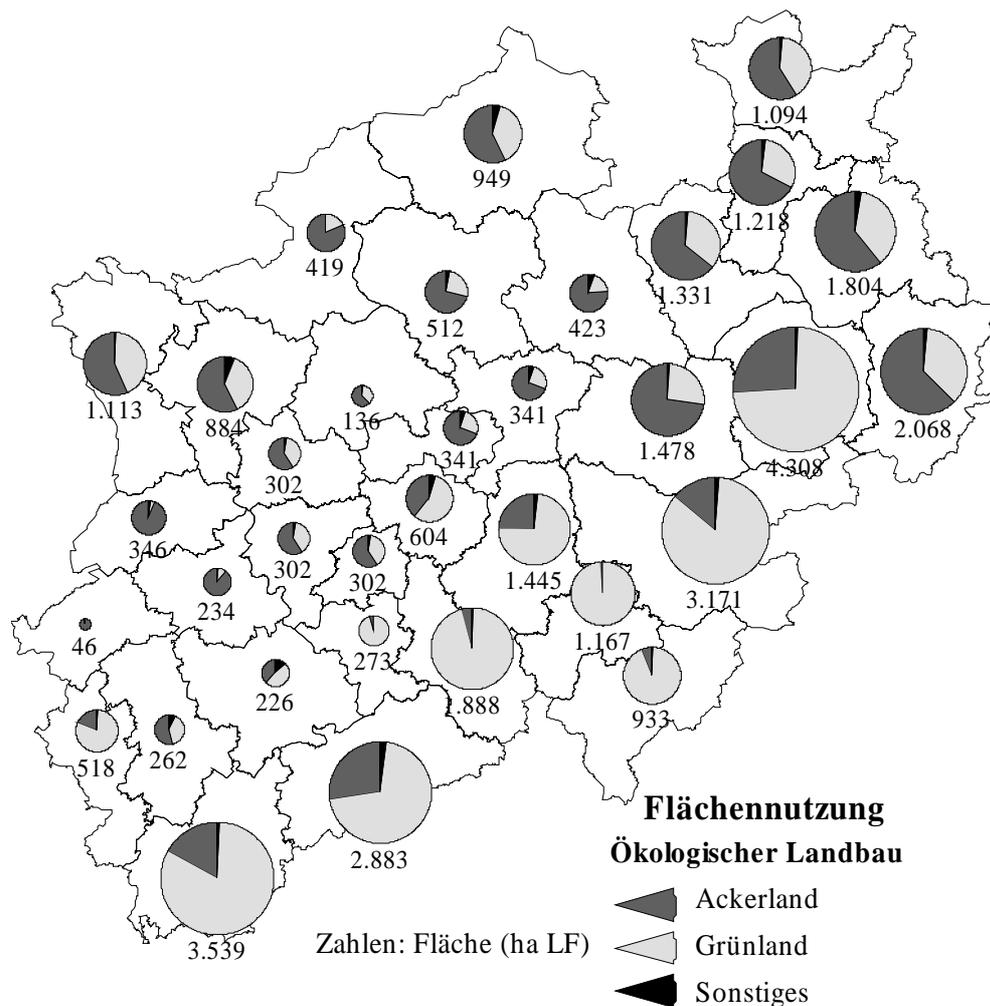


Abb. 3: Ökologischer Landbau: Acker-Grünland-Verhältnis im Jahr 2001 in den Landkreisen NRWs

Der Anteil Rinder am Viehbestand in GV ist in NRW in den ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit 82,2% wesentlich höher im Vergleich zum konventionellen Landbau mit 56,1%. Dieser Unterschied resultiert bei sonst ähnlichem Tierartenverhältnis aus einem deutlich höheren Anteil Mutterkühe (22,2% statt 3,8%) bei einem deutlich geringeren Schweinebesatz der ökologisch wirtschaftenden Betriebe in NRW (5,6% statt 36,0%) (Abb. 5).

Die extensive Form der Landnutzung in Form von Grünland bei geringer Standortgunst und Tierhaltung in Form von Mutterkuhhaltung und Weidemast geht weitgehend mit diesbezüglich extensiver Forschung einher. Aufgrund der hohen Bedeutung von Grünlandnutzung und Mutterkuhhaltung im Ökologischen Landbau in NRW sollte in den Kernregionen Sauerland und Bergisches Land die diesbezügliche Forschung intensiviert werden.

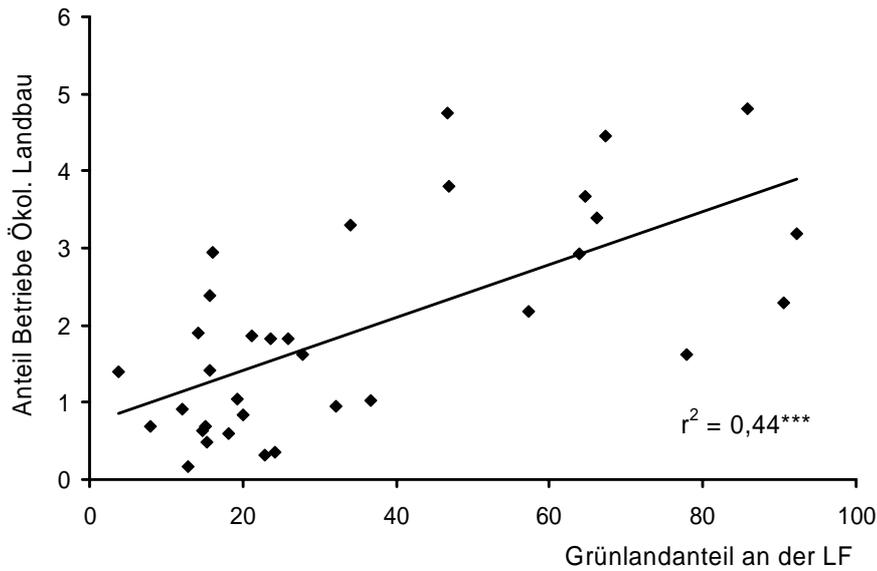


Abb. 4: Beziehung zwischen Grünlandanteil und Anteil ökologisch wirtschaftender Betriebe in den 34 Landkreisen NRW

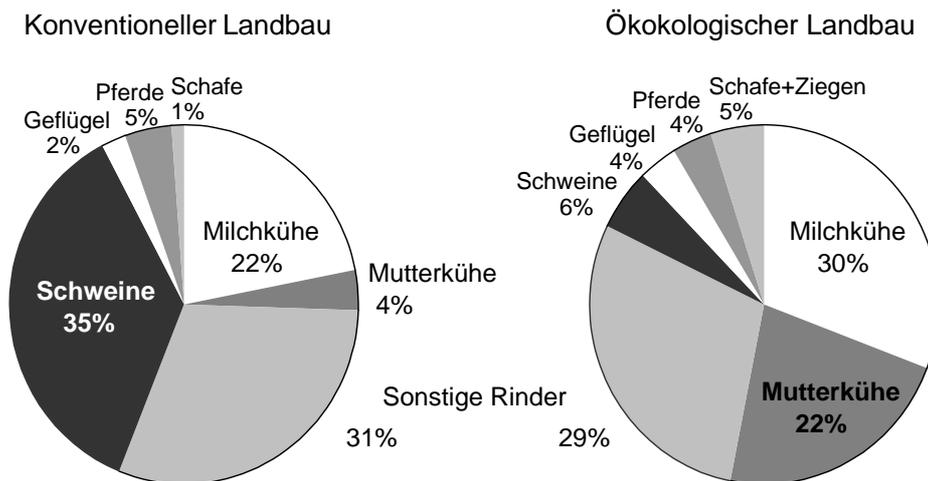


Abb. 5: Vergleich des Tierartenverhältnisses [GV] konventionell und ökologisch wirtschaftender Betriebe in NRW im Jahr 2001

Literatur

HAAS, G., C. ZERGER, U. KÖPKE 2003/2004: Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen: Analyse und Bestimmungsgründe der heterogenen räumlichen Verteilung. Agrarwirtschaft, Manuskript eingereicht.

ZERGER, C. & G. HAAS 2003: Ökologischer Landbau und Agrarstruktur in Nordrhein-Westfalen: Atlas und Analyse. Verlag Dr. Köster, Berlin, 90 S.

Modell zur Einschätzung der Vergärbarkeit von Grünfutter

von

Ehregard Kaiser und Kirsten Weiß

Humboldt - Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät,

Mit dem Begriff „Vergärbarkeit“ wird die Eignung des Grünfutters im Hinblick auf die Erzeugung einer anaerob stabilen (vereinfacht: buttersäure(BS)-freien) Silage gekennzeichnet. Ein Grünfutter gilt als leicht „vergärbar“, wenn auf grund seiner analytisch bestimmbaren Merkmale eine BS-freie Silage erwartet werden kann, als „schwer vergärbar“, wenn mit einer BS-haltigen Silage gerechnet werden muss. Die Einschätzung der Vergärbarkeit stellt die Grundlage für die Entscheidung zu siliertechnischen Maßnahmen dar. Sie ist deshalb ein wichtiges Steuerungsinstrument der Silierung. Grundlage für die Einschätzung der Vergärbarkeit ist das von WEIBBACH u.a. (1974) vorgestellte Modell. Mit den Grenzwerten der Vergärbarkeit, $TS_{\min} [\%] = 45 - 8 Z/PK$, wird die Wertekombination von TS-Gehalt und Z/PK-Quotient gekennzeichnet, die im Grünfutter mindestens vorliegen muss, um eine anaerob stabile bzw. BS-freie Silage erzeugen zu können. Im Vergärbarkeitskoeffizient (VK) sind beide Merkmale gemäß der Gleichung $VK = TS [\%] + 8 Z/PK$ zusammengefasst (SCHMIDT u.a., 1971). Neuere Versuchsergebnisse haben jedoch gezeigt, dass die Vergärbarkeit von Grünfutter allein durch TS-Gehalt und Z/PK-Quotient nicht ausreichend gekennzeichnet werden kann (WEIB, 2000). Bei geringen Nitratgehalten ($< 4 \text{ g NO}_3/\text{kg TS}$) oder bei Fehlen von Nitrat ($\leq 1 \text{ g NO}_3/\text{kg TS}$) im Ausgangsmaterial tritt häufig Buttersäure in den Silagen auf, obwohl nach TS-Gehalt und Z/PK-Quotient BS-freie Silagen erwartet werden konnten (Abb. 1).

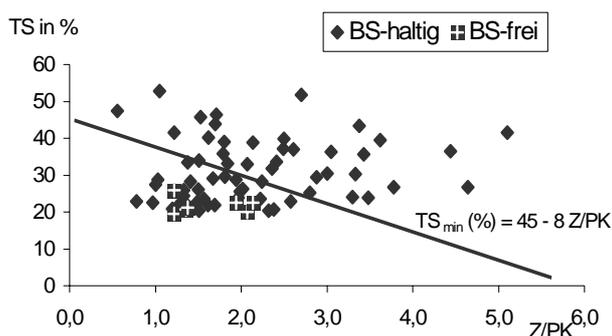


Abb. 1: BS- haltige und BS-freie Silagen aus nitratfreiem Grünfutter nach TS und Z/ PK (Quelle: WEIB, 2000)

Aus neueren Untersuchungen geht zudem hervor, dass die Dynamik der Clostridienentwicklung im Gärungsverlauf in nitratfreiem Material gegenüber dem von nitrathaltigem wesentlich verschieden ist und dass auch dem Kontaminationsgrad des Ausgangsmaterials mit Clostridiensporen eine besondere Bedeutung zukommt. Das Ziel der Arbeiten bestand darin, die im Grünfutter notwendigen Grenzbedingungen für TS-Gehalt, Z/PK-Quotient **und** Nitratgehalt zur Erzeugung einer BS-freien Silage zu ermitteln, wobei auch der Clostridiensporenbesatz des Grünfutters berücksichtigt worden ist.

Material und Methode

Zur Ermittlung der gesuchten Grenzwerte wurden je ein Laborsiliverversuch mit *Dactylis glomerata* vom 1. (GV 1) und vom 3. (GV 2) Aufwuchs durchgeführt (POLIP IV, 2001).

Dabei wurde jeweils eine Variationsreihe des Nitratgehaltes (0,4...13,3 g NO₃/ TS) mit einer Variationsreihe des TS-Gehaltes (13,5...39,4 % (GV 1); 20,8...40,6 % (GV 2) und des Z/PK-Quotienten (1,9...3,1 (GV 1); 1,6...2,3 (GV 2)) so miteinander kombiniert, dass sowohl BS-freie als auch BS-haltige Silagen erwartet werden konnten. Jede Wertekombination des Ausgangsmaterials wurde sowohl mit geringem Clostridiensporengehalt (sauber geerntetes Grünfütter) als auch mit erhöhtem C.-Sporenbefall (Sporenzusatz) geprüft. Die Variation des Z/PK-Quotienten wurde durch Glucosezusatz, die des Nitratgehaltes durch Zusatz von Kaliumnitrat (KNO₃) eingestellt. Der Kontaminationsgrad mit Clostridiensporen lag in den Blocks „geringer Clostridiensporengehalt“ bei ca. 0,2 x 10² Sporen je g Frischmasse (FM), in den Block „hohe Clostridiensporenbefall“ bei ca. 10³ (GV 1) bzw. 10⁴ (GV 2) Sporen/g FM. Die Silagen wurden nach 180 Tagen Lagerung bei 25° C untersucht. GV 1 umfasste insgesamt 156, GV 2 139 Varianten mit jeweils 2 Parallelansätzen. In den Silagen wurden der pH-Wert sowie die Gehalte an Milchsäure (HPLC), Flüchtige Fettsäuren und Alkohol (Summe Ethanol plus Propanol) (GC), NH₃ (Conway), WLKH (Anthrone-Methode) und C.-Sporen (MPN) bestimmt.

Ergebnisse

Im ersten Schritt wurde mit Hilfe eines graphischen Auswertungsverfahrens für jede geprüfte Wertekombination von TS und Z/PK der mindestens notwendige Nitratgehalt des Grünfütters (MNG) ermittelt, bei dem die Silagen gerade BS-frei waren (zum Vorgehen siehe auch POLIP IV, 2001). Die so ermittelten MNG-Werte wurden für Grünfütter mit geringer bzw. hoher Clostridiensporenbefall in Abhängigkeit vom VK-Wert bestimmt, und zwar an der oberen Grenze des Streubereichs der Messwerte.

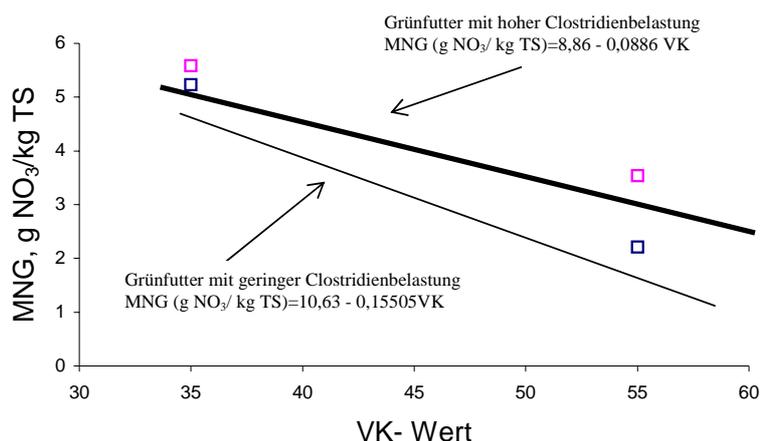


Abb. 2: Grenzwerte für Mindest-Nitrat-Gehalt (MNG) und VK-Wert für Grünfütter mit geringer und hoher Belastung mit Clostridiensporen

Wie die Ergebnisse zeigen, gibt es nicht den allgemeingültigen Grenzwert für den notwendigen Mindestnitratgehalt zur Unterbindung von BS-Gärung, wie in der Literatur gelegentlich angenommen wird. Die im Gärsubstrat erforderliche Menge an Nitrat steht vielmehr mit den übrigen Gärungsbedingungen (TS-Gehalt und Z/PK-Quotient) sowie dem Clostridiensporenbefall des Grünfütters im Zusammenhang.

Für die Festlegung siliertechnischer Maßnahmen unter praktischen Bedingungen ist der VK-Wert als zusammengefasste Größe zur Kennzeichnung der Vergärbarkeit nicht

geeignet. Es wurden deshalb Schätzgleichungen in Abhängigkeit von TS-Gehalt (%), Z/PK-Quotient und Clostridiensporengehalt abgeleitet (siehe Abb.3).

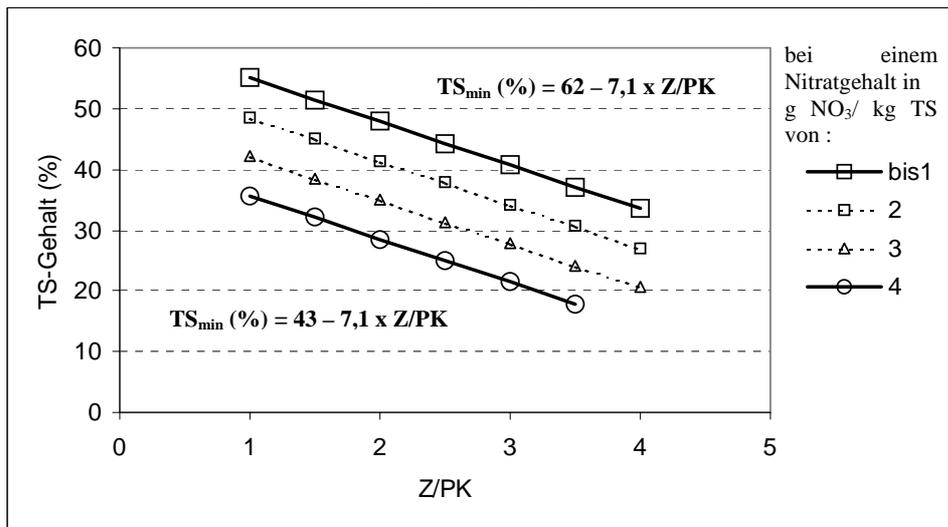


Abb. 3: Mindest-Trockensubstanz-Gehalt (TS_{min} in %) in Abhängigkeit vom Z/PK-Quotienten bei unterschiedlichem Nitratgehalt (*gering* mit Clostridiensporen belastetes Grünfutter)

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich ist, stimmt die Grenzwertlinie für 4 g NO₃/kg TS annähernd mit der von Weißbach u.a. (1974) an verschiedenen Futterpflanzen abgeleiteten Grenzwertlinie überein. Bei geringeren Nitratgehalten im AM ist bei einem gegebenen Z/PK-Quotient der notwendige TS_{min} jedoch umso höher, je niedriger der Nitratgehalt ist, und umgekehrt. Bei stärker mit Clostridiensporen belastetem Material ist der Wert für TS_{min} bei geringen Nitratgehalten noch weiter erhöht (ohne Abb.). Anders ausgedrückt: bei gleichen Werten für TS-Gehalt und Z/PK-Quotient, auch bei VK-Werten oberhalb von 45, ist das Grünfutter umso schwerer vergärbar, je geringer sein Nitratgehalt ist, erst recht bei stärker mit Clostridiensporen belastetem AM.

Dieses Ergebnis entspricht auch den in der Literatur vorliegenden Untersuchungen. Von Kaiser (1981) wurde gefunden, dass die Grenzwerte der Vergärbarkeit nach Weißbach u.a. (1974) nur bei Nitratgehalten des Grünfutters von 4,4 bis 13,3 g NO₃/ kg TS Gültigkeit haben. Für die Einschätzung der Vergärbarkeit unter Berücksichtigung des Nitratgehaltes ergibt sich damit das in Tabelle 1 dargestellte Modell.

Tab. 1: Modell zur Einschätzung der Vergärbarkeit unter Berücksichtigung des Nitratgehaltgehaltes

Nitratgehalt g NO ₃ / kg / TS	Grenzwerte zur Erzeugung BS-freier Silagen
< 4,4 nitratarm nitratfrei	TS _{min} abhängig von: Z/PK Nitratgehalt Clostridiensporenbesatz
4,4 ... 13,3 nitrataltig	TS _{min} abhängig von Z /PK

Schlussfolgerungen

Das bisherige Modell zur Einschätzung der Vergärbarkeit hat nur dann Gültigkeit, wenn das Grünfutter wenigstens 4 g NO₃ / kg TS aufweist. Grünfutter mit Nitratgehalten von weniger als 4 g NO₃ / kg TS ist deshalb stets als schwer vergärbar einzustufen. Der VK-

Wert ist zur Einschätzung der Vergärbarkeit wenig geeignet. Als Entscheidungsgrundlage für siliertechnische Maßnahmen ist die getrennte Beurteilung der einzelnen Merkmale (TS, Z/PK, Nitrat, Clostridien sporen) erforderlich. Für den größten Teil des zur Silierung eingesetzten Grünfutters (Z/PK meist unter 3,0; Nitratgehalt kaum über 2 g NO₃ / kg TS, meist unter 1 g NO₃/kg TS) ist der – theoretisch – notwendige Mindesttrockensubstanzgehalt (TS_{Min}) zur Erzeugung einer BS-freien Silage nahezu gleich oder höher als der technologisch zulässige TS-Höchstgehalt von 45%. Für die siliertechnischen Maßnahmen zur Sicherung der Gärqualität folgt daraus, dass es bei dem für Gräser und Leguminosen typischen Z/PK-Quotient von meist 0,5 – 2,5, selten über 3,0, und den meist (sehr) geringen Nitratgehalten kaum möglich ist, allein durch Welken BS-freie Silagen zu erzeugen, wenn ein TS-Gehalt von 45 % im Interesse der Verdichtbarkeit des Materials nicht überschritten werden soll. In Kombination mit dem Welken des Grünfutters kommt deshalb durchgehend der Einsatz von Siliermitteln in Betracht. Bezüglich der Auswahl des jeweils geeigneten Siliermittels ist zu beachten, dass Säuerung allein nicht ausreichend ist zur Unterbindung von Clostridienaktivität. Die bei der Silierung wirksamen Hemmfaktoren für die Clostridienentwicklung: Säuerung (pH-Wert), eingeschränkte Wasserverfügbarkeit (TS-Gehalt) und direkter Clostridienhemmstoff (Nitrat) wirken gemeinsam und wechselseitig, jedoch unterschiedlich in den verschiedenen TS-Bereichen. Weiterhin ist zu beachten, dass der Vermeidung von Verschmutzung des Siliergutes eine größere Bedeutung zukommt, als bisher angenommen.

Fazit: Zur Einschätzung der Vergärbarkeit von Grünfutter und damit zur Entscheidung über notwendige siliertechnische Maßnahmen ist neben TS-Gehalt und Z/PK-Quotient auch der Nitratgehalt des Materials in Rechnung zu stellen, wobei der Clostridien sporengesamt zu berücksichtigen ist. TS-Gehalt und Z/PK-Quotient sollten nicht in der Größe „VK-Wert“ zusammengefasst, sondern getrennt beurteilt werden.

Die bisher gebräuchlichen Grenzwerte der Vergärbarkeit gelten für einen Nitratgehalt des Grünfutters von etwa 4 g NO₃/kg TS und geringen Clostridien sporenbesatz. Bei geringeren Nitratgehalten im Grünfutter ist bei vergleichbaren Z/PK-Werten ein höherer TS-Gehalt zur Sicherung der Gärqualität erforderlich als bisher angenommen. Bei geringen Nitratgehalten im Grünfutter ist die Sicherung der Gärqualität allein durch Welken kaum zu gewährleisten. Unter praktischen Verhältnissen sollte deshalb der strategische Siliermitteleinsatz in Betracht kommen.

Literatur

- KAISER, E. (1981): Zum Einfluss von Nitratgehalt, Zuckerart und Lagerungstemperatur auf die Vorhersage des Gärungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung. Habilitationsschrift, Humboldt- Universität zu Berlin
- POLIP IV (2001): Untersuchungen zur Unterbindung von Buttersäuregärung und Clostridienaktivität in Silagen aus nitratarmen Grünfutter. Dissertation, Berlin, Humboldt-Universität
- SCHMIDT, L.; WEIßBACH, F.; WERNECKE K. D. und HEIN, E. (1971): Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung zur Sicherung einer hohen Silagequalität. Forschungsbericht, Rostock
- WEIß K (2000): Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter. Dissertation, Berlin, Humboldt-Universität
- Weißbach, F.; Schmidt, L. and Hein, E. (1974) : Method of anticipation of the run fermentation in silage making, based on the chemical composition of the green fodder. Proc. XII. Intern. Grassland Congr., Sec. 2, 663-673

Einfluss von N-Düngung und Erntetermin auf die Mineralstoffkonzentration von Winterweidefutter

von

K. Banzhaf und W. Opitz von Boberfeld

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

1. Einleitung

Bei der Ganzjahresaußenhaltung von Mutterkühen und Fleischrindern kann es auf kritischen Standorten im Frühjahr und Herbst infolge von Mineralstoffmangel oder -imbalancen zu Krankheiten wie Weidetetanie kommen, denn bei dieser extensivsten landwirtschaftlichen Produktionsform ist eine zielgerichtete individuelle Mineralstoffzuteilung durch Futterzusätze oder Lecksteine häufig nicht zu gewährleisten (OPITZ v. BOBERFELD 2001). Daher muss neben den üblichen Aspekten der Futterqualität den Mineralstoffkonzentrationen von „Winterfutter auf dem Halm“ im Hinblick auf die Tiergesundheit besondere Beachtung geschenkt werden. Insbesondere unterschiedliche Managementmaßnahmen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität solchen Futters (WOLF 2002). Ziel dieser Untersuchung ist es darzustellen, in wie weit N-Düngung und Erntetermin im Winter die Mineralstoffkonzentrationen von *Festuca arundinacea*, der wohl am besten geeignetesten Art für Winterbeweidung, beeinflussen und festzustellen, ob eine ausreichende Versorgung der Tiere durch dieses Futter gewährleistet werden kann.

2. Material und Methoden

Tab. 1: Varianten, angelegt als Lateinisches Rechteck

Faktoren	Stufen
1. N-Menge (= Kalkammonsalpeter 27%)	1.1 0 kg N * ha ⁻¹
	1.2 50 kg N * ha ⁻¹
	1.3 100 kg N * ha ⁻¹
	1.4 150 kg N * ha ⁻¹
2. Erntetermin	2.1 Anfang Dezember
	2.2 Mitte Januar
	2.3 Ende Februar
3. Jahr	3.1 1998/1999
	3.2 1999/2000
	3.3 2000/2001

Düngungstermin Juli

Grunddüngung im März 2000 mit 190 kg P₂O₅ * ha⁻¹
(= Superphosphat) und 100 kg K₂O * ha⁻¹ (= Kainit)

ein Pseudogley (= im Durchschnitt der drei Untersuchungsjahre pH 6,1 / 16mg P₂O₅ * 100g Boden⁻¹ / 12,5 mg K₂O * 100g Boden⁻¹). Im Durchschnitt der drei Untersuchungsjahre beträgt die jährliche Niederschlagsmenge 780 mm, die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 10° C. Der Versuch wurde als Lateinisches Rechteck mit vier Wiederholungen angelegt und über drei Jahre beprobt, vgl. Tabelle 1. Die Parzellengröße betrug 2,5 m x 5 m; die Narbe bestand aus den Sorten Elfina und Malik der Art *Festuca arundinacea*. Die Aussaatstärke von insgesamt 35 kg*ha⁻¹ wurde im Verhältnis 1:1 ausgebracht.

Die Bestimmung der Ca-, K-, Mg- und Na-Konzentrationen erfolgte nach Aufschluss in

In einem Feldversuch auf dem Gelände der Versuchsstation des Instituts für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Universität Gießen in Linden-Forst (= 160 m ü. NN; etwa 6 km südöstlich von Gießen) wurden die Ca-, K-, Mg- und Na-Konzentrationen von *Festuca arundinacea*-Aufwüchsen untersucht. Der Boden des Versuchsstandortes ist

HNO₃ mittels AAS (SCHINKEL 1984). Die Daten wurden mehrfaktoriell für jedes Untersuchungsjahr getrennt varianzanalytisch verrechnet. In Abbildung 1 sind die TS-Erträge des Versuchs für die drei Untersuchungsjahre dargestellt, die WOLF (2002) im Rahmen seiner Untersuchungen zur Futterqualität erhoben hat.

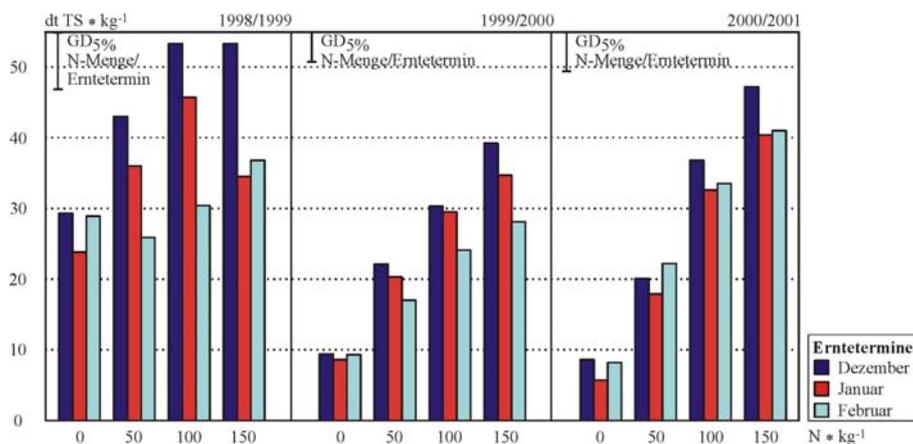


Abb. 1: TS-Ertrag in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin

Ergebnisse und Diskussion

Muster und Konzentration pflanzlicher Inhaltsstoffe werden unter anderem durch N-Gaben und Nutzungsfrequenz beeinflusst (OPITZ v. BOBERFELD 1994). Nach WHITEHEAD (2000) können abhängig von jeweiligem Bodentyp und der Pflanzenverfügbarkeit des entsprechenden Nährstoffs die Konzentrationen von K, Na, und Mg in der Pflanze durch N-Düngung erhöht werden. Für die Mineralstoffkonzentrationen in Winterweideaufwüchsen spielen offenbar die Mobilität eines Nährstoffes und seine Funktionen in der Pflanze, aber auch Prozesse wie Seneszenz oder Akkumulation von Nährstoffen während der Vegetationszeit eine wichtige Rolle (LARCHER 1994, WHITEHEAD 2000). In Abbildung 2 sind die K-Konzentrationen der Winterweideaufwüchse von *Festuca arundinacea* über drei Beobachtungsjahre dargestellt. K weist von allen untersuchten Mineralstoffen die höchsten Konzentrationen auf, unterliegt aber auch den größten Konzentrationsunterschieden. Der Bedarf des Weidetieres, der nach KIRCHGEBNER (1997) bei 1% d. TS des Aufwuchses liegt, kann mit einigen Ausnahmen bis in den Februar hinein gedeckt werden. Die zu geringen K-Konzentrationen der mit N ungedüngten Varianten im Januar und Februar des zweiten und dritten Jahres werden durch die extrem niedrigen TS-Erträge bedingt. Der wichtigste Einfluss geht vom Faktor Erntetermin aus; die K-Konzentrationen verringern sich deutlich von Dezember bis Februar. Durch witterungsbedingte Einflüsse wie hohe Niederschläge oder schneereiche Winter kommt es zur Zerstörung der Zellstrukturen und die sich vorwiegend im Zellsaft befindlichen leicht löslichen Nährstoffe wie K und Na werden ausgewaschen (=“leaching“). Auch COLLINS & BALLASKO (1981) beschreiben einen solchen ursächlichen Verlauf der K-Konzentration in ihren Untersuchungen. Außerdem ist auch der Einfluss der N-Düngung gesichert, wobei hier offenbar die Akkumulation von K während der Vegetationsperiode infolge der düngungsbedingt höheren Erträge besonders im Dezember zum Tragen kommt. Die nicht dargestellten absoluten Na-Konzentrationen liegen in allen drei Jahren auf einem sehr geringen Niveau (= 0,06 % d. TS im Mittel der untersuchten Jahre) und erreichen in den meisten Fällen den angegebenen Bedarf des Weidetieres von 0,15 % d. TS (OPITZ VON BOBERFELD 1994) nicht. Nach

WHITEHEAD (2000) werden K und Na schon vor dem Winter stark ausgewaschen, was die hier bereits im Dezember vorliegenden geringen Na-Konzentrationen erklären würde.

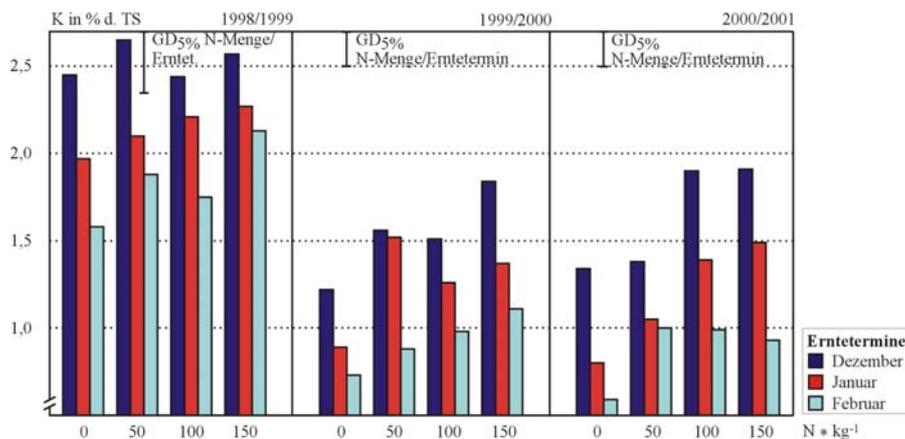


Abb. 2: K-Konzentration in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin

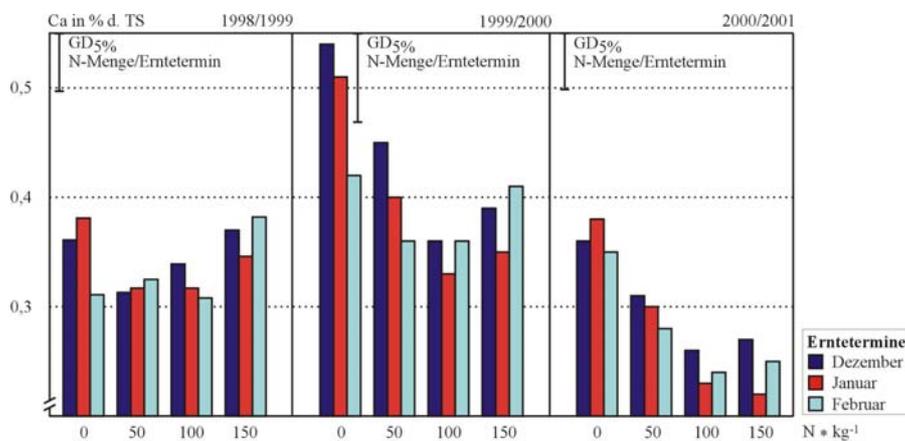


Abb. 3: Ca-Konzentration in Abhängigkeit von N-Menge und Erntetermin

Während offenbar bei den einwertigen Kationen Auswaschungsprozesse im Winter eine wichtige Rolle spielen, deuten sich bei Ca und Mg andere Prozesse an. Abbildung 3 zeigt die Ca-Konzentrationen der drei Winter; diese erreichen meist nicht die in der Literatur geforderten Konzentrationen von 0,5 bis 0,7 % d. TS (KIRCHGEBNER 1997), um eine bedarfsgerechte Versorgung des Weidetieres zu sichern. Ca ist in der Pflanze wenig mobil und dient unter anderem als wichtiger Baustein der Zellwand, befindet sich also vorwiegend in der Gerüstsubstanz der Pflanze (MENGEL 1991). Die Ergebnisse des Versuchs weisen im Gegensatz zu K für Ca den Faktor N-Menge als wichtigste Varianzursache für alle drei Jahre aus. Die höher gedüngten Varianten, die erwartungsgemäß höhere Erträge erreichen, bedingen eine relative Abnahme (=Verdünnungseffekt) der Ca-Konzentrationen. Auswaschungsprozesse kommen hier offenbar nicht zum Tragen. Die nicht dargestellten Mg-Konzentrationen (= 0,15 % d. TS im Mittel der drei untersuchten Jahre) liegen ebenfalls unterhalb der geforderten Bereiche für eine bedarfsgerechte Versorgung des Weidetieres. Die Konzentrationen zeigen im Verlauf des Winters keine deutlichen Unterschiede, was auf die Fähigkeit der Pflanze hindeutet, Mg aktiv in überwinternde Pflanzenteile zu verlagern, um somit Verluste zu vermeiden

(LARCHER 1994). In diesem Zusammenhang sei auch der „tetany-ratio“ (= $K/(Ca+Mg)$ -Quotient) erwähnt, der als Indikator für eine erhöhte Gefahr des Auftretens von Weidetetanie dient (MAYLAND & SLEPER 1993) und nicht größer als 2,2 sein sollte. In der hier zugrunde liegenden Untersuchung wird dieser Wert (= 3,3 im Mittel der untersuchten Jahre) in den meisten Fällen deutlich überschritten. Diese Beobachtung stimmt mit den Beobachtungen von COLLINS & BALLASKO (1981) überein.

Fazit

- Die Mineralstoffkonzentrationen der untersuchten Aufwüchse von *Festuca arundinacea* präsentierten sich für Na, Ca und Mg unterhalb der für das Weidetier geforderten und bedarfsgerechten Bereiche; lediglich für K konnten ausreichende Konzentrationen festgestellt werden.
- Ein deutlicher Einfluss der Düngung konnte für Ca nachgewiesen werden. Im Zuge der höheren Erträge infolge der N-Düngung unterlagen die Ca-Konzentrationen einem Verdünnungseffekt. Auch die K-Konzentrationen waren im Dezember infolge der düngungsbedingten höheren Erträge auf einem vergleichsweise hohen Niveau.
- Transport- und Verlagerungsprozesse, Vorkommen und Löslichkeit eines Nährstoffs haben entscheidenden Einfluss auf Konzentrationen einzelner Mineralstoffe. So unterliegt das leicht lösliche und gut mobile K verstärkt Auswaschungsprozessen und zeigte eine deutliche Abhängigkeit vom Erntetermin im Winter, während die Konzentrationen des weniger mobil und eher schwerlösliche Ca kaum Unterschiede zu den einzelnen Ernteterminen zeigten.
- Aufgrund der vorliegenden Mineralstoffimbalancen, gemessen an der sogenannten „tetany-ratio“, muss bei der Winteraußenhaltung von einem erhöhten Risiko von Weidetetanie für das Tier ausgegangen werden.

Literatur

- COLLINS, M. & J.A. BALASKO, 1981: Effects of N fertilization and cutting schedules on stockpiled tall fescue. I. Forage quality. - Agron. J. **73**, 821-826.
- KIRCHGEBNER, M., 1997: Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 10. Auflage. – DLG Verlag, Frankfurt.
- LARCHER W., 1994: Ökophysiologie der Pflanzen. - 4. Aufl. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart
- MAYLAND, H.F. & D.A. SLEPER 1993: Developing a tall fescue for reduced grass tetany risk. - Proc. 17th Intern. Grassl. Congr., Palmerston North, 1095-1096.
- MENGEL, K., 1991: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze – 7. Aufl. Verl. Gustav Fischer, Jena.
- OPITZ V. BOBERFELD, W., 1994: Grünlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen. – Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- OPITZ V. BOBERFELD, W., 2001: Grünlandumwidmung: von konventioneller Milch- zur ökologischen Fleischerzeugung. - Hrsg. DLG: Nachhaltige Futterproduktion auf dem Grünland. DLG-Grünlandtagung 2001 Bitburg/Eifel, 27-36.
- SCHINKEL, H., 1984: Bestimmung von Calcium, Strontium, Kalium, Lithium, Eisen, Mangan, Chrom, Nickel, Kupfer, Kobalt, Zink und Cadmium. - Analytische Chemie, **317**, 10-26.
- WHITEHEAD, D. C., 2000: Mineral Nutrients in Grasslands: Soil-Plant-Animal Relationships. CABI-Publishing, CAB International, Wallingford, UK 2000.
- WOLF, D., 2002: Zum Effekt von Pflanzenbestand, Vornutzung und Nutzungstermin auf Qualität und Masse von Winterweidefutter. Diss. Uni Gießen, 2002

Zu den Gäreigenschaften und der Silagequalität von *Festuca arundinacea* Schreb. verglichen mit anderen Gräsern

von

W. Opitz v. Boberfeld, P. Daniel und M. Sterzenbach

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

1. Einleitung

In Grünlandregionen der Mittelgebirgslagen bieten sich unter ökonomischen Aspekten vielfach extensive Verfahren der Landnutzung, wie die stalllose, ganzjährige Außenhaltung von Mutterkühen an (OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999). Weltweit betrachtet ist *Festuca arundinacea* das wichtigste Winterfuttergras temperierter Regionen. MATCHES (1979) bewertet *Festuca arundinacea* als die möglicherweise beste kältetolerante Art für die Anlage von Winterweidefuttermitteln auf dem Halm. Nach OPITZ v. BOBERFELD & WOLF (2002) und WOLF (2002) erzielt *Festuca arundinacea* gegenüber *x Festulolium* und *Lolium perenne* die höchsten Erträge mit der besten Futterqualität besonders unter kalten und schneereichen Witterungsbedingungen. Eine kurze Schonungszeit vor Winter, niedrige N-Gaben und späte N-Applikationen beeinflussen dabei die Futterqualität positiv (WOLF & OPITZ v. BOBERFELD 2003).

Bei Winterweiden mit *Festuca arundinacea* als Hauptbestandbildner stellt sich nun die Frage der Nutzung vor der Schonungszeit. Nach PRAGER (1983) und WILMAN & REZVANI MOGHADDAM (1998) besitzt *Festuca arundinacea* während der Vegetationsperiode aufgrund hoher Lignin- und SiO₂-Gehalte offensichtlich eine geringere Verdaulichkeit als *x Festulolium* und *Lolium perenne*. Nach SCHRADER & KALTOFEN (1987) kann jedoch die Akzeptanz durch die Verfütterung als Silage durch Zerkleinerung des Siliergutes beim Häckseln und die Fermentation erhöht werden.

Ziel dieser Untersuchung ist die Bestimmung der Gäreigenschaften und der Silagequalität von *Festuca arundinacea*, *x Festulolium* und *Lolium perenne* von Anfang Juni geernteter Primäraufwüchsen.

2. Material und Methoden

Zur Bestimmung der Gäreigenschaften und der Silagequalität wurden die Anfang Juni geernteten Primäraufwüchse von Reinsaatens als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen angelegten Versuches mit folgenden Varianten untersucht:

Faktoren	Stufen
1. Hauptbestandbildner	1.4 <i>Festuca arundinacea</i> ELFINA + MALIK 1.5 <i>x Festulolium</i> PAULITA 1.6 <i>Lolium perenne</i> ARABELLA + WEIGRA
2. Untersuchungs-jahr	2.1 1998 2.2 1999 2.3 2000 2.4 2001

Das Siliermaterial wurde einheitlich auf 30 % TS vorgewelkt, einsiliert und nach 90 Tagen Lagerzeit wurden die Silageproben entnommen.

Zur Charakterisierung der Gäreigenschaften wurde die Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate mit der Anthronmethode (YEMM & WILLIS 1954), die Pufferkapazität nach WEISSBACH (1967) sowie die Nitrat-Konzentration nach der Maastrichter Xylenolmethode (ANONYMUS 1997) bestimmt. Aus der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate und der Pufferkapazität wurde der Z/Pk-Quotient berechnet. Die Beurteilung der Silagequalität erfolgte über die pH-Werte (ANONYMUS 1997), den NH₃-N-Anteil (HONOLD & HONOLD 1991) am Rohprotein-N-Gehalt (ANONYMUS 1997) und der Buttersäure-Konzentration (THEUNE 1979). Darüber hinaus wurde die Milchsäure-Konzentration kolorimetrisch (HAAKER et al. 1983), die flüchtigen Fettsäuren und die Ethanol-Konzentration gaschromatographisch nach THEUNE (1979) erfasst. Die Ergebnisse wurden getrennt nach Jahren varianzanalytisch verrechnet. Zum Vergleich der Mittelwerte wurde der multiple t-Test mit einer Sicherheitsgrenze von 5 % herangezogen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Festuca arundinacea weist in allen Jahren die geringsten Z/Pk-Quotienten auf, vgl. Abb. 1.; *x Festulolium* und *Lolium perenne* besitzen vergleichbare Quotienten. Grund dafür sind die geringeren Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate, was Aussagen von ZILAKOVA et al. (1998) und CUNDERLIKOVA et al. (2002) bestätigt. Im Jahr 2000 liegen die Z/Pk-Quotienten aufgrund geringerer Pufferkapazitäten insgesamt höher als in den anderen Jahren; der Z/Pk-Grenzwert von 2,0 bei 30 % TS (WEISSBACH et al. 1977) wird jedoch immer erreicht. Die Nitrat-Konzentrationen liegen in allen vier Jahren bei allen Gräsern unterhalb der Konzentration von 0,05 % in der TS (WEISSBACH & HONIG 1996, WEISSBACH 1998), vgl. Abb. 2. Lediglich im Jahr 1998 weist *Festuca arundinacea* mit 0,03 % erhöhte Nitratwerte auf.

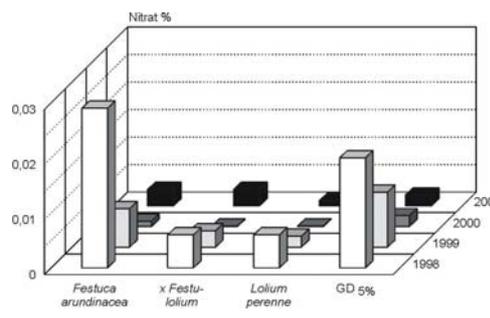
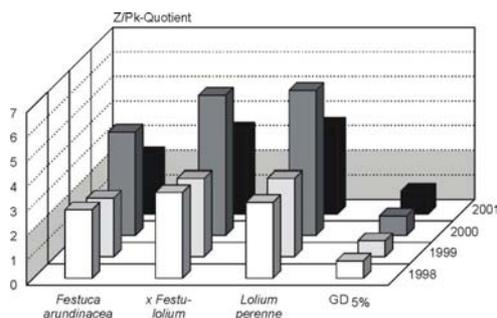


Abb. 1: Z/Pk-Quotienten in Abhängigkeit von Art und Untersuchungsjahr

Abb. 2: Nitrat-Konzentrationen in Abhängigkeit von Art und Untersuchungsjahr

Im Gegensatz zu den Untersuchungen von CHESTNUT et al. (1988), PINOSA et al. (1995) und ZILAKOVA et al. (1998) gibt es offenbar keine Unterschiede in der Silagequalität von *Festuca arundinacea*-, *x Festulolium*- und *Lolium perenne*-Silagen. Die pH-Werte der Silagen aller drei Gräser liegen auf einem ähnlichen Niveau, vgl. Abb. 3; lediglich 1998 wird der kritische pH-Wert von 4,5 (WEISSBACH et al. 1977) aufgrund niedrigerer Milchsäure-Konzentrationen und höheren Buttersäure-Konzentrationen, vgl. Abb. 4, nicht erreicht. Dies wird auch aus der höheren Konzentration flüchtiger Fettsäuren ersichtlich. Die Buttersäure-Konzentrationen liegen 1998 zwischen 2,3 und 5,2 %; *x Festulolium*-Silagen weisen dabei die niedrigsten, *Lolium perenne*- und *Festuca arundinacea*-Silagen die höchsten Werte auf, vgl. Abb. 4. Beim NH₃-N-Anteil am Rohprotein-N-Gehalt weist *Festuca arundinacea* etwas erhöhte Werte auf; diese liegen aber im

Gegensatz zu PINOSA et al. (1995) meist unter 8 %, ab dem ein relevanter Eiweißabbau stattgefunden hat (WIERENGA 1961).

Insgesamt betrachtet kann festgestellt werden, dass *Festuca arundinacea*-Silagen vergleichbare Qualitäten wie *x Festulolium*- und *Lolium perenne*-Silagen erreichen; sie können somit entsprechend den Untersuchungen von MURPHY et al. (1987) an Wiederkäuer verfüttert werden.

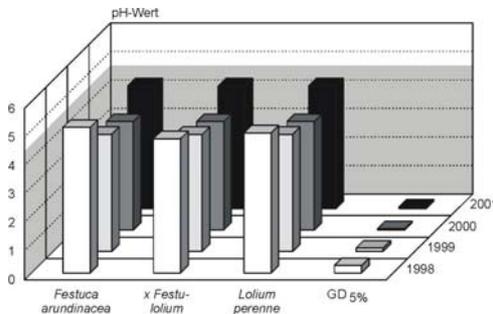


Abb. 3: pH-Werte in Abhängigkeit von Art und Untersuchungsjahr

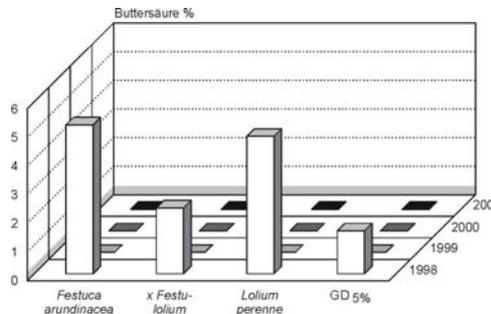


Abb. 4: Buttersäure-Konzentrationen in Abhängigkeit von Art und Untersuchungsjahr

4. Zusammenfassung

- *Festuca arundinacea* weist tendenziell geringere, gesicherte Z/Pk-Quotienten auf als *x Festulolium* und *Lolium perenne*; der Grenzwert von 2,0 bei 30 % TS wird bei allen Gräsern in sämtlichen Jahren erreicht.
- Die Nitrat-Konzentrationen sind zur Erzeugung gärbiologisch einwandfreier Silagen nicht ausreichend; ein Einsatz von Nitrat- oder Nitritzusätzen zur Sicherung buttersäurefreier Silagen ist offenbar lohnend.
- Die Qualität von *Festuca arundinacea*-Silagen ist vergleichbar mit denen von *x Festulolium*- und *Lolium perenne*; sie besitzen somit eine ausreichende Qualität für die Wiederkäuerfütterung.

5. Literatur

- ANONYMUS, 1997: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Bd. 3, Verl. VDLUFA, Darmstadt.
- CHESTNUT, A. B., L. L. BERGER & G. C. FAHEY, 1988: Effects of conservation methods and anhydrous ammonia or urea treatments on composition and digestion of tall fescue. J. Anim. Sci. **66**, 2044-2056.
- CUNDERLIKOVÁ, M., J. ZILÁKOVÁ, M. POLÁK, D. RATAJ & I. ILAVSKÁ, 2002: Ensilage capacity and silage quality for a range of grasses with relation to the particular cuts, fertiliser nitrogen application and the treatment of herbage at ensiling. Grassl. Sci. Europe 7, 192-193.
- HAAKER, K., H.-J. BLOCK & F. WEISSBACH, 1983: Zur kolorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenyl. Arch. Tierernährung 33, 505-512.
- HONOLD, F. & B. HONOLD, 1991: Ionenselektive Elektroden: Grundlage und Anwendung in Biologie und Medizin. Verl. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.
- MATCHES, A. G., 1979: Management. In BUCKNER, R. C. & L. P. BUSH (Hrsg.): Tall fescue. Americ. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, 171-199.

- MURPHY, E. J., R. A. ADAMS, J. E. TOMLINSON, W. H. MCGEE & J. G. BAKER, 1987: Performance of lactating cows fed corn silage, ryegrass or endophyte-free fescue as the sole forage. *J. Dairy Sci* **70**, 2676 ff.
- OPITZ v. BOBERFELD, W. & M. STERZENBACH, 1999: Winteraußenhaltung von Mutterkühen unter dem Aspekt Standort, Umwelt und Futterwirtschaft. *Z. Kulturtech. u. Landentwick.* **40**, 258-262.
- OPITZ v. BOBERFELD, W. & D. WOLF, 2002: Zum Effekt pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Qualität und Ertrag von Winterfutter „auf dem Halm“. *German J. Agron.* **6**, 9-16.
- PINOSA, M., M. MAFFAI, E. D'AGARO, E. TIBALDI & P. BERALDO, 1995: *Festuca arundinacea*: A chemical and nutritive value of fresh fodder, silage and hay. *Zoot. Nutr. Anim.* **21**, 3-12.
- PRAGER, V., 1983: Untersuchungen über den landwirtschaftlichen Nutzwert des Rohrschwingels (*Festuca arundinacea* Schreb.). Diss. Gießen.
- SCHRADER, A. & H. KALTHOFEN, 1987: Gräser. Biologie, Bestimmung, wirtschaftliche Bedeutung. Deutscher Landwirtschaftsverl., Berlin.
- THEUNE, H. H., 1979: Gaschromatographische Bestimmung der kurzkettigen Fettsäuren einschließlich Ethanol und Milchsäure aus Gärfutter. Ein Methodenvergleich. *Landwirtsch. Forsch.* **26**, 540-547.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Deutsche Akad. Landw.-Wiss. Berlin **92**, 211-220.
- WEISSBACH, F., 1998: Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärungsverlaufes bei der Bereitung von Silage durch Wiesenkräuter verschiedener Spezies im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen. *Landbauforsch. Völkenrode*, Sonderh. 185.
- WEISSBACH, F. & H. HONIG, 1996: Über die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. *Landbauforsch. Völkenrode* **46**, 10-17.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, P. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE & O. KNABE, 1977: Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Aufl., Hrsg.: Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin.
- WIERENGA, G., 1961: Über den Einfluß des Grünfutters auf die Gärung. *Futterkonservierung* **1**, 27-35.
- WILMAN, D. & P. REZVANI MOGHADDAM, 1998: In vitro digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. *J. Agric. Sci.* **131**, 51-58.
- WOLF, D., 2002: Zum Effekt von Pflanzenbestand, Vornutzung und Nutzungstermin auf Qualität und Masse von Winterweidefutter. Diss. Gießen.
- WOLF, D. & W. OPITZ v. BOBERFELD, 2003: Effects of nitrogen fertilization and date of utilization on quality and yield of tall fescue in winter. *J. Agron. Crop Sci.* **189**, 47-53.
- YEMM, E. W. & A. J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* **54**, 508-514.
- Zilakova, J., S. Knotek & N. Gaborcik, 1998: Assessment of ensilage capacity and quality of silage from some grasses and their intergeneric hybrids. Breeding for a multifunctional agriculture. Proc. 21th Meeting of the fodder crops and amenity grasses section of EUCARPIA, Switzerland, 24-26.

Zur Eignung nicht perennierender *Lolium spec.* als Ackerpferch-Zwischenfrüchte bei variierenden Saat- und Ernteterminen

von

S. Echternacht und W. Opitz von Boberfeld

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

1. Einleitung

Ganzjährige Weidehaltung von Mutterkühen bietet gegenüber der Winterstallhaltung den Vorteil reduzierter Gebäudekosten und Aufwendungen für Konserven (VAN KEUREN 1970, DEBLITZ et al. 1993, HOCHBERG 1998). Wo Winterweiden eine unzureichende Tragfähigkeit aufweisen, bieten Stroh- und Ackerpferchhaltung die Möglichkeit für Mutterkuh- und Fleischrinderhalter, die Winteraußenhaltung zu praktizieren (OPITZ v. BOBERFELD 1997). Strohperche bieten ebenfalls den Vorteil, dass Stallkosten eingespart werden, als Winterfuttergrundlage muss jedoch auf Heu und Silage zurückgegriffen werden. Ferner sind ausreichende Mengen an Einstreu vorzuhalten, um den Eintrag größerer Nährstoffmengen in den Boden zu verhindern (OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999). Ackerpferche hingegen bieten, wie bei Winterweide auf Dauergrünland, auch Einsparungsmöglichkeiten durch Verlängerung der Weideperiode, wodurch der Bedarf an kostenintensiven Futterkonserven gesenkt werden kann. Neben der Nutzung von Ausfallgetreide und Stoppelresten bietet sich die Möglichkeit der gezielten Verbesserung des Futterangebots durch Zwischenfrüchte an. Zwischenfrüchte liefern ein hochverdauliches Grundfutter, das je nach Bedarf durch qualitativ weniger hochwertige Konserven (= Stroh oder Heu von überständigen Aufwüchsen, z.B. von Naturschutzflächen) ergänzt werden kann. Des Weiteren deckt der Anbau von Zwischenfrüchten eine Vielzahl von ökologischen Funktionen ab, wie Erosionsschutz, Wasserschutz, Humusaufbau, biologische Unkrautregulierung und Schädlingsbekämpfung (KREMER-SCHILLINGS 1981, SCHÄFER 1991, RENIUS 1992).

Welchen Einfluss der Saattermin, der Zeitpunkt der Nutzung sowie die Witterung auf den Ertrag und die Qualität von Ausfallgetreide (*Hordeum vulgare*), *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini* und *Lolium multiflorum* ssp. *italicum* haben, wird in dieser Untersuchung, mit dem Ziel die Bewirtschaftung derartiger Bestände zu optimieren, vergleichend betrachtet.

2. Material und Methoden

Die untersuchten Varianten sind Teil eines Freilandversuches auf dem Gelände Versuchstation Linden-Forst (160 m ü. NN). Die Varianten sind nach dem Plan einer Spaltanlage mit drei Wiederholungen angeordnet. Um den für Arten bzw. Sortentypen zu fordernden Verallgemeinerungsgrad sicherzustellen, wurde bis auf *Hordeum vulgare*, bei der es sich um eine Ausfallgetreide-Simulation mit mechanisch gereinigtem Erntegut handelt, von einem Sortengemisch Gebrauch gemacht, vgl. Tab. 1. Die Witterungsdaten im Ansaat- und Folgemonat sowie der Jahresdurchschnitt sind in Tab. 2 dargestellt. Die Energiedichte wurde mit dem Hohenheimer Futterwerttest als umsetzbare Energie (= ME) nach der Formel 16e (STEINGASS & MENKE 1986) geschätzt. Ergosterol wurde nach Verseifung und Extraktion in Petrolether mit der HPLC am UV-Detektor bestimmt (SCHWADORF & MÜLLER 1989). In den Abb. 1 und 2 sind für die Zielgrößen Ertrag und Energiedichte beide Saattermine zusammengefasst dargestellt, da sich lediglich für die Energiedichte in 2001 ein signifikanter Einfluss des Faktors Saattermin feststellen lässt; eine Interaktion Saattermin x Erntetermin besteht nicht. Abb. 3 zeigt auf-

Tab. 1: Varianten, angeordnet als Spaltanlage

Faktoren	Stufen
1. Früchte	1.1 <i>Hordeum vulgare</i> (Ausfallgetreide-Simulation , 500 kg*ha ⁻¹) 1.2 <i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>gaudini</i> 4n, spät (ANDY, JIVET – 50 kg*ha ⁻¹) 1.3 <i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>italicum</i> , 4n (FABIO, ZORRO – 50 kg*ha ⁻¹)
2. Saattermin	2.1 Ende Juli (S1) 2.2 Mitte August (S2)
3. Erntetermin	3.1 Anfang November (E1) 3.2 Mitte Dezember (E2) 3.3 Ende Januar (E3)
4. Jahr	4.1 2001/2002 4.2 2002/2003

grund eines signifikanten Einflusses des Faktors Saattermin und einer gesicherten Interaktion Saattermin x Erntetermin und Saattermin x Frucht die Ergosterol-Konzentrationen beider Saattermine.

Tab. 2: Klimadaten der Versuchsjahre

Merkmal	Jahr	Feb. 2001 – Jan. 2002	Feb. 2002 – Jan. 2003
Niederschlagssumme in mm / Durchschnittliche Temperatur in °C	August	33,5 mm 18,8 °C	103,9 mm 21,2 °C
	September	85,7 mm 12,7 °C	43,9 mm 18,2 °C
	Jahr	737,7 mm 9,9 °C	939,3 mm 12,0 °C
Anzahl der Schneetage		29	0
Anzahl der Frosttage		38	43
Anzahl der Eistage		15	19

3. Ergebnisse und Diskussion

Während in 2001, mit einer Trockenphase während der Saattermine und einer über längere Zeit geschlossenen Schneedecke vor der letzten Ernte, der Ertrag zum letzten

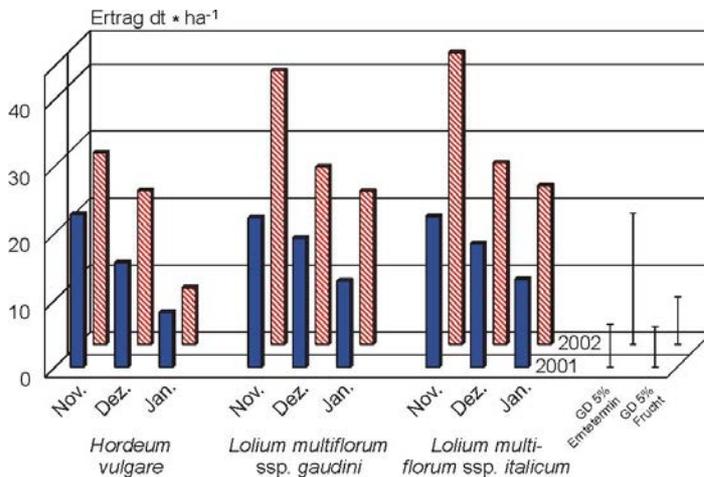


Abb. 1: Ertrag in Abhängigkeit von Frucht, Erntetermin und Jahr

der Ertrag zum letzten Erntetermin im Januar signifikant abnimmt, zeigt sich kein gesicherter Einfluss der Frucht; die Erträge der Gräser und des Ausfallgetreides sind stets gleich. Im niederschlagsreichen, aber schneefreien Winter 2002/2003 zeigt sich bei einem insgesamt deutlich höheren Ertragsniveau ein signifikant höherer Ertrag von *Lolium spec.* im Vergleich zu *Hordeum vulgare*. Ob-

wohl aufgrund von einer parzellenweise erschwerten Keimlingsentwicklung durch Verschlammungen die $GD_{5\%}$ Erntetermin = 19,6 in diesem Jahr relativ hoch ausfällt, ist ein gesicherter Einfluss des Faktors Erntetermin sowohl bei *Hordeum vulgare* als auch bei *Lolium multiflorum* ssp. *italicum*, aber nicht bei *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini* erkennbar. Bei einer Erhöhung der Irrtumswahrscheinlichkeit auf $\alpha = 10\%$ ist die Wirkung auch hier signifikant. Die Energiedichte ist mit Werten im Bereich von 7,7 – 11,5 (Mittelwert = 9,9, gemittelt über alle Jahre, Saat- und Erntetermine) noch recht hoch. In beiden Jahren zeigt sich ein signifikant höheres Energieniveau von *Lolium spec.* gegenüber *Hordeum vulgare*. Des Weiteren ist in 2002 ein gesicherter Einfluss des Erntetermins vorhanden. Aufgrund von Seneszenz, Frostschäden und Absterben von Pflanzenteilen nimmt die Qualität des Futters im zweiten Versuchsjahr deutlich ab. Die hier nicht getrennt dargestellten Energiedichten des zweiten Saattermins liegen im ersten Versuchsjahr im Bereich von 9,3 – 11,2 (Mittelwert = 10,1) MJ ME * kg^{-1} TS gegenüber Ergebnissen des ersten Saattermins mit 7,7 – 10,2 (Mittelwert = 9,4) MJ ME * kg^{-1} TS. Hier zeigt sich ein gesicherter Einfluss des Saatzeitpunktes, das physiologisch jüngere Pflanzenmaterial hat gesichert höhere Energiewerte.

Während in 2001 die Ausfallgetreidesimulation des ersten Saattermins mit späterer Nutzung

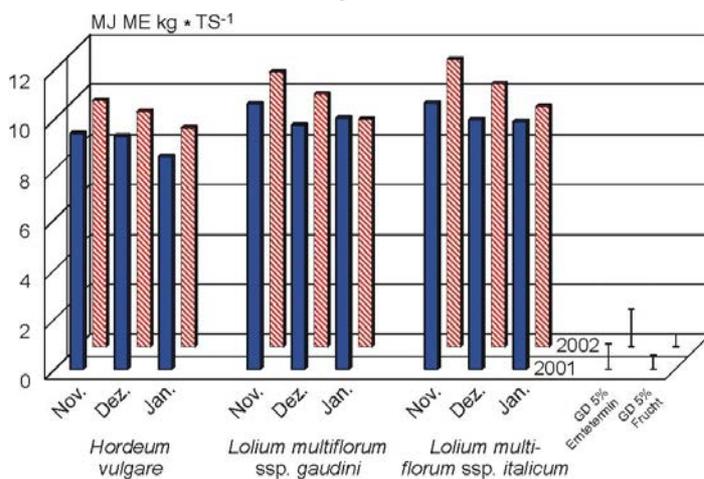


Abb. 2: Energiedichte in Abhängigkeit von Frucht, Erntetermin und Jahr

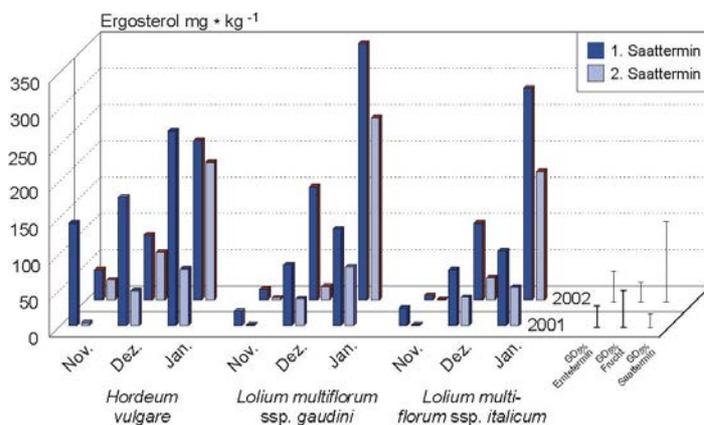


Abb. 3: Ergosterol-Konzentration in Abhängigkeit von Erntetermin, Frucht, Saattermin und Jahr

die signifikant höheren Ergosterolkonzentrationen zeigt, heben sich in 2002 die Gräser der frühen Saat mit gesichert höheren Werten ab. *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini* des ersten Saattermins zeigt in 2002 zum zweiten und dritten Erntetermin die signifikant höchsten

Ergosterolkonzentrationen. *Hordeum vulgare* des ersten Saattermins hat gegenüber den Gräsern im zweiten Versuchsjahr zum dritten Erntetermin gesichert niedrigere Ergosterolgehalte, die sich jedoch auf dem Niveau von 2001 bewegen. *Lolium spec.* beider Saattermine reagieren jahrabhängig unterschiedlich stark auf den fortschreitenden Winter. Des Weiteren zeigt sich mit späterer Nutzung eine deutlich

stärkere Verpilzung des Winterfutter über alle Varianten, vgl. Abb. 3.

Ein gesicherter Effekt des Saattermins auf den Verpilzungsgrad liegt in 2001 für alle Varianten zu allen Nutzungsterminen vor. Im zweiten Versuchsjahr ist ein Einfluss des Saattermins lediglich für *Lolium multiflorum* ssp. *italicum*, zum dritten Erntetermin und für *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini* zum zweiten Erntetermin signifikant; bei einer Erhöhung der Irrtumswahrscheinlichkeit auf $\alpha = 10\%$ ist der Effekt des Saattermins für alle Varianten ab der zweiten Nutzung gesichert.

4. Schlussfolgerung

- Jahrbhängig erreicht die Ausfallgetreidesimulation ähnlich hohe Erträge wie Zwischenfrüchte *Lolium multiflorum* ssp. *italicum* und *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini*.
- Bei fast allen Varianten nimmt der Ertrag zum Erntezeitpunkt Januar signifikant ab, während die Ergosterolgehalte, jahrbhängig unterschiedlich stark, gesichert zunehmen.
- Während für die Energiedichte der Einfluss des Erntetermins nur in 2002 gesichert ist, zeichnet sich in beiden Wintern ein signifikanter Unterschied zwischen *Hordeum vulgare* und *Lolium spec.* ab, wobei jedoch der niedrigste Wert im Januar mit 7,7 MJ ME auch bei der kostengünstigen Nutzung des Ausfallgetreides für Mutterkühe als noch ausreichend bewertet werden kann.
- In beiden Untersuchungsjahren kann dem Faktor Saattermin nur bedingt ein gesicherter Einfluss auf Futterqualität zugeordnet werden. Ein weitaus größerer Effekt geht anscheinend von der jeweiligen Witterung aus, wobei ein weiteres Untersuchungsjahr abzuwarten bleibt, um eindeutigere Aussagen treffen zu können.

5. Literatur

- DEBLITZ, C., M. RUMP, S. KREBS und U. BALLIET, 1993: Beispiele für standortangepasste Mutterkuhhaltung in Ostdeutschland. Tierzüchter **45**, 24-29.
- HOCHBERG, H., 1998: Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter. Ber. 42. Jahrest. AG Grünland u. Futterbau, Gießen, 30-36.
- KEUREN, R.W. VAN, 1970: All-season grazing for beef cow. Research Summary No. 43. Ohio Agri. Res. Dev. Center. p. 1-13.
- KREMER-SCHILLINGS, W., 1981: Untersuchungen zur Wirkung von Zwischenfrüchten auf Ertrag und Qualität einer Fruchtfolge. Diss. Bonn
- OPITZ v. BOBERFELD, W., 1997: Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Landw. **75**, 604-618.
- OPITZ v. BOBERFELD, W. und M. STERZENBACH, 1999: Winteraußenhaltung von Mutterkühen unter den Aspekten, Standort, Umwelt und Futterwirtschaft. Z. Kulturtechnik Landentw. **40**, 258-262.
- RENIUS, W., 1992: Ziele und Anbauformen für Zwischenfrüchte. In: RENIUS, W., E. und N. LÜTKE ENTRUP (Hrsg.): Zwischenfruchtbaue zur Futtergewinnung und Gründüngung. DLG-Verlag, Frankfurt (Main), 51-121
- SCHÄFER, K., 1991: Zur Verminderung der Erosion im Maisanbau durch Zwischenfrüchte und Mulchsaat. - Feldwirtschaft **32**, 458-561.
- SCHWADORF, K. und H. -M. MÜLLER, 1989: Determination of ergosterol in cereals, feed components and mixed feed by liquid chromatographie. J. Assoc. Anal. Chrom. **72**, 457-462.
- STEINGASS, H. und K.H. MENKE, 1986: Schätzungen des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 1. Mitteilungen: Untersuchungen zur Methode. - Übers. Tierern. **14**, 251-270.

Untersuchungen zur Kennzeichnung der Siloreife von Mais

von

Friedrich Weißbach*, Uwe von Borstel**, Carsten Rieckmann** und Paul E. Rudolph***

*Elmenhorst bei Rostock, **Landwirtschaftskammer Hannover

***Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf

Problem

Um das Ertragspotential von Silomais auszuschöpfen und die Qualitätsansprüche von Rindern mit hoher Leistung erfüllen zu können, sollte der Silomais möglichst erst dann geerntet werden, wenn die Stärkeeinlagerung in das Korn weitgehend abgeschlossen ist. Außerdem sollten aber die vegetativen Pflanzenteile zur Zeit der Ernte möglichst noch vital sein, damit ein starker Feldpilzbefall und ein für die Silierung unzuweckmäßig hoher Trockenmassegehalt der ganzen Maispflanze vermieden werden können. Da es Silomaisarten mit sehr unterschiedlichem Abreifeverhalten von generativen und vegetativen Pflanzenorganen gibt, ist der Trockenmassegehalt der ganzen Pflanze allein kein hinreichendes Kriterium zur Bestimmung des richtigen Erntezeitpunktes. Vielmehr erscheint eine Beurteilung des generativen Entwicklungsstadiums für die Entscheidung über den Erntezeitpunkt notwendig. Kriterium dafür, wie weit die Stärkeeinlagerung in das Korn fortgeschritten ist, könnte der Trockenmassegehalt der Maiskörner sein. Es ist bisher aber nicht hinreichend untersucht, bei welchem TM-Gehalt die Kornfüllung abgeschlossen ist. Diese Frage anhand von konventionellen Feldversuchen zu beantworten, ist schwierig, weil Vergleiche im Stärkeertrag zwischen verschiedenen Reifestadien des Silomais immer mit potentiell großen Versuchsfehlern behaftet sind. Außerdem erfordern Zeitreihenmessungen nach der üblichen Methodik einen sehr großen versuchstechnischen Aufwand. Im Folgenden wird über Untersuchungen nach einem anderen methodischen Prinzip berichtet, das diese Nachteile vermeidet.

Material und Methode

Gegenstand von Zeitreihenmessungen war die Entwicklung des Trockengewichtes je Maiskorn bei verschiedenen Silomaisarten im Reifeverlauf von der beginnenden Teigreife bis zur Körnerreife. Dazu wurden an 3 Standorten in Niedersachsen (Bramstedt, Celle-Bostel und Dasselsbruch) über 3 Jahre (2000-2002) Versuchspartien von je 7 Sorten in wöchentlichem Abstand (6 bis 7 Termine) beprobt. Die Sorten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Eine der Sorten (Pedro) wurde nur im ersten Jahr geprüft und im zweiten durch eine andere (Oldham) ersetzt. Alle übrigen Sorten sind 3-jährig geprüft worden. An jedem Beprobungstermin wurden jeweils 2 x 6 bestandestypische Kolben entnommen. Die Kolben wurden in der Mitte durchgebrochen. Von beiden Seiten der Bruchstelle sind dann so viele Körner ausgerebbelt worden, dass eine Durchschnittsprobe gebildet werden konnte. Von diesen Proben wurden 2 x 50 g abgewogen, die Körner bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, erneut gewogen und anschließend gezählt. Auf diese Weise ließen sich der TM-Gehalt im Korn und gleichzeitig das Trockengewicht je Korn (bzw. die Tausendkornmasse in g TM) errechnen. Die je 4 Laborwiederholungen wurden gemittelt und das Mittel bei der Auswertung als Einzelwert betrachtet. Parallel ist auch der TM-Gehalt der Maisganzpflanzen auf die übliche Weise gemessen worden. Alle Sorten haben an jedem Standort und in jedem Jahr, soweit sie geprüft wurden, die Körnerreife erreicht. Tabelle 1 zeigt den Variationsbereich der gemessenen Parameter. Um Zusammenhänge zwischen Reife- und Witterungsverlauf prüfen zu können, wurden die Temperaturmeßdaten von nahegelegenen Wetterstationen herangezogen.

gen und daraus die Wärmesumme nach APGM (beginnend ab Aussaat, Basistemperatur 6°C) berechnet. Für die biostatistische Auswertung wurde das Programmsystem SAS, Version 8.2, benutzt.

Tab. 1: Extremwerte der erhobenen Versuchsdaten nach Sorten

Sorte	n	Erreichtes Maximum im jeweiligen Versuch Tausendkornmasse g TM	Minima und Maxima über alle Orte, Jahre und Erntetermine	
			TM-Gehalt im Korn %	TM-Gehalt in der Ganzpflanze %
Airbus	59	268 ... 293	41 ... 75	21 ... 46
Fuego	59	227 ... 285	38 ... 75	23 ... 55
Justina	59	237 ... 302	39 ... 70	22 ... 53
Lenz	59	252 ... 341	38 ... 70	22 ... 48
Magister	59	248 ... 336	33 ... 69	20 ... 59
Oldham	40	246 ... 334	42 ... 73	20 ... 47
Pedro	18	239 ... 259	37 ... 67	25 ... 49
Volvik	59	251 ... 329	37 ... 71	23 ... 51

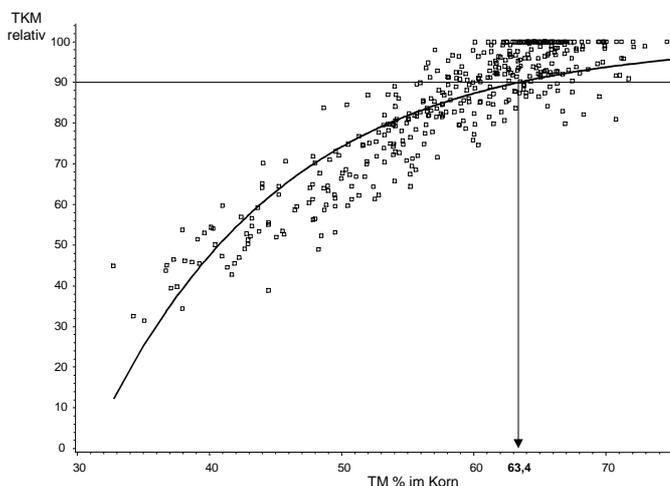


Abb. 1: Beziehung zwischen dem prozentualen TM-Gehalt im Korn und dem relativierten Trockenkorngewicht (TKM, relativ) von Mais im Reifeverlauf – Ableitung eines Vorhersagewertes für den TM-Gehalt bei 90% Kornfüllung

Ergebnisse

Im Verlauf der Reife wächst das Trockengewicht der Maiskörner durch die zunehmende Einlagerung von Stärke an. Das dabei erreichbare Maximum hängt erwartungsgemäß nicht nur von der Sorte, sondern sehr stark auch von den Wachstumsbedingungen, also vom Standort und von der Jahreswitterung ab (Tabelle 1). Um das reifeabhängige Ausmaß der Kornfüllung beurteilen und vergleichen zu können, wurden deshalb zunächst die Trockenkorngewichte in Relativzahlen umgerechnet, wobei das im jeweiligen Versuchsjahr am jeweiligen Ort von der betreffenden Sorte erreichte Maximum als Bezugsbasis diente. Der TM-Gehalt des Kornes (x) wurde dann in Beziehung zu diesen Relativzahlen der Kornfüllung (y) gesetzt und diese Beziehung

umfangreichen Regressionsanalysen unterzogen. Dabei erwies sich, dass die Beziehung sachlogisch am besten durch eine Exponentialfunktion mit vorgegebenem Maximum erfasst wird. Auf Abbildung 1 ist diese Beziehung für alle 412 Datensätzen und in Tabelle 2 sind die Parameter der Regressionen für die einzelnen Orte, Jahre und Sorten dargestellt. Es zeigt sich, dass der TM-Gehalt im Korn zur allgemeingültigen Kennzeichnung der generativen Reife von Silomais gut geeignet ist, dass aber auf diesem Wege ein Endpunkt der Kornentwicklung nicht fixiert werden kann. Ursache dafür sind Witterungseinflüsse, die auch noch nach Abschluß der Stärkeeinlagerung in das Korn seinen TM-Gehalt variieren lassen. Aber selbst für einen als Ziel für die Silomaisernte vorzuschlagenden Kornfüllungsgrad von 90% wird ein TM-Gehalt im Korn von im Mittel 63,4% benötigt. Dieser Wert liegt deutlich höher als erwartet. Im nächsten Auswertungsschritt wurden Regressionsmodelle für die Beziehungen zwischen dem TM-Gehalt im Korn einerseits und der Wärmesumme bzw. dem TM-Gehalt der Ganzpflanze andererseits angepasst.

Tab. 2: Ergebnisse der Regressionsanalysen für die Beziehung zwischen dem prozentualen TM-Gehalt des Kornes (x) und dem relativierten Trockenkorngewicht (y) im Reifeverlauf des Silomaises; Modell: $y = 100 + b e^{c \cdot x}$

Daten	n	b	c	RSD (s _y)	TM % im Korn für 90 % Kornfüllung
Insgesamt	412	-896,8	-0,0710	7,4	63,4
Standorte					
Bramstedt	126	-977,4	-0,0723	7,4	63,3
Celle	140	-796,1	-0,0697	8,1	62,8
Dasselsbruch	146	-992,0	-0,0720	6,5	63,9
Versuchsjahre					
2000	132	-801,4	-0,0704	7,3	62,3
2001	140	-1582,2	-0,0818	6,3	61,9
2002	140	-941,2	-0,0696	7,7	65,3
Sorten					
Airbus	59	-1973,5	-0,0842	6,3	62,7
Fuego	59	-1188,1	-0,0738	6,9	64,7
Justina	59	-1640,8	-0,0839	7,2	60,8
Lenz	59	-1117,2	-0,0763	6,9	61,8
Magister	59	-637,3	-0,0658	7,7	63,1
Oldham	40	-1510,7	-0,0782	6,9	64,1
Pedro	18	-991,8	-0,0770	4,6	59,7
Volvik	59	-948,3	-0,0709	7,3	64,2

Das erfolgte, um vorhersagen zu können, welche Wärmesumme für 90% Kornfüllung notwendig ist und welcher TM-Gehalt der ganzen Maispflanze bei 90% Kornfüllung dann zu erwarten ist. Für beide Beziehungen erwiesen sich quadratische Regressionsmodelle als gut geeignet. Die aus diesen Regressionen abgeleiteten Vorhersagewerte finden sich in Tabelle 3. Die einzelnen Sorten sind hier in der Reihenfolge der so ermittelten Wärmesummen aufgeführt. Dabei ergab sich ein äußerst enger Zusammenhang zwischen der Körnerreifezahl, soweit diese für die Sorten vorliegen, und dem Wärmesummenbedarf. Es sind dann die Vorhersagewerte getrennt für 2 Sortengruppen ermittelt worden. Gruppe A umfasst Sorten mit lange grün bleibender Restpflanze bzw.

sehr früher Stärkeeinlagerung („stay green“-Sorten), Gruppe B solche mit schneller vergilbender Restpflanze bzw. späterer Stärkeeinlagerung („dry down“-Sorten).

Tab. 3: Wärmesummenbedarf für 90% Kornfüllung und dann zu erwartender TM-Gehalt der Maisganzpflanzen

Sorte	Reifezahlen	Wärmesumme für 90% Kornfüllung	Vorhersagewert (VW) für den TM- Gehalt der Ganzpflanzen in %	
			VW	VW \pm RSD
Einzel Sorten				
Airbus	K 210, S 240	1.422	32,1	29,2 ... 35,1
Oldham	S 220	1.425	33,5	30,0 ... 36,9
Fuego	K 220, S 250	1.443	33,9	30,1 ... 37,7
Volvik	K 230, S 230	1.461	35,5	31,9 ... 39,0
Justina	S 210	1.468	37,7	34,2 ... 41,2
Pedro	S 220	1.471	39,0	35,7 ... 42,2
Lenz	K 240, S 240	1.478	35,2	31,4 ... 39,0
Magister	K 260, S 250	1.519	36,8	32,0 ... 41,6
Sortengruppe A (Airbus, Oldham und Fuego)		1.431	33,1	29,7 ... 36,5
Sortengruppe B (alle übrigen Sorten)		1.483	36,3	32,3 ... 40,3

Für den Ganzpflanzen-TM-Gehalt ist jeweils der aus der Regressionsgleichung sich ergebende Vorhersagewert (VW) und der aus diesem unter Subtraktion bzw. Addition der Rest-Standardabweichung (RSD) resultierende und in der Praxis zu erwartende Wertebereich angegeben. Der TM-Gehalt von Silomais soll im Interesse einer problemlosen Konservierung zwischen 28 und 35% liegen. Als Ergebnis dieser Untersuchungen zeigt sich nun, dass bei der Ernte des Silomais mit rund 63% TM im Korn, was einer Ausschöpfung des Stärkeertragspotentials von etwa 90% entspricht, TM-Gehalte der Ganzpflanze unterhalb des genannten Bereiches selbst bei den „stay green“-Sorten nicht zu erwarten sind. Dagegen wird bei den konventionellen Sorten im Zustand der gleichen generativen Reife die kritische Obergrenze des TM-Gehaltes der Ganzpflanze oftmals deutlich überschritten. Bei ihnen ist eine angemessene Ausschöpfung des Stärkeertragspotentials ohne erhebliche Risiken, die von zu trockenen Silagen ausgehen, somit nicht möglich. Der Vorteil der „stay green“-Sorten wird damit erneut bestätigt.

Literatur

- AMLER, R (2003): Exakte Mais-Reifebestimmung. Neue Landwirtschaft, Heft 2, 48-50
- RATH, J., HERRMANN, A., KORNER, A. & HÖPPNER, F. (2002): Den Erntetermin von Silomais vorhersagen? MAIS, 30, Heft 4, 144-147
- SAS Institute Inc. (1999): SAS/STAT User's Guide, Vers. 8, Cary, NC: SAS Instit. Inc.
- SEN, A. & SRIVASTAVA, M. (1990): Regression Analysis, Theory, Methods, and Applications. Springer-Verlag New York.
- PICKERT, J., HERTWIG, F. & SCHUPPENIES, R. (2001): Schätzung des Erntetermins von Silomais in Norddeutschland auf der Grundlage von Wärmesummen. 45. Jahrestagung AGGF in Gumpenstein, Kurzfassungen der Referate und Poster, 69-70
- WEISSBACH, F. & AUERBACH, H. (1999): Wann ist der Mais siloreif? MAIS, 27, Heft 2, 72-77

Untersuchungen zur Kennzeichnung der Fructangehalte verschiedener Gräserarten

von

Uwe von Borstel und Jürgen Gräßler

Landwirtschaftskammer Hannover, Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futterkonservierung e.V.

1. Einleitung und Problemstellung

Fructane sind die Hauptspeicherform der Assimilate in Futtergräsern. Als Reservekohlenhydrat werden sie vorwiegend im Stängelparenchym und in der Halmbasis gespeichert. Fructane treten in der Pflanze als Fructo-Oligosaccharide und als Polysaccharide auf. Das Pferd verfügt nicht über körpereigene Enzyme, um Fructane verdauen zu können. Fructane unterliegen allerdings im Dickdarm einer raschen mikrobiellen Fermentation (HOFFMANN et al., 2001).

In neueren Literaturangaben (COENEN et al., 2002) wird die Erkrankung der Pferde an Hufrehe (Laminitis) mit der überhöhten Zufuhr von Fructanen über das Futter in Verbindung gebracht.

Fructane passieren den Pferdemagen und anschließend den Dünndarm zum größten Teil unverdaut. Bei entsprechender Aufnahme gelangen sie in erheblichen Mengen in den Dickdarm. Insbesondere im Blinddarm ist die Darmflora nicht auf die Verarbeitung größerer Mengen rasch fermentierbarer Fructane eingestellt. In Abhängigkeit von der Fructanmenge kann es zu einer übermäßigen Vermehrung von Bakterien kommen, die den Darminhalt bis hin zu einer Caecum-Acidose ansäuern. Die Folge ist ein massenhaftes Absterben von Bakterien und die Bildung von Endotoxinen, die über die geschädigte Darmwand in die Blutbahn gelangen können und Auslöser für die gefürchtete Hufrehe sind. Die Erkrankung drückt sich in einer Durchblutungsstörung und letztendlich in einer Entzündung der Huflederhaut aus, die zu schweren, irreparablen Schädigungen führen kann.

Im Rahmen eines Screenings hat die vorliegende Untersuchung das Ziel, den Fructangehalt verschiedener Gräserarten und –sorten unter standardisierten Anbaubedingungen zu kennzeichnen. Die bisher einjährig vorliegenden Versuchsergebnisse sollen einen Beitrag dazu leisten, mit welchen Gräserarten und –sorten fructanarmes Futter für Pferde erzeugt werden kann.

2. Material und Methoden

Die Ermittlung der Fructangehalte erfolgte im Rahmen eines Versuches, der im Herbst 2001 auf dem Versuchsfeld Dasselsbruch angelegt worden ist. Einzelheiten zur agronomischen Beschreibung des Versuches sind im Versuchsbericht Grünland der LWK Hannover aufgeführt (Landwirtschaftskammer Hannover, 2002).

In den Ergebnistabellen (Tab. 1 und 2) sind die Varianten des Versuches aufgeführt. Wegen der Bedeutung des Deutschen Weidelgrases (DW) wurden bei dieser Grasart frühe, mittlere und späte di- und tetraploide Sorten und beim Welschen Weidelgras di- und tetraploide Sorten zusätzlich im Versuch berücksichtigt.

Die Varianten wurden insgesamt 4-mal pro Jahr geschnitten. Wegen des möglichen Einflusses des Schnittermines auf den Fructangehalt wurde bei den ersten drei Schnitten jeweils zwischen einem frühen und späten Schnittermin differenziert.

Die Untersuchung der Fructangehalte erfolgte nach der „Megazym“ Fructan-Bestimmung (AOAC-Methode bzw. AACC-Methode, 10/2002) im Labor des Institutes für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL Braunschweig, ebenso die umfangreichen Parameter zur weiteren Kennzeichnung des Futterwertes.

3. Ergebnisse

Von den untersuchten Futtergräsern weisen Deutsches Weidelgras und Welsches Weidelgras die höchsten Fructangehalte auf, sie liegen im Mittel der Sorten zwischen 6,5 und 9,6 % i.d.TM (früher bzw. später Schnitt), wie Tabelle 1 zeigt. Vergleichbar hoch sind die Fructangehalte in den Gräsermischungen Standard G I und G III mit einem Anteil an DW von 10 % bzw. 67 %. Deutlich geringere Werte zeigen sich in den übrigen Gräserarten (Tab. 2), im Mittel wurden Gehalte von 4,3 % i.d.TM (früher Schnitt) bzw. 5,4 % i.d.TM (später Schnitt) gemessen. Am niedrigsten ist unter den ansaatwürdigen Gräserarten der Fructangehalt im Wiesenfuchsschwanz mit 1,8 bzw. 3,3 % i.d.TM (im Jahresmittel), gefolgt vom Wiesenlieschgras mit 4,1 bzw. 2,2 % i.d.TM und vom Rotschwingel mit 4,8 bzw. 4,5 % i.d.TM.

Tab. 1: Fructangehalte verschiedener Gräserarten des Deutschen und Welschen Weidelgrases. Screening, Versuchsfeld Dasselsbruch, 2002, LWK Hannover

Nr.	Gräserart / Sorte	Fructangehalt (% i.d.TM)								
		1. Schnitt		2. Schnitt		3. Schnitt		4. Schnitt	Jahresmittel	
		früh	spät	früh	spät	früh	spät		früh	spät
1	Deutsches Weidelgras, Sambin (früh, diploid)	8,4	8,4	6,4	5,7	3,3	2,4	4,3	6,4	7,2
2	Deutsches Weidelgras, Anton (früh, tetraploid)	10,6	5,5	7,1	6,8	4,9	4,0	6,7	8,0	5,4
3	Deutsches Weidelgras, Respect (mittel, diploid)	6,3	7,1	6,2	5,4	2,4	2,7	3,4	4,9	6,1
4	Deutsches Weidelgras, Edda (mittel, tetraploid)	8,9	5,8	6,6	5,5	3,0	3,3	6,0	6,6	5,4
5	Deutsches Weidelgras, Stratos (spät, diploid)	7,7	11,2	8,8	5,8	2,6	2,5	4,8	6,2	8,9
6	Deutsches Weidelgras, Gemma (spät, tetraploid)	7,7	6,4	7,5	8,2	6,4	4,2	5,5	6,9	6,2
7	Welsches Weidelgras, Lemtal (diploid)	7,8	12,1	5,3	6,9	3,5	2,7	7,4	6,7	9,7
8	Welsches Weidelgras, Lipo (tetraploid)	6,5	11,7	4,1	4,6	5,3	3,5	10,3	6,8	9,4
9	Mischung Standard G I	8,8	13,5	6,0	3,5	3,5	4,8	5,5	6,0	9,9
10	Mischung Standard G III	9,7	13,3	6,1	5,6	3,2	3,6	4,5	5,8	10,9
Mittel Sorten DW u. WW		8,0	8,5	6,5	6,1	3,9	3,2	6,0	6,6	7,3
Mittel Deutsches Weidelgras		8,3	7,4	7,1	6,2	3,8	3,2	5,1	6,5	6,5
Mittel Welsches Weidelgras		7,2	11,9	4,7	5,8	4,4	3,1	8,8	6,8	9,6

In den untersuchten Futtergräsern ist insgesamt eine sehr große Spannbreite im Fructangehalt festzustellen, am größten sind die Unterschiede im ersten Aufwuchs ausgeprägt (Wiesenfuchsschwanz 1,6 %, Welsches Weidelgras, Lemtal, 12,1 % i.d.TM).

Auch im zweiten Aufwuchs sind die Unterschiede noch deutlich; die folgenden Schnitte weisen niedrigere Fructangehalte auf, die Unterschiede zwischen den Gräserarten werden dabei zunehmend geringer.

Zwischen frühem und spätem Schnitt sind Unterschiede ebenfalls nur im ersten Aufwuchs deutlich ausgeprägt, wenn auch nicht durchgängig bei allen Gräserarten bzw. Sorten. Während beim frühen tetraploiden Deutschen Weidelgras (Variante 2) bei frühem ersten Schnitt der Fructangehalt doppelt so hoch ist wie beim späten ersten Schnitt, weist beim späten diploiden Deutschen Weidelgras (Variante 5) der späte Schnitt deutlich höhere Gehalte auf. Die anderen Varianten des Deutschen Weidelgrases (Varianten 1, 3, 4, 6) unterscheiden sich nicht wesentlich in beiden Schnittterminen.

Insgesamt weisen die Sorten des Deutschen und Welschen Weidelgrases im Vergleich aller untersuchten Gräser fast durchgehend die höchsten Fructangehalte auf, ebenso wie die Gräsermischungen Standard G I und G III.

Tab. 2: Fructangehalte verschiedener Gräserarten des Grünlandes
Screening, Versuchsfeld Dasselsbruch, 2002, LWK Hannover

Nr.	Gräserart / Sorte	Fructangehalt (% i.d.TM)								
		1. Schnitt		2. Schnitt		3. Schnitt		4. Schn.	Jahresmittel	
		früh	spät	früh	spät	früh	spät		früh	spät
11	Wiesenschnitzgras, Comer	4,5	2,0	2,9	2,6	2,3	2,9	5,0	4,1	2,2
12	Wiesenschwingel, Pradel	7,0	9,7	4,2	4,5	2,3	3,0	4,9	4,8	7,3
13	Wieserispe, Lato	- *	- *	- *	- *	8,2	7,6	3,1	5,2	7,6
14	Rotschwingel, Gondolin	3,8	4,7	3,8	4,0	4,8	4,4	6,3	4,8	4,5
15	Knautgras, Lidaglo	6,0	6,1	4,1	4,0	3,7	2,9	6,2	5,1	5,1
16	Rohrschwingel, Gebrauchssorte	5,8	10,5	4,9	5,9	1,8	2,3	3,5	4,0	8,5
17	Wiesenfuchsschwanz, Gebrauchssorte	1,6	4,3	2,5	2,2	1,1	1,8	2,1	1,8	3,3
18	Gemeine Rispe, Gebrauchssorte	7,2	5,9	8,5	7,5	4,6	2,8	8,5	7,4	5,8
19	Gemeine Quecke, Gebrauchssorte	1,4	6,1		2,0	3,5	7,1	5,8	3,7	6,3
20	Wolliges Honiggras, Gebrauchssorte	2,2	3,7	3,8	3,3	1,6	1,4	2,0	2,3	3,3
Mittel		4,4	5,9	4,3	4,0	3,4	3,6	4,7	4,3	5,4

*) im 1. Jahr nach Versuchsanlage noch keine Aufwuchsleistung

4. Schlussfolgerungen

Die Versuchsanstellung soll als Grundlage für die zukünftige Zusammenstellung einer Gräsermischung für Grünland dienen, mit der Pferdefutter mit niedrigen Fructankonzentrationen produziert werden kann. Mit derartigem Futter könnte die potenzielle Gefährdung hinsichtlich der Entstehung der Hufrehe minimiert werden.

Nach bisherigem Kenntnisstand ist nicht geklärt, welche Mengen Fructan erforderlich sind, die Mikroflora des Dickdarms zu schädigen. Im Fütterungsversuch wurde festgestellt, dass bei Verabreichung von Fructan in Reinform eine Menge von 5 g/kg Körpermasse kritisch sein kann. Dieser Wert ist allerdings nicht auf die Fütterungspraxis zu übertragen, da bei Beweidung die Fructanaufnahme über einen längeren Zeitraum verteilt ist (COENEN, mündlich, 2003).

Nach den vorliegenden ersten Ergebnissen lassen Grünlandbestände mit den Gräserarten Wiesenfuchsschwanz und Wiesenlieschgras als Hauptbestandbildner niedrige Fructangehalte erwarten.

Gräsermischungen mit hohen Anteilen von Deutschem Weidelgras, (das in intensiv bewirtschafteten Weiden und Mähweiden Hauptbestandbildner ist), sind aufgrund der hohen Fructangehalte und damit hinsichtlich der beschriebenen Problematik für die Pferdefütterung weniger geeignet.

Literatur

- COENEN, M. und I. VERVUERT (2002): Risiko Gras – Realität oder übertriebene Befürchtungen. Tagungsband 3. Pferdeworkshop der Justus-von-Liebig-Schule Hannover. Grundfutter – Kraftfutter, ein Spannungsfeld
- COENEN, M. (2003): Mündliche Mitteilung. Tierärztliche Hochschule, Hannover
- HOFFMANN, R.M., J.A. WILSON, D.S. KRONFELD, W.L. COOPER, L.A. LAWRENCE, D. SKLAN und P.A. HARRIS (2001): Hydrolisable carbohydrates in pasture, hay and horse feeds. Direct assay on seasonal variation. I. Animal Sci. 79, 500-506
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (2002): Versuchsbericht Grünland 2002

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Greef und Herrn Hillegeist, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig/Völkenrode danken wir für die Laboruntersuchung der umfangreichen Proben.

Untersuchungen zur Kennzeichnung der Gäreignung verschiedener Gräserarten

von

Uwe von Borstel, Manfred Sommer und Stephan Meyer

Landwirtschaftskammer Hannover

1. Einleitung und Problemstellung

Die Gäreignung der verschiedenen Gräserarten des Grünlandes hat großen Einfluss auf die Qualität der Silagen. Im Vergleich zum Hauptbestandbildner des intensiv bewirtschafteten Grünlandes in Norddeutschland, dem Deutschen Weidelgras, liegen über die Gäreignung verbreiteter autochthoner Gräserarten des Dauergrünlandes vergleichsweise wenig Untersuchungen vor. In jüngster Zeit haben Untersuchungen von BOCKHOLT u. DANIEL (2000) und GRUND u. BOCKHOLT (2002) den Kenntnisstand über die Siliereignung von autochthonen Gräserarten des Niedermoorgrünlandes wesentlich erweitert. Als Ergänzung und Erweiterung zu diesen Arbeiten hat die vorliegende Untersuchung das Ziel, im Rahmen eines Screenings die Gäreignung verschiedener Gräserarten und -sorten unter standardisierten Anbaubedingungen zu kennzeichnen.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen zur Kennzeichnung der Gäreignung verschiedener Gräserarten und -sorten sind an Versuchsproben durchgeführt worden, die unter standardisierten Anbaubedingungen auf dem Versuchsfeld Dasselsbruch im Jahre 2002 geerntet worden sind. Einzelheiten zur agronomischen Beschreibung des Versuches sind im Versuchsbericht Grünland der Landwirtschaftskammer Hannover (LWK H) aufgeführt (LWK H, 2003). Die Varianten des Versuches sind in der Ergebnistabelle (Tabelle 1) aufgeführt. Aufgrund der Bedeutung des Deutschen Weidelgrases (WD) wurden bei dieser Gräserart frühe, mittlere und späte diploide und tetraploide Sorten und beim Welschen Weidelgras (WW) diploide und tetraploide Sorten zusätzlich im Versuch berücksichtigt. Die hier vorgestellten Ergebnisse beschränken sich auf den Primäraufwuchs. Zur Kennzeichnung des Einflusses des Schnittzeitpunktes auf die Gäreignung wurden Versuchsproben des Jahres 2002 zu einem frühen (13.05.) und einem späten Schnitttermin (05.06.) genommen. Die Untersuchungen erfolgten an Frischgrasproben und umfassten im Rahmen des vorliegenden Berichtes den Trockenmasse-, den Zuckergehalt und die Pufferkapazität. Die Ermittlung der Pufferkapazität (g Milchsäure/100 g T) erfolgte gemäß Vorschrift des VDLUFA (1976). Die Untersuchung des Nitratgehaltes ist nach einer von Kaiser (1998) übermittelten reflektrometrischen Methode durchgeführt worden. Die Ermittlung des Zuckergehaltes erfolgte nach der Anthron-Methode (YEMM u. WILLIS, 1954) im Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL Braunschweig. Aus dem Zuckergehalt und der Pufferkapazität wurde der Z/PK-Quotient berechnet (WEIßBACH, 1967), zusätzlich wurde der Vergärbarkeitskoeffizient nach SCHMIDT et al. (1971) ermittelt. Auf die Ergebnisdarstellung der Nitratgehalte wird verzichtet, da alle Untersuchungsergebnisse unter 0,015 % Nitrat i.d.T lagen.

3. Ergebnisse

In der Ergebnisdarstellung (Tabelle 1) ist das Deutsche Weidelgras als Referenzart zu den anderen Gräserarten anzusehen. Der Schnitttermin am 13.05.2002 (früh) entspricht

Tab. 1: Parameter der Gäreignung verschiedener Gräserarten und -sorten des Grünlandes, Primäraufwuchs 2f

Gräserart	Sorte	T		Zucker		Pufferkapazität (PK)		;		
		(%)		(% i.d.T)		g Milchsäure/100g T				
		früh	spät	früh	spät	früh	spät			
WD, früh, 2n	Sambin	17,1	26,0	16,0	15,7	5,5	3,5	2,9		
WD, früh, 4n	Anton	15,1	22,0	20,6	16,4	6,0	3,8	3,4		
WD, mittel, 2n	Respect	16,0	23,4	13,5	17,8	6,1	3,8	2,2		
WD, mittel, 4n	Edda	14,6	19,5	16,0	16,6	6,0	3,9	2,7		
WD, spät, 2n	Stratos	16,6	22,6	13,5	18,5	6,1	4,3	2,2		
WD, spät, 4n	Gemma	15,0	17,7	16,6	15,3	6,7	4,8	2,5		
WW, 2n	Lemtal	15,7	25,9	17,2	24,9	4,9	3,8	3,5		
WW, 4n	Lipo	14,2	24,1	16,6	26,5	5,6	3,6	3,0		
Std. GI		20,3	25,7	17,0	23,4	5,7	4,4	3,0		
Std. GIII		18,5	27,5	19,2	23,7	5,9	4,0	3,3		
Wiesenschwengel	Comer	15,6	22,2	12,0	7,3	6,6	4,1	1,8		
Wiesenschwengel	Pradel	18,1	26,2	14,8	16,1	7,2	5,1	2,1		
Rotschwengel	Gondolin	18,1	23,4	10,7	10,4	7,2	5,1	1,5		
Knautgras	Lidaglo	16,7	22,2	15,6	13,5	6,2	4,0	2,5		
Rohrschwengel	Gebrauchssorte	18,1	22,9	13,5	18,1	6,8	4,8	2,0		
Wiesenfuchsschwanz	Gebrauchssorte	18,3	26,2	8,6	12,5	6,3	4,5	1,4		
Gemeine Rispe	Gebrauchssorte	16,5	26,5	18,2	15,7	6,7	4,3	2,7		
Gemeine Quecke	Gebrauchssorte	20,1	30,7	6,5	11,3	6,2	4,5	1,0		
Wolliges Honiggras	Gebrauchssorte	11,9	16,6	8,7	8,0	7,2	3,9	1,2		
Mittel WD		15,7	21,9	16,0	16,7	6,1	4,0	2,7		
Mittel WD 2n		16,6	24,0	14,3	17,3	5,9	3,9	2,4		
Mittel WD 4n		14,9	19,7	17,7	16,1	6,2	4,2	2,9		
Mittel WW		15,0	25,0	16,9	25,7	5,3	3,7	3,2		
Mittel Std GI und Std GIII		19,4	26,6	18,1	23,6	5,8	4,2	3,1		
Mittel der übrigen Gräserarten		17,5	24,6	12,9	14,1	6,3	4,3	2,1		

etwa der Siloreife der frühen Sorten des Deutschen Weidelgrases, der Schnitttermin am 05.06.2002 (spät) dem der „Heureife“ der frühen Sorten des Deutschen Weidelgrases.

3.1. Erster Schnitt „früh“

Im ersten Schnitt „früh“ weisen die Gräser Trockenmassegehalte von 11,9 % für das Wollige Honiggras bis 20,3 % für die Standardmischung GI auf. Die tetraploiden Sorten des Deutschen Weidelgrases (14,9 %) sowie die des Welschen Weidelgrases (15,0 %) weisen im Mittel die niedrigsten Trockenmassegehalte aus. Im Zuckergehalt erreichen im Mittel die Standardmischungen GI und GIII mit 18,1 % i.d.T sowie das tetraploide Deutsche Weidelgras mit 17,7 die höchsten Werte. Das frühe tetraploide Deutsche Weidelgras erreicht mit 20,6 % i.d.T den höchsten Zuckergehalt, während der niedrigste Zuckergehalt mit 6,5 % i.d.T in der Gemeinen Quecke ermittelt wurde.

Die niedrigste Pufferkapazität erreicht das diploide Welsche Weidelgras mit 4,9 g Milchsäure/100 g T. Die höchste Pufferkapazität wird für Wiesenschwingel, Rotschwingel und das Wollige Honiggras mit je 7,2 g Milchsäure/100 g T ermittelt. Das diploide Welsche Weidelgras erreicht auch den höchsten Z/PK-Quotienten mit 3,5. Erntegut mit einem Z/PK-Quotienten unter 2,0 ist als schwer vergärbar einzustufen (WEIBBACH et al., 1977). Demnach sind Wiesenlieschgras mit einem Z/PK-Quotienten von 1,8, Rotschwingel mit 1,5, Wiesenfuchsschwanz mit 1,4, Wolliges Honiggras mit 1,2 und Gemeine Quecke mit 1,0 schwer vergärbar.

Für die Grünlandmischung Standard GIII wird der höchste Vergärbarkeitskoeffizient berechnet (53), gefolgt vom diploiden Welschen Weidelgras mit einem Vergärbarkeitskoeffizienten von 44. Die niedrigsten Vergärbarkeitskoeffizienten sind für Gemeine Quecke (29) und Wolliges Honiggras (22) ermittelt worden. Ist der Vergärbarkeitskoeffizient größer als 45, sind die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Gärverlauf günstig (WEIBBACH et al., 1977). Insgesamt erreichen nur die Grünlandmischung Standard GIII und das Welsche Weidelgras bei frühem Schnitttermin einen ausreichend hohen Vergärbarkeitskoeffizienten für einen erfolgreichen Gärverlauf.

3.2. Erster Schnitt „spät“

Im Vergleich zum frühen Schnitttermin sind die Trockenmassegehalte bei spätem ersten Schnitt deutlich höher. Im Mittel der Sorten der Deutschen Weidelgräser liegt der T-Gehalt bei 21,9 %, bei den übrigen Gräserarten im Mittel bei 24,6 %. Im Zuckergehalt weist das tetraploide Welsche Weidelgras mit 26,5 % i.d.T den höchsten Gehalt aller untersuchten Varianten auf. Wiesenlieschgras und Wolliges Honiggras erreichen mit 7,3 bzw. 8,0 % i.d.T die niedrigsten Zuckergehalte. Im Mittel erreichen die Welschen Weidelgräser im späten Schnitt die höchsten Zuckergehalte.

Alle Varianten zeigen bei spätem Schnitt eine geringere Pufferkapazität als bei frühem Schnitt. Das frühe diploide Deutsche Weidelgras zeigt mit 3,5 die niedrigste Pufferkapazität, gefolgt vom tetraploiden Welschen Weidelgras (3,6). Die höchsten Pufferkapazitäten zeigen mit je 4,8 Rohrschwingel und das späte tetraploide Deutsche Weidelgras. Im Mittel erreichen die Welschen Weidelgräser im späten Schnitt die niedrigsten Pufferkapazitäten.

Bei allen Varianten ist im Vergleich zum frühen Schnitttermin eine Steigerung des Z/PK-Quotienten festzustellen. Im tetraploiden Welschen Weidelgras führt der späte Schnitttermin zum Anstieg des Z/PK-Quotienten von 3,0 auf 7,4. Lediglich für das Wiesenlieschgras ist keine Veränderung des Z/PK-Quotienten (1,8) durch den späteren Schnitttermin zu verzeichnen. Im Mittel erreichen die Welschen Weidelgräser erwartungsgemäß im späten Schnitt die höchsten Z/PK-Quotienten. Alle Varianten weisen im späten Schnitttermin einen höheren Vergärbarkeitskoeffizienten auf als im frühen. Das

tetraploide Welsche Weidelgras erreicht mit 83 den höchsten Vergärbarkeitskoeffizienten. Für Wolliges Honiggras wird mit 33 der niedrigste Vergärbarkeitskoeffizient errechnet. Im Mittel erreichen die Welschen Weidelgräser im späten Schnitt den höchsten Vergärbarkeitskoeffizienten.

4. Zusammenfassung

- Die Ermittlung der Gäreignung verschiedener Gräserarten und -sorten erfolgte auf der Grundlage eines Anbauversuches im Versuchsfeld Dasselsbruch der Landwirtschaftskammer Hannover im Jahr 2002. Die bisherigen Versuchsergebnisse beschränken sich auf den Primäraufwuchs, der zu einem „frühen“ und „späten“ Schnitftermin geerntet worden ist.
- Insgesamt zeigten die Welschen Weidelgräser im Mittel den höchsten Zuckergehalt, die niedrigste Pufferkapazität, den höchsten Z/PK-Quotienten sowie den höchsten Vergärbarkeitskoeffizienten. Im Gegensatz dazu fallen die autochthonen Gräserarten in der Gäreignung deutlich ab.
- Beim Vergleich der Schnitftermine wurden für alle Varianten im späten Schnitt höhere Vergärbarkeitskoeffizienten festgestellt. Gemessen am Vergärbarkeitskoeffizienten ist der frühe Schnitftermin nicht optimal für eine stabile Gärung.

5. Literatur

- BOCKHOLT, R. u. P. DANIEL (2000): Siliereignung der häufigsten autochthonen Gräserarten des Dauergrünlandes, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau 2000, Beiträge der 44. Jahrestagung der AGGF, 24.-26.8. 2000 in Kiel, S. 245-248
- GRUND, C. u. R. BOCKHOLT (2002): Futterqualität und Siliereigenschaften von *Lolium multiflorum* im Vergleich zu drei bodenständigen Grasarten eines Niedermoors, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2002, Beiträge der 46. Jahrestagung der AGGF, 29.-31. August 2002 in Rostock, S. 88-91
- KAISER, E. (1998): Schriftliche Mitteilung über reflektrometrische Bestimmung von Nitrat in wässrigen Lösungen getrockneter Grünfutterproben, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Naturwissenschaften, Fachgebiet Futtermittelkunde
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (2003): Versuchsbericht Grünland 2002
- SCHMIDT, L., F. WEIßBACH, D. WERNECKE u. E. HEIN (1971): Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung, Forschungsbericht Oskar-Kellner Institut für Tierernährung, Rostock
- WEIßBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE u. O. KNABE (1977): Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit, Empfehlungen für die Praxis, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, agrarbuch, Markkleeberg
- WEIßBACH, F. (1967): Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsbericht Deutsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, 92, S. 211-220
- Yemm, E.W. and A.J. Willis (1954): The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Bioch. J. 57, S. 508-514

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Greef und Herrn Hillegeist, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL in Braunschweig danken wir für die Laboruntersuchung der umfangreichen Proben.

Futterwert und Gärqualität von Grassilagen in Abhängigkeit von Erntetechnik und Siliermitteleinsatz

von

Manfred Sommer¹, Uwe von Borstel¹, Stephan Meyer¹ und Dieter Meinen²

¹Landwirtschaftskammer Hannover, ²Landberatung Hannover-Peine e.V.

1. Problemstellung

In der landwirtschaftlichen Beratung beruht der Erkenntnisgewinn vorwiegend auf Erfahrungen und Erkenntnissen fortschrittlicher Praktiker, aus den Ergebnissen des Versuchswesens und aus entsprechenden Erhebungsuntersuchungen in Praxisbetrieben. Im Jahr 2001 wurde in Zusammenarbeit mit der Landberatung Hannover-Peine e.V. im Rahmen einer Erhebung untersucht, welchen Einfluss die Art der Erntetechnik und der Siliermitteleinsatz auf den Futterwert und die Gärqualität von Grassilagen haben.

2. Material und Methoden

Verglichen wurden:

1. Ernteverfahren:
 - a) Häcksler
 - b) Ladewagen
2. Siliermitteleinsatz:
 - a) ohne Siliermittel
 - b) mit Siliermittel;
es wurden biologische, homofermentativ wirkende Präparate eingesetzt („Biosil“, „Biomax“ und „Sila Bac“)

Insgesamt wurden 167 Grassilagen auf Nährwert und Gärsubstanzen untersucht. In 55 Fällen wurden bei der Grünfuttersilierung Siliermittel eingesetzt.

Zur Beurteilung der Futter- und Gärqualität wurden die wichtigsten Inhaltsstoffe und Gärsubstanzen bestimmt (Tab. 1). Die Bestimmung des Energiegehaltes erfolgte mittels Schätzgleichungen auf der Basis der Enzymmethode nach DE BOEVER et al. (1986). Die Erfassung der Gärqualität erfolgte mit der Nah-Infrarot-Transmissions-Messung (NIT-Verfahren) (PAUL u. WEISSBACH, 1999). Die Besonderheit der NIT-Analytik besteht darin, dass aus der ungetrockneten Probe die Parameter pH-Wert, Milchsäure, Essig- und Propionsäure, Buttersäure, Ammoniak ermittelt werden können und sehr schnell als Ergebnis vorliegen. Die NIT-Analytik ist ein Schnellbewertungsverfahren zur Ermittlung relevanter Gärparameter. Es ist geeignet, die bisherige subjektive Ermittlung der Gärqualität mit Hilfe der DLG-Sinnenbewertung auf eine objektive, messtechnische Grundlage zu stellen. Das NIT-Verfahren befindet sich derzeit im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit dem Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und der AG FUKO in Erprobung.

Auf Grundlage der Sinnenbeurteilung nach dem DLG-Schlüssel (1999) wurden Geruch, Farbe, Gefüge und die hygienische Beschaffenheit des Futters erfasst. Die Bewertung der Konservierungsqualität erfolgte nach dem von der Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futtermittelkonservierung e.V. (AG FUKO) modifizierten DLG-Schlüssel (WEISSBACH und HONIG, 1997). Die Bewertung der Gärqualität erfolgt ohne Berücksichtigung sehr niedriger Essigsäuregehalte.

Tab. 1: Angewendete Methoden der Futterbewertung

Prüfparameter	Methoden
T _k	Trockenschrank (60 °C)
Rohnährstoffe und andere Parameter: XP, XF, ADF, NDF, EULOS, IVVOM	NIRS (Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie)
XA	Muffelofen (550 °C)
pH-Wert	Elektrometrisch
Gärsäuren: Milchsäure, Essig- u. Propionsäure, Buttersäure	NIT (Nah-Infrarot-Transmissions-Messung)
Ammoniak	NIT
MJ NEL	n. Enzymmethode

3. Ergebnisse

Beim Vergleich der Energiekonzentration der beiden Ernteverfahren – Häcksler zu Ladewagen – fällt auf, dass bei annähernd gleichen Rohfasergehalten (ohne Siliermittel-zusatz) ein Energiehalt von 6,2 MJ NEL/kg T erreicht wird (Tab. 2). Demnach weisen die Ernteverfahren keine Unterschiede in der Energiekonzentration auf. Bei der Bewertung der Konservierungsqualität erreicht die unbehandelte Häckslersilage im Mittel 84 Punkte und die unbehandelte Ladewagensilage 79 Punkte.

Tab. 2: Einfluss des Ernteverfahrens und des Siliermitteleinsatzes auf den Futterwert und die Gärqualität von Grassilagen
Mittelwerte aus dem westlichen Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover, 1. bis 3. Schnitt, 2001

	ohne Siliermittel		mit Siliermittel	
	Häcksler	Ladewagen	Häcksler	Ladewagen
n	51	61	45	10
T (%)	39,6	44,8	37,9	38,0
Asche (% T)	8,4	8,5	8,3	8,7
Rohprotein (% T)	17,6	18,5	17,2	17,1
Rohfaser (% T)	25,2	25,5	25,1	25,4
Zucker (% T)	4,9	6,5	4,4	4,6
NEL (MJ/kg T)	6,2	6,2	6,4	6,3
pH-Wert	4,7	4,9	4,3	4,7
Milchsäure (% T)	5,30	4,34	7,10	6,24
Essigsäure (% T)	0,90	0,71	1,01	0,66
Buttersäure (% T)	0,35	0,37	0,21	0,23
NH₃-N in % Ges.-N	7,54	6,97	8,07	5,91
DLG-Punkte	84	79	96	86
Note	2	2	1	2

Die Häckslersilage schneidet in der Benotung der Gärqualität etwas besser ab, der Vorsprung beträgt 5 Punkte gegenüber der Ladewagensilage. Beide Silagen erhalten die DLG-Note 2 „gut“.

Der höhere Verdichtungsgrad der Häckslersilage wirkt sich offenbar etwas günstiger auf den Gärprozess aus, dies führt zu einem günstigeren pH-Wert (4,7) und Milchsäuregehalt (5,3 % i.d. T). Gleichwohl wurde im Mittel der Silagen, ob mit Häckslern oder Lagewagen produziert, Buttersäure in geringen Anteilen festgestellt.

Beim Einsatz von biologischen, homofermentativ wirkenden Siliermitteln zeigten beide Ernteverfahren eine höhere Energiekonzentration im Vergleich zu den entsprechenden Verfahren ohne Siliermittel (Tab. 2). Bei der Häckslersilage ist eine Verbesserung des Energiegehaltes gegenüber der unbehandelten Häckslersilage von 0,2 MJ NEL/kg T und bei der Lagewagensilage von 0,1 MJ NEL/kg T festzustellen.

Bei der Bewertung der Konservierungsqualität schneidet die Häckslersilage besser ab. Die Häckslersilage erreicht mit 96 Punkten die Note 1 „sehr gut“ und die Ladewagensilage mit 86 Punkten die Note 2 „gut“. Die höhere Punktzahl ist in erster Linie durch den Zusatz der Siliermittel zu erklären. Außerdem ist davon auszugehen, dass die Gärverluste in der behandelten Silage etwas geringer ausfallen als in der unbehandelten Silage.

Bei der mit dem Ladewagen produzierten Silage ist anzumerken, dass der Stichprobenumfang mit 10 relativ gering ist, gleichwohl sind aber Tendenzen erkennbar.

4. Zusammenfassung

- Die Landwirtschaftskammer Hannover führte in Zusammenarbeit mit der Landberatung Hannover-Peine e.V. im Jahr 2001 eine Erhebungsuntersuchung in Futterbaubetrieben durch. Die Ergebnisse der Erhebungsuntersuchungen liefern einen Beitrag zur Beurteilung des Einflusses der Erntetechnik – Ladewagen und Häckslern – und zum Einsatz von biologischen Siliermitteln auf Futterwert und Gärqualität von Grassilagen.
- Beim Einsatz von biologischen, homofermentativ wirkenden Siliermitteln zeigten sich in Grassilagen Verbesserungen im Futterwert und in der Gärqualität.
- Beim Vergleich der Ernteverfahren „Ladewagen- und Häckslerkette“ zeigten sich Unterschiede bei den Futterwert- und Gärqualitätsparametern zu Gunsten des Häckslers, dies betrifft insbesondere die mit Siliermitteln behandelten Grassilagen.
- Bei der Gärqualität äußerte sich die Verbesserung in durchschnittlich geringeren pH-Werten. Auch im Gehalt an kennzeichnenden Gärssäuren war ein deutlich qualitätsverbessernder Einfluss der Siliermittel festzustellen. Der Gehalt an Milchsäure war erhöht und die Gehalte an Buttersäure niedriger. Insgesamt gesehen konnte die Gärqualität nach dem DLG-Schlüssel um eine Wertstufe verbessert werden.

Literatur

- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER NORDWESTDEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN (2002): Futterkonservierung – Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien – 6. Auflage, 2002
- DE BOEVER, J. L., B. G. COTTYN, F. X. BUYSSE, F. W. WAINMAN and J. M. VANACKER, (1986): The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 14, S. 203-214
- DLG-AUSSCHUSS FÜR FUTTERKONSERVIERUNG UND DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG (1999): „Grundfutterbewertung“ DLG-Information 2/1999; Teil A:

- DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenbewertung, Frankfurt a. M.
- PAUL, C. u. F. WEISSBACH (1999): Untersuchung von frischen Grundfuttermitteln im nahen Infrarot, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Jahresbericht 1998, S. 22-23, Braunschweig
- UNIVERSITÄT HOHENHEIM – DOKUMENTATIONSSTELLE (1997), DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- WEISSBACH, F. u. H. HONIG (1997): DLG Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung. DLG-Fachausschuss Futterkonservierung, Frankfurt a. M.
- WEISSBACH, F. u. S. KUHLA (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur, Übersichten zur Tierernährung 23, S. 189-214

Gärfutterschauen als Beratungsinstrument zur Verbesserung der Silagequalität

von

Manfred Sommer, Stephan Meyer, Uwe von Borstel

Landwirtschaftskammer Hannover

1. Problemstellung

Sinn und Zweck der Gärfutterschauen ist es, das Qualitätsbewusstsein der Landwirte hinsichtlich Futterwert, Gärqualität und Leistungsfähigkeit des wirtschaftseigenen Grundfutters zu fördern und zu verbessern. Der folgende Beitrag behandelt das methodische Vorgehen und berichtet über die Ergebnisse der im Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover im Jahr 2002/2003 durchgeführten Gärfutterschauen.

2. Methoden

Im Winterhalbjahr 2002/2003 wurden insgesamt sechs Gärfutterschauen durchgeführt. Die Veranstaltungen verteilten sich auf das Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover gemäß Abbildung 1.

Die Veranstaltungen wurden von über 500 Teilnehmern besucht. Als Zielgruppe wurden Betriebsleiter/innen von Futterbaubetrieben, Auszubildende sowie Beratungskräfte angesprochen.

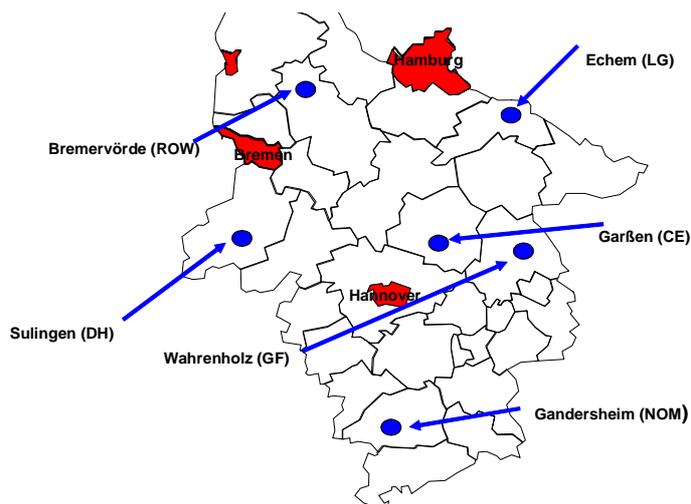


Abb. 1: Standorte der Gärfutterschauen im Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover 2002/2003

Insgesamt wurden 1.024 Silagen untersucht: 335 Grassilagen des 1. Schnittes, 263 Grassilagen von Folgeaufwüchsen und 598 Maisilagen. Zur Beurteilung der Futter- und Gärqualität wurden die wichtigsten Inhaltsstoffe und Gärsäuren bestimmt (Tab. 1). Die Bestimmung des Energiegehaltes erfolgte nach DE BOEVER et al. (1986). Die Erfassung der Gärqualität erfolgte mit der Nah-Infrarot-Transmissions-Messung

(NIT) aus der unge-trockneten Probe. Auf Grundlage des DLG-Schlüssels (WEISSBACH und HONIG, 1997) wurde im Juli 1998 der DLG-Schlüssel von der Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futtermittelkonservierung e.V. (AG FUKO) modifiziert. Die Bewertung der Gärqualität erfolgte ohne Berücksichtigung sehr niedriger Essigsäuregehalte. Von den untersuchten Proben wurden den Besuchern der Gärfutterschauen repräsentative Futterproben, die sich im Nährstoffgehalt, im Futterwert und vor allem in der

Gärqualität unterscheiden, vorgestellt. Die Maissilagen werden im Folgenden nicht weiter berücksichtigt, da die Gärqualität in der Regel kein Problem darstellt.

Tab. 1: Angewendete Methoden der Futterbewertung

Prüfparameter	Methoden
T _k	Trockenschrank (60 °C)
Rohnährstoffe und andere Parameter: XP, XF, ADF, NDF, EULOS, IVVOM	NIRS (Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie)
XA	Muffelofen (550 °C)
pH-Wert	Elektrometrisch
Gärsäuren: Milchsäure, Essig- u. Propionsäure, Buttersäure	NIT (Nah-Infrarot-Transmissions-Messung)
Ammoniak	NIT
MJ NEL	n. Enzymmethode

Für die Auswertung der Silagen wurde ein in Niedersachsen erarbeitetes Punktesystem herangezogen, welches die Silagen nach Nährstoff-, Energiegehalt und Gärqualität beurteilt. Insgesamt können 200 Punkte erzielt werden, 100 Punkte für Nährwert und Energiegehalt und 100 Punkte für die Gärqualität (Tab. 2 u. Tab. 3). Die Ergebnisse ermöglichen eine klare Bewertung der in der Praxis vorhandenen Grassilagequalität.

Tab 2 u. 3: Bewertung der Grassilagen hinsichtlich Futterwert (Tab. 2) und Gärqualität (Tab. 3), nach KALZENDORF (2002), modifiziert nach LWK Hannover (2002)

Tabelle 2:

Parameter	Wertebereich	Punkte	Max. Punktzahl
T in %	≥ 45	0	10
	< 30	0	
	> 40 bis 45	5	
	30 bis 40	10	
RP in % d. T	≤ 16	0	15
	≥ 20	0	
	16 bis 20	15	
Rfa in % d. T	< 22	0	15
	≥ 25	0	
	22 bis 25	15	
Asche in % d. T	≥ 9,5	0	5
	< 9,5	5	
IVVOM in % d. T	≤ 50	0	25
	50 bis 60	5	
	65 bis < 75	15	
	≥ 75	25	
NEL in MJ/kg T	≤ 5,8	0	30
	> 5,8 bis < 6,1	5	
	6,1 bis 6,3	10	
	> 6,3 bis 6,5	15	
	≥ 6,5	30	

Tabelle 3:

Parameter	Wertebereich	Punkte	Max. Punktzahl
ES u. PS in % d. T	< 2,0	0	0
	2,0 bis 3,5	-5	
	≥ 3,5	-10	
BS in % d. T	≥ 0,7	0	50
	0,3 bis 0,7	15	
	< 0,3	50	
pH-Wert (in Abhängigkeit vom T-Gehalt) Punktbereich von 25 bis -30			25
NH ₃ -N am Ges.-N in %	≥ 15	0	25
	10 bis 15	5	
	< 10	25	

3. Ergebnisse

3.1. Nährwert

In der Tabelle 4 sind die Mittelwerte der Futterwerte und der Gärqualitäten der Grassilagen aus den jeweiligen Regionen dargestellt. In der Region Bremervörde wurde mit 6,2 MJ NEL/kg T der höchste und in der Region Echem mit 5,7 MJ NEL/kg T der geringste Energiegehalt ermittelt. Entsprechend abgestuft verhält es sich mit dem Rohprotein- und Rohfasergehalt.

Die prämierten Grassilagen liegen mit Energiegehalten von 6,6 bis 6,8 MJ NEL/kg T und Rohproteingehalten von 16,9 bis 19,1 % i.d. T auf hohem Niveau. Der Trockenmassegehalt liegt mit 31,4 % bis 39,3 % im Optimalbereich (Tab. 5).

Tab. 4: Ergebnisse der Gärfutterschauen, Mittelwerte in den jeweiligen Regionen

Parameter	Bremer- vörde	Sulingen	Wahren- holz	Ganders- heim	Garßen	Echem	LWK Hannover Ges. Mittel
n	39	176	75	138	44	126	817
T (%)	35,9	34,0	33,7	36,2	35,5	37,0	35,5
XP (% T)	18,5	16,1	17,0	16,7	17,5	15,9	16,9
XF (% T)	25,7	27,1	28,0	27,9	27,4	28,6	27,3
MJ NEL/kg T	6,2	6,1	5,8	5,9	6,1	5,7	6,0
BS (% T)	0,61	0,47	0,61	0,64	0,60	0,72	0,59
ES (% T)	0,98	1,25	1,36	1,26	1,45	1,46	1,25
DLG-Pkt.	124	112	103	104	114	124	126

3.2. Gärqualität

Im Durchschnitt der untersuchten Silagen wurden Buttersäuregehalte von 0,59 % i.d. T und Essigsäuregehalte von 1,25 % i.d. T ermittelt. Rund drei viertel der untersuchten Graskonserven zeigten Buttersäuregehalte (BS) von über 0,30 % i.d. T. Die Streuung reicht von 0 bis 1,25 % BS i.d. T.

Die prämierten Grassilagen (Tab. 5) sind buttersäurefrei, sehr gut vergoren und werden nach Angaben der Landwirte in erhöhten Mengen verzehrt. Sie erreichten insgesamt 194 bis 200 Punkte. Im Vergleich dazu wurden im Mittel der untersuchten Grassilagen nur 126 Punkte erreicht. Alle ausgezeichneten Landwirte haben bei der Gärfutterbereitung Siliermittel eingesetzt. Von Heike und Jan Kurt Griemsmann, Bülkau (CUX), wurde ein biologisches Siliermittel in Kombination mit Melasse, von Herrn Ulrich Beulshausen, Stauffenburg (GS), ein biologisches Siliermittel und von Herrn Timo Oelkers, Burgwedel (H), ein biologisches Siliermittel in Kombination mit Melasse eingesetzt.

Landwirte, die überlegene Silagen produziert hatten, wurden mit Preisen ausgezeichnet. Mit der Preisvergabe sollen eine Beispielswirkung und ein Ansporn gegeben werden, die Qualität der Gras- und Maissilagen weiter zu verbessern. Aufgrund der positiven Rückmeldungen werden die Gärfutterschauen auch zukünftig Bestandteil der Beratungsaktivitäten der Landwirtschaftskammer Hannover sein.

Tab. 5: Nährstoff-, Energiegehalte und Gärqualität von prämierten Grassilagen, 1. Schnitt, im Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover, 2002

Sieger im Gebiet der Landwirtschaftskammer Hannover														
Sieger	T	XA	XP	XF	XZ	NEL	FQ	pH	MS	ES	BS	NH ₃ -N	KQ	Ges.
	%	% T	% T	% T	% T	MJ/kg T	Pkt.		% T	% T	% T	i. % Ges. N	Pkt.	Pkt.
1.	39,3	7,5	16,9	24,0	5,2	6,8	100	4,4	5,08	0,71	0,24	7,67	100	200
2.	33,2	7,4	19,0	24,9	2,8	6,6	100	4,3	11,31	1,31	0,26	7,84	100	200
3.	31,4	7,4	19,1	24,9	0,5	6,6	100	4,1	6,25	1,28	0,34	9,19	94	194

Sieger	Name	Ort
1.	Heike und Jan Kurt Griemsmann	Bülkau
2.	Ulrich Beulshausen	Seesen
3.	Timo Oelkers	Burgwedel

4. Zusammenfassung

- Die Energiegehalte der prämierten Silagen von 6,6 bis 6,8 MJ NEL/kg T zeigen das gegenwärtige Leistungspotenzial von Grassilagen an. Die Siegersilagen weisen Buttersäuregehalte von 0,24 bis 0,34 % i.d. T auf. Die beiden besten Silagen erreichen in der Gärqualität mit 100 Punkten die volle Punktzahl.
- Wie die großen Unterschiede im Nährwert und in der Gärqualität zwischen den überlegenen und den durchschnittlich produzierten Silagen gezeigt haben, liegt in der Verbesserung der Futterwerte und der Gärqualität noch ein großes Verbesserungspotenzial.
- Die Teilnehmerzahlen der Gärfutterschauen und die positiven Rückmeldungen haben gezeigt, dass diese besondere Art der Beratung von Landwirten gut angenommen wird.

Literatur

- DE BOEVER, J. L., B. G. COTTYN, F. X. BUYSSE, F. W. WAINMAN and J. M. VANACKER (1986): The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 14, S. 203-214
- DLG-AUSSCHUSS FÜR FUTTERKONSERVIERUNG UND DLG-ARBEITSKREIS FUTTER UND FÜTTERUNG (1999): „Grundfutterbewertung“ DLG-Information 2/1999; Teil A: DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenbewertung; Frankfurt a. M.
- KALZENDORF, C. (2002): Bewertungen im Rahmen des Silagewettbewerbes, Schriftliche Mitteilung vom 16.07.2002, LWK Weser-Ems, Oldenburg
- PAUL, C. u. F. WEISSBACH (1999): Untersuchung von frischen Grundfuttermitteln im nahen Infrarot, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Jahresbericht 1998, S. 22-23, Braunschweig
- UNIVERSITÄT HOHENHEIM – DOKUMENTATIONSSTELLE (1997): 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt
- WEISSBACH, F. u. H. HONIG (1997): DLG Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfüttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung. DLG-Fachausschuss Futterkonservierung, Frankfurt a. M.
- WEISSBACH, F. u. S. KUHLA: (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur, Übersichten zur Tierernährung 23, S. 189-214

Danksagung

Herrn Dir. und Prof. Dr. C. Paul, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig-Völkenrode, danken wir vielmals für die Hilfestellung und Förderung beim Einsatz des NIT Schnellbewertungsverfahrens der Grassilagebewertung.

Auswirkungen veränderter Reihenweiten bei Silomais auf Ertrags- und Qualitätsparameter

von

Carsten Rieckmann, Nils Möbius und Uwe von Borstel

Landwirtschaftskammer Hannover

1. Einleitung

Neuere technische Möglichkeiten erlauben, den Mais in engeren Reihen auszusäen und ihn mit Hilfe reihenunabhängiger Maishäcksler zu ernten. Durch das Verlassen der bisher praxisüblichen 75 bis 80 cm Reihenabstände hin zu Reihenabständen von 45 bzw. 30 cm erhalten die Einzelpflanzen bessere Wachstumsmöglichkeiten. Zugleich wird eine wesentlich bessere Standraumaufteilung für die Maispflanzen erreicht. Die Durchwurzelung der Fläche müsste insgesamt homogener erfolgen. Gleichzeitig führt eine verbesserte Standraumaufteilung zu einem schnelleren Bestandesschluss, wodurch die Bodenbeschattung beschleunigt und Spätverunkrautung und Erosionsgefahr vermindert werden. Hinweise auf ertragliche Vorteile durch Verringerung der Reihenweite konnten in Thüringen und Rheinland-Pfalz ermittelt werden (PEYKER und KERSCHBERGER, 2000; SCHMITT, 2001). Untersuchungen in Weser-Ems zeigten ebenfalls deutliche Mehrerträge bei engeren Reihenweiten. Die Mehrerträge führten allerdings zu einem Rückgang im Stärkegehalt (LWK WESER-EMS, 2001). Andere Versuche auf einem Sandstandort in Brandenburg unter kontinentalen Witterungsbedingungen zeigten keine positiven Ertragsreaktionen (PICKERT, 2002). Um diese Fragestellungen auf die Standortgegebenheiten in den nordhannoverschen Maisanbaugebieten zu überprüfen, wurden entsprechende Versuche angelegt. Dabei sollte u. a. der Einfluss unterschiedlicher Reihenweiten auf die Bemessung der Stickstoffdüngung untersucht werden.

2. Material und Methoden

Die Versuche wurden in den Jahren 1997 bis 2001 mit Reihenweiten von 75 cm, 45 cm und 30 cm auf drei Standorten (Tab. 1) durchgeführt. Die Stickstoffdüngung wurde in drei Stufen variiert: 0, 100, 180 kg/ha N (inkl. N_{\min} vor Saat). Ausgesät wurde die Sorte „Banguy“, die ein kompakter und qualitätsbetonter Sortentyp ist.

Der Versuch sollte klären, wie sich eine gestaffelte N-Düngung in Verbindung mit variierten Reihenweiten auf Ertragsleistungen und Qualitätseigenschaften des Maises sowie auf die Restnitratgehalte im Boden nach der Ernte auswirken.

Tab. 1: Standortbeschreibung

Versuchsort	Dasselsbruch	Bramstedt	Rockstedt
Landkreis	Celle	Diepholz	Rotenburg
Höhe über NN	39 m	36 m	10 m
Bodenart	hum. Sand	sand. Lehm	Sand
Bodenwertzahl	ca. 20	47	30

Die Versuche wurden in einer zweifaktoriellen Versuchsanlage durchgeführt. Die unterschiedlichen Reihenweiten wurden als Spaltanlagen und die Düngungsvarianten in randomisierter Blockanlage angelegt. Die Bestimmung der Qualitätsparameter erfolgte

mittels NIRS-Methode. Die Energiebewertung beruht auf den Bewertungsformeln n. WEISSBACH et al. (1996 a,b).

3. Ergebnisse

Die Versuchsserie ist insgesamt fünf Jahre durchgeführt worden, wobei die Versuche nicht in jedem Jahr an allen drei Standorten angelegt wurden bzw. auswertbar waren. In der Zusammenfassung der insgesamt neun Versuche lässt sich folgendes ableiten (Abb. 1 u. 2):

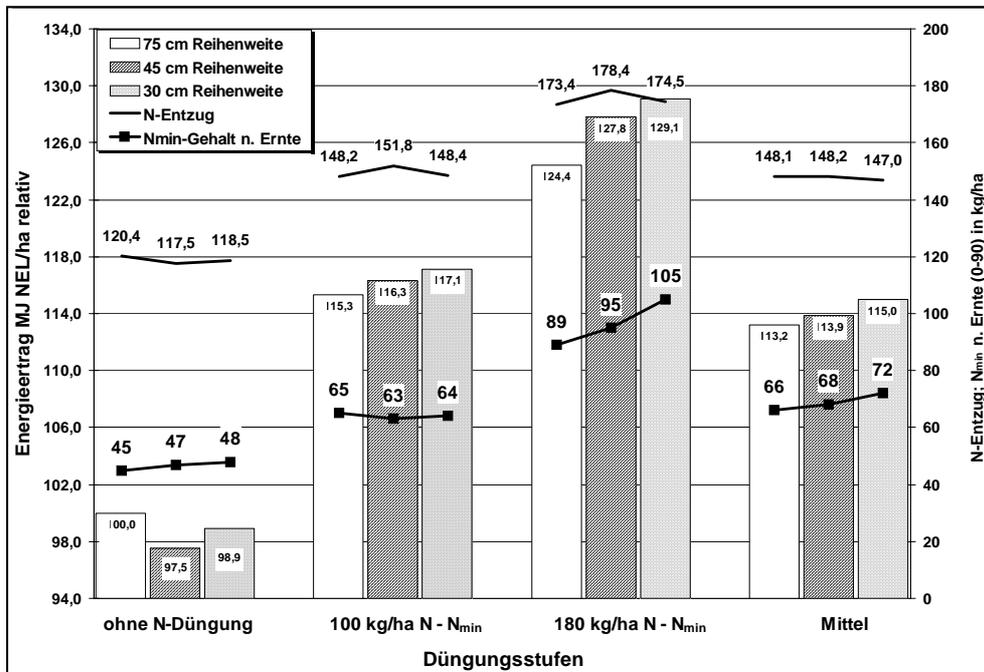


Abb. 1: Energieertrag, N-Entzug und Nmin-Gehalte bei unterschiedlichen N-Düngungsstufen und Reihenabständen zu Silomais Mittel der Standorte Dasselsbruch 1997 bis 1999 und 2001, Bramstedt 1998 bis 2001, Rockstedt 2000

Die gesteigerte Stickstoffdüngung bewirkte jeweils signifikante TM-, Energie- und Stärkeertragssteigerungen. Die Variante 100 kg N/ha (inkl. N_{min} vor Saat) brachte gegenüber der Nullvariante Ertragssteigerungen von über 10 %. Eine Erhöhung der N-Düngung auf den Sollwert von 180 kg N/ha führte zu einer weiteren Steigerung von über 9 %. Mit Verringerung der Reihenweite zeigten sich nur geringfügige und statistisch nicht gesicherte Ertragsvorteile. Während bei der Düngungsvariante „ohne N-Düngung“ keine positiven Ertragsreaktionen bei engeren Reihenweiten erkennbar waren, lagen tendenzielle Vorteile bei den höheren Düngungsstufen vor, die allerdings nicht statistisch gesichert sind. In der höchsten N-Düngungsstufe wurden mit 45 cm bzw. 30 cm Reihenabstand Mehrerträge im Energieertrag von 2,8 bzw. 3,7 % gegenüber der Variante mit 75 cm Reihenabstand erzielt.

Aus qualitativer Sicht (Abb. 2) führte die Verringerung der Reihenweite zu einem signifikanten Rückgang der Energiedichte und des Stärkegehaltes. Dies kann unterschiedliche Ursachen haben. Zum einen kann aufgrund der höheren Konkurrenzwirkung in der 75-cm-Reihe eine zügigere Streckungsphase der Pflanzen

einsetzen, sodass dann der Stängelumfang der Einzelpflanzen geringer ausfällt. Zum anderen ist eine günstigere Sonneneinstrahlung in den ausgewachsenen Bestand mit dadurch möglicherweise verbesserter Assimilationsfähigkeit der dem Kolben am nächsten befindlichen Blättern möglich, die dann zu einem höheren Kolbenanteil und damit auch insgesamt zu verbesserten Qualitätseigenschaften führt.

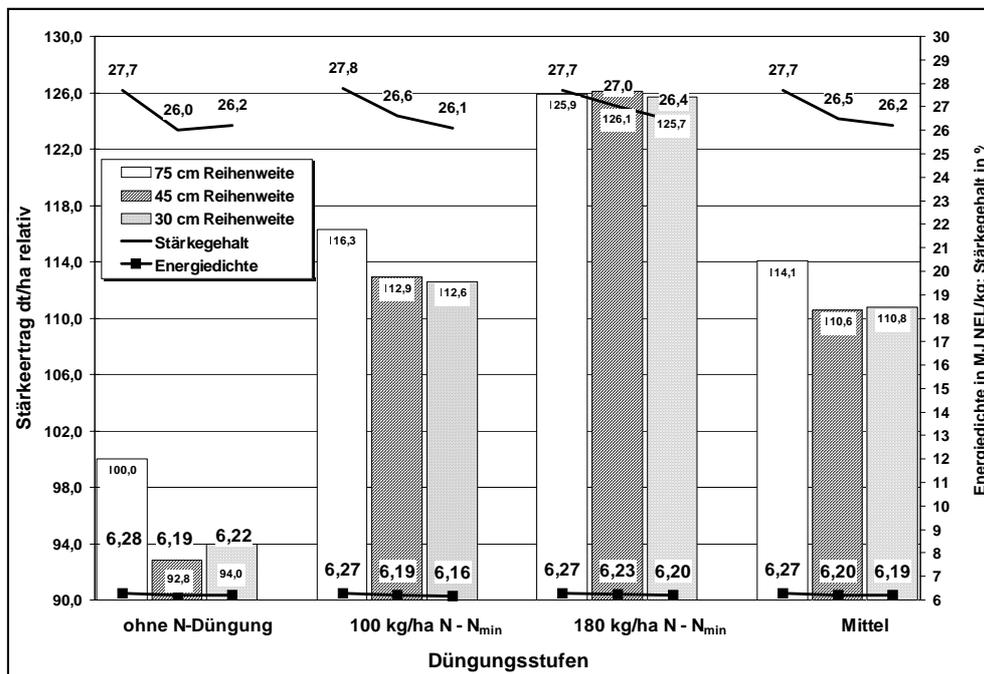


Abb. 2: Stärkeertrag, Stärkegehalt und Energiedichte bei unterschiedlichen N-Düngungsstufen und Reihenabständen zu Silomais
Mittel der Standorte Dasselsbruch 1997 bis 1999 und 2001, Bramstedt 1998 bis 2001, Rockstedt 2000

Der Stärkeertrag wurde durch die unterschiedlichen Reihenweiten nicht beeinflusst. Durch die höhere Trockenmasseertragsleistung bei engeren Reihenweiten wurde der geringere Stärkegehalt kompensiert.

Die Rohproteingehalte nahmen mit steigender N-Düngung signifikant zu. Durch Verringerung der Reihenweiten wurde der Rohproteingehalt tendenziell gesenkt mit der Folge, dass bei 45 cm bzw. 30 cm Reihenabstand trotz etwas höherer Ertragsleistung die N-Entzüge je Hektar auf gleichem Niveau wie bei der 75-cm-Variante lagen. Diese Effekte deuten auf eine effizientere Stickstoffausnutzung bei engeren Reihenweiten hin. Das Düngungsniveau könnte dadurch etwas zurückgefahren werden.

Die N_{min}-Gehalte nach der Ernte zeigen kein klares Ergebnis. Trotz theoretisch besserer Nährstoffausnutzung im Boden wurden in den hochgedüngten Varianten bei den engeren Reihenweiten höhere Restnitratwerte als bei den 75-cm-Reihenweiten gefunden. Hier könnte die intensivere Durchwurzelung des Bodens bei den engeren Reihenweiten eine effektivere Nährstoffausnutzung bewirkt haben und daher ein Grund für die Ergebnisse sein. Auf der anderen Seite ist es auch möglich, dass gewisse N-Mengen aus den Reihenzwischenräumen bei der 75-cm-Variante im Verlaufe der Vegetation in tiefere Bodenschichten bereits verlagert wurden, sodass sie nach der Ernte nicht mehr erfasst wurden.

Aus Sicht des Wasserschutzes ist anzumerken, dass, unabhängig von der Reihenweite, auf langjährig hochgedüngten Flächen eine Anpassung des Sollwertes zu erfolgen hat. Hier sind deutliche Abzüge im Düngungsniveau vorzunehmen, sodass der pauschal angesetzte Sollwert von 180 kg N/ha abzüglich N_{\min} durchaus in Abhängigkeit der Flächen um 30 bis 50 kg N/ha, oder noch darüber hinaus, reduziert werden kann.

4. Schlussfolgerungen

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass durch Maisbestellung mit engeren Reihenweiten ein gewisser Ertragsvorteil vorhanden ist und der Stickstoff effektiver genutzt wird. Einsparungen in der Düngung sind in gewissem Umfang möglich. Der Rückgang der Energiedichte und des Stärkegehaltes bei engerer Reihenweite könnte durch einen erhöhten Schnitt wieder ausgeglichen werden.

Wenn entsprechende Aussaat- und Erntetechnik vorhanden ist (bzw. keine erhöhten Aussaatkosten durch den Lohnunternehmer anfallen), kann die Maisaussaat mit engeren Reihenweiten gegenüber der konventionellen (75 cm) Reihenweite eine Alternative darstellen. Aufgrund der teuren Aussaattechnik wird die überbetriebliche Aussaat empfohlen.

Literatur

- PEYKER, W. (1998): Eng ist erfolgreich, Praxisnah (Mitteilungsblatt der Saaten-Union), Nr. 1/98, S. 4-5
- SCHMITT, K.-O. und R. FISCH (1999): Silomais anders – aber besser, RAGT Mais Information, Heft. Nr. 1, S. 6-8
- PEYKER, W. und M. KERSCHBERGER (2000): Plus bei engeren Reihenweiten, Bauernzeitung, H. 11, S. 42-43
- LWK WESER-EMS (2001): Prüfungen und Versuche mit Mais 2000 – Ergebnisse und Berichte, Oldenburg, Landwirtschaftskammer Weser-Ems
- PICKERT, J., (2002): Ertrag und Futterwert beim Silomaisanbau mit unterschiedlicher Reihenweite auf einem humosen Sandstandort in Nordostdeutschland, Tagungsband der 46. Jahrestagung der AGGF, S. 122- 125, Rostock
- WEISSBACH, F., KUHLA, S., SCHMIDT, L. (1996 a): Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfutter mittels einer Cellulase-Methode. Proc.Soc.Nutr.Physiol. 5, S. 115
- WEISSBACH, F., SCHMIDT, L., KUHLA, S. (1996 b): Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie. Proc.Soc.Nutr.Physiol. 5, S. 117
- LWK HANNOVER, (2000,2001,2002): Mais – Versuche zur Produktionstechnik, Landwirtschaftskammer Hannover

SWEETGRASS – Der Anbau von zuckerreichen Deutschen Weidelgräsern (Q 12)

von

Siriwan D. Martens und Jörg M. Greef

Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, FAL Braunschweig

Einleitung

In Nordeuropa ist der Anbau von energiereichen Futterpflanzen wie vorzugsweise Mais erschwert. Daher ist es für eine leistungsstarke und ökonomische Rinderproduktion unumgänglich, nach alternativem Grundfutter mit hoher Energiedichte zu suchen. Durch das IGER Pflanzenzuchtprogramm (Großbritannien) wurden dazu Deutsche Weidelgrassorten (*Lolium perenne*) selektiert, die einen vergleichsweise hohen Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten besitzen. Im Sortenvergleich werden die Weidelgräser in den EU-Partnerländern Irland, Großbritannien, Schweden, Norwegen und Deutschland von 2001-2004 überprüft.

Material und Methoden

Am Standort der FAL Braunschweig wurden im Jahr 2001 Versuchspartzellen in vierfacher Wiederholung etabliert. Für eine simulierte Weidenutzung mit 6 Schnitten wurden die drei Deutsche Weidelgrassorten von IGER, Aberdart, Aberdove und Fennema, angebaut. Im Frühjahr 2002 wurde eine Startdüngung von 80 kg N/ha gegeben. Für die Zeitreihenbeerntung mit drei Haupternten (Silageregime) wurden zusätzlich zwei einheimische Vergleichssorten, Lihersa und Livrée, eingesät. Gedüngt wurde 2002 zu den Haupternten 80 bzw. 60 kg N/ha. Zur Zeitreihenbeerntung wurden jeweils zwei und eine Woche vor dem beabsichtigten Haupterntetermin Teilproben von Hand genommen. Analysiert wurden der Trockenmassegehalt und der Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten (WSC) mittels Anthron. Zu den Haupternten wurde zudem der Ertrag gemessen.

Ergebnisse und Ausblick

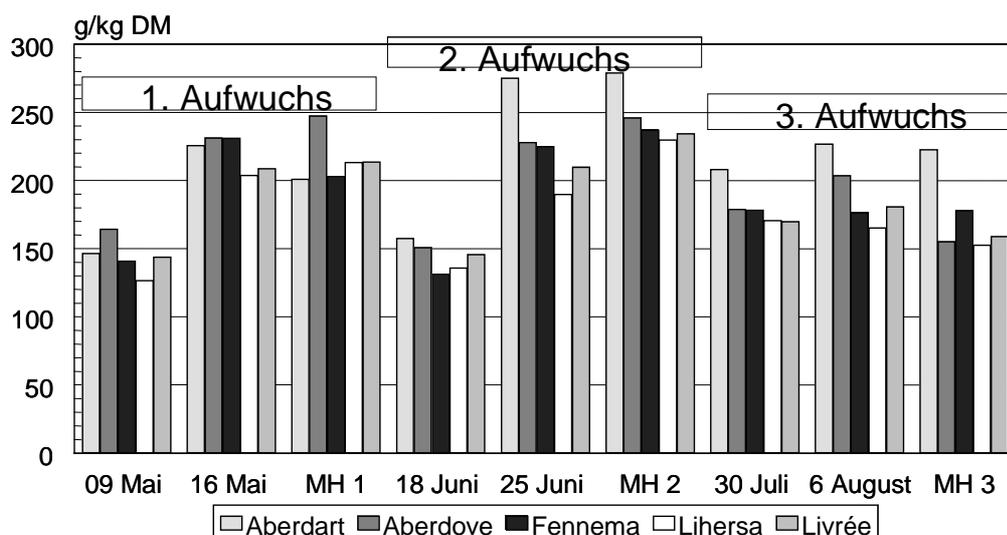
In den kurzen Ernteintervallen des simulierten Weideregimes von drei bis vier Wochen wurden 2002 in vier von sechs Fällen nur Zuckergehalte <18 % in der TM erreicht, ansonsten maximal 26 % in der TM. Zumeist war dabei die Abstufung Aberdart>Aberdove>Fennema zu verzeichnen.

In der Zeitreihenbeerntung 2002 unterschieden sich die drei Aufwüchse folgendermaßen:

Im ersten Aufwuchs hatte Aberdove die höchsten Zuckergehalte inne mit 17-25 % WSC i.d. TM, Aberdart und Fennema lagen untereinander auf ähnlichem Niveau, die einheimischen Vergleichssorten waren nur eine Woche vor der Haupternte den 3 britischen Sorten um ca. 2%-Punkte unterlegen. Ab dem zweiten Aufwuchs lag Aberdart im WSC-Gehalt vor allen anderen Sorten mit 17-27 % i.d. TM. Im zweiten Aufwuchs wurden mit 27 % die höchsten Zuckergehalte der Periode erreicht. Im dritten Aufwuchs fällt auf, daß im Gegensatz zu den vorhergehenden Aufwüchsen das Zuckerniveau zwei und eine Woche vor sowie zur Haupternte selbst annähernd gleich bleibt. In den ersten beiden Aufwüchsen war zwei Wochen vor der Haupternte ein deutlich niedrigerer Zuckergehalt zu vermerken.

Drei-Schnitt-Regime

WSC (NIRS) 2002



MH = Haupternte

Abb.1: Diagramm WSC-Gehalte Drei-Schnitt-Regime

Im Hinblick auf die Ergebnisse und im Vergleich mit den EU-Partnern läßt sich bislang feststellen, daß es wohl sortenabhängige Unterschiede der Zuckergehalte gibt. Jedoch konnten im vergangenen Jahr an keinem Standort die aus Züchterangaben erwarteten Extremwerte von 30-40% WSC i.d. TM erreicht werden. Vielmehr scheinen Standortunterschiede viel größere Variabilität im Zuckergehalt zu bedingen als Sortenunterschiede.

Der Ertrag in der Summe der 3 Haupternten ergab die Abstufung Aberdart (12,6 t/ha), Fennema (12,0 t/ha), Livrée (11,4 t/ha), Aberdove und Lihersa (11,2 t/ha). Eine Beziehung zur jeweiligen Zuckerkonzentration wurde nicht gefunden.

Die Feldbonitur im Frühjahr 2003 zeigte, daß die Neuzüchtungen hartem Winter und Frühjahrstrockenheit am kontinentalen Standort Braunschweig nicht widerstehen konnten. Große Schäden mußten auch in Norwegen und Schweden festgestellt werden.

Literatur:

ANONYMUS (2001): <http://www.sweetgrassineurope.org>

GREEF, J.M., MARTENS, S. (2002): EU-Gemeinschaftsprojekt „Sweetgrass“ I. Versuchsführer 2002. Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Braunschweig

GREEF, J.M., PAHLOW, G., MARTENS, S. (2003): EU-Gemeinschaftsprojekt SweetGrass: Beweidung und Silierung energiereicher Gräser für die nachhaltige Produktion in der Wiederkäuerernährung. Jahresbericht 2002. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Braunschweig

An International ring trial to assess differences between laboratories in forage analysis: A new slant on an old problem

von

D.J. Undersander¹, I.A. Cowe², P. Dardenne³, P.C. Flinn⁴, C. Paul⁵, P. Berzaghi⁶,
N.P. Martin⁷ and N.B. Büchmann²

¹University of Wisconsin, Madison, USA

²FOSS Tecator AB, Höganäs, Sweden

³Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgium

⁴Department of Primary Industries, Pastoral and Vet. Institute, Victoria, Australia

⁵Federal Agricultural Research Centre, Institute of Crop and Grassland Science,
Braunschweig, Germany

⁶University of Padua, Department of Animal Science, Legarno, Italy

⁷USDA-ARS, Dairy Forage Research Center, Madison, USA

The quality of laboratory reference values has always been a major factor affecting NIR calibration accuracy. It is of particular relevance in the case of forage analysis, where several of the common quality measurements are “operationally defined” properties rather than specific constituents, and slight differences in methodology can produce different values for a given property.

This issue is important enough in a laboratory where all reference analysis and NIR calibration work is conducted at one site using one instrument. It is even more important where a central laboratory conducts reference analysis, derives calibrations and transfers them to other instruments in a network. However, with the increasing trend towards “global” calibrations, derived by combining spectral databases and reference values from instruments and laboratories across the world, reference method accuracy becomes critical.

Regular ring trials, in which a few carefully prepared samples are circulated among a number of laboratories, are commonly conducted in various countries or regions. This study reports on an international ring trial, in which diverse forage samples consisting of whole plant maize (both fermented and fresh) and grass/legume hay, silage and freshcut from Europe, North America and Australia collected during 2001 were analysed. All samples had been oven dried to approximately 5% moisture and ground through a grinder with a 1 mm screen, then subdivided using a sample splitter to produce 8 sets of approximately 30 g samples. Special precautions ensured a high uniformity between subsamples. The samples were analysed by 7 laboratories in 7 different countries across 3 continents. Comparisons according to wet chemistry methods were made between laboratories for dry matter, protein, acid detergent fiber (ADF), and neutral detergent fiber (NDF) in duplicate on all samples (including 10 blind duplicates) for dry matter, crude protein, ash, acid detergent fibre and neutral detergent fibre with regard to the reference methods in regular use at these institutes..

Results

The ring test results were highly satisfactory for Protein, NDF, ADF and Ash (tables 2 and 3). The results for Dry Matter were poor at sites where samples had been delayed in transit. Uptake of moisture in transit is a major problem when samples are moved worldwide. The differences seen between laboratories were clearly systematic, with both slope and bias differences being evident. Only with dry matter were there random differences between laboratories for the reasons mentioned previously.

The results on blind duplicates illustrated how the “real” error in laboratories is larger than would be perceived from an analysis of replicate samples. This may have been caused because under such circumstances the samples receive no preferential treatment when information as to the identity of samples is not available to the laboratory technician.

The high quality of the results, combined with the large number of samples involved, produced one result that was not predictable in advance of the trial: the differences between laboratories (either slope or bias) were usually significant at a 1% level, even although the slope difference from 1.0 or the differences from 0.0 for bias were small.

Recommendations

Based on the experience gained with carrying out this large scale ring test, a number of recommendations were derived for equivalent future activities:

- Allow 15 months for sample collection,
- The samples should first be placed in medium grade airtight polythene bags which are then heat-sealed or have integral airtight zip tops,
- Each individual sample is to be placed inside another zip top polythene bag that then has a wax seal attached. (The purpose of the wax seal is to identify if a particular bag has been opened.),
- All the samples are to be placed within a single large plastic bag that is placed into a stout cardboard box for shipping,
- Difficulties in shipping biological samples across international borders should be minimised by accompanying correct phytosanitary documentation,
- Include blind duplicates,
- Run all analyses in duplicate.

Zur Untersuchung ungetrockneter Grassilagen mittels NIR-Diodenzeilenspektrometer und elektronischer Nase

von

H. Gibaud, F. Dietrich, C. Paul, G. Pahlow, J.M. Greef
FAL Braunschweig, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft

1. Einleitung und Problemstellung

Für die Untersuchung umfangreicher Probenserien sind die konventionellen „nass-chemischen“ Verfahren zur Bestimmung der wertgebenden Inhaltsstoffe zu zeit-, arbeits- und energieaufwendig, als dass sie zur Grundlage einer praxisnahen und preisgünstigen Bewertung herangezogen werden könnten. Aufgrund dieses Sachverhalts haben sich nahinfrarotspektroskopische Methoden für die Ermittlung der nährwertbestimmenden Inhaltsstoffe als Instrument der Praxisberatung durchgesetzt. Für diesen Zweck müssen die Silagen allerdings getrocknet und vermahlen werden. Dadurch verlieren sie die Informationen aus der wässrigen Phase und somit die Eignung für die Ermittlung der wichtigen Gärqualitätsparameter. Die Qualität von Grassilagen hängt nicht nur von den Inhaltsstoffen in der festen Phase der Silage sondern auch von den in der wässrigen Phase enthaltenen Gärungsprodukten ab, durch die Trocknung verschwinden nämlich die Informationen aus der wässrigen Phase gänzlich.

Der Wert einer Silage wird zudem von der Gärqualität bestimmt. In ihre Bewertung gehen nur der pH-Wert, die Gärsäuren und der Ammoniakanteil am Gesamt-Stickstoff ein. Am Aroma von Silagen sind jedoch insgesamt ca. 50 Fermentationsprodukte (MO et al., 2001) beteiligt, die v.a. zu den Stoffklassen der Carbonsäuren, sowie deren Estern, Alkoholen, Aldehyden und Ketonen zählen.

Dies hat bis in die Gegenwart hinein die Motivation für die jedoch subjektive Sinnenprüfung nach dem DLG-Schlüssel geliefert. Vereinzelt sind hier auch Nahinfrarot-Laborspektrometer zur objektiven Erfassung von Gärqualitätsparametern im Einsatz, wobei sowohl Reflexions- als auch Transmissionsmessungen an frischen Silagen als Grundlage der Bestimmungen dienen (Gordon et al. 1998, PAUL et al., 1999,).

Im Folgenden wird über die laufenden Versuche berichtet, um eine umfassende Bewertung von Grassilagen mittels zweier neuartiger Sensor-Techniken zu erreichen, die den Anforderungen eines praxisnahen Einsatzes genügen. Zu diesem Zweck werden frisch entnommene, ungetrocknete Grassilagen zum Einen mit einem neuartigen, robusten NIR-Diodenzeilen-Spektrometer, zum Anderen mit einem chemischen Sensorsystem (elektronische Nase) vermessen. Dieses enthält Metalloxid- und Schwingquarzsensoren und ermöglicht die Erfassung flüchtiger Verbindungen.

2. Grundlagen des Versuchsansatzes

Das Probenmaterial bestehend aus tiefgefrorenen Grassilagen mit bewusst variierenden Trockenmassegehalten wurde von der Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futtermittelherstellung (AG FuKo) aus Praxisbetrieben in Niedersachsen gesammelt.

Die NIR-Messungen werden an einem Si/InGaAs-Diodenzeilenspektrometer mit 252 Dioden des Typs Zeiss Corona (Zeiss Jena GmbH) im Bereich von 800 bis 1680 nm vorgenommen. Zur Vergrößerung der Messfläche wird ein Drehteller verwendet. Die Auswertungen (Spektraldatentransformation, Regressionsanalyse, Spektrenbibliothekverwaltung, Messgeräteabgleich und Qualitätskontrolle von NIRS-Methoden) werden mit der Steuerungssoftware CORA und der Auswertungssoftware GRAMS durchgeführt.

Die elektronische Nase ist das modulare Sensorsystem MOSES II (Fa. Lennartz Electronic, Tübingen), welches als Kernelemente jeweils 8 Schwingquarz- (QMB) und Me-

talloxidsensoren (MOX) enthält. Diese chemischen Sensoren bestehen prinzipiell aus einer sensitiven Schicht und einem Signalwandler. Die MOX-Sensoren reagieren auf kleine anorganische Moleküle, die oxidierende oder reduzierende Eigenschaften aufweisen. Hierbei beruht die Signalwirkung auf einer Änderung der Leitfähigkeit durch Redox-Reaktionen an der Sensoroberfläche. Die Schwingquarzsensoren (QMB) sind mit unterschiedlichen Polymeren beschichtet, an denen verschiedene Substanzen reversibel adsorbieren. Aus der Massenänderung resultiert eine messbare Änderung der Schwingungsfrequenz der Schwingquarze. Die QMB-Sensoren reagieren tendenziell auf größere organische Moleküle. Die Daten werden mit der Steuer- und Auswertesoftware ARGUS bearbeitet.

3. Erste Resultate

Durch die NIRS-Messung werden die Kenngrößen der Futterqualität wie Energiegehalt, Proteingehalt, Verdaulichkeit und Strukturwert geschätzt. Das Spektrum beinhaltet Informationen über die wesentlichen Merkmale wie Wasser, Proteine und Zellwandkohlenhydrate.

Die elektronische Nase ist nicht in der Lage, einzelne Stoffe zu bestimmen sondern erfasst einen Gaskomplex, der durch eine Reihe von Sensorsignalen dargestellt wird. Bisherige Untersuchungen haben ergeben, dass diese Rohdaten nach Durchführung einer Hauptkomponentenanalyse eine klare Differenzierung der Proben unabhängig vom deren Wassergehalt ermöglichen. Die Einteilung der Proben erfolgt in die zwei Güteklassen der schlecht und gut konservierten Silagen, ohne dass nähere Informationen über Einzelbestandteile des Gaskomplexes benötigt werden.

4. Ausblick

Ziel dieser Untersuchungen ist die Entwicklung einer umfassenden und objektiven Analysenschnellmethode, die sowohl die nährwertbestimmenden Inhaltsstoffe als auch die Gärqualität von ungetrockneten Grassilagen ermittelt, um dem Landwirt in kurzer Zeit kostengünstige Informationen über den Energiegehalt und die Gärqualität seiner Silage geben zu können.

Es wird eine Kalibrierung mit frisch entnommenen Grassilagen an einem Diodenzeilen-spektrometer erstellt, die das zeit- und arbeitsintensive Trocknen und Vermahlen der Proben ersparen soll. Die Ergebnisse aus den beiden ähnlichen chemometrischen Prinzipien werden auf ihre Korrelation zu der energetischen Bewertung sowie zu der DLG-Sinnenprüfung und zu der Gärqualitätsbeurteilung anhand des DLG-Schlüssels überprüft.

Literatur

- GORDON, F.J., K.M.COOPER, R.S.PARK, AND R.W.J.STEEN. (1998): The prediction of intake potential and organic matter digestibility of grass silages by near infrared spectroscopy analysis of undried samples. *Animal Feed Science and Technology* 70:339-351.
- MO, M.; SELMER-OLSEN, I.; RANDBY, AA. T.; AAKRE, S. E.; ASMYHR, A. (2001): "New" Fermentation Products in Grass Silage and Their Effects on Feed Intake and Milk Taste. 98-99. 2001. 10th International Symposium Forage conservation 10-12. september, 2001, Brno, Czech Republic. Conference Proceeding
- PAUL C, SOMMER M, BORSTEL U VON (1999): Near infrared transmission study for freshgrass silage analysis. In: Pauly T (ed) The XIIth International Silage Conference; Conference Proceedings July 5-7, 1999, Uppsala, Sweden,; SLU, p 257

Anwendung des NIRS Harvest Line Konzepts in der Ernte von Futterbauversuchen

von

C. Paul¹, C. Pfitzner¹, U. Feuerstein² und W. Luesink³

¹FAL Braunschweig, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft,

²Deutsche Saatveredelung, Zuchtstation Hof Steimke, Asendorf:

³Norddeutsche Pflanzenzucht, Zuchtstation Malchow, Insel Poel

Im Mittelpunkt steht die Entwicklung und Praxiserprobung einer alternativen Methode zur Bestimmung des Trockenmassegehalts in Futterpflanzen, die den bisher als unabänderlich angenommenen, hohen Verbrauch an elektrischer Energie im Rahmen des konventionellen Trockenschrankverfahrens vermeidet. Dabei wird die bislang in Labors stationär betriebene Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) in Form von on-line NIRS-Messungen auf dem Grünfuttermollernter auf das Versuchsfeld verlagert. Grundlage dieser methodischen Entwicklung ist das im Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der FAL entwickelte NIRS Harvest Line Konzept zur on-line Erfassung relevanter Qualitätsparameter direkt auf Erntemaschinen. Es basiert auf folgenden Grundsätzen:

- Verkürzung des Prozesses (Minimierung der Bearbeitungsdauer zwischen Ernte und Analyse)
- Minimierung des Probenahmefehlers (durch automatisierte, mechanische Probenahme)
- Minimierung der Probenaufbereitung (nur Häckseln, keine Trocknung oder Vermahlung)
- Maximierung der spektrometrischen Beprobung (schnelle, kontinuierliche Reflexionsmessungen an großen Probenoberflächen)
- Nutzung der NIRS im Bereich niedriger Wellenlängen (Maximierung der effektiven Schichtdicke bei niedriger Absorptivität)

In einem Gemeinschaftsprojekt der Deutsche Saatveredelung (DSV), der Norddeutsche Pflanzenzucht (NPZ) und dem Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) wurde zusammen mit dem dänischen Landmaschinenhersteller J. Haldrup a/s und dem deutschen Unternehmen der optischen Industrie Carl Zeiss Jena GmbH ein NIR-Modul mit einem NIR-Diodenzeilen-Spektrometer (CORONA 45 NIR) entwickelt und auf die Erfassung des Trockenmassegehaltes frischer Futterpflanzen kalibriert. Innerhalb der Verfahrensentwicklung wurden sowohl Problemlösungen für die stabil reproduzierbare Probenpräsentation des schlecht fließenden Grüngutes erarbeitet, als auch neue Software für die Prozesssteuerung (Harvest Manager) und Spektrenfilterung (Mask factory) entwickelt bzw. eingesetzt.

In umfangreichen Versuchen und praktischen Feldeinsätzen bei den Projektbeteiligten konnte eine Schätzgenauigkeit der Kalibration von 1,2 bis 1,3 % Trockenmasse nachgewiesen werden. Im Vergleich mit dem Fehler der herkömmlichen TM-Bestimmung zwischen den Versuchsstellen, der in einem eigens dafür durchgeführten Ringtest zwischen 1 und 2% TM lag, darf von einer analytischen Gleichwertigkeit der TM-Erfassung mittels NIRS auf dem Grünfuttermollernter im Vergleich mit dem herkömmlichen Verfahren ausgegangen werden.

Bei der Weiterentwicklung des Verfahrens wird die Erhöhung der technologischen Leistung und Zuverlässigkeit angestrebt. Darüber hinaus wird die Ergänzung der Kalibrierdatenbank mit zusätzlichen Proben und mit wichtigen Futterwertparametern wie z.B. Protein, wasserlösliche Kohlenhydrate, Zellwandgehalt und Verdaulichkeit vorangetrieben. Außerdem ist es Ziel der Arbeiten, dieses neue Verfahren weiteren Anwendern zugänglich zu machen und zukünftige Anwender in amtlichen und halbamtlichen Sortenprüfungen durch Bildung eines Netzwerks zu unterstützen. Letztlich ist beabsichtigt, ein einheitliches methodisches Vorgehen in der privaten Züchtung und im amtlichen Sortenwesen sicherzustellen.

Die NIRS-Methode als Hilfsmittel der Futterbauberatung

von

Uwe von Borstel¹, M. Sommer¹, C. Paul², M. Alex², P. Tillmann³

¹Landwirtschaftskammer Hannover

²FAL Braunschweig Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft,

³VDLUFA Qualitätssicherung NIRS/NITKassel

Weithin unverstanden, in ihrem Potential verkannt und als Black-Box-Methode gebrandmarkt besaß die Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) noch um 1990 in Deutschland im Rahmen der Ermittlung von Futterwertparametern an Futterpflanzen eine krasse Außenseiterrolle. Vor dem Hintergrund des anhaltenden Rationalisierungszwangs in der Futtermittelanalytik stellt sich die Situation mittlerweile vollkommen anders dar. Wie in den USA ist die NIRS heute auch in Europa im Zuge der Bewältigung des Probenaufkommens aus Forschung, Beratung und Futterbaupraxis aus der speziellen Grundfutteruntersuchung nicht mehr wegzudenken. Dieser Stand ist allerdings nur erreicht worden, weil die analytische Zuverlässigkeit der aus NIRS-Messwerten abgeleiteten Schätzwerte immer als entscheidendes Beurteilungskriterium beachtet worden ist.

Die Entwicklung von NIRS-Kalibriergleichungen zur Untersuchung von Frischgras und Grassilage wird schon seit 1985 in der Arbeitsgemeinschaft für Futterbau und Futterkonservierung (AG FuKo) an der Landwirtschaftskammer Hannover zunächst in Zusammenarbeit mit dem früheren Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung wirtschaft der FAL vorangetrieben. Die Methodenentwicklung dient der Einführung und Absicherung der NIRS-basierten

- Empfehlungen zum Schnittzeitpunkt im ersten Grünlandaufwuchs („Reifeprüfung auf dem Grünland“),
- der Untersuchung aller Aufwüchse in produktionstechnischen Futterbauversuchen und
- der Bearbeitung von Untersuchungsaufträgen zum Nährstoffgehalt von Grassilagen aus den Mitgliedsbetrieben der AG FuKo.

Nachdem vom VDLUFA ein Qualitätssicherungssystem für die Vereinheitlichung und Standardisierung der Analytik der NIRS aufgebaut worden war, das ab 1999 auch den o.a. Anforderungen Rechnung trug, wurden die bei AG FuKo/ und die bei dem VDLUFA entwickelten Kalibriergleichungen miteinander abgeglichen. Fallweise wurden die mit der FAL langjährig systematisch aufgebauten Datenbanken auf den VDLUFA überführt und damit die analytische Robustheit der vom VDLUFA gepflegten Kalibriergleichungen z.T. verbessert. Mit dieser Zusammenarbeit leistet die AG FuKo einen Beitrag zur Vereinheitlichung der Rahmenbedingungen der Auftragsuntersuchungen an Grundfutter in Norddeutschland.

Veränderung der Futterqualität im ersten Aufwuchs einer nährstoffreichen Nasswiese (*Calthion*)

von

Michael Anger, Alexander Malcharek, Walter Kühbauch

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl Allgemeiner Pflanzenbau, Universität Bonn

1. Einleitung

Ein beträchtlicher Anteil der im Rahmen von Grünlandextensivierungsprogrammen geförderten Grünlandflächen weisen feuchte bis nasse Standortbedingungen auf. Im Mittelgebirge sind sie häufig in Senken oder Mulden und damit eher kleinflächig anzutreffen. Innerhalb des KULAP in Nordrhein-Westfalen stellen sie im Mittelgebirgsprogramm mit etwa 18 % aller geförderten Flächen durchaus einen Förderschwerpunkt dar, von denen der überwiegende Anteil – in der nordrhein-westfälischen Statistik unter Nasswiesen/weiden geführt (ANONYMUS 1999) – soziologisch dem Verband *Calthion* zugeordnet werden dürfte. In Höhenlagen finden sich unter feuchten und eher bodensaureren Bedingungen Wiesenbestände, die nicht die typische Ausprägung der *Cirsium oleaceum-Polygonum bistorta*-Assoziation zeigen. Neben Arten der Kleinseggenwiesen und Borstgrasrasen sind sie auch verhältnismäßig reich an allgemeinen Arten des Wirtschaftsgrünlandes und können –als Übergangsbestände innerhalb der Feuchtwiesen- als Wiesenknöterichwiesen (*Polygonum-bistorta*-Ges.) bezeichnet werden (KLAPP 1965). Da zum Futterwert derartiger Feuchtwiesen nur wenig Informationen vorliegen, wurde –im Rahmen eines Forschungsvorhabens zur Effizienzkontrolle von Grünlandschutzprogrammen in Mittelgebirgsregionen – auch die Futterqualität auf Wiesenknöterichwiesen zum laut Mittelgebirgsprogramm vorgeschriebenen ersten Nutzungstermin 1. Juli untersucht (Kühbauch et al. 1999). Gleichfalls fanden an ausgesuchten Flächen Untersuchungen zur Veränderung der Futterqualität im Primäraufwuchs vor und nach dem 1. Juli statt, die nachfolgend für eine Wiesenknöterichwiese exemplarisch dargestellt werden.

2. Material und Methoden

Die über drei Jahre hinweg untersuchte Wiesenknöterichwiese befindet sich im Genfbachtal bei Nettersheim (Eifel) in 460 m ü. NN auf einem Gley mit Schiefer-Grauwackensandstein als Ausgangsgestein. Die mittleren ökologischen Kennzahlen nach ELLENBERG (ELLENBERG et al. 1992) ergeben eine Feuchtezahl von 5,6, eine Reaktionszahl von 2,5 und eine N-Zahl von 3,5. Die chemischen Bodenwerte in 0-10 cm betragen pH 5,1 (0,01 M CaCl₂) und 3 mg P₂O₅ sowie 19 mg K₂O je 100 g Boden (beide nach CAL-Methode). Die Witterung im ersten Untersuchungsjahr 1995 zeichnete sich durch einen milden Winter und ein im Vergleich zum langjährigen Mittel besonders feuchtes Frühjahr mit anschließend hohen Temperaturen in den Sommermonaten aus; das zweite Versuchsjahr 1996 war eher ungewöhnlich aufgrund eines kalten und trockenen Frühjahrs sowie kühlen Temperaturen zu Beginn des Sommers; im dritten Jahr 1997 war das Frühjahr mild und etwas zu trocken, der Sommer eher feucht.

Die Beprobung des Primäraufwuchses fand auf einem für den Pflanzenbestand der Gesamtfläche weitestgehend repräsentativen Teilstück von 25 m² Größe statt. Die botanische Zusammensetzung wurde nach der Ertragsanteilschätzung nach KLAPP/STÄHLIN (VOIGTLÄNDER und VOSS 1979) zum 1. Juli aufgenommen. Davon ableitend wurde eine Einschätzung des Futterwertes der Bestände mittels der Wertzahlen nach KLAPP et al. (1953) sowie mittels der Gütezahlen nach STÄHLIN (1971) vorgenommen, wobei auch

in Spuren vorkommende Pflanzenarten (+) mit 0,2 % Ertragsanteilen berücksichtigt wurden (VOIGTLÄNDER und VOSS 1979). In der Zeitreihenstudie wurden die Primäraufwüchse zwischen Anfang Juni und Anfang August zu meist fünf unterschiedlichen Terminen auf Teilflächen von je 1 m² Größe (n = 4) durch Schnitt auf ca. 5 cm Stoppellänge geerntet. Die Futterqualität wurde ermittelt durch Schätzung der Energiedichte mit Hilfe des Hohenheimer Futterwerttests nach der Regressionsgleichung 13e für Rauhfutter (MENKE und STEINGASS 1987) sowie durch Bestimmung des Rohproteingehaltes – aufgrund vernachlässigbarer Nitratgehalte mittels gaschromatographischer Analyse des Gesamtstickstoffgehaltes (Carlo Erba, Typ 1990) und nachfolgender Multiplikation mit dem Faktor 6,25 – und des Rohfaseranteils nach NAUMANN und BASSLER (1976).

3. Ergebnisse und Diskussion

Der Vergleich der artenreichen Wiesenknöterichwiese in den drei Untersuchungsjahren zum Zeitpunkt 1. Juli zeigt höhere Ertragsanteile für die Artengruppe der Kräuter im ersten Jahr, während im zweiten Jahr sich die Anteile zugunsten der Sauergräser verschieben und im dritten Jahr zugunsten der Süßgräser (Tab. 1). In den Einzeljahren sind gegenüber den übrigen Jahren höhere Anteile von *Juncus acutiflorus* im zweiten und von *Polygonum bistorta* im dritten Jahr auffallend, außerdem geringere Anteile von *Rhinanthus minor* im dritten und höhere Anteile von *Sanguisorba officinalis* im ersten Jahr.

Tab. 1: Artenzahl, Ertragsanteile und Bestandeswertzahlen zum 1.7. der Versuchsjahre

Versuchsjahre		I	II	III
Artenzahl		30	33	33
Ertragsanteile	- Gräser und Gräserartige	42	60	60
	<i>Festuca rubra ssp.</i>	20	11	24
(in %)	<i>Holcus lanatus</i>	8	8	8
	<i>Deschampsia caespitosa</i>	3	1	6
	<i>Agrostis gigantea</i>	2	1	8
	<i>Juncus acutiflorus</i> / <i>J. effusus</i>	3	25	8
	<i>Carex leporina</i> / <i>C. disticha</i>	4	7	2
	Restliche Gräser und Gräserartige	2	7	4
	- Leguminosen	4	3	1
	<i>Lotus uliginosus</i>	1	2	+
	<i>Trifolium pratense</i>	+	1	1
	<i>Trifolium repens</i>	1	+	+
	<i>Vicia cracca</i>	2	+	+
	Restliche Leguminosen	1	+	+
	- Kräuter (ohne Leguminosen)	54	37	38
	<i>Polygonum bistorta</i>	9	4	21
	<i>Achillea ptarmica</i>	13	12	10
	<i>Caltha palustris</i>	7	6	3
	<i>Ranunculus acris</i>	9	3	+
	<i>Rhinanthus minor</i>	7	5	1
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	6	+	1
	<i>Geranium silvaticum</i>	++	3	++
	Restliche Kräuter	3	4	2
Bestandeswert-	- Wertzahl nach Klapp	2,7	2,3	3,7
zahlen	- Gütezahl nach Stählin	- 101	- 149	- 35

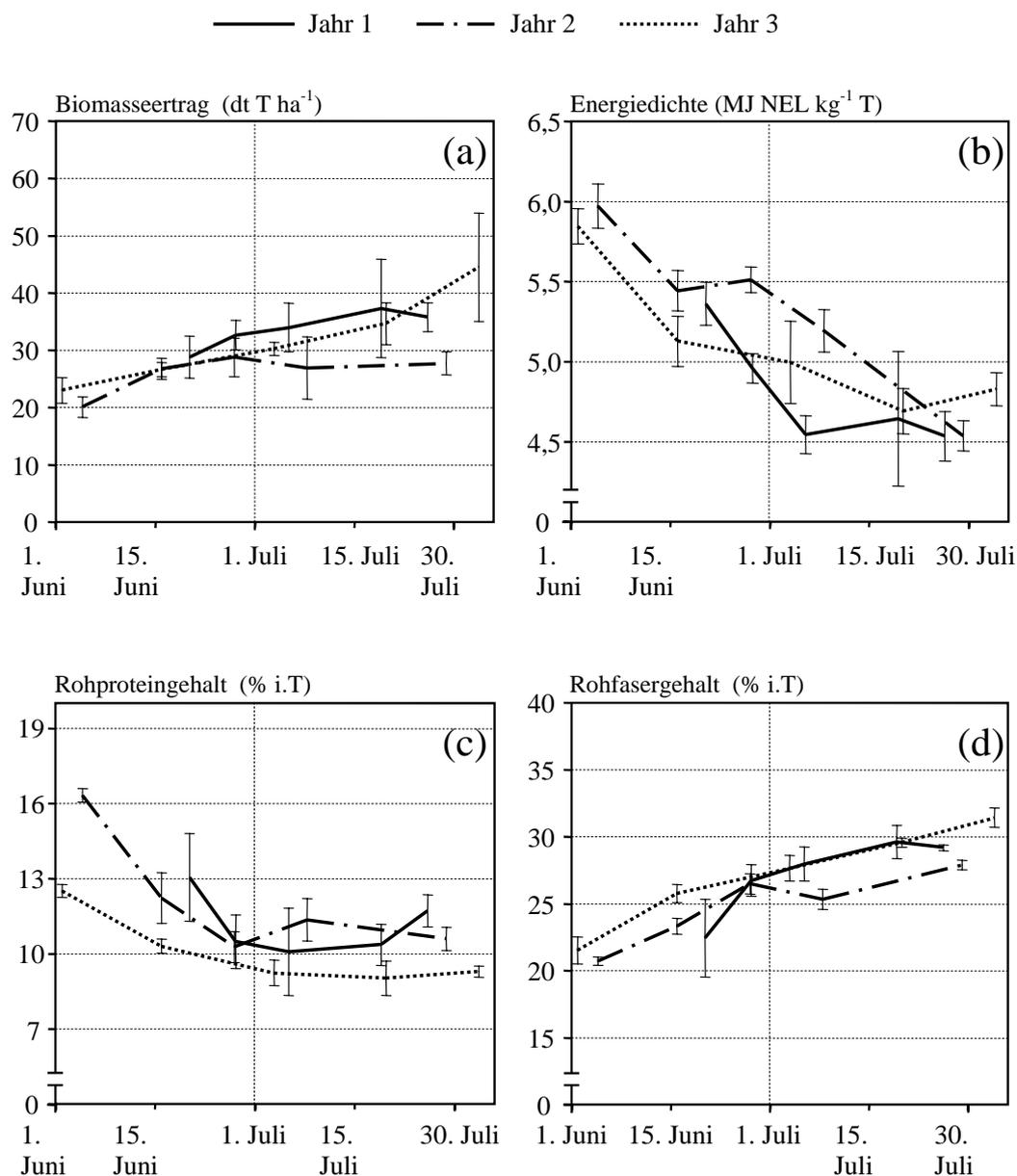


Abb. 1: Veränderung des Biomasseertrages (a) sowie der Futterqualitätsmerkmale Energiedichte (b), Rohproteingehalt (c) und Rohfasergehalt (d) in den Primäraufwüchsen der drei Untersuchungsjahre

Der Anstieg der Biomasseerträge zeigt bis zum 1. Juli in allen drei Versuchsjahren einen nahezu gleichen Verlauf (Abb. 1). Offenbar in Abhängigkeit von der Dominanz der Sauergräser und den ungünstigen Witterungsbedingungen stagnieren die Erträge im kühlen zweiten Jahr jedoch ab dem 1. Juli weitgehend. Demgegenüber sind im ersten Jahr Zuwächse bis zum 20. Juli und im dritten Jahr bei erhöhten Sommerniederschlägen sogar ansteigende Erträge bis zum Ende des Beprobungszeitraums Anfang August festzustellen, allerdings bei z.T. deutlich höherer Streuung der Einzelwerte (Abb. 1). Die Analyse der untersuchten Futterqualitätsmerkmale weist für die drei Versuchsjahre

einen vergleichbaren Verlauf auf, allerdings mit etwas höheren Energie- und Rohproteinkonzentrationen sowie geringeren Rohfasergehalten im zweiten Versuchsjahr (Abb. 2). Diese Effekte sind mit Unterschieden im Blatt-/Stängelverhältnis und im Anteil der Hauptbestandbildner in den drei Jahren zu erklären (u.a. KÜHBAUCH und VOIGTLÄNDER 1979). Infolge kühler und trockener Witterung im Frühjahr bzw. Frühsommer finden sich – gegenüber den übrigen Jahren – im zweiten Jahr höhere Blatt- und geringere Stängelanteile. Ein höherer Stängelanteil im Sommer des ersten und vorrangig des dritten Jahres mit eher standortüblicher Witterung ist zudem auf die höheren Ertragsanteile der Süßgräser zurückzuführen. Ausgehend von einer hohen Energiedichte von nahezu 6,0 MJ NEL je kg T Anfang Juni sinkt sie mit zunehmender Seneszenz bis Mitte Juni bzw. Anfang Juli meist rasch ab, wohingegen anschließend i.d.R. ein geringerer Abfall bis deutlich unter 5,0 MJ NEL je kg T festzustellen ist; der z.T. beobachtete geringe Anstieg am Ende der Zeitreihenstudien ist mit dem Durchwuchs der Süßgräser zu erklären (Abb. 2). Ergänzend zur analytisch festgestellten Futterqualität geben die Bestandeswertzahlen zusätzlich wertvolle Informationen über den Futterwert, jedoch bei gegenteiliger Jahresabstufung von bonitiertem und analysiertem Futterwert (Tab. 1, Abb. 1). Die niedrigeren Bestandeswerte im ersten und zweiten Jahr sind insbesondere auf die höheren Ertragsanteile von Arten mit Giftcharakter (*Caltha palustris*, *Rhinanthus minor*, *Ranunculus acris*) und geringeren Anteilen an Süßgräsern und *Polygonum bistorta* zurückzuführen.

Literatur

- ANONYMUS, 1999: pers. Informationen des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein.-Westfalen, Düsseldorf.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER W. und PAULIBEN, D., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl., Verl. E. Goltze, Göttingen.
- KLAPP, E., BOEKER, P., KÖNIG, F. und STÄHLIN, A., 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland 2, 38-40.
- KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. Verl. Paul Parey, Berlin / Hamburg.
- KÜHBAUCH, W. und VOIGTLÄNDER, G., 1979: Veränderungen des Zellinhaltes, der Zellwandzusammensetzung und der Verdaulichkeit von Knautgras (*Dactylis glomerata* L.) und Luzerne (*Medicago sativa* x *varia Martyn*) während des Wachstums. Z. Acker- und Pflanzenbau 148, 455-466.
- KÜHBAUCH, W., ANGER, M. und MALCHAREK, A., 1999: Effizienzkontrolle von Grünlandextensivierungsprogrammen im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens. 1. Einfluß der Grünlandextensivierungsprogramme auf die Grünlandbewirtschaftung. B. Bewertung der Futterqualität von Extensivgrünlandaufwüchsen und Möglichkeiten ihrer Verwertung im Grünlandbetrieb. Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“ an der Landwirtschaftl. Fakultät Bonn, Forschungsberichte.
- MENKE, K.H. und STEINGASS, H., 1987: Schätzung des energetischen Futterwerts aus der *in vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Regressionsgleichungen. Übers. Tierernährg. 15, 59-94.
- NAUMANN, C. und BASSLER, R., 1976: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Bd. III mit Ergänzungen von 1983 und 1988 Verband deutscher Landw. Untersuchungsanstalten, VDLUFA- Verl., Darmstadt.
- STÄHLIN, A., 1971: Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter. Das Wirtschaftseigene Futter, Sonderheft 5, 1-152.

Ein regional verankertes Konzept zur ergebnisorientierten Honorierung ökologischer Leistungen in der Landwirtschaft

von

E. Bertke, B. Gerowitt, S. K. Hespelt, J. Isselstein, R. Marggraf und C. Tute

Georg-August-Universität Göttingen

Über den multifunktionalen Charakter der Landwirtschaft, der beinhaltet, dass Landwirtschaft sich auf mehr als nur die Produktion von Agrarprodukten erstreckt, herrscht heute im europäischen Agrarsektor und darüber hinaus allgemeiner Konsens (OECD 2001, SINABELL 2001, EUROPEAN COMMISSION 1999). Was umfasst diese multifunktionale Rolle der Landwirtschaft? Laut WTO (2000) werden vornehmlich Umweltbelange, ländliche Entwicklungsziele und Konsumenten Anliegen unter dem Begriff der multifunktionalen Landwirtschaft verstanden. Im vorliegenden Beitrag wird der Focus auf die Funktion der Umweltbelange gelegt. Dem Schutz der Umwelt und dem Erhalt der traditionellen Kulturlandschaft wird seitens der Gesellschaft ein wachsender Wert beigemessen, woraus sich der Bedarf an Politikmaßnahmen zur Sicherung entsprechender Bewirtschaftungsmethoden bzw. ökologischer Leistungen der Landwirtschaft ergibt (EUROPEAN COMMISSION 1999). Die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für Umweltleistungen der Landwirtschaft wird darüber hinaus durch verschiedene aktuelle Untersuchungen bestätigt (EORG 2001, MÜLLER & SCHMITZ 1999). Im Rahmen von Agrarumweltprogrammen als Bestandteile der zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union werden Beihilfen für Umweltverpflichtungen der Landwirtschaft gewährt, die über die gute landwirtschaftliche Praxis hinausgehen. Es ist zu erwarten, dass diese zweite Säule der GAP im Rahmen des Abbaus produktionsgebundener staatlicher Zuwendungen aufgrund der WTO-Verhandlungen gestärkt wird (BREITSCHUH et al. 1998). In heutigen Agrarumweltprogrammen werden ökologische Leistungen der Landwirtschaft, mit Ausnahme der Förderung artenreichen Grünlands im MEKA II (Markt-Entlastungs- und Kulturlandschafts-Ausgleich in Baden-Württemberg), handlungsorientiert honoriert. Maßnahmenbezogene Programme werfen verschiedene Kritikpunkte auf, zu denen z.B. eine eingeschränkte Flexibilität, fehlende Anreize für das aktive Erreichen von Umweltzielen sowie die oftmals geringe ökonomische Effizienz des Fördermitteleinsatzes im biotischen Ressourcenschutz gehören. Aufgrund dessen wird seit geraumer Zeit in Politik und Wissenschaft eine ergebnisorientierte Honorierung diskutiert (SRU 2002, NIEDERSÄCHSISCHE REGIERUNGSKOMMISSION 2001, HAMPICKE 2000, SRU 1996 KNAUER 1992, STREIT et al. 1989). Auch wird im Hinblick auf die Fortentwicklung von Agrarumweltprogrammen eine stärkere Regionalisierung gefordert (SRU 2002, EWERS & CHRISTOPH 2000, RUDLOFF & URFEI 2000). Neben der größeren ökologischen Zielgenauigkeit hat die Regionalisierung den Vorteil, dass lokale Akteure und Akteurinnen in die Entwicklung und Umsetzung regionaler Maßnahmen einbezogen werden können, was die gesellschaftliche Akzeptanz für solche Maßnahmen stärkt.

Am Forschungs- und Studienzentrum Landwirtschaft und Umwelt der Georg August-Universität Göttingen wird ein regionspezifisches Konzept zur ergebnisorientierten Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft entwickelt. Hierbei wird versucht, die Honorierung von Umweltgütern weitgehend in das System des Marktes einzubinden (s. Abb. 1), wobei letztlich ein neuer Produktionszweig der Landwirtschaft etabliert werden soll – die Produktion ökologischer Güter. Ziel ist es, ein transparentes und transaktionskostenminderndes System zu entwickeln, welches zum einen den Anforderungen der WTO genügt und zum anderen gesellschaftliche Akzeptanz genießt. Durch die interdisziplinäre Ausrichtung des Forschungsvorhabens finden sowohl agrar-

ökologische und betriebswirtschaftliche als auch sozioökonomische und politikwissenschaftliche Fragestellungen Berücksichtigung.

Das Honorierungskonzept

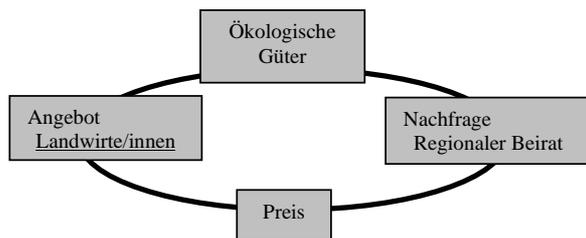


Abb. 1: Skizze des Honorierungskonzeptes

In dem Honorierungssystem können ökologische Güter als Ergebnisse ökologischer Leistungen seitens landwirtschaftlicher Betriebe auf freiwilliger Basis produziert und angeboten werden. Die landwirtschaftlichen Betriebe treffen hierfür selbständige

produktionstechnische Entscheidungen. Durch die Honorierung in Abhängigkeit von der Zielerreichung werden finanzielle Anreize für innovatives Handeln gegeben, bestimmte Umweltziele zu erreichen.

Es stellt sich die Frage, welche Voraussetzungen ökologische Güter erfüllen müssen, um sich für ein solches Honorierungskonzept zu eignen. Ökologische Güter müssen den Anforderungen der Transparenz für Angebot und Nachfrage entsprechen, ihre Produktion sollte über die Vorgaben des Ordnungsrechtes – als Mindeststandard landwirtschaftlicher Aktivitäten - hinausgehen und sie müssen dem individuellen Produzenten zuzuordnen sein. Darüber hinaus soll das Freiwilligkeitsprinzip der Produktion gewährleistet sein, was bedeutet, dass die Produktion der Güter nicht bereits durch ordnungsrechtliche Vorgaben geregelt sein darf. Daher wurden für das Honorierungssystem Güter der pflanzlichen Diversität gewählt bzw. Vegetationsstrukturen, die in Verbindung mit landwirtschaftlicher Flächennutzung auftreten. Die floristische Diversität eignet sich auch deswegen für die ergebnisorientierte Honorierung, weil sie zum einen als aussagekräftiger Zeiger für einwirkende Umweltfaktoren und zum anderen als leicht zu erfassender Indikator für die lokale organismische Gesamtbiodiversität gewertet werden kann (OBRIST & DUELLI 1998). Dieses bedeutet, dass mit der Produktion ökologischer Güter der pflanzlichen Vielfalt, die sich von der üblichen Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte unterscheidet, gleichzeitig positive externe Effekte z.B. auf die Fauna zu erwarten sind.

Mit den Gütern der Produktionsflächen Acker und Grünland und den Gütern der im landwirtschaftlichen Sinne „nicht produktiven“ Zwischenstrukturen wie z.B. Brachen und Hecken werden drei Bereiche ökologischer Güter unterschieden. Die Güter werden mittels eindeutiger und einfach messbarer Kriterien definiert, damit ihre Erhebung, die von den landwirtschaftlichen Betrieben selbst vorgenommen werden soll, möglichst zeitsparend durchgeführt werden kann. Als Honorierungskriterien kommen die Flächengröße, auf der das ökologische Gut angeboten wird, die Artenanzahl pro definierter Flächeneinheit sowie die Artenzusammensetzung (z.B. Vorkommen von Rote-Liste-Arten im Acker oder Extensivzeigerarten im Grünland) und die Vegetationsstruktur (bspw. bei Gehölzen oder auch Rainen) in Frage. Anhand welcher Kriterien die ökologischen Güter des Grünlands definiert werden, wird an anderer Stelle in diesem Tagungsband vorgestellt (BERTKE et al. 2003).

Wie bei heutigen Agrarumweltprogrammen sind auch in diesem ergebnisorientierten Honorierungssystem stichprobenartige Kontrollen im Rahmen des integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems für bestimmte gemeinschaftliche Beihilferegelungen not-

wendig (KOM 2001). Für diese Kontrollen, die seitens einer Verwaltungsbehörde vorgenommen werden und für die Erhebung der Güter durch die landwirtschaftlichen Betriebe wurden einheitliche Verfahren entwickelt.

Ökologische Güter sind öffentliche, sogenannte nicht marktgängige Güter weil u.a. kein Ausschluss von Nutzern möglich ist. Es würde sich somit keine individuelle Nachfrage bzw. kein Spontanmarkt etablieren, obgleich die Gesellschaft diesen Leistungen der Landwirtschaft eine wachsende Wertschätzung entgegenbringt (MÜLLER & SCHMITZ 1999) und viele Umweltgüter als knapp anzusehen sind. Es ist daher notwendig, die gesellschaftliche Nachfrage kollektiv zu organisieren. Diese Aufgabe wird in dem hier vorgestellten Honorierungssystem - dem Subsidiaritätsprinzip der EU entsprechend - von einem regionalen Beirat übernommen. Dieser muss bei einer praktischen Umsetzung des Honorierungskonzeptes institutionalisiert werden, um Zielfindungs-, Entscheidungs- und Finanzierungs Kompetenzen ausüben zu können. Durch die Verlagerung von agrarumweltpolitischen Kompetenzen in die Regionen kann die gesellschaftliche Akzeptanz für die Maßnahmen gestärkt werden, da eine direkte Verbindung zwischen den Präferenzen der lokalen Bevölkerung und den Transferzahlungen in die Landwirtschaft geschaffen wird. Um die eingesetzten öffentlichen Finanzmittel im Zuge des ergebnisorientierten Honorierungskonzeptes ökonomisch effizient zu verteilen, wird das Instrument der Ausschreibung als geeignetes Vergabeverfahren diskutiert (MELLO et al. 2002, PLIENINGER 2001).

Das vorgestellte Honorierungssystem wird derzeit zunächst für eine Region in Südniedersachsen, dem Landkreis Northeim, entwickelt. Die Konzeptentwicklung findet in enger Zusammenarbeit mit einem regionalen Beirat des Landkreises statt. Dieser Beirat hat sich im Frühjahr 2001 konstituiert und setzt sich aus Vertretern der Verwaltung (Landwirtschaft, Naturschutz), Interessenverbänden (Landwirtschaft, Grundeigentümer, Naturschutz) und Politik zusammen. Alle Aspekte, die für eine Umsetzung des Honorierungssystems relevant sind wie ein Katalog regionsspezifischer ökologischer Güter, Produktionsverfahren und Kosten sowie die Verwaltungseinbindung des Honorierungssystems werden in Zusammenarbeit mit den lokalen Akteuren der Projektregion erörtert und auf Praxisrelevanz geprüft.

Literatur

- BERTKE, E., S. BIEWER, & J. ISSELSTEIN (2003): Ökologische Güter des Grünlands in einem ergebnisorientierten Honorierungssystem für ökologische Leistungen der Landwirtschaft. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 28.-30.08.03 (in diesem Tagungsband).
- BREITSCHUH, G., D. ROTH & H. ECKERT (1998): Begründung und Herleitung von Vergütungen für Leistungen zum Erhalt der Kulturlandschaft und der agrarischen Funktionen des ländlichen Raumes. Z.f. Kulturtechnik und Landentwicklung 39: 113-116.
- EUROPEAN COMMISSION (1999): Contribution of the European Community on the Multifunctional Character of Agriculture. Info-Paper, October 1999, Bruxelles.
- EORG (EUROPEAN OPINION RESEARCH GROUP) (2002) EUROBAROMETRE 57.0 - Europeans and the Common Agricultural Policy (2001-2002). INRA - for the Directorate-General for Agriculture. http://europa.eu.int/comm/agriculture/survey/2002/rep_en.pdf.
- EWERS, H.-J. & H. CHRISTOPH (2000): Agrarumweltpolitik nach dem Subsidiaritätsprinzip. Ziele, Ordnungsrahmen und instrumentelle Alternativen. Bd. 2. Berlin.

- HAMPICKE, U. (2000): Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung und Honorierung ökologischer Leistungen in der Landwirtschaft. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, 71: 43-49.
- KNAUER, N. (1992): Honorierung "ökologischer Leistungen" nach marktwirtschaftlichen Prinzipien. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 33: 65-76.
- MÜLLER, M. & P.M. SCHMITZ (1999): Der Preis für die Umwelt: Präferenzen und Zahlungsbereitschaften für ausgewählte Landschaftsfunktionen auf der Grundlage der Conjoint-Analyse. Z.f. Kulturtechnik und Landentwicklung 40: 213-219.
- KOM (KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN) (2001): Verordnung (EG) Nr. 2419/2001 vom 11. Dezember 2001. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/11. Brüssel.
- MELLO, I., A. HEISSENHUBER & J. KANTELHARDT (2002): Das Conservation Reserve Program der USA - Eine Möglichkeit zur effizienten Entlohnung von Umweltleistungen der Landwirtschaft? Berichte über Landwirtschaft. Bd. 80 (1): 84-93.
- NIEDERSÄCHSISCHE REGIERUNGSKOMMISSION „ZUKUNFT DER LANDWIRTSCHAFT – VERBRAUCHERORIENTIERUNG (2001): Vorschläge für eine verbraucherorientierte Neuausrichtung der Agrarpolitik, für eine andere Landwirtschaft. Endbericht. Hannover.
- OECD (2001): Multifunctionality: Towards an Analytical Framework. Paris.
- OBRIST MK & P. DUELLI (1998): Wanzen und Pflanzen: Auf der Suche nach den besten Korrelaten zur Biodiversität. Informationsblatt des Forschungsbereiches Landschaftsökologie 37, 1-5. <http://www.wsl.ch/land/infoblatt/Nr37/Info37.html>.
- PLIENINGER, T. (2001): Naturschutz auf privatem Land - Erfolg, Grenzen und Perspektiven anreizorientierter Strategien in den USA. Landnutzung und Landschaftsentwicklung 42, Heft 1: 10-14.
- RUDLOFF, B. & G. URFEI (2000): Agrarumweltpolitik nach dem Subsidiaritätsprinzip. Kategorisierung von Umwelteffekten und Evaluierung geltender Politikmaßnahmen. Berlin.
- SINABELL, F. (2001): Die Multifunktionalität der österreichischen Landwirtschaft – eine ökonomische Annäherung. In: Penker, M. & S. Pfusterschmid (Hrsg) (2003) Dokumentation der 11. ÖGA - Jahrestagung an der Karl-Franzens Universität Graz, 27. und 28. September 2001: „Wie steuerbar ist die Landwirtschaft? Erfordernisse, Potentiale und Instrumente zur Ökologisierung der Landwirtschaft. Facultas Verlag, Wien. <http://www.boku.ac.at/oega/tagung/t2001.htm>.
- SRU (DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN) (2002): Für eine Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes. Stuttgart.
- SRU (DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN) (1996): Konzepte einer dauerhaft-umweltgerechten Nutzung ländlicher Räume. Stuttgart.
- STREIT, M.E., R. WILDENMANN & J. JESINGHAUS (Hrsg.) (1989): Landwirtschaft und Umwelt: Wege aus der Krise, Studien zur gesellschaftlichen Entwicklung, Bd. 3., Baden-Baden.
- WTO (WORD TRADE ORGANISATION COMMITTEE ON AGRICULTURE) (2000): EC comprehensive negotiation proposal, G/AG/NG/W/90, 14 Dec. 2000, Geneva.

Danksagung

Die Autoren/innen bedanken sich beim Bundesministerium für Bildung und Forschung, welches das Projekt als Teil des Verbundprojektes BIOPLEX (= Biodiversität und räumliche Komplexität in Agrarlandschaften) unter dem Förderschwerpunkt BIOLOG fördert.

Ökologische Güter des Grünlands in einem ergebnisorientierten Honorierungssystem für ökologische Leistungen der Landwirtschaft

von

Elke Bertke, Sonja Biewer, Johannes Isselstein
Georg-August-Universität Göttingen

Ökologische Güter sind die Ergebnisse ökologischer Leistungen der Landwirtschaft, die im Rahmen eines erfolgsorientierten Honorierungssystems honoriert werden können (vgl. BERTKE et al. 2003 in diesem Tagungsband). Der folgende Beitrag thematisiert die Definition regionsspezifischer ökologischer Güter des Grünlands für eine Modellregion, den Landkreis Northeim. Ökologische Güter müssen anhand von transparenten und eindeutigen Honorierungskriterien definiert werden, um den Nachweis ihrer Produktion justitiabel zu gestalten und mit einem geringen Zeitaufwand zu ermöglichen. Welche Honorierungskriterien hierfür herangezogen werden ist vornehmlich von den Zielen abhängig, die mit der Produktion der Güter verfolgt werden. In Bezug auf das Grünland sind diese der Erhalt von Dauergrünland durch landwirtschaftliche Nutzung (insbesondere auf Marginalstandorten), die Förderung von standort- und regionstypischem, artenreichen Grünland sowie der Erhalt und die Förderung seltener heute in der Projektregion oft degenerierter Pflanzengesellschaften wie Feuchtwiesen und Kalkmagerrasen. Das Erreichen dieser Ziele kann anhand der Honorierungskriterien (1) *Kräuterartenanzahl pro Flächeneinheit* und (2) *Artenzusammensetzung* bzw. anhand des Vorkommens bestimmter *Zielarten* im Grünland gemessen werden. Grundlage für die Definition der regionalen Honorierungskriterien bilden floristische Kartierungen des Wirtschaftsgrünlands in den verschiedenen Landschaftseinheiten des Landkreises Northeim, die im Frühjahr 2002 durchgeführt wurden. Ergänzend erfolgten Befragungen der Landwirte und Landwirtinnen zur Bewirtschaftung und Nutzung der untersuchten Grünlandflächen, um Beziehungen zur floristischen Artenvielfalt auf den Flächen herauszustellen.

Erhoben wurde auf jeder Grünlandfläche die Artenzusammensetzung in einer schlaggrößenabhängigen Anzahl kreisrunder Untersuchungspartellen. Um eine geeignete Parzellengröße für die Erfassung der Kräuterartenanzahl zu ermitteln, wurden für jede Einzelaufnahme die Artenanzahlen verschiedener Parzellengrößen miteinander verglichen. Hierbei stellte sich heraus, dass eine Parzellengröße von 12,6m² (Unter-

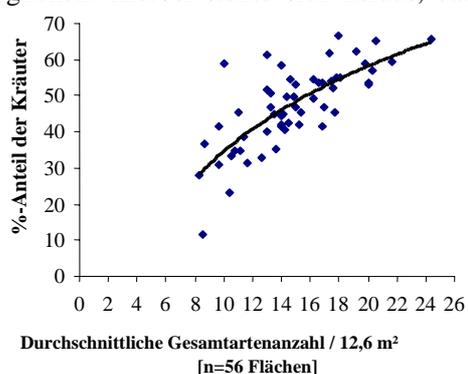


Abb. 1: %-Anteil der Kräuter an der durchschnittlichen Artenanzahl/12.6m² [Korrelation nach Pearson: $r=0,744$, $p<0,01$]

suchungspartellen mit einem Radius von 2m) sowohl in Bezug auf die Aussagekraft der Stichprobe hinsichtlich der Artenzusammensetzung als auch in Bezug auf den Erhebungsaufwand angemessen war. Die Artenanzahl der Kräuter wird als Indikator für die floristische Artenvielfalt im Grünland gewählt. Sie eignet sich, weil sie eng mit der Gesamtartenanzahl korreliert wie Abb. 1 zeigt. Darüber hinaus lässt sie sich im Vergleich zur Aufnahme sämtlicher Pflanzenarten mit einem geringeren Zeitaufwand erfassen.

Der notwendigen Festlegung der Kräuterartenanzahl, die für das Erreichen eines ökologischen Gutes in den Untersuchungspartellen mindestens vorhanden sein muss, liegen verschiedene Überlegungen zugrunde, die auf den Daten der Kartierungen im Landkreis Northeim basieren: (1) Wie hoch ist die durchschnittliche Kräuterartenanzahl in den Untersuchungspartellen der Grünlandflächen und welchen Anteil nehmen die Flächen mit den unterschiedlich hohen Kräuterartenzahlen jeweils ein? (2) Welche Faktoren der Grünlandbewirtschaftung und -nutzung wirken sich auf die Artenvielfalt aus und wie sind diese auf den Grünlandschlägen bei unterschiedlichen Kräuterartenzahlen ausgeprägt?

Die Untersuchungen ergaben, dass über 50% der kartierten Flächen eine durchschnittliche Kräuterartenanzahl von weniger als acht Arten pro 12,6m² aufweisen. 42,9% der Flächen weisen hingegen höhere durchschnittliche Kräuterartenzahlen auf.

Ein Faktor, für den im Rahmen der Auswertungen ein signifikanter Einfluss auf die

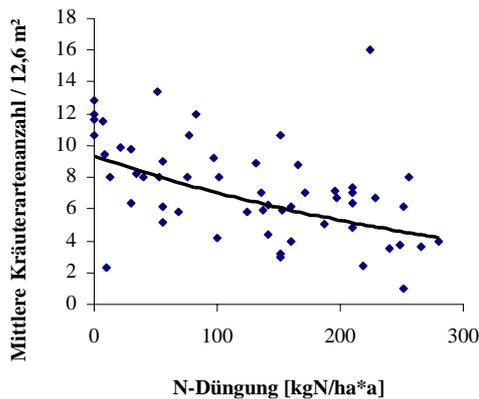


Abb. 2: Durchschnittliche Kräuterartenanzahl /12,6m² bei unterschiedlichem Stickstoffdüngungs niveau. [Korrelation nach Pearson: r = -0,485, p < 0,01]

Artenvielfalt nachgewiesen wurde, ist die jährliche Stickstoff-Düngung (N-Düngung) (s. Abb. 2.) Diese negative Korrelation zwischen Artenvielfalt und Stickstoffgaben lässt sich nach OPITZ v. BOBERFELD (1994) durch die wettbewerbsbedingte Mortalität konkurrenzschwacher Arten bei steigender Stickstoffdüngung begründen. Auch WACHENDORF & TAUBE (2001) stellen bei einem Vergleich von konventionell und ökologisch bewirtschafteten Dauergrünlandflächen, auf denen signifikant mehr Pflanzenarten nachgewiesen werden konnten, die Düngungspraxis als den hauptsächlichlichen Bewirtschaftungsunterschied heraus.

Ein Vergleich der N-Düngung auf den untersuchten Grünlandschlägen im Landkreis Northeim (s. Abb. 3) zeigt, dass auf Flächen mit einer durchschnittlichen Kräuterartenanzahl von $\geq 8/12,6m^2$ die jährliche

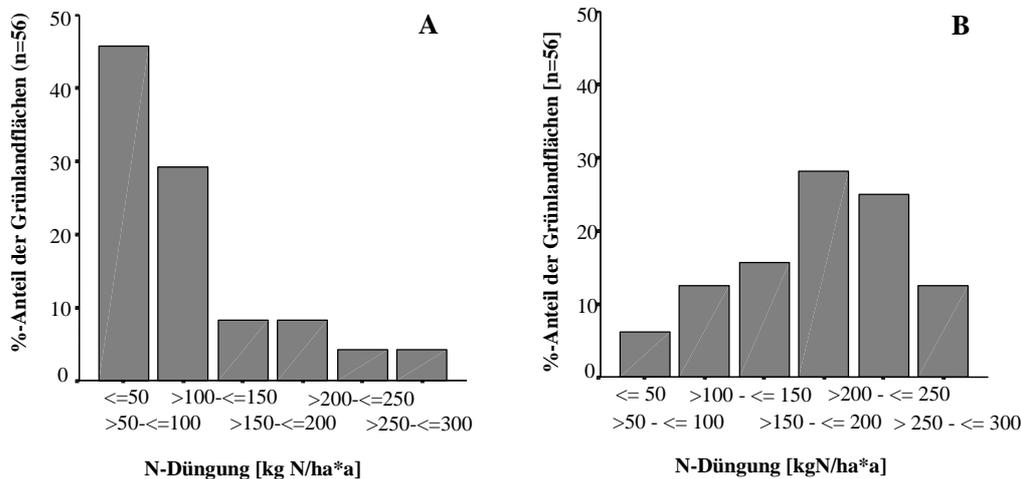


Abb. 3: N-Düngung auf den Grünlandschlägen mit einer durchschnittlichen Kräuterartenanzahl von A: $\geq 8/12,6m^2$ und B: $< 8/12,6m^2$

Stickstoffmenge bei ca. 45% der Flächen $\leq 50\text{kgN/ha}$ und bei über 70% der Flächen $\leq 100\text{kgN/ha}$ beträgt. Dieses entspricht in Bezug auf die N-Düngung einer extensiven Bewirtschaftung. Auf Flächen, die Kräuterartenzahlen von $<8/12,6\text{m}^2$ aufweisen, sind die Stickstoffgaben wesentlich höher. So werden auf ca. 65% der Flächen $\geq 150\text{kgN/ha}$ ausgebracht und auf ca. 38% der Flächen $\geq 200\text{kgN/ha}$.

Ein weiterer Faktor, der die Artenvielfalt im Grünland beeinflusst, ist die Nutzungsfrequenz, die i.d.R. nach der Höhe der N-Gaben ausgerichtet wird (OPITZ v. BOBERFELD 1994). Die Wirkung der Nutzungsintensität kann über die durchschnittliche Mahdverträglichkeitszahl (M-Zahl) (BRIEMLE & ELLENBERG 1994) abgeschätzt werden, welche hauptsächlich von der Entblätterungshäufigkeit, dem Schnitzeitpunkt und der Schnitthöhe abhängt. Sie ist wie bei anderen Standortfaktoren in neun Stufen eingeteilt (vgl. ELLENBERG et al 1992), wobei eine hohe M-Zahl eine gute Schnittverträglichkeit und eine niedrige Zahl eine Schnittunverträglichkeit anzeigt. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der mittleren M-Zahl der Grünlandvegetation und der durchschnittlichen Kräuterartenanzahl nachgewiesen werden (Korrelation nach Pearson: $r=0,629$, $p<0,01$). 80% der Flächen mit einer durchschnittlichen Kräuterartenanzahl von $\geq 8/12,6\text{m}^2$ weisen eine mittlere M-Zahl von <7 auf. Nach BRIEMLE & ELLENBERG (1994) lassen sich diese Flächen in die Kategorie des extensiv bis mäßig intensiv genutzten Grünlands einstufen. Dem gegenüber weist die mittlere M-Zahl auf den Grünlandflächen mit einer durchschnittlichen Kräuterartenanzahl von $<8/12,6\text{m}^2$ auf über 80% der Flächen einen Wert von ≥ 7 auf; diese Flächen können in die Kategorie des Intensivgrünlands eingestuft werden. Auf der Basis der hier dargestellten Verteilung der Kräuterartenanzahlen auf den Untersuchungsflächen sowie der Differenzen in Bezug auf die N-Düngung und Mahdverträglichkeit der Grünlandvegetation bei unterschiedlich hohen Kräuterartenanzahlen, stellt eine Artenzahl von $\geq 8/12,6\text{m}^2$ einen geeigneten Wert für das Honorierungskriterium *Kräuterartenanzahl pro Flächeneinheit* dar. Für das Honorierungskriterium *Artenzusammensetzung* wurde ein Zielartenkatalog (s. Tab. 1) entwickelt. Die Zielarten, bei denen es sich um typische Arten der regionalen Grünlandtypen des Landkreises Northeim handelt, wurden dabei mit Hilfe folgender Merkmale ausgewählt: Stickstoffzahl (ELLENBERG et al. 1992), M-Zahl (BRIEMLE & ELLENBERG 1994), Stetigkeit, soziologisches Verhalten (ELLENBERG et al. 1992) und leichte Bestimmbarkeit. Datenquellen für die Auswahl der Zielarten sind zum einen die im Frühjahr 2002 durchgeführten Kartierungen des Wirtschaftsgrünlands im Landkreis Northeim sowie – insbesondere für die Auswahl von Charakterarten gefährdeter Pflanzengesellschaften - frühere Grünlanderhebungen in der Projektregion und der Umgebung: SCHOPNIE (1998), MOLTHAN (1993), BEZIRKSREGIERUNG HANNOVER (1992), DUDDA (1989), LANDKREIS NORTHEIM (1988), ODENTHAL (1985) und RUTHSATZ (1970).

Tab. 1: Zielartenkatalog für die ökologischen Güter des Grünlands.

Extensivzeigerarten des frischen Grünlands	Charakterarten des Feuchtgrünlands, der Halbtrockenrasen und der Borstgrasrasen		
Mäßig stickstoffreiche, frische bis feuchte Standorte	Mäßig stickstoffreiche feuchte bis nasse Standorte	Magere, basenreiche, meist kalkhaltige, sommerwarme, mäßig trockene Standorte	Kalkarme, magere, z.T. trockene, sonnige Standorte
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg. Cardamine pratensis <i>Crepis</i> spec. <i>Geranium</i> spec. <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Leontodon autumnalis</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Lysimachia nummularia</i> <i>Pimpinella major</i> <i>Trifolium campestre</i> / <i>dubium</i> u.a.	<i>Caltha palustris</i> <i>Cirsium oleraceum</i> <i>Filipendula ulmaria</i> <i>Galium uliginosum</i> <i>Lotus uliginosus</i> <i>Lychnis flos-cuculi</i> <i>Myosotis palustris</i> <i>Polygonum bistorta</i> <i>Sanguisorba officinalis</i> <i>Achillea ptarmica</i> <i>Geum rivale</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i> <i>Brachypodium pinnatum</i> <i>Cirsium acaule</i> <i>Koeleria pyramidata</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Pimpinella saxifraga</i> <i>Plantago media</i> <i>Sanguisorba minor</i> <i>Primula veris</i>	<i>Galium hircynicum</i> <i>Hieracium</i> (spec.) <i>Hypericum</i> (spec.) <i>Hypochoeris</i> (spec.) <i>Luzula</i> (spec.) <i>Nardus stricta</i> <i>Potentilla erecta</i>

Der Zielartenkatalog enthält Grünlandarten mit geringen Nährstoffansprüchen und einer relativen Nutzungsempfindlichkeit, die im heutigen vorwiegend intensiv genutzten Grünland selten geworden sind. Sie tragen darüber hinaus durch ihre Blühaspekte zum ästhetischen Bild des Grünlands bei.

Definition der ökologischen Güter

Anhand der hier auf regionaler Ebene festgelegten Honorierungskriterien werden unterschiedliche Qualitätsstufen ökologischer Güter des Grünlands definiert, mit denen jeweils auch unterschiedlich hohe Preise erzielt werden können. Die Anzahl der Kräuter (8/12,6m²) stellt hierbei das Kriterium für die niedrigste Qualitätsstufe eines ökologischen Gutes dar. Dieses ökologische Gut kann als sogenanntes „Einstiegsgut“ angeboten werden. Befinden sich neben der erforderlichen Kräuterartenanzahl noch Zielarten in bestimmter Menge und Verteilung auf der Fläche wird ein höherwertiges ökologisches Gut erreicht. Eine weitere qualitativ hochwertigere Stufe eines ökologischen Gutes im Grünland wird durch das Vorkommen von Charakterarten gefährdeter Pflanzengesellschaften, zu denen auch Rote-Liste-Arten wie z.B. *Anthyllis vulneraria* gehören, erzielt.

Literatur

- BERTKE, E., B. GEROWITT, S.K. HESPELT, J. ISSELSTEIN, R. MARGGRAF & C. TUTE (2003): Ein regional verankertes Konzept zur ergebnisorientierten Honorierung ökologischer Leistungen in der Landwirtschaft. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 28.-30.08.03
- BEZIRKSREGIERUNG HANNOVER (Hrsg.) (1992): Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgebiet „Hellental“. Bearb.: Ing. Büro Dipl. Ing. Georg v. Luckwald.
- BRIEMLE, G. & H. ELLENBERG (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Natur und Landschaft 69. Jg. Heft 4: 139-147.
- DUDDA, F. (1989): Grünlandkartierung der Solling-Wiesentäler. Zweckverband Solling-Vogler (Hrsg.).
- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULIBEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica. Volume 18.
- LANDKREIS NORTHEIM (Hrsg.) (1988): Landschaftsrahmenplan für den Landkreis Northeim.
- MOLTHAN, H. (1993): Bewirtschaftung und Pflege im Hasselbachtal, Solling. Funktionsstelle für Naturschutz und Landschaftspflege beim staatlichen Forstamt Fürstenberg (Hrsg.).
- ODENTHAL, G. (1985): Das Grasland in der Umgebung von Göttingen: Änderungen in der Nutzung und Artenzusammensetzung seit 1968. Diplomarbeit am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen.
- OPITZ v. BOBERFELD, W. (1994): Grünlandlehre. Ulmer. Stuttgart.
- RUTHSATZ, B. (1970): Die Grünlandgesellschaften um Göttingen. - Scripta Geobotanica. Band 2.
- SCHOPNIE, C. (1998): Entwurf eines Pflege- und Entwicklungsplans für das „Rote Wasser“ im Naturpark Solling-Vogler. Diplomarbeit an der FH Hildesheim, Holzminden / Fachber. Forstwirtschaft und Umweltmanagement in Göttingen.
- WACHENDORF, M. & F. TAUBE (2001): Artenvielfalt, Leistungsmerkmale und bodenchemische Kennwerte des Dauergrünlands im konventionellen und ökol. Landbau in Nordwestdeutschland. Pflanzenbauwissenschaften, 5 (2): 75-86.

Untersuchungen zur Biodiversität von unterschiedlich bewirtschafteten Mähstandweiden

von

Hermann Giebelhausen, Andreas Milimonka und Karlheinz Richter

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

1. Einleitung

Für den Erfolg der Mutterkuhhaltung ist auch die Gewinnung guten Winterfutters bedeutsam. Dazu werden meist die wegen zu hoher Bodenfeuchte nicht weidefähigen Bestände des ersten/zweiten Aufwuchses konserviert und später in die Beweidung einbezogen. Mangelnde Befahrbarkeit und Nutzungsaufgaben verzögern jedoch oft ihre rechtzeitige Mahd. Die Folge sind Konservate mit geringerer Qualität. Demgegenüber kann späte Nutzung zur Strukturvielfalt im Grünland durch das räumliche Nebeneinander von feuchten sowie frischen, weidefähigen Teilflächen beitragen. Aus einem Weideexperiment mit Mutterkühen konnten MILIMONKA et al. (2002) für die Weideteilflächen ableiten, dass verminderter Weidedruck, entzugsorientierte PK-Düngung und angepasste Nachmahd die Entwicklung artenreicher und botanisch gut strukturierter Narben fördern. Aus diesem Versuch werden nachfolgend für die im Frühjahr nassen Mähteilflächen Ergebnisse zur Bestandsentwicklung und Biodiversität in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität vorgestellt.

2. Material und Methoden

Der Weideversuch wird seit 1995 gemeinsam von der Humboldt-Universität zu Berlin, dem Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg, Abt. Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue und dem Deutschen Grünlandverband e.V. betreut. Die Intensitätsstufen des Mähstandweide-Versuches mit Mutterkühen im Havelland bei Nauen sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Stufen der Bewirtschaftungsintensität des Weideversuches

Stufen	Besatzstärke (GV/ha)	Nachsaat *	Düngung
a1; extensiv (Koppel 2; 8 ha)	1,4	ohne	ohne
a2, extensiv (Koppel 4; 14 ha)	1,1	mit	PK-Düngung (26/80 kg/ha)
a3; intensiv (Koppel 5; 16 ha)	1,8	mit	NPK-Düngung (120/26/80 kg/ha)

*) auf den Weideteilflächen im April 1995 mit 18 kg/ha *Lolium perenne* und 2 kg/ha *Trifolium repens*

Nach Anpassung des Tierbesatzes an die aktuelle Ertragsfähigkeit der Koppeln, wird der Versuch ab dem Jahr 2002 mit folgenden Besatzstärken fortgeführt: Stufe a1 mit 0,8 GV/ha; Stufe a2 mit 1,0 GV/ha und Stufe a3 mit 1,5 GV/ha. Im Versuchsgebiet (Klimastation, Berge) beträgt die langjährige Jahresmitteltemperatur 8,8 °C und es fallen 503 mm Jahresniederschlag. Der Versuchsstandort ist ein grundwasserbeeinflusster Niederungsstandort mit den Bodenarten Sand bis lehmiger Sand, wobei in Bodensenken auch flachgründiges Niedermoor ansteht. Ab Mitte/Ende

Mai sinkt der Grundwasserstand bereits auf 50 cm und im Juli/August auf unter 80 cm unter Gelände. Auf den Koppeln sind Dauerquadrate (DQ) von 10 x 10 m eingerichtet. Die DQ der Mähteilflächen liegen in Arealen wo im Winterhalbjahr das Grundwasser oft über dem Geländeniveau ansteht. Die Bonitur der Grünlandbestände erfolgt auf den DQ im Frühjahr, Sommer und Herbst nach KLAPP/STÄHLIN. Die Biodiversität der Narben wird anhand der Artenanzahl und dem Shannon-Index (HAEUPLER 1982) bewertet. Für das Merkmal Mannigfaltigkeit wird die Evenness (E %) - als der erreichte Grad der maximal möglichen Mannigfaltigkeit - verwendet und auf der Basis der Ertragsanteile der Arten berechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände

Die Narben der Mähflächen ohne Mineraldüngung (Stufe a1) werden von *Phalaris arundinacea* und *Carex*-Species, besonders *Carex gracilis*, dominiert (Abb. 1).

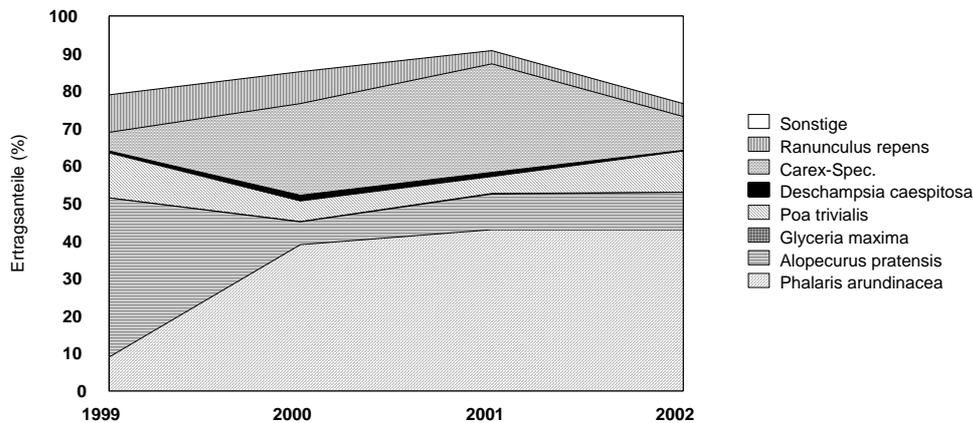


Abb. 1: Ertragsanteile (%) bestandsprägender Arten im 1. Aufwuchs in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität; Stufe/Koppel a1: extensiv / ohne Düngung.

Die im Bestand anfangs dominante Art *Alopecurus pratensis* tendiert infolge zunehmender P- und K-Verarmung des Bodens stark rückläufig, während *Phalaris arundinacea* bei später Mahd seine Ertragsanteile erhöht.

Mit PK-Düngung (Stufe/Koppel a2) behauptete sich *Alopecurus pratensis* neben den Arten *Phalaris arundinacea*, *Poa trivialis*, *Carex-Species* und *Deschampsia caespitosa* (Abb. 2). Lediglich die weideempfindliche Art *Glyceria maxima* wird zunehmend aus dem Bestand verdrängt. Mit PK-Düngung sind die Pflanzenbestände bei ein- bis zweimaliger Mahd und anschließender Weide im Vergleich zur Stufe a1 botanisch besser strukturiert und weniger instabil.

Auf der Intensiv - Koppel (Stufe a3) bewirkten NPK-Düngung und stärkerer Verbiss einen kontinuierlichen Rückgang der feuchtholden Obergräser (Abb. 3) und eine Zunahme von weideverträglicheren Arten wie *Poa pratensis* (bis 21 %), *Bromus-Species* (bis 12 %), *Elymus repens* (bis 9 %), *Agrostis alba* (bis 4 %) sowie Kräutern wie *Potentilla reptans* (bis 5 %) und auch *Urtica dioica* (bis 5 %).

Leguminosen waren auf den untersuchten Mähteilflächen nur bei PK-Düngung mit geringen Anteilen von 2 % (*Trifolium repens*) vertreten.

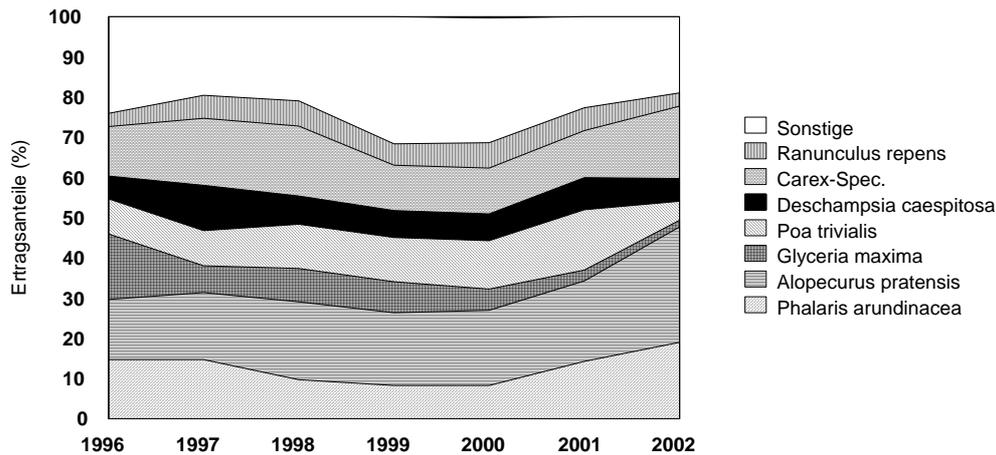


Abb. 2: Ertragsanteile (%) bestandsprägender Arten im 1. Aufwuchs in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität; Stufe/Koppel a2: extensiv / PK-Düngung.

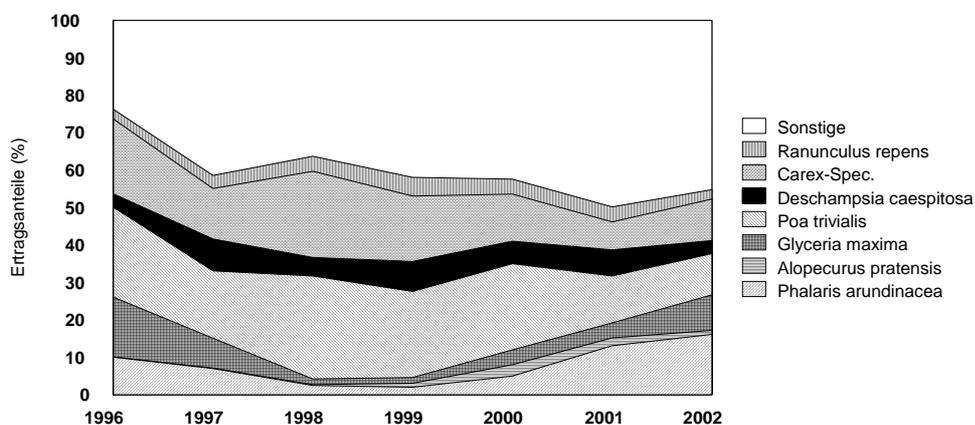


Abb. 3: Ertragsanteile (%) bestandsprägender Arten im 1. Aufwuchs in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität; Stufe/Koppel a3: intensiv / NPK-Düngung.

3.2. Artenanzahl und Biodiversität (Evenness, %)

Während auf den Mahdflächen der gedüngten Koppeln eine stete Zunahme der Arten im Bestand zu verzeichnen ist und höchste Werte bei NPK-Düngung erreicht werden, weisen die ungedüngten Bestände, bei tendenziellem Artenanstieg, große Jahresschwankungen auf (Abb. 4). Der Artenrückgang in Stufe a1 von 2000 zu 2001 wird mit auf die negativen Auswirkungen des Trockenjahres 2000 und langer Herbstweide zurückgeführt. Bei den Evenness-Werten der Mahdflächen treten zwischen den Koppeln ähnliche Entwicklungstendenzen wie bei der Artenanzahl auf, wobei die bis zum Jahr 2000 mit P und K gedüngten Bestände in der Gleichverteilung der Arten am besten strukturiert waren (Abb. 5).

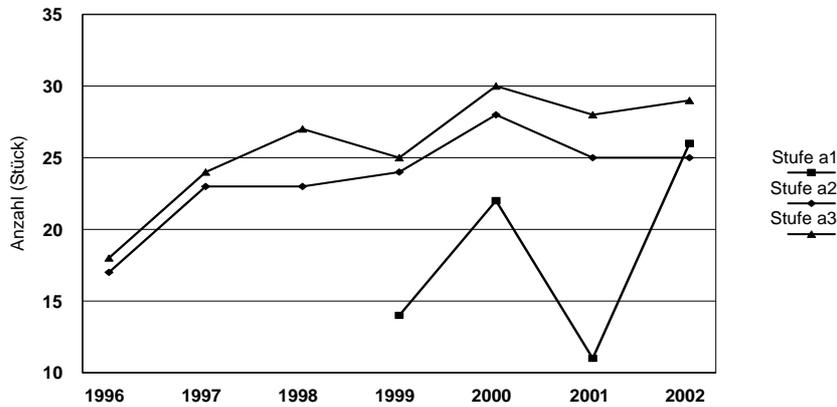


Abb. 4: Pflanzenanzahl auf Mähteilflächen im 1. Aufwuchs von Mähstandweiden in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität; Stufe a1: extensiv / ohne Düngung, Stufe a2: extensiv / PK-Düngung, Stufe a3: intensiv / NPK-Düngung.

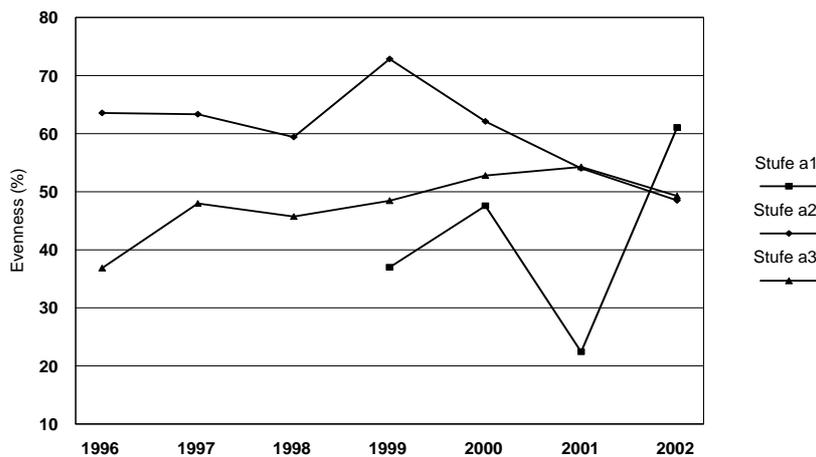


Abb. 5: Mannigfaltigkeit (Evenness, %) von Pflanzenbeständen im 1. Aufw. von Mähteilflächen in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität. Stufe a1: extensiv / ohne Düngung, Stufe a2: extensiv / PK-Düngung, Stufe a3: intensiv / NPK-Düngung.

4. Zusammenfassung

Die Pflanzenbestände der Mähteilflächen der drei geprüften Stufen der Bewirtschaftungsintensität werden durch das temporäre Wasserüberangebot geprägt. Hauptarten sind *Alopecurus pratensis*, *Phalaris arundinacea*, *Carex*-Spezies und *Poa trivialis*. Unterlassene Düngung senkt den Ertragsanteil von *Alopecurus pratensis*, während *Phalaris arundinacea* bisher seine Anteile erhöhte. Nährstoffmangel und Trockenheit senken tendenziell die Artenanzahl und die Mannigfaltigkeit des Grünlandes. Entzugsorientierte PK-Düngung fördert die Entwicklung von Feuchtgrünland mit verbesserter Biodiversität. NPK-Düngung bewirkt im Verein mit höherem Weidedruck den Rückgang feuchteliebender Obergräser, wodurch Nischen zum Einwandern weiterer Grünlandarten entstehen.

Literatur

- HAEUPLER, H., 1989: Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Dissertationes Botanicae 65.
- MILIMONKA, A., GIEBELHAUSEN, H., RICHTER, K., 2002: Wirkung differenzierter Bewirtschaftungsintensität auf die Zusammensetzung einer Weidenarbe. Naturschutz und Landschaftsplanung **34**, 152-157.

Landwirtschaftliche Bewertung von naturschutznahen Agrarumweltmaßnahmen im sächsischen Grünland

von

Christian Franke und Gerhard Riehl

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Einführung

Seit 1992 werden in den neuen Bundesländern Agrarumweltmaßnahmen mit dem Ziel des "Schutzes und der Verbesserung der Umwelt und der Erhaltung des natürlichen Lebensraums, der Landschaft, der natürlichen Ressourcen, [...] und der genetischen Vielfalt" gefördert (EG 1992). Im Freistaat Sachsen wurden mit der Richtlinie 73/99 (SMUL 1999) auch erstmals naturschutznahe Maßnahmen auf Grünland gefördert. Im Programmteil Zusatzförderung II (Naturschutzmaßnahmen, ZF II) werden Landwirten für die freiwillige Einhaltung einschneidender Auflagen zur Düngung und zu Ernteterminen die dadurch entstehenden Mehraufwendungen und Mindererlöse in Form von Fördersatzten erstattet. Darüber hinaus sollen Anreize für diese Bewirtschaftungsweisen geschaffen werden. Spätestens mit der Halbzeitbewertung der Agenda 2000 ist nun die Frage zu beantworten, wie sich solche EU-Agrarumweltprogramme auf die vorgegebenen Ziele, aber auch auf die Verwertbarkeit der Aufwüchse auswirken.

Kommentar: Entweder in Literatur aufnehmen oder weglassen

Methode

Auf der Ebene des Freistaates wurde je Verwaltungseinheit (Gemeinden) der Zusammenhang zwischen den fünf ZF II-Maßnahmen (geförderte Fläche) und dem flächenhaften oder zahlenmäßigen Vorkommen ausgewählter Merkmale (Standortparameter, CIR-Biotopflächen, Anzahl Raufutterverwerter) in Form von nicht-parametrischen Korrelationen analysiert. In einem zweiten Ansatz wurden die Maßnahmen auf 125 einzelnen Probeflächen untersucht. Auf 25 m² wurde in der Mitte des Schlages die Vegetation erfasst und mit kartographisch vorliegenden Standortmerkmalen verknüpft. Die Auswahl der Probeflächen erfolgte randomisiert, geschichtet nach drei naturräumlichen Regionen und den fünf ZF II-Maßnahmen (naturschutzgerechte Bergwiesennutzung (29 Probeflächen), naturschutzgerechte Wiesennutzung (26), Nasswiesenpflege (36), Hüteschafhaltung (11) und naturschutzgerechte Beweidung (23)). Auf 20 Bergwiesen mit Spätschnitt-Auflagen (Probenahme 12.06. bis 27.06. 2002) wurden die Energiegehalte des ersten Aufwuchses mit zwei Methoden geschätzt: Cellulase-Methode nach KIRCHGEBNER 1998 und Hohenheimer Futterwert-Test (HFT, Formel 13e) nach MENKE & STEINGAB 1987.

Merkmalskombinationen

Bei der Betrachtung von Merkmalskombinationen wurden gewisse regionale Schwerpunkte in der Verbreitung der untersuchten Fördermaßnahmen festgestellt. Diese standen jedoch nur schwach im Zusammenhang mit bestimmten Standortausprägungen. Bergwiesen und Weiden waren vermehrt in Gemeinden mit höherem Braunerde-Parabraunerde-Anteil vertreten (signifikanter Spearman-Korrelationskoeffizient r_s von 0,20 bis 0,21). Flächenanteile von Bergwiesennutzung, naturschutzgerechter Wiesennutzung und naturschutzgerechter Beweidung waren negativ mit dem Vorkommen von Pseudogley und anderen hydromorphen Böden korreliert (r_s von - 0,20 bis - 0,27). Nasswiesenpflege-Flächenanteile zeigten nicht die zu erwartende Korrelation mit hydromorphen Böden. Bergwiesennutzung aber auch naturschutzgerechte Beweidung

waren schwach positiv mit der Meereshöhe verknüpft ($r_s = 0,31$), gleich- beziehungsweise gegenläufig waren die Korrelationen mit jährlicher Niederschlagsmenge und Jahresmittel der Lufttemperatur. Dies bestätigte den erwarteten Zusammenhang zwischen Bergwiesen-Förderung und charakteristischen montanen Standortbedingungen. Bis auf die Hüteschafhaltung wurden ZF II-Maßnahmen vermehrt in Gemeinden mit einem hohen Anteil an Nasswiesen-Biotopen gefördert (r_s von 0,25 bis 0,32). Naturschutzgerechte Beweidung wurde mit erhöhtem Anteil in Gemeinden gefördert, die stärker mit mesophilen Grünland-Biotopen ausgestattet waren. Einen schwachen negativen Zusammenhang gab es zwischen dem Vorkommen von trockenen bis frischen Ruderal- und Staudenfluren und der Förderung von Bergwiesen und naturschutzgerechter Beweidung. Dies kann als Hinweis darauf gedeutet werden, dass die Förderung von ZF II-Maßnahmen dazu beiträgt, das Brachfallen von landwirtschaftlichen Flächen einzuschränken. Signifikante Korrelationen mit dem Bestand an Raufutterverwertern wurden nicht gefunden. Die Maßnahmen selbst waren schwach interkorreliert.

Vegetation von ZF II - Probeflächen

Aus der Verschneidung von untersuchten Probeflächen mit den zugehörigen Biotoptypen ging hervor, dass die Vegetationsbilder der Zielgebung der Richtlinie weitgehend entsprachen (Abbildung 1). Die Unterschiede im Vorkommen von Biotoptypen zwischen den einzelnen Maßnahmen waren signifikant. Bergwiesennutzung wurde zu 80 % der untersuchten Fälle in mesophilem Grünland vorgefunden. Das ist der Biotoptyp, dem nach § 26a SächsNatSchG geschützte Bergwiesen zuzuordnen sind. 37 % der untersuchten Flächen mit Nasswiesenpflege wurden in Feucht- und Nassgrünland-Biotopen angetroffen (Biotoptyp, dem nach § 26a geschützte Nasswiesen zuzuordnen sind), weitere 26 % in mesophilem Grünland, 23 % allerdings auch in Wirtschaftsgrünland und 12 % in Ruderal- und Staudenfluren. Bei Hüteschafhaltung und naturschutzgerechter Beweidung befanden sich ca. 60 % der untersuchten Flächen im mesophilen Grünland. Auf Flächen, die nach naturschutzgerechter Wiesennutzung bewirtschaftet wurden, machte dieser Biotoptyp nur einen Anteil von 10 % aus. Beide, naturschutzgerechte Wiesennutzung und naturschutzgerechte Beweidung hatten einen erheblichen Anteil im Biotoptyp Wirtschaftsgrünland (36 % beziehungsweise 40 %). Im Biotoptyp Ruderal- und Staudenfluren wurden zahlreiche Flächen mit Hüteschafhaltung vorgefunden (20 %).

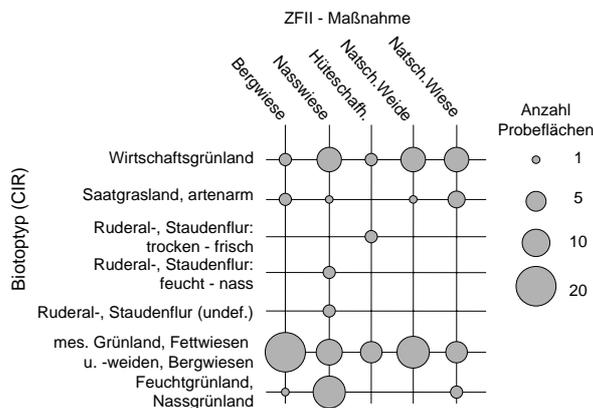


Abb. 1: Verteilung von 111 Probeflächen auf CIR-Biotoptypen (nur 111 der insgesamt 125 untersuchten Probeflächen waren durch die Biotopkartierung erfasst worden)

Beurteilung der Futterqualität bei ZF II -Maßnahmen

Die Energiegehalte zeigten eine große Spannweite von Werten (3,7 bis 6,3 MJ NEL / kg TS, Abbildung 2). Unter Bewirtschaftungsauflagen mit ein- bis zweimaliger Mahd im Jahr und Düngungsverzicht kann bei relativ spätem Schnitzeitpunkt (nicht vor Mitte Juni) Futter von sehr unterschiedlicher Qualität erzielt werden. Ob eher Mitte Juni oder eher Ende Juni gemäht wurde hatte keinen erkennbaren Einfluss auf die Futterqualität. Auch die Aufteilung auf pflanzensoziologisch unterscheidbare Vegetationstypen ermöglichte keine Unterteilung der großen Spannweite. Daher sind vor allem Standorteinflüsse oder teilweise vorkommende Unternutzung als mögliche Ursachen für die relativ unterschiedlichen Qualitäten denkbar. In nur wenigen Fällen wurden Futterqualitäten erreicht, die dem Energiebedarf in der Milchviehfütterung entsprechen. In den meisten Fällen jedoch bewegte sich die Futterqualität in Bereichen, die für Mutterkühe, Mutterschafe, Trockensteher und Pferde geeignet sind. Nur in sehr wenigen Fällen war die Qualität aber so gering, dass die Nutzung als Futter sehr eingeschränkt ist. Bei den Nasswiesen wurde die Mehrzahl der Flächen nicht zur Futterproduktion verwendet, sondern auf den Kompost oder Mist gefahren.

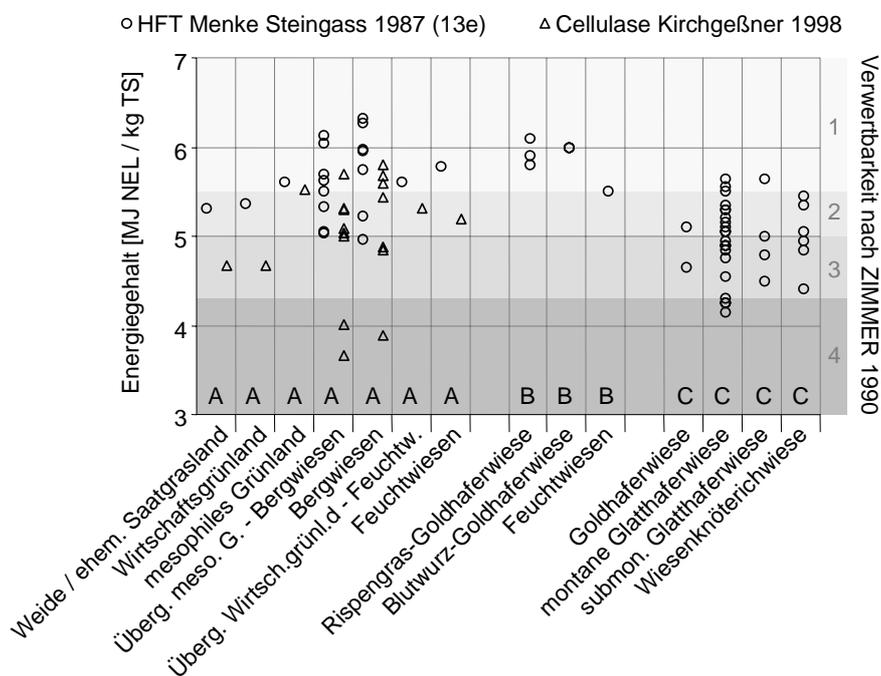


Abbildung 2: Futterwert (zwei Schätzmethode) von 20 ausgewählten Probestellen mit Bergwiesennutzung und Nasswiesennutzung (A), im Vergleich zu publizierten Daten (B - SL&LWK 1996; C - ANGER et al. 1997). Dargestellt ist der Energiegehalt des ersten Aufwuchses, unterteilt nach Vegetationstypen. Die Verwertbarkeit nach ZIMMER (1990) ist in 4 Graustufen hinterlegt und auf der zweiten y-Achse dargestellt (1 - Milch Hochleistung, alle Nutzungsformen, 2 - Milch mittlere Leistungen, Mutterkuh und Kalb (Fleisch), Mutterschafe und Lämmer, Ziegen, alle Nutzungsformen; 3 - trockenstehende Milchkühe, Fleischer und Erhaltung, Jungrinder, Pferde (überwiegend Winterfutter); 4 - Notfutter, Streu - ältere Jungrinder, Schafe (nicht tragend), Damwild, Pferde (ausschließlich als Winterfutter)).

Diskussion

Der Ansatz, Merkmalskombinationen auf der Ebene von Gemeinden des Freistaates Sachsen zu untersuchen, lieferte kaum brauchbare Ergebnisse. Anhand ausgewählter Probeflächen ließen sich Zusammenhänge zwischen ZF II-Maßnahmen und Standortmerkmalen viel deutlicher erkennen. Auf der Mehrzahl der Flächen wurde die Zielerreichung der Fördermaßnahmen anhand der Übereinstimmung mit den entsprechenden Biotoptypen festgestellt. Das Auftreten von Wirtschaftsgrünland-Biotopen zeigt jedoch die Notwendigkeit, im Sinne der Zielerreichung die Bewirtschaftung in manchen Beständen zu optimieren. Für die Erhaltung von mesophilem Grünland oder Nasswiesen erfolgt die Nutzung dort zu häufig. Das Auftreten von Staudenfluren und Ruderalfluren weist auf teilweise zu extensive Bewirtschaftung hin. Ursachen hierfür sind die zu spät durchgeführte Mahd des ersten Aufwuchses und unterlassene zweite Mahd auf produktiveren Standorten. Im Vergleich zu Untersuchungen von extensiv genutzten Bergwiesen in der Eifel (ANGER et al. 1997) liegen die Werte bei der ZF II-Maßnahme Bergwiesennutzung in der oberen Hälfte des Wertebereiches und darüber. In der Eifel wurde allerdings erst ab 1.07. geerntet. Im Vergleich zu (gemittelten) Werten aus dem Harz (Erntetermin: 23.06., SL&LWK 1996) liegen die ZF II-Werte im Mittel niedriger. Um unsere Werte mit den genannten Veröffentlichungen vergleichen zu können, wurde der Energiegehalt mit dem HFT geschätzt. SPATZ et al. (1997) stellten mit dem HFT jedoch eine Überschätzung bei Extensiv-Aufwüchsen fest. Daher wurde der Energiegehalt unserer Proben auch nach der Cellulase-Methode (KIRCHGEBNER 1998) geschätzt, die offensichtlich besser zeichnet. Mit der Cellulase-Methode liegt der Großteil der Werte in Bereichen, die nur noch für die Fütterung in der Extensiv-Tierhaltung eingesetzt werden können. Ab 2003 sind auch *in vivo*-Verdauungsversuche mit Bergwiesenaufwüchsen von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft geplant.

Literatur

- ANGER, M. HOFFMANN, U. UND W. KÜHBAUCH, 1997: Futterqualität von Extensivgrünland-Gesellschaften im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalen, Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie ; 27 , 139-146.
- EG (EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT), 1992: Verordnung (EWG) Nr. 2078/92 des Rates vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren. Amtsblatt EG Nr. L 215 vom 30/07/1992, 85-90.
- KIRCHGEBNER, M.: 1998: Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. - In: Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen d. 52. Tag. d. Ges. f. Ernährungsphysiol., Göttingen, 03.-05.3.1998 (Proc. Soc. Nutr. Physiol. 7), 141-150.
- SL&LWK (SCHWAHN LANDSCHAFTSPLANUNG & LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER), 1996: Nutzung und Pflege der Bergwiesen in St. Andreasberg. Interdisziplinäres Gutachten, erstellt i. Auftr. der Bezirksregierung Braunschweig. unveröffentlicht, Braunschweig 275.
- SMUL (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft), 1999: Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL) vom 1. Januar 1999.
- SPATZ, G., ABEL, H.J., FRICKE, TH. & A. DEBALQUE, 1991: Untersuchungen zur Ermittlung des Futterwertes spät geschnittener Grünlandaufwüchse mit unterschiedlichen Methoden. Das wirtschaftseigene Futter 37, 1+2, 218 - 231.
- ZIMMER, E., 1990: Grünlandbewirtschaftung. Extensive Grünlandbewirtschaftung durch Tierhaltung, KTBL-Arbeitspapier 140, 7-22.

Energie- und CO₂-Bilanzen im Futterbau – Dauergrünland und Silomais

von

Michael Kelm, Michael Wachendorf, Hagen Trott, Karen Volkers und Friedhelm Taube
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung –Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Einleitung

In der indikatorgestützten Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produktionssysteme nehmen Energie- und CO₂-Bilanzen eine zentrale Rolle ein. Der Beitrag von CO₂ zu den gesamten Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft ist im Vergleich zu den Emissionen an N₂O und CH₄ relativ gering, jedoch sind für CO₂ die größten Reduktionspotenziale gegeben. Des Weiteren sind Energiebilanzen Indikatoren für die Gesamtintensität und damit verbundene Belastungspotenziale, da sämtliche Inputs und Outputs bilanziert werden. Im Gegensatz dazu erfassen beispielsweise N-Bilanzen nur den N-Import in den landwirtschaftlichen Betrieb und N-Verluste vom Betrieb, nicht jedoch die N-Verluste, die am Ort der Herstellung von Produktionsmitteln wie z. B. Soja entstehen.

In der vorliegenden Arbeit wurden Energiebilanzen für unterschiedliche Strategien und Intensitäten in der Grundfutterproduktion erstellt. Basierend auf multifaktoriellen Feldversuchen im Rahmen des N-Projektes Karkendamm der Universität Kiel wurden Nutzungssysteme auf dem Dauergrünland sowie die Silomaisproduktion über einen weiten N-Intensitätsgradienten miteinander verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass in allen untersuchten Systemen eine gesteigerte N-Düngung mit abnehmender Energieeffizienz und erhöhten CO₂-Emissionen einherging. Der Silomaisanbau erzielte eine höhere Energieeffizienz und niedrigere CO₂-Emissionen je MJ NEL als die Futterproduktion vom Grünland. Lediglich bei ausschließlicher Weidenutzung und niedriger N-Intensität konnte auf dem Grünland – bei allerdings erheblich niedrigerem Ertragsniveau – eine höhere Energieeffizienz erzielt werden. Reine Schnittnutzung erwies sich als das energie-ineffizienteste System.

Material und Methoden

Die zugrundeliegenden Feldversuche, die in den Jahren 1997-2001 auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm auf der Schleswig-Holsteinischen Geest durchgeführt wurden, sind ausführlich bei BÜCHTER (2003) und WACHENDORF *et al.* (2003) beschrieben.

Die Energiebilanzierung wurde für das Feldniveau durchgeführt. Sämtliche Energieaufwendungen, die mit der Grundfutterproduktion verbunden sind, wurden einbezogen. Diese umfassen den Dieselmotoreinsatz (direkte Energie) sowie Düngemittel, Saatgut, Pflanzenschutzmittel, Maschinen und Schmierstoffe (indirekte Energie). Die jeweiligen Energieäquivalente wurden der Fachliteratur entnommen bzw. anhand verfügbarer Daten berechnet. Für synthetischen Stickstoffdünger wurde beispielsweise ein Energieäquivalent von 37,5 MJ je kg N angenommen (Energieaufwand in Produktion und Bereitstellung). Die CO₂-Emissionen wurden anhand von Emissionsfaktoren [g CO₂ MJ⁻¹] berechnet, welche die CO₂-Emissionsfaktoren der eingesetzten fossilen Primärenergieträger berücksichtigen. Der Energieaufwand für Investitionsgüter, die unabhängig von der Strategie und Intensität der Grundfutterproduktion sind (Errichtung und Betrieb baulicher Anlagen), wurde

nicht berücksichtigt. Es wurden für die Schleswig-Holsteinische Geest praxisübliche Maschinengrößen und Arbeitsverfahren angenommen.

Ergebnisse und Diskussion

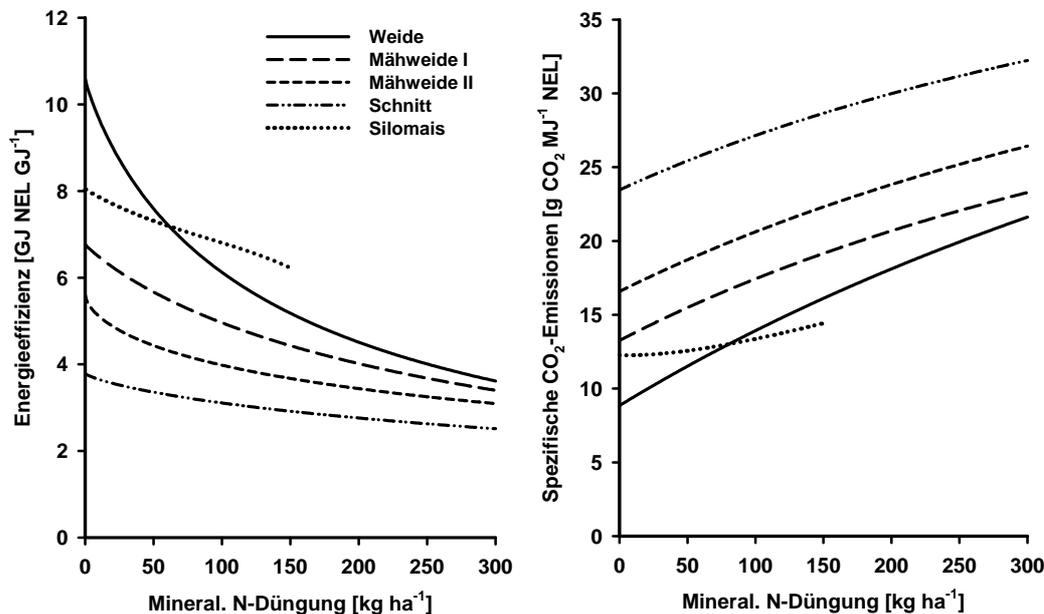


Abb. 1 Energieeffizienz (links) und spezifische CO₂-Emissionen je MJ NEL (rechts) für unterschiedliche Grünland-Nutzungssysteme und Silomais (Mähweide I und II: 1 bzw. 2 Siloschnitte im Frühjahr, Abweide; Gülleapplikation zu allen dargestellten Systemen: 20 m³ je Hektar).

Der Input an fossiler Energie (direkte und indirekte Energie) stieg in allen untersuchten Systemen linear mit steigendem Einsatz an mineralischem N-Dünger an. Auf dem Dauergrünland ging jeder zusätzliche Siloschnitt mit einem erhöhten Energieinput einher. Neben dem mit der Ernte und Silobereitung verbundenem Maschinenaufwand war dies durch die erhöhte Menge an mineralischem Kaliumdünger bedingt, da die K-Düngung der K-Menge durch die Exkrementausscheidung der Weidetiere angepasst wurde. Bei ausschließlicher Beweidung lag der Energieinput zwischen 3,1 und 15,8 GJ ha⁻¹ (0-300 kg mineral. N ha⁻¹). Die entsprechenden Werte bei reiner Schnittnutzung (4 Siloschnitte) betragen 10,1-24,5 GJ ha⁻¹. Bei einer N-Intensität von 200 kg N ha⁻¹ über mineralischen N-Dünger und 20 m³ Gülle je Hektar, wie sie im Mittel von Praxisbetrieben in Norddeutschland anzutreffen ist, entfielen 37% (reine Schnittnutzung) bis 63% (reine Weidenutzung) auf den Energieaufwand in der Herstellung von mineralischem N-Dünger. In der Silomaisproduktion betrug der Input an fossiler Energie 7,8-17,8 GJ ha⁻¹ (0-150 kg mineral. N ha⁻¹). Bei einer praxisüblichen Intensität von 50 kg N ha⁻¹ über Mineraldünger und 20 m³ Gülle je Hektar betrug der Energieinput 11,8 GJ ha⁻¹, wovon 16% auf mineralischen N-Dünger entfielen.

Die Energieeffizienz (der Energieertrag je Einheit fossilen Energieinputs) zeigte für alle untersuchten Systeme stetig sinkende Werte mit steigender mineralischer N-Düngung (Abb. 1, links). Dieser Effekt war auf beweidetem Grünland am stärksten ausgeprägt. Mit steigender N-Düngung verringerte sich die Differenz zwischen den untersuchten

Grünland-Nutzungssystemen, jedoch wies die reine Schnittnutzungsvariante über den gesamten Bereich der N-Intensitäten die niedrigste Energieeffizienz auf. Da der Grünlandversuch mit Weißklee grasbeständen durchgeführt wurde, wiesen die Netto-Energieerträge (NEL-Erträge abzüglich Weiderest bzw. Bergungsverlusten) einen linear ansteigenden Verlauf mit steigender N-Düngung auf. Die untersuchten Grünland-Nutzungssysteme zeigten nur relativ geringe Ertragsunterschiede. In den Mischsystemen, insbesondere im System Mähweide II mit 2 Siloschnitten, wurden die höchsten Erträge erzielt, was durch (i) im Vergleich zum reinen Weidesystem erhöhte Kleeanteile aufgrund geringerer Mengen an Exkrement-Stickstoff, und (ii) längere Nutzungsintervalle in den Siloaufwüchsen erklärt werden kann. Ein gegebener Netto-Energieertrag konnte daher am energie-effizientesten im System Mähweide I produziert werden, da der zusätzliche Ertrag im Vergleich zum reinen Weidesystem den zusätzlichen Energieaufwand für die Siloernte noch ausgleichen konnte. In der Silomaisproduktion wies die Variante mit 20 m³ Rindergülle je Hektar die höchste Energieeffizienz auf. Ohne Gülleapplikation war bei niedriger N-Intensität über Mineraldünger eine deutliche Ertragsreduktion zu verzeichnen, während 40 m³ statt 20 m³ Gülle nicht zu einer weiteren Ertragssteigerung führten. Die geringe horizontale Ausdehnung des Wurzelsystems und die praxisüblichen großen Reihenabstände im Mais können hierfür als Erklärung angeführt werden. Der Maisanbau mit Untersaat führte zu einer verringerten Energieeffizienz, da zusätzlich zu den Aufwendungen für den Anbau mit Untersaat eine höhere Menge mineralischen N-Düngers erforderlich war, um den selben Ertrag zu erzielen.

Verglichen mit Dauergrünland wies der Silomaisanbau aufgrund deutlich höherer Netto-Energieerträge eine höhere Energieeffizienz auf als die Grundfutterproduktion vom Dauergrünland. Lediglich bei N-Intensitäten bis zu 80 kg N ha⁻¹ über mineralischen N-Dünger wies die reine Weidenutzung eine höhere Energieeffizienz auf, bei allerdings um 30,7-42,5 GJ NEL ha⁻¹ niedrigerem Netto-Energieertrag als Silomais. Da die wichtigsten Energieinputs – Dieselkraftstoff und mineralischer N-Dünger – annähernd die selben CO₂-Emissionsfaktoren aufweisen (81,0 bzw. 82,6 g CO₂ MJ⁻¹), zeigten die mit der Grundfutterproduktion verbundenen CO₂-Emissionen einen mit dem fossilen Energieeinsatz vergleichbaren Trend. Entsprechend der Energieeffizienz (Abb. 1, links) wies der Silomaisanbau geringere CO₂-Emissionen je Einheit produzierter Nettoenergie auf als die Grundfutterproduktion vom Grünland (Abb. 1, rechts). Lediglich bei niedrigen N-Intensitäten und ausschließlicher Weidenutzung konnte eine Einheit Nettoenergie mit geringsten CO₂-Emissionen vom Dauergrünland produziert werden.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die für praxisübliche Intensitäten unter norddeutschen bzw. dänischen Bedingungen ermittelten Werte für Einsatz und Effizienz fossiler Energie und CO₂-Emissionen im Futterbau (z. B. DALGAARD *et al.*, 2002). In der vorliegenden Arbeit konnten darüber hinaus die Abhängigkeiten und Interaktionen der entsprechenden Parameter mit der N-Intensität und der Nutzungsstrategie quantifiziert werden. In der Literatur werden für die Grünlandwirtschaft im ökologischen Landbau häufig Werte von 4-6 GJ Energieinput je Hektar angegeben (BOCKISCH, 2000; DALGAARD *et al.*, 2002). Die vorliegende Arbeit zeigt jedoch, dass in Mähweidesystemen und bei Schnittnutzung auch bei ökologischer Bewirtschaftung von einem Energieinput von über 10 GJ ha⁻¹ auszugehen ist. Die aufgezeigte Abhängigkeit der Energieeffizienz vom N-Input wird durch die zitierten Studien bestätigt, die für den ökologischen Anbau von Futterpflanzen durchweg eine gegenüber dem konventionellen Anbau höhere Energieeffizienz fanden. Dies wird mit dem im Vergleich zum Ackerbau

geringeren Ertragseffekt der N-Düngung auf Grünland bzw. der hohen N-Effizienz und des C₄-Assimilationsweges von Mais in Verbindung gebracht. Wäre das Grünlandexperiment mit reinen Grasbeständen statt mit Weißklee grasbeständen durchgeführt worden, hätte sich jedoch insbesondere für die überwiegend schnittgenutzten Systeme eine deutlich andere Abhängigkeit der Energieeffizienz vom N-Input ergeben.

Die Untersuchungen zur Nitratauswaschung in den zugrundeliegenden Versuchen zeigten deutlich erhöhte Nitratverluste mit dem Sickerwasser unter beweidetem Grünland gegenüber schnittgenutztem Grünland und Silomais. Insbesondere unter beweidetem Grünland zeigte sich ein starker Anstieg der NO₃-Frachten mit steigendem N-Input und eine Überschreitung des Grenzwertes von 50 mg NO₃ l⁻¹ auch ohne N-Düngung (BÜCHTER, 2003; WACHENDORF *et al.*, 2003). Im Sinne einer umweltgerechten landwirtschaftlichen Produktion kann argumentiert werden, dass der Nitratgrenzwert in einem optimierten System eingehalten werden muss, und die Energieeffizienz unter Erfüllung dieser Randbedingung maximiert wird. Dies würde für einen maximal möglichen Anteil an Maissilage sprechen, während Grünland aus überwiegend schnittgenutzten Weißklee grasbeständen ohne zusätzliche N-Düngung bestehen sollte. Insbesondere die Etablierung von Weißklee grasbeständen stellt eine Option für die Praxis dar, die sowohl N-Überschüsse als auch die Energieeffizienz verbessern kann (JARVIS *et al.*, 1996), während die Flexibilität in der Nutzung (Weide vs. Schnittnutzung) in der Praxis meist begrenzt ist.

Literatur

- BOCKISCH F.-J. (Hrsg.) (2000) Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf den Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen. Studie als Sondergutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Wissenschaftliche Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Sonderheft 211
- BÜCHTER M. (2003) Nitratauswaschungen unter Grünland und Silomais in Monokultur auf sandigen Böden Norddeutschlands. Dissertation, Universität Kiel (2003)
- DALGAARD T., DALGAARD R. and NIELSEN A. H. (2002) Energiforbrug på økologiske og konventionelle landbrug. Grøn Viden Markbrug, No. 260. Danmarks Jordbrugs Forskning
- JARVIS S. C., WILKINS R. J. and PAIN B. F. (1996) Opportunities for reducing the environmental impact of dairy farming managements: a systems approach. Grass and Forage Science, 51, 21-31
- WACHENDORF M., BÜCHTER M., TROTT H. and TAUBE F. (2003) Performance and environmental effects of forage production on sandy soils – Results from an integrated research project. II. Impact of defoliation system and nitrogen input on nitrate leaching losses. Submitted to Grass and Forage Science

Vergleich der Nitratkonzentrationen im Grund- und Sickerwasser bei variierter Grünlandbewirtschaftung auf sandigen Böden Norddeutschlands – Erste Ergebnisse

von

J. Bobe, M. Wachendorf, M. Büchter und F. Taube

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

1. Hintergrund und Problemstellung

Auf der schleswig-holsteinischen Geest befinden sich überwiegend sandige Böden mit einer geringen Sorptionskapazität für Wasser und Nährstoffe. Wasserlösliche Verbindungen wie z.B. Nitrat (NO_3^-) unterliegen einem hohen Auswaschungsrisiko. Dieses Risiko bezieht sich vorwiegend auf intensiv genutzte Weiden, da hier zusätzlich zur mineralischen N-Düngung eine Exkrementstickstoffrückführung von durchschnittlich 93% gegeben ist (LATINGA et.al., 1987). Als Folge sind zu Beginn der Sickerwasserperiode im Herbst sehr hohe N_{min} Werte zu finden, die mit dem winterlichen Sickerwasser aus dem effektiven Wurzelraum ins Grundwasser verlagert werden können (Ketelsen, 2000). Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, zu klären, inwieweit die im Sickerwasser gewonnenen Werte Aussagen hinsichtlich der Kontamination des Grundwasser zulassen und in welchem Maße im Unterboden mit weiteren Umsetzungsprozessen (z.B. Denitrifikation) zu rechnen ist. Denitrifikation kann durch den mikrobiellen Abbau im Unterboden eine Verminderung der Nitrateinträge ins Grundwasser bewirken (Nieder et.al., 1989).

Im Rahmen des N-Projektes Karkendamm, das sich mit der Optimierung der N-Verwertung im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb beschäftigt, wurden über 5 Jahre hinweg das Sickerwasser und das oberflächennahe Grundwasser unter verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten des Grünlands untersucht. Sickerwasserproben zur Ermittlung der NO_3^- -Konzentration werden im Feldversuch anhand von Saugkerzen gewonnen. Dieser Methode gegenüber steht die Messung der NO_3^- -Konzentration des am Standort neugebildeten Grundwassers.

2. Material und Methoden

Die zugrundeliegenden Daten wurden in einem Feldversuch auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm der Universität Kiel erhoben (Taube et.al., 2000). Dieser befindet sich im Übergangsbereich der Niederen zur Hohen Geest in der Nähe von Bad Bramstedt. Der \varnothing -Jahresniederschlag beträgt 824 mm bei einer \varnothing -Jahrestemperatur von 8,4 °C. Die Bodenart ist ein humoser Sand, der Bodentyp ein Treposol (tiefumgebrochener Gley-Podsol).

In den einzelnen Kulturen wurde zusätzlich zu dem mittels keramischer Saugkerzen gewonnenen Sickerwassers an ausgewählten Standorten eine Beprobung des oberflächennahen Grundwassers durchgeführt. Hierzu wurden neun Grundwasserrammfilter im Grünlandversuch installiert. Mit Ausnahme der ungedüngten Kontrollvariante handelt es sich bei den untersuchten Varianten um Weißklee-/Grasbestände. Die Mähweiden unterschieden sich durch einmalige (MW I) bzw. zweimalige (MW II) Schnittnutzung und anschließender Beweidung von der reinen Weidenutzung. Die folgende Tabelle soll einen Überblick über die beprobten Varianten geben:

Tab. 1: Bewirtschaftung der einzelnen Varianten

System	Weide (ohne Klee)	Weide	Weide	Weide	Weide	Mäh- weide I	Mäh- weide I	Mäh- weide II	Mäh- weide II
Düngungsintensität (kg N ha ⁻¹)	0	0	100	200	300	0	300	200	100
Anzahl der Schnitte/ Umtriebe	5	5	6	6	6	1/5	1/5	2/4	2/4

Die Gewinnung des Sickerwassers erfolgte mittels keramischer Saugkerzen (Mullit, Länge 50 mm, Durchmesser 20 mm, Poren <1µm). Der Einbau der Saugkerzen erfolgte 1997, die Beprobung in den Jahren 1997-2001. An die mit den Saugkerzen verbundenen Sammelflaschen wurde kontinuierlich ein von der Pumpe ausgehender Unterdruck angelegt. Die Sickerwasserprobenahme fand in wöchentlichen Abständen statt. Eine aliquote Unterprobe wurde im Labor umgehend photometrisch bei 680 nm auf Nitrat analysiert. Die Beprobung des Grundwassers erfolgte in ebenfalls in wöchentlichen Abständen. Hier wurde eine Probe per Handschöpfbehälter entnommen und auch im Labor auf Nitrat analysiert. Des weiteren erfolgte eine Bestimmung der Grundwasserflurabstandes mittels einer Brunnenpfeife.

3. Ergebnisse und Diskussion

Nitratkonzentration im Grundwasser:

Die Nitratkonzentrationen des Grundwassers unter den Weiden unterscheiden sich deutlich in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität (Abb. 1). Deutlich zu sehen ist ein Konzentrationsabfall im unter den Weidevarianten gemessenen Grundwassers von der höchstgedüngten Variante hin zur Kontrollvariante ohne Klee. Diese Beobachtung ist durch einen jahreszeitlichen Gang geprägt. Bei Anfall von hohen Sickerwassermengen,

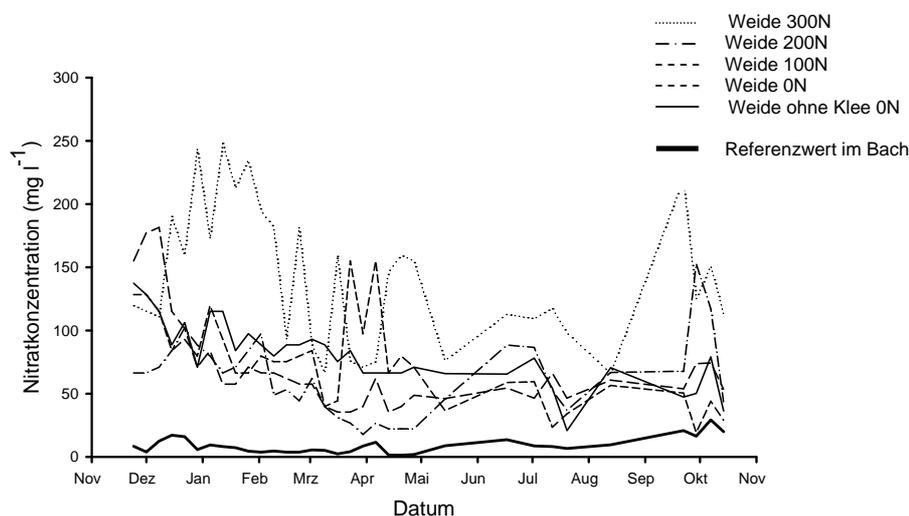


Abb. 1: Nitratkonzentration des Grundwassers unter Weiden (Sickerwasserperiode 1997/98)

die mit hohen Niederschlägen im Winterhalbjahr korreliert sind, lassen sich hohe Nitratkonzentrationen im Grundwasser unter den Weidevarianten nachweisen. Als Referenz weist der Vorfluter (Bach), der neben der Versuchsfläche abfließt sehr geringe mittlere Nitratkonzentrationen auf.

Vergleich der Nitratkonzentrationen im Grund- und Sickerwasser:

In der Gegenüberstellung der Nitratkonzentration im Sickerwasser zur Nitratkonzentration im Grundwasser (Abb. 2A) wird deutlich, dass zwischen dem Stickstoffaustrag mit dem Sickerwasser und der Nitratkonzentration im Grundwasser große Unterschiede herrschen. Diese Unterschiede legen die Vermutung nahe, dass im Bereich der ungesättigten Zone unterhalb der Wurzelzone Denitrifikationsprozesse stattfinden (FANK, 2001; FOERSTER, 1973). Es werden zwei Formen der Denitrifikation unterschieden. Zum einen können Denitrifikationsprozesse bei Vorhandensein von leicht abbaubaren organischen Stoffen, hoher Bodenfeuchte, hohen Bodentemperaturen, hohen Nitratgehalten und bei Sauerstoffmangel ablaufen (DVWK, 1985). Zum anderen existiert eine rein chemische Denitrifikation, die als bakteriell katalysierte Reaktion unter Oxidation von Eisensulfiden stattfindet (KÖLLE et.al., 1983). Als Endprodukte entstehen N_2 oder N_2O . Bei dem vorliegenden Standort handelt es sich um einen tiefgepflügten Gley-Podsol. KÖLLE et.al. (1983) fanden heraus, dass Melnikovit-Pyrit am besten oxidiert wird. Dieser stellt unter natürlichen Bedingungen auch den Hauptbestandteil der Eisensulfide im reduzierten Horizont von Gley-Böden dar.

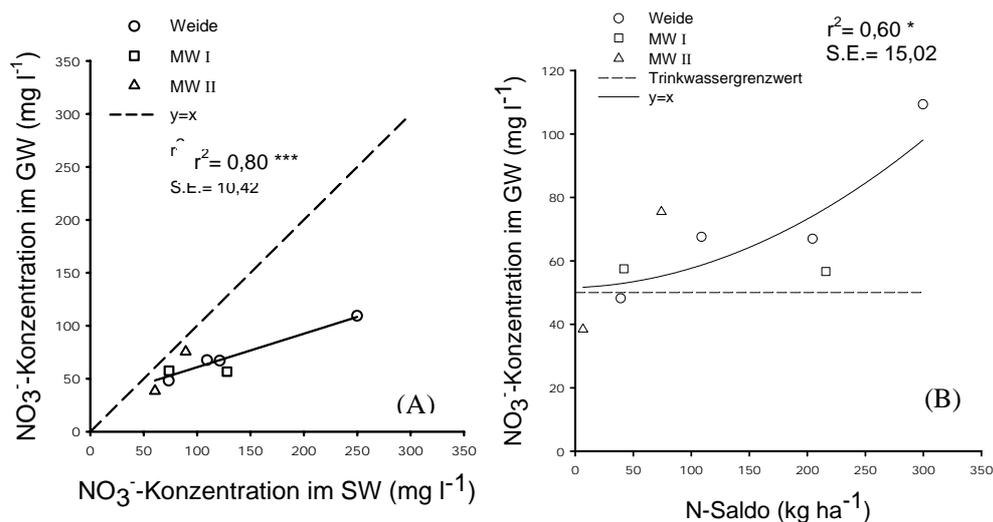


Abb.2: Beziehung zwischen (A) NO_3^- -Konzentration ($mg\ l^{-1}$) im Grund- und Sickerwasser und zwischen (B) N-Saldo und NO_3^- -Konzentration ($mg\ l^{-1}$) im Grundwasser

N-Saldo und Nitratkonzentration:

Unter Einbeziehung aller Nutzungsformen besteht eine statistisch signifikante Beziehung zwischen N-Saldo und Nitratkonzentration im Grundwasser (Abb.2 B). Mit steigendem N-Saldo lässt sich auch eine erhöhte Nitratkonzentration im Grundwasser finden ($r^2=0,6$). Diese liegen außer bei geringen Bilanzüberschüssen von ca. $50\ kg\ ha^{-1}$

in der ungedüngten Weidevariante und der Mähweide mit 100 kg N ha^{-1} durchgehend über dem von der EU vorgegeben Nitratgrenzwert im Grundwasser von 50 mg l^{-1} . Eine Untersuchung aus den Niederlanden zeigt einen Nitratreintrag in das Grundwasser von 63 mg l^{-1} bei einem Bilanzüberschuss von ca. $156 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (BOUMANS, L.J.M. et. al., 2001, HILHORST, G.J. et.al., 2001) Überträgt man diesen Überschuss auf die vorliegende Untersuchung, würde sich eine durchschnittliche Nitratkonzentration von 53 mg l^{-1} im Grundwasser wiederfinden lassen.

4. Schlussfolgerung

Anhand der gewonnenen Ergebnisse lässt sich zusammenfassen, dass mit Hilfe der im Sickerwasser gemessenen Werte Aussagen über die Kontamination im Grundwasser zu treffen sind. Die im Sickerwasser gemessenen NO_3 -Konzentrationen finden sich nicht vollständig im Grundwasser wieder. Die Vermutung liegt nahe, dass im Unterboden Abbauprozesse stattfinden. Als weitere Größe, zur Vorhersage des Nitratgehaltes im Grundwasser lässt sich der N-Saldo heranziehen. Mit Hilfe der vorliegenden Ergebnisse und im Vergleich mit anderen Untersuchungen lassen sich bei Kenntnis der Bilanzierung Vorhersagen über den Nitratgehalt im Grundwasser treffen.

Literatur

- BOUMANS, L.J.M., B. FATERS AND G. VAN DRECHT, 2001: Nitrate in the upper groundwater of "De Marke" and other farms. Netherlands Journal of Agricultural Science 49, 163-177
- BÜCHTER, M., M. WACHENDORF, F. TAUBE, 2000: N-Bilanz und N-Effizienz von Dauergrünland bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität. 44. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Kiel
- DVWK (1984): Bodennutzung und Nitrataustrag. Literaturlauswertung über die Situation bis 1984 in der Bundesrepublik Deutschland. Verlag Paul Parey
- FANK, J., 2001: Wasser- und Nährstoffbilanz des westlichen Leibnitzer Feldes. 9. Gumpensteiner Lysimetertagung
- FOERSTER, P., 1973: Einfluss hoher Güllegaben und üblicher Mineraldüngung auf die Stoffbelastung (NO_3 , NH_4 , P und SO_4) im Boden- und Grundwasser in Sandböden Nordwestdeutschlands
- HILHORST, G.J., J.OENEMA AND H. VAN KEULEN, 2001: Nirtogen management on experimental dairy farm "De Marke", farming system, objectives and results. Netherlands Journal of Agricultural Science 49, 135-151
- KETELSEN, H. UND M. BÜCHTER, 2000: Die Beprobung der oberflächennahen Grundwassers zur Abschätzung der Nitratbelastung unter beweidetem Grünland. 44. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Kiel
- KÖLLE, W., P. WERNER, O. STREBEL UND J. BÖTTCHER, 1983: Denitrifikation in einem reduzierenden Grundwasserleiter. Vom Wasser, 61, 125-146
- LANTINGA, E. A., J. A. KEUNING, J. GROENWOLD & P. J. A. G. DEENEN, 1987: Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization. In: Anonymus: Animal Manure on Grassland and Fodder Crops: Fertilizer or Waste?, 103-117.
- NIEDER, R., G. SCHOLLMAYER, H.ZAKOSEK, 1989: Die Rolle der Denitrifikation in landwirtschaftlich genutzten Böden (eine Literaturanalyse). Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 30, 345-355
- TAUBE, F. & M. WACHENDORF 2000: The Karkendamm Project: A system approach to optimize nitrogen use efficiency on the dairy farm. Proc. of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg. EGF 5 ,449-451.

N₂O-Emissionen aus Mähweiden

von

C. Lampe¹, K. Dittert², B. Sattelmacher², M. Wachendorf¹, F. Taube¹

¹Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Christian-Albrechts-Universität Kiel;

²Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian-Albrechts-Universität Kiel

1. Einleitung

Die Verluste gasförmiger N-Komponenten (N₂, N₂O) aus Böden in die Atmosphäre als Ergebnis der mikrobiellen Aktivität, reduzieren die N-Verfügbarkeit in Böden. Zudem ist Lachgas (N₂O) ein wirksames Treibhausgas und besitzt einen großen Einfluss auf den Abbau von stratosphärischem Ozon und auf die globale Erwärmung. Die Bedeutung von N₂O nimmt durch dessen steigende Konzentration (ca. 0,3% pro Jahr) in der Atmosphäre zu (Mosier, 1998). N₂O wird im Boden im Zuge mikrobieller Prozesse, der Denitrifikation und der Nitrifikation, gebildet. Bei der Denitrifikation wird NO₃⁻ oder NO₂⁻ über N₂O zu N₂ reduziert. Als Nitrifikation bezeichnet man die mikrobielle Oxidation von NH₃ zu NO₃⁻. Die N₂O-Emissionen werden wesentlich von den Standortfaktoren Boden (Bodenfeuchte, pH, Bodendichte, Bodenart), Witterung und Stickstoff (N)-Versorgung (Gehalt von NH₄⁺ bzw. NO₃⁻ und der Verfügbarkeit mineralisierbarer organischer Substanz) bestimmt. Böden mit feiner Textur (tonreich) setzen im allgemeinen mehr N₂O 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 auf mit N gedüngtem Weidegrünland stellt Mogge (1995) heraus, dass für längerfristig angelegte Betrachtungen die emittierte N₂O-Menge vorrangig vom NO₃⁻-Gehalt des Bodens abhängt. Aus mineralischen Grünlandböden emittieren jährlich etwa 1% des applizierten N (Velthof und Oenema, 1995). In der Bewirtschaftung des Grünlandes als Weide bewirken die Exkrementflecken eine hohe N-Zufuhr zum Boden und damit eine Freisetzung von beträchtlichen Mengen an N₂O (Poggemann *et al.* 1999). Zur exakten Quantifizierung der N₂O-Emissionen von Grünlandstandorten fehlen bisher systematische Langzeituntersuchungen von ein oder mehreren Jahren. Die meisten Studien decken nur die Vegetationsperiode ab, dabei finden gerade im Winter nennenswerte Emissionsraten statt. Zudem ist die Messfrequenz meist vergleichsweise gering, so dass Emissionsspitzen z.B. nach der Düngerapplikation nur unzureichend oder gar nicht erfasst werden.

Im Rahmen des N-Projektes Karkendamm der Universität Kiel wurden neben dem Verlustpfad Sickerwasser auch die gasförmigen N-Verluste in Form von N₂O gemessen. Das Ziel dieser Arbeit ist, die in hoher zeitlicher Auflösung gemessenen N₂O-Emissionen über ein Jahr aus einem humosen Sandboden unter Dauergrünlandnutzung zu quantifizieren. Hierbei sollen generelle Vorstellungen der N₂O-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 N₂O-Freisetzung aus dem Boden wird darüber hinaus 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 Klimawerten 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 (3.35% C) 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. Die Düngungsvarianten bestehen seit 1997, so dass auch mittelfristige Effekte der Bewirtschaftung einbezogen werden. Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt im langjährigen Mittel (1980-1999) 824mm a⁻¹, die durchschnittliche Jahrestemperatur 8,4°C.

Versuchsfaktoren: Der Versuch beinhaltet fünf Varianten mit je drei Wiederholungen (siehe Tabelle 1). Jede der 15 Parzellen hatte eine Größe von 2,25 m², auf der die Gas- und Bodenanalytik räumlich getrennt voneinander durchgeführt wurde. Die Düngergabe im Jahr 2001 wurde zum ersten und zweiten Aufwuchs geteilt in 70 und 30kg N ha⁻¹. 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 N₂O-Versuches unter Mähweidenutzung (2 Schnitte+ 2 Weidecyclen).

Behandlung	mineralischer N (kg ha ⁻¹ a ⁻¹)	Gülle-N (kg ha ⁻¹ a ⁻¹)	N ₂ -Fixierung (kg N ha ⁻¹ a ⁻¹)	Gesamt-N-Zufuhr (kg ha ⁻¹ a ⁻¹)
Kontrolle (C)	0	0	89	89
¹⁵ N Gülle (S)	0	74	41	115
¹⁵ N 100 KAS-N (M)	100	0	34	134
¹⁵ N Gülle+100N (SM)	100	74	88	262
Gülle+ ¹⁵ N 100N (MS)	100	74	59	233

Gasanalytik: Im Zentrum der Versuchsparzellen wurde ein PVC-Bodenring (Ø 60 cm) 5 cm tief in den Boden eingelassen. Dieser verblieb während der gesamten Versuchszeit im Boden und wurde nur zum Schnitt bzw. zur Beweidung kurzzeitig entfernt. Die Gasprobenahme wurde nach der Closed-Chamber-Methode durchgeführt. Dazu wurde auf den Bodenring eine PVC-Haube (V=0,1 m³) gesetzt und gasdicht verschlossen. Die Abgabe bzw. Aufnahme von Gasen durch den Boden führte zu einer Veränderung des Gasmischungsverhältnisses in der Messkammer, die durch das Messsystem erfasst wurde. Gasproben wurden 15, 30 und 45 min nach Schließung der Hauben entnommen. Die Gasprobenahme erfolgte während der ersten zwei Wochen nach der jeweiligen Düngung täglich, danach 2 bis 3 mal wöchentlich und über Winter einmal pro Woche. Die N₂O-Gehalte der Gasproben und die isotopische Zusammensetzung des N₂O wurden an einem Continuous-Flow-Stabilisotopen-Massenspektrometer (Thermo-Finnigan 'Delta Plus') gemessen. Die Untersuchung des Verhältnisses der stabilen ¹⁵N zu ¹⁴N Isotope des emittierten N₂O gestattet die Differenzierung des boden- und düngerbürtigen N₂O.

Bodenanalytik: Parallel zu jeder Gasmessung wurden auf der Parzelle außerhalb des PVC-Bodenringes Bodenproben aus der Bodentiefe 0-15 cm mittels Wurzelbohrer genommen. Die Gehalte an Nitrat- und Ammonium-N der Bodenproben wurden durch den Autoanalyser (Traacs 800 Bran und Luebbe, Norderstedt) bestimmt. Eine zusätzliche Bodenprobe diente zur Ermittlung der Bodenfeuchte. Alle zwei Wochen wurden 10g der feld-frischen Mischprobe zur pH-Wert Bestimmung verwendet.

3. Ergebnisse und Diskussion

N₂O-Emissionsraten im Jahresgang: In der Abb. 1 werden die N₂O-Emissionsraten im zeitlichen Verlauf über ein Jahr für vier Varianten dargestellt. Zum Zeitpunkt der ersten Düngung im Frühjahr traten relativ hohe N₂O-Freisetzungen auf. Die Variante SM setzte im April 2001 bis zu 200 µg N₂O-N m⁻² h⁻¹ frei, die Variante M 130 µg N₂O-N m⁻² h⁻¹ und die Variante S 38 µg N₂O-N m⁻² h⁻¹. Die Kontrollbehandlung erreichte zur gleichen Zeit 20 µg N₂O-N m⁻² h⁻¹. Während der zweiten Düngung im Frühjahr fanden keine erhöhten N₂O-Emissionen statt. Flessa *et al.* (1998) erforschte N₂O-Emissionsraten auf Grünland während der Vegetationsperiode vergleichbar mit denen der vorliegenden Studie (Kontrollvariante: 44 µg N m⁻² h⁻¹; 96 kg N ha⁻¹ a⁻¹; 47 µg N m⁻² h⁻¹). Die hohen N₂O-peaks im Sommer sind auf Exkrementapplikationen der weidenden Rinder zurückzuführen. Der Grünlandnarbe werden bezogen auf eine Urinstelle 400 bis 1200 kg N ha⁻¹ und bezogen auf einen Kotfleck 750 bis 1330 kg N ha⁻¹ zugeführt (Holmes, 1968). Diese N-Konzentration im Boden ist viel zu groß, als dass diese durch den Pflanzenbestand auch nur annähernd vollständig verwertet werden könnte und führt zu N-Verlusten. Wie den Graphiken zu entnehmen ist, wurde mit steigender Verfügbarkeit von N mehr N₂O freigesetzt. Im Winter wurden periodisch erhöhte Emissionen in allen Varianten festgestellt, wofür Frost-Tau Ereignisse verantwortlich sein dürften, denn durch den Frost werden organische Reststoffe im Boden mechanisch zerkleinert. Die Mikroorganismen werden während der Tauperiode vermehrt aktiv und im feuchten Boden kommt es zu einer erhöhten Denitrifikation und folglich N₂O-Freisetzung.

Gesamt-N₂O-N Emissionen: Für den Zeitraum April 2001 bis März 2002 variierten die jährlichen N₂O-N Emissionen zwischen 2 und 5 kg N₂O-N ha⁻¹ a⁻¹ (Abb. 2). Zur Ermittlung dieser Werte wurden die Messergebnisse der Messtermine linear interpoliert und anschließend aufsummiert. Die statistische Verrechnung mit dem Programmpaket SAS ergab, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten gibt. Das heißt, dass offensichtlich die 4jährig unterschiedliche Bewirtschaftungsintensität nur unerhebliche Effekte auf die Gesamt-N₂O-Freisetzungen ausübte. Die Höhe der jährlichen N₂O-N Emissionen stimmt mit Ergebnissen von Flessa *et al.* (1998) und Poggemann *et al.* (1999) u.a. überein.

N₂O-Emissionsraten – Schnittperiode (2.4.-31.7.2001): Zur Bestimmung der mittleren N₂O Emissionen der Schnittperiode (Abb. 3) wurden die Werte von 44 Messterminen gemittelt und das arithmetische Mittel der drei Einzelhauben gebildet. Während der Schnittperiode, in der zweimal gedüngt wurde, variierten die mittleren N₂O-Emissionsraten der Varianten zwischen 15 und 37 µg N m⁻² h⁻¹ (ganzer Balken). Die Varianzanalyse mit dem Dunnett-Test ergab, dass sich nur die SM Variante von der Kontrolle signifikant unterscheidet. Der gestreifte bzw. karierte Teil der Balken stellt den mineraldünger- bzw. güllebürtigen Anteil des N₂O dar, die Zahl oberhalb des Balkens den düngerbürtigen Anteil in Prozent der Emissionsrate. Aus dem Mineraldünger emittierte signifikant mehr N₂O-N (39% bzw. 22%) als aus der Gülle (9% bzw. 8%), was darauf zurückzuführen ist, dass der gesamte Mineraldünger für die Mikroorganismen sofort verfügbar war, aber nur etwa 50% des Gülle-N, nämlich in Form von NH₄-N. Dieses Ergebnis zeigt, dass der Boden-N-Vorrat einen erheblichen Beitrag zur N₂O-Bildung leistete. Ein Vergleich mit anderen Studien ist derzeit nicht möglich, da es zu diesem Thema noch keine Veröffentlichungen gibt.

4. Zusammenfassung

Die N₂O-Emission aus einer unterschiedlich intensiv mit N gedüngten Mähweide wird untersucht. Die jahreszeitliche Variabilität der N₂O-Emissionen wird durch diese 11 monatige Langzeitmessung und der hohen Messfrequenz besonders zu Zeiten der Düngerapplikation dargestellt. Es zeigt sich, dass zur Zeit der Düngung im Frühjahr und insbesondere zur Zeit der Beweidung erhöhte Emissionen auftreten. Die N₂O-Freisetzungen werden durch

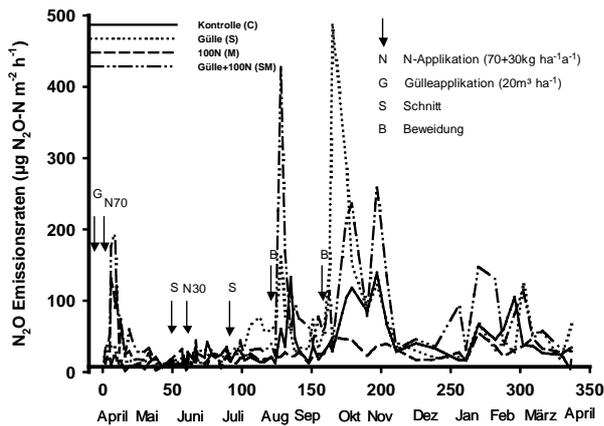


Abb. 1: N₂O-Emissionsraten ($\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$) für den Zeitraum April 2001 bis März 2002.

unterschiedliche Klimafaktoren beeinflusst (u.a. Frost-Tau Zyklen). Es wird dargestellt, dass unter den gegebenen Standortbedingungen die jährlich freigesetzte N₂O-Menge nicht von der Höhe der N-Düngung abhängt. Durch die ¹⁵N-Markierung des Düngers konnte festgestellt werden, dass aus dem Mineraldünger deutlich mehr N₂O emittiert als aus der Gülle und dass der Boden-N-Vorrat einen erheblichen Beitrag zur N₂O-Freisetzung leistet. Über die quantitativen Ausprägungen wird eine weiterführende statistische Auswertung unter Berücksichtigung der Umweltvariablen Aufschluss geben.

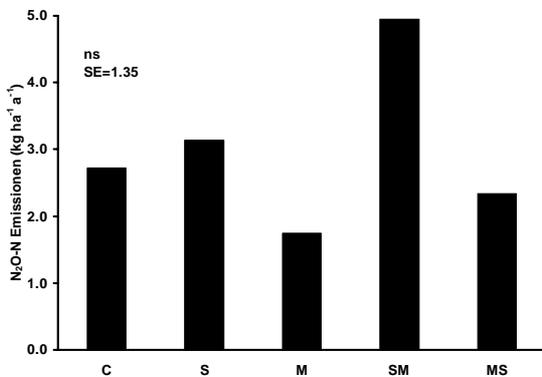


Abb. 2: Gesamt-N₂O-N Emissionen ($\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) für den Zeitraum April 2001 bis März 2002.

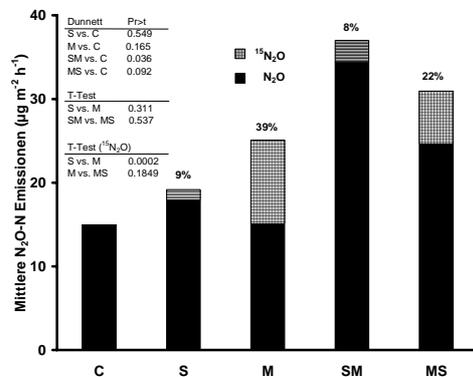


Abb. 3: Mittlere N₂O-Emissionsraten ($\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$) für die Schnittperiode (2.4.-31.7.2001) und düngerbürtiger Anteil (%).

Literatur

- BUTTERBACH-BAHL, K., G. WILLIBALD & H. PAPAN (2002). Soil core method for direct simultaneous determination of N₂ and N₂O emissions from forest soils. *Plant and Soil*, 240, 105-116.
- 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. *Herb. Abstr.* 38, 265-277.
- MOGGE, B. (1995). N₂O-Emissionen und Denitrifikationsabgaben von Böden einer Jungmoränenlandschaft in Schleswig-Holstein. Dissertation Projektzentrum Ökosystemforschung der Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- MOSIER, A.R. (1998). Soil processes and global change. *Biology and Fertility of Soils*, 27, 221-229.
- POGGEMANN, S., F. WEIBACH & U. KÜNTZEL (1999). Reduktion der N-Überschüsse und Freisetzungen von N₂O aus Grünland. *Berichte über Landwirtschaft Band 77*, 21-34.
- VELTHOF, G.L. & O. OENEMA (1995). Nitrous oxide fluxes from grassland in the Netherlands: 2. Effects of soil type, nitrogen fertilizer application and grazing. *European Journal of Soil Science*, 46, 541-549.

Diese Untersuchung wurde mit finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein durchgeführt.

Eine modellgestützte Analyse der Stickstoffflüsse in spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieben - Erste Ergebnisse

von

M. Wachendorf¹, C.A. Rotz², A. Herrmann¹, A. Kornher¹ und F. Taube¹

¹Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Christian-Albrechts-Universität Kiel

²USDA/Agricultural Research Service, University Park, Pennsylvania, USA

1. Einleitung

Während "einfachere" Wirkungsbeziehungen in Futterproduktionssystemen (z.B. der Einfluss der N-Mineraldüngung auf den Energieertrag des Grünlands) vielfach untersucht wurden, liegt hinsichtlich der Frage, wie sich einzelne Management-Maßnahmen auf das Gesamtsystem auswirken, relativ wenig verlässliches vor. Die Wirkungsmechanismen dieser Systeme sind komplex und gekennzeichnet durch viele interaktive Prozesse, weshalb deren Analyse ausschließlich unter Verwendung von Modellen möglich ist. Im Gegensatz zu statischen Budgetmodellen, berücksichtigen dynamische Modelle z.B. Boden- und Witterungsfaktoren und kommen der Realität somit näher. Über einen Zeitraum von 20 Jahre wurde am United States Department of Agriculture (USDA) das dynamische, witterungsbasierte Simulationsmodell DAFOSYM (*Dairy Forage System Model*) zur Untersuchung der Produktivität, Umwelteffekte und Ökonomie von Milchvieh-/Futterbaubetrieben entwickelt (ROTZ, 1999a, b).

In der vorliegenden Untersuchung werden auf der Basis von Daten des interdisziplinären Forschungsprojektes „N-Flüsse im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb (TAUBE & WACHENDORF, 2000) Modellszenarien für Milchviehbetriebe unterschiedlicher Produktionsstruktur und Futterbasis erstellt und hinsichtlich der Produktivität und des Stickstoffhaushaltes analysiert.

2. Material und Methoden

DAFOSYM ist ein Simulationsmodell, das den gesamten Milchviehbetrieb abbildet und alle wesentlichen produktionstechnischen (z.B. Ernte, Lagerung, Fütterung, Wirtschaftsdüngerausbringung) und biologischen Prozesse (z.B. Pflanzenwachstum, Milchproduktion) simuliert. Obwohl das Modell für eine Langzeit- oder strategische Evaluation von Betriebssystemen entwickelt wurde, beschränkt sich die einzelne Simulationsperiode immer auf ein Jahr. Die Zuverlässigkeit der Simulationen wird allerdings dadurch erhöht, dass sie für mehrere Jahre wiederholt wird und somit variierende Umweltbedingungen berücksichtigt. Die benötigten Inputdaten werden dem Modell für eine Betriebsinitialisierung - ein Prozess, in dem alle für den Modelllauf

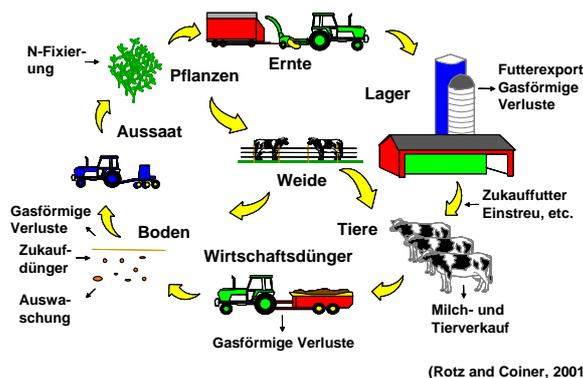


Abb. 1: Schematische Darstellung der in DAFOSYM berücksichtigten Input-, Output- und Durchflussgrößen

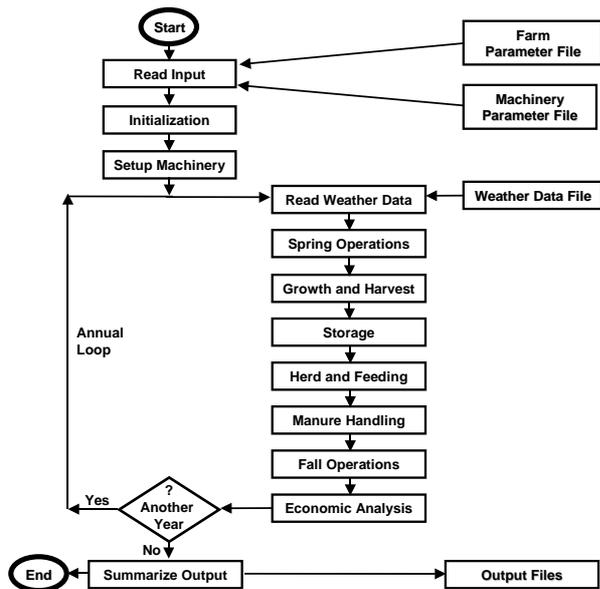


Abb. 2: Schematische Darstellung des Modellalgorithmus von DAFOSYM

wichtigen Parameter zusammengespielt werden - anhand von 3 Files eingespielt (Abb. 2): 1. Farm Parameter File (z.B. Betriebsfläche, Tieranzahl), 2. Machinery Parameter File (z.B. Maschinengröße, Reparaturfaktor) und 3. Weather Data File (Tageswerte von Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung). Die folgende Simulation läuft in Tagesschritten in der in Abb. 2 dargestellten Reihenfolge ab, wobei jede Subroutine auf den Simulationsergebnissen der vorhergegangenen Subroutine aufbaut, und an deren Ende eine optionale ökonomische Analyse steht. Die Simulation des Pflanzenwachstums ba-

siert für das Grünland auf Funktionen des Modells GRASIM (MOHTAR et al., 1997), bzw. für Silomais auf CERES (JONES and KINIRY, 1986). Die Simulationsergebnisse werden in Form von Tabellen und Grafiken ausgegeben. Das DAFOSYM-Modell ist in FORTRAN programmiert und nutzt die WINDOWS®-Oberfläche, über die menügesteuert alle Eingaben und Justierungen vorgenommen werden können. Das Modell ist frei verfügbar und kann auf der Homepage der USDA-Abteilung *Pasture Systems and Watershed Management Research Laboratory* heruntergeladen werden (<http://pswmru.arsup.psu.edu>). Die zugrundeliegenden Daten für die hier erstellten Simulationen stammen aus Feldversuchen, die zwischen 1997 und 2002 auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm der Universität Kiel (niedere Geest, Ø-Jahresniederschlag 802 mm, Ø-Jahrestemperatur 8,3 °C, Bodenart/-typ: hS/ Podsol-Gley) durchgeführt wurden (Volkers et al., 2002; Trott et al., 2002; Büchter et al., 2002; Büchter et al., 2003; Wachendorf et al., 2002).

Den Simulationsrechnungen liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Betriebsfläche: jeweils 100 ha.
- Durchschnittliche Milchleistung der Herde: 8000 l Kuh⁻¹ und Jahr⁻¹ bei einer Grundfütterration mit Gras bzw. 9000 l Kuh⁻¹ und Jahr⁻¹ bei einem Gras-Silomais-Gemisch.
- N-Mineraldüngung: 200 kg N ha⁻¹ (Grünland) und 50 kg N ha⁻¹ (Silomais).
- Witterungsdaten der Wetterstation Karkendamm aus den Jahren 1980-2000.

Folgende Betriebsszenarien wurden berechnet:

- Ein reiner Grünlandbetrieb mit Gras als einziger Grundfutterkomponente und entsprechendem Kraftfutterzukauf, dessen Grünlandfläche zu 0, 20 oder 50% beweidet wird.

- Ein Milchviehbetrieb, dessen Grundfütterration zu unterschiedlichen Anteilen aus Grünlandfutter und Silomais (in Monokulturanbau) besteht (20, 50, 80% Mais) und in dem die Tiere alternativ im Stall oder mit Weidengang gehalten werden.

3. Ergebnisse und Diskussion

Zunächst ist anzumerken, dass die Variation der oben genannten Parameter Konsequenzen für viel mehr Systemkomponenten und Prozesse hatte, als hier dargestellt werden könnten.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass in reinen Grünlandbetrieben der N-Überschuss bei zunehmender Weidehaltung tendenziell abnimmt (Abb. 3). Grund dafür ist eine geringere Leistungsfähigkeit des Grünlands unter Beweidung, was in einer geringeren Tierzahl (Abb. 4) und Milchleistung pro ha LN resultiert. Der für die Realisierung der vorgegebenen Milchleistung ($8000 \text{ l Kuh}^{-1} \text{ und Jahr}^{-1}$) notwendige Kraftfutterzukauf belastet in starkem Maße die N-Bilanz der Grünlandbetriebe. Betriebssysteme mit Fütterung von Grünlandfutter und Silomais zeigen hinsichtlich der N-Überschüsse und -Verluste (Abb. 5) deutliche Vorteile. Dies umso mehr, je höher der Anteil des Silomais in der Ration ist, bzw. wenn auf die Beweidung des Grünlandes vollständig verzichtet wird. Die geringsten Verluste mit $8 \text{ kg N t Milch}^{-1}$ erleidet ein Betrieb mit ausschließlicher Stallhaltung, dessen Fütterration zu 80% aus Silomais besteht. Demgegenüber weisen reine Grünlandbetriebe generell mehr als das Doppelte an N-Verlusten auf (16 bis $20 \text{ kg N t Milch}^{-1}$), und liegen damit in einem Bereich, wie er für norddeutsche Praxisbetriebe zu erwarten ist.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Aus den dargestellten Simulationsrechnungen lassen sich für norddeutsche

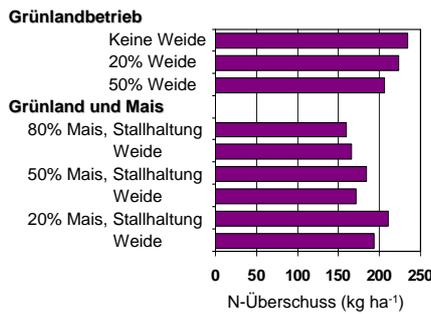


Abb. 3: N-Überschuss in den DAFOSYM-Szenarien bei unterschiedlicher Betriebsstruktur und Futterbasis

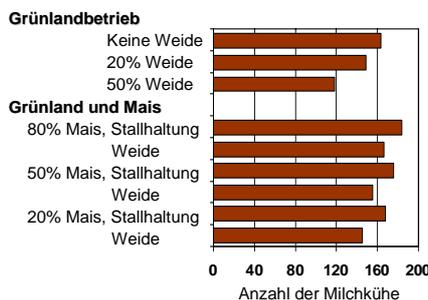


Abb. 4: Anzahl der Milchkühe in den DAFOSYM-Szenarien bei unterschiedlicher Betriebsstruktur und Futterbasis

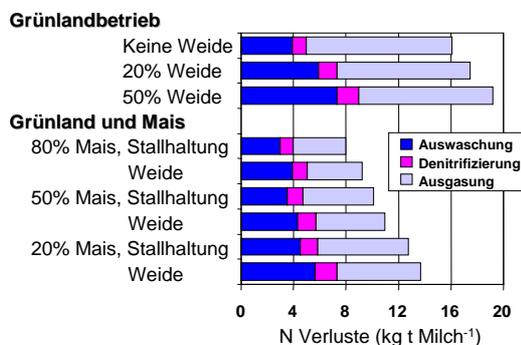


Abb. 5: N-Verluste in den DAFOSYM-Szenarien bei unterschiedlicher Betriebsstruktur und Futterbasis

spezialisierte Milchvieh-/Futterbaubetriebe erste Schlussfolgerungen ableiten:

- Betriebe mit Silomaisanbau sind unter der Prämisse einer praxisüblichen N-Intensität hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und der produktmengenbezogenen N-Effizienz reinen Grünlandbetrieben überlegen
- Im Vergleich zu einer reinen Stallhaltung in Grünlandbetrieben reduziert die Ausdehnung der Weidehaltung auf die Hälfte der Wirtschaftsfläche deutlich die Produktivität der Bestände und erhöht die produktmengenbezogenen N-Verluste.

Hieraus ergeben sich weitere Fragen, die für die Optimierung der N-Effizienz spezialisierter Milchvieh-/Futterbaubetriebe relevant sind:

- Wo genau liegen die Schwachstellen in den gezeigten Betriebssystemen und wie reagiert das System, wenn die N-Effizienz dieser Komponenten verbessert wird?
- Welche Konsequenzen für den Gesamtbetrieb hat eine Variation der N-Intensität einzelner Futterbaukulturen, wie sie in den zugrundeliegenden Feldversuchen über einen weiten Bereich hinweg vorgenommen wurde?
- Wie stellen sich die Produktivität, die N-Bilanzen und -Verluste von Betriebssystemen dar, in denen der Silomais im Gegensatz zu den hier dargestellten Berechnungen nicht in Monokultur, sondern im Rahmen von Futterbau-Fruchtfolgen angebaut wird (s. Beitrag VOLKERS et al. in diesem Band)?

Diesen Fragen wird sich unsere Arbeitsgruppe in Kooperation mit den Kollegen des USDA in Zukunft intensiv widmen.

5. Literatur

- BÜCHTER, M., M. WACHENDORF and F. TAUBE (2002): Nitrate leaching from permanent grassland on sandy soils – Results from an integrated research project. *Grassland Science in Europe* 7, 668-669 .
- BÜCHTER M., M. WACHENDORF, KAREN VOLKERS, F. TAUBE (2003): Nitrat austräge unter Silomais auf sandigen Böden Norddeutschlands. *Pflanzenbauwissenschaften* (im Druck).
- JONES, C.A. and J.R. KINIRY (1986): CERES-Maize: a simulation model of maize growth and development. Texas A&M Univ. Press. College Station, Texas.
- MOHTAR, R.H., D.R. BUCKMASTER and S.L. FALES (1997) A grazing simulation model: GRASIM, A: Model Development. *Trans. ASAE*. 40(5), 1483-1493.
- ROTZ, C.A., D.R. MERTENS, D.R. BUCKMASTER, M.S. ALLEN and J.H. HARRISON (1999a) A dairy herd model for use in whole farm simulations. *J. Dairy Sci.* 82, 2826-2840.
- ROTZ, C.A., L.D. SATTER, D.R. MERTENS and R.E. MUCK (1999b) Feeding strategy, nitrogen cycling and profitability of dairy farms. *J. Dairy Sci.* 82, 2841-2855.
- TAUBE, F. and M. WACHENDORF (2000): The Karkendamm Project: A system approach to optimize nitrogen use efficiency on the dairy farm. *Grassland Science in Europe* 5, 449-451.
- TROTT, H., M. WACHENDORF, F. TAUBE (2002): Management of permanent grassland for reduced nitrogen surpluses - Results from an integrated research project. *Grassland Science in Europe* 7, 740-741.
- VOLKERS, K., M. WACHENDORF, F. TAUBE (2002): Management of forage maize for reduced nitrogen surpluses - Results from an integrated research project. *Grassland Science in Europe* 7, 744-745.
- WACHENDORF, M., F. TAUBE (2002): Management impacts on nitrogen fluxes and nitrogen losses in grassland systems - Results from an integrated project. *Grassland Science in Europe* 7, 746-747.

Einflüsse düngunabhängiger Faktoren auf ausgewählte Kenngrößen der Stickstoffverwertung von *Zea mays*

von

J. Müller, M. Kayser und T. Schiermann

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft der Universität Göttingen

1. Einleitung und Problemstellung

Mais zeichnet sich durch eine relativ gute Übereinstimmung der Stickstoffaufnahme im Zuge seiner Ontogenese mit der saisonalen Dynamik der bodenbürtigen N-Nachlieferung aus. Damit wird auch seine Befähigung zur guten Ausnutzung des Stickstoffs in organischen Düngern begründet (ANONYMUS, 1991; LORENZ u. STEFFENS, 1997). Dennoch sind nach der Ernte der Fruchtart Mais immer wieder hohe N_{\min} -Werte anzutreffen (HEGE *et al.*, 2001), die eingangs der Sickerwasserperiode ein Belastungspotential für das Grundwasser darstellen. Die Bemühungen um eine Minimierung der Nitratgehalte im Boden nach dem Anbau von Mais konzentrieren sich in der Mehrzahl der Untersuchungen auf die genauere Bestimmung des Düngebedarfes (LÜTKE ENTRUP *et al.*, 1997). Über die düngunabhängigen pflanzenbaulichen Möglichkeiten zur Unterstützung dieses Zieles liegen weitaus weniger und zudem widersprüchliche Ergebnisse vor. Während über die Möglichkeiten und Grenzen von Untersaaten zur Reduzierung des Auswaschungspotentials noch weitgehend Einigkeit herrscht (MÜLLER, 1994; AUFHAMMER u. KÜBLER, 1997) gibt es im Falle der Effekte einer verbesserten Standraumbemessung (Doppelreihe, Engreihensaaten) sehr konträre Befunde. Diese wurden zum Teil als Interaktion des Prüffaktors mit dem Sortentyp gedeutet, allerdings ohne dass die Wechselwirkungen statistisch zu bemessen waren (PEYKER, 2001).

Mit der vorliegenden Untersuchung sollen die Effekte des Sortentyps, des Reihenabstandes, des Erntezeitpunktes sowie der Wechselwirkung zwischen Reihenabstand und Erntezeitpunkt auf ausgewählte Kenngrößen der N-Effizienz in zeitlicher und örtlicher Kongruenz dargestellt werden.

2. Material und Methoden

Es wurde zu diesem Zweck auf einen humosen Standort (C_1 -Gehalt 4 %) mit einem hohen N-Mineralisationspotential zurückgegriffen, welcher auf Variationen in der Art und Höhe der Stickstoffdüngung bislang mit keiner adäquaten Veränderung der Herbst- N_{\min} -Werte reagierte. Die im Landkreis Cloppenburg gelegene, gut mit Grundnährstoffen versorgte Sandmischkultur (Trepasol) wurde auch in den 6 Jahren zuvor bereits mit Mais bestellt.

Tab. 1: Faktoren und Faktorstufen des Hauptversuches

Faktor	Faktorstufe		Bemerkungen
1. Reihenabstand	1.1	70 cm	bei identischer Pflanzenzahl von ca. 11 Pfl./m ²
	1.2	35 cm	
2. Erntezeitpunkt	2.1	Mitte September	
	2.2	Anfang Oktober	
	2.3	Ende Oktober	

Es handelt sich bei der gesamten Versuchsanlage um zwei ineinander verschachtelte Versuche, von denen der Hauptversuch eine teilrandomisierte, zweifaktorielle Block-

anlage mit 4 Wiederholungen darstellt. Faktoren und Stufen des Hauptversuches sind der Tab. 1 zu entnehmen.

Auf den vom Hauptversuch nicht in Anspruch genommenen Parzellen der stationären Saugkerzenanlage wurde ein zusätzlicher Sortenversuch etabliert. Auch dieser weist 4 Replikationen auf und entspricht in seinem Design einer Blockanlage. Die Prüfglieder sowie deren Charakteristik sind in Tabelle 2 dargelegt.

Tab. 2: Beschreibung der Prüfglieder des ergänzenden Sortenversuches

Sorte	Reifezahlen	Züchter	Charakteristik
Asket	S 260 / K 250	KWS	mittel-großrahmiger low-input-Typ
Prinval	S 260 / K 250	Asgrow	großrahmiger Sortentyp mit gleicher Abreife
Baltimore	S 240 / K 260	Nickerson	großrahmiger Sortentyp mit früherer Siloreife
Mona	S 230 / K 250	Pioneer	Kompakttyp, dry-down
Aldus	S 260 / K 260	Asgrow	großrahmiger Sortentyp, harmonische Abreife

Die 72 m² großen Parzellen aller Prüfglieder waren in 75 cm Tiefe mit jeweils drei Saugkerzen bestückt. Beide Versuche wurden im Jahr 2000 angelegt und 2001 bei gleicher Parzellenbelegung wiederholt. Auf eine Unterfußdüngung wurde in Anbetracht der hohen P-Bodengehalte verzichtet. In Erwartung der Mineralisationsraten der Vorjahre beschränkte sich die mineralische N-Düngung auf 60 kg/ha vor der Saat. Die Nutzung erfolgte als Silomais.

Hauptprüfmerkmale waren der TM-Ertrag, die N_{min}-Werte zu verschiedenen Zeitpunkten der Vegetationsperiode, der N-Entzug zum Zeitpunkt der Ernte sowie die Konzentration des oberflächennahen Sickerwassers während der gesamten, einer Ernte folgenden Sickerwasserperiode. Die Berechnung der N-Austräge erfolgte auf der Basis der gemessenen Nährstoffkonzentrationen des Sickerwassers und der über die jeweilige klimatische Wasserbilanz ermittelten Sickerwassermengen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Wie die Ergebnisse der Varianzanalysen belegen, konnte auf dem mineralisationsfreudigen Standort mit der Verringerung der Reihenweite keinerlei Einfluss auf die Stickstoffausträge während der nachfolgenden Sickerwasserperiode genommen werden (siehe auch Abb. 1).

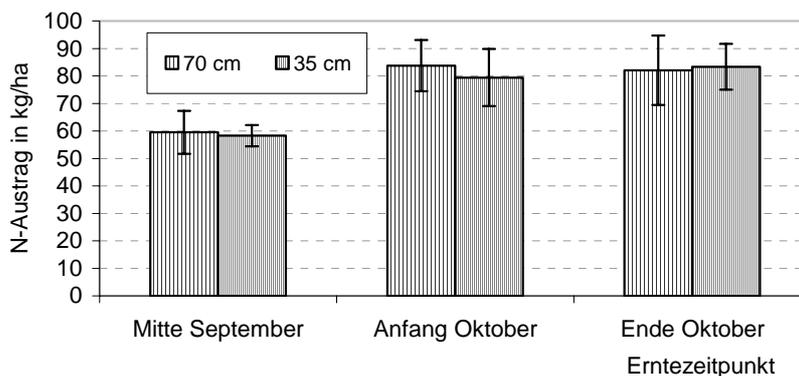


Abb. 1: N-Austräge nach Silomais in Abhängigkeit von Erntezeitpunkt und Reihenweite (Mittel der Sickerwasserperioden 2000/2001 u. 2001/2002; error bars = s_e des Variantenmittels)

Diese Feststellung steht im Gegensatz zu etlichen Befunden von Versuchsanstellern auf umsetzungsträgen Standorten (PEYKER, 2001 u. a.), welche sich auf das indikative Prüfmerkmal Herbst-N_{min}-Gehalt stützen. Unter den vorliegenden Versuchsbedingungen konnte lediglich bei frühen Septemberbeprobungen des Bodens auf N_{min} ein leichter Vorteil einer gleichmäßigeren Standraumverteilung ausgemacht werden, der im weiteren Verlaufe des Herbstes jedoch ins Gegenteil umschlug.

Im Gegensatz zum Faktor ‚Reihenweite‘ führte die Abstufung des Faktors ‚Erntezeitpunkt‘ zu signifikanten Effekten auf die Ausprägung des Prüfmerkmals ‚N-Austrag‘. Eine Verringerung der Stickstoffausträge wurde insbesondere durch den sehr frühen Erntetermin Mitte September hervorgerufen (Abb. 1). Das spiegelte sich auch in den korrespondierenden Herbst-N_{min}-Gehalten dieser Variante wieder (Tab. 3).

Tab. 3: Herbst-N_{min}-Gehalte in 0-90 cm Bodentiefe nach den Silomaisernten 2000 und 2001 in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt, n=12

Beprobungstermin	01.11.2000		31.10.2001	
Erntezeitpunkt	N _{min} -Gehalt in kg/ha	s.e.	N _{min} -Gehalt in kg/ha	s.e.
Mitte September	69,9	6,42	64,4	5,49
Anfang Oktober	105,7	11,60	91,1	6,00
Ende Oktober	99,4	7,73	89,0	5,28

Eine Wechselwirkung ‚Reihenweite x Erntezeitpunkt‘ konnte in keinem Versuchsjahr festgestellt werden.

Neben dem Erntezeitpunkt erwies sich unter den Bedingungen des Versuchsstandortes auch die Sortenwahl als geeignetes Mittel, die N-Austräge zu reduzieren (Abb. 2).

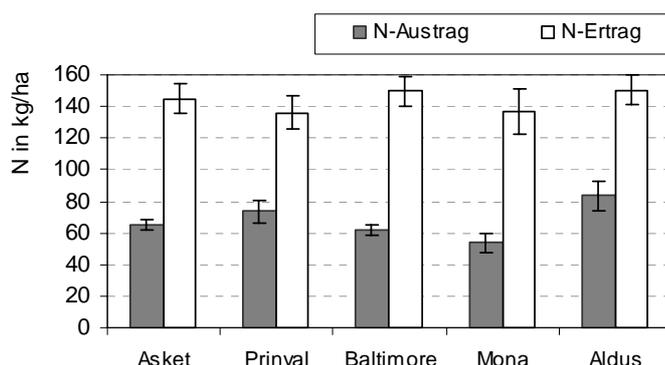


Abb. 2: N-Entzüge von u. N-Austräge nach Silomais in Abhängigkeit von der Sorte (Mittel der Sickerwasserperioden 2000/2001 u. 2001/2002; error bars = s_e des Sortenmittels)

Bei einer Beerntung Anfang Oktober konnten signifikante Sortenunterschiede festgestellt werden, die bis zu 30 kg N/ha während der nachfolgenden Sickerwasserperiode ausmachten. Es bestand keine verallgemeinerbare Beziehung zwischen dem oberirdischen N-Entzug im Erntegut und dem N-Austrag. Vielmehr deutet sich ein Zusammenhang zwischen dem sortentypischen, physiologischen Reifezustand zum Erntezeitpunkt und dem N-Austrag an. Je stärker die Restpflanze abgereift war, umso geringer stellten sich die Auswaschungsverluste an Stickstoff dar.

Low-input-Sorten wie „Asket“ wird eine effektive Nutzung des bodenbürtigen Stickstoffs bescheinigt (PRESTERL u. THIEMT, 1999). Diese Fähigkeit schlug sich im vorliegenden Falle allerdings nicht in geringeren Herbst- N_{\min} -Gehalten nieder.

4. Schlussfolgerungen

Das Phänomen der Abhängigkeit des N-Austrages auf stark mineralisierenden Standorten vom Erntetermin und dem jeweiligen physiologischen Reifezustand ist bislang noch nicht beschrieben worden und dürfte seine Ursachen in einer Interaktion der Maiswurzeln mit der umsetzbaren organischen Bodensubstanz haben. Demnach scheint insbesondere die Kombination von spätreifenden, photosynthetisch noch aktiven Maispflanzen mit Erntezeitpunkten, zu denen der Bodenwasservorrat bereits wieder aufgefüllt ist, nicht unkritisch zu sein. Sowohl zur Bestätigung der vorliegenden Ergebnisse als auch zur Erforschung der Ursachen der beobachteten Effekte sind weitere Untersuchungen auf derartigen Standorten erforderlich.

Auch wenn der Umfang des Maisanbaus auf mineralisationsfreudigen Flächen deutschlandweit nicht sehr groß ist, sind es insbesondere diese Standorte, die in den Veredelungszentren und Anbauhochburgen des Maises immer wieder für überhöhte N_{\min} -Werte eingangs der winterlichen Sickerwasserperiode sorgen und damit den Mais als leistungsstärkste Fruchtart des Ackerfutterbaus trotz standortangepasster Stickstoffdüngung in Misskredit bringen. Daher bleibt es eine wichtige Aufgabe, die düngunabhängigen Möglichkeiten zur Vermeidung derartiger N-Peaks speziell für diese Standortgruppe auszuloten und in entsprechende Anbauverfahren zu integrieren.

Literatur

- ANONYMUS (1991): Mais - unsere wichtigste Futterpflanze - standortgerecht und umweltverträglich anbauen. Hrsg.: Deutsches Maiskomitee, S. 26
- AUFHAMMER, W. u. KÜBLER, E. (1997): Einfluß von Reihenweite und Untersaat auf den Silomaisertrag und den N_{\min} -Gehalt im Boden nach der Ernte. Die Bodenkultur 48 (3), 151-158
- HEGE, U., KÖNIG, H. u. K. OFFENBERGER (2001): Zehn Jahre Stickstoff-Monitoring in Bayern. VDLUFA-Schriftenreihe 00/2001, 1-8
- LORENZ, G. und STEFFENS, G. (1997): Stickstoffauswaschung bei Mais und Winterroggen nach Gülledüngung in gestaffelten Gaben. Agribiological Research 50, 193-203
- LÜTKE ENTRUP, N., GRÖBLINGHOFF, F. u. H. WIEKER (1997): Ertragliche Effizienz und ökologische Relevanz verschiedener N-Düngungsstrategien. In : Umweltgerechter und ertragsorientierter Maisanbau - S. 102-115, Hrsg.: Universität Gesamthochschule Paderborn, Abt. Soest
- MÜLLER, J. (1994): Untersaaten - viele Erfahrungen liegen vor. Landwirtschaftsblatt Weser-Ems 12, 18-20
- PEYKER, W. (2001): Umsetzung des Maisengreihenbaus im Einzugsgebiet der Talsperre Weida-Zeulenroda-Lössau. Abschlußbericht. - Hrsg.: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
- PRESTERL, T. und THIEMT, E. (1999): Nährstoffeffizienz und Ertragssicherheit. Mais 27 (4), 132-134

Untersuchungen zum N-Austrag bei unterschiedlich praktizierten Verfahren der Grünlanderneuerung

K. Seidel, J. Müller und M. Kayser

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft der Universität Göttingen,

1. Einleitung und Problemstellung

In der Regel weist Grünland geringere Nitratausträge auf als vergleichbare Standorte unter Ackernutzung (SCHEFFER *et al.*, 1984). Das wird unter anderem mit der ganzjährigen Bodenbedeckung und damit auch längeren Stickstoffaufnahme begründet. Mit zunehmendem Alter der Narbe kommt es unter Grünlandflächen jedoch zur Anreicherung von organischer Substanz und Nährstoffen im Oberboden (MÜLLER, 1989).

Müssen oder sollen bestehende Grünlandbestände erneuert werden, wird ein relativ stabiles System des Stoffauf- und -abbaus gestört, und es kann zu verstärkter Mineralisation organischer Substanz kommen. Liegen im Herbst große Mengen von mineralisiertem Stickstoff im Boden vor, sind im Winterhalbjahr bei ausreichend hohen Niederschlägen, insbesondere auf leichten Böden, erhöhte Nitratausträge die häufige Folge.

Das bestehende Mineralisationspotential sowie Ausmaß und Intensität der einsetzenden Mineralisationsprozesse werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst.

Dies ist zum einen die Zeitspanne, in der organisches Material im Boden akkumuliert werden kann (Alter der Grasnarbe). JOHNSTON *et al.* (1994) stellten eine Zunahme der Gesamt-N-Gehalte im Boden bei älteren Grasnarben fest. SHEPHERD *et al.* (2001) konnten nachweisen, dass die N_{\min} -Gehalte im Boden direkt vom Alter der Grasnarbe abhängen und schätzten die altersbedingte Steigerung der N-Mineralisation auf 10 bis 25 kg/Jahr.

Weitere Einflussfaktoren sind Managementmaßnahmen vor der Erneuerung des Grünlandes, wie z. B. die Art der Nutzung (ERIKSEN, 2001; WHITEHEAD *et al.*, 1990) und die Höhe der jährlichen N-Düngung. Letztere beeinflusst die N-Mineralisation und die N-Austräge stärker als die vorherige Nutzung (ERIKSEN, 2001). Darüber hinaus spielen technische Aspekte des Umbruchs wie Umbruchzeitpunkt und Umbruchtechnik eine Rolle (FRANCIS, 1995; DJURHUUS und OLSEN, 1997; SHEPHERD *et al.*, 2001 und LLOYD, 1992).

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Einflussfaktoren ‚Vorbewirtschaftung‘ sowie ‚Zeitpunkt und Technik der Grünlanderneuerung‘ unter den konkreten Standortbedingungen der nordwestdeutschen Geest in ihrer Wirkung auf Parameter des N-Austrages zu prüfen, um daraus Empfehlungen für eine grundwasserschonende Methode der Grünlanderneuerung ableiten zu können.

2. Material und Methoden

Die vorliegende Untersuchung wurde im Landkreis Cloppenburg auf einer im Jahre 1975 entstandenen Sandmischkultur (Treposol) durchgeführt. Nach langjähriger Ackernutzung wurde 1991 Grünland angelegt.

Der Grünlanderneuerungsversuch ist als dreifaktorieller Versuch mit zwei Replikationen angelegt und wird in zwei aufeinander folgenden Jahren wiederholt. Jede Parzelle ist 72 m² groß, in 75 cm Tiefe sind jeweils drei Saugkerzen installiert. Tabelle 1 zeigt die Faktoren und die Faktorstufen des Erneuerungsversuches.

Tab. 1: Faktoren und Faktorstufen des Grünland-Erneuerungsversuches

Faktor	Faktorstufe	Bemerkungen
1. Umbruchzeitpunkt	1.1 Frühjahr	zwei Ansaatstaffeln (Ansaaten 1999 und 2000)
	1.2 Herbst	
2. Vorbewirtschaftung/Düngung	2.1 0 kg N/ha	über einen Zeitraum von 6-7 Jahren
	2.2 320 kg N/ha	
3. Umbruchtechnik	3.1 Fräse	Narbe mit Totalherbizid abgetötet
	3.2 Direktsaat	

Nach der Erneuerung erfolgte keine N-Düngung. Das Grünland wurde wiederum als Mähgrünland mit vier Schnitten pro Jahr genutzt. Die Erträge der einzelnen Parzellen wurden in den Jahren 1999 bis 2001 erhoben, das Erntegut auf Trockenmasse und Stickstoff-Gehalt untersucht.

Während der Sickerwasserperioden von Mitte Oktober bis April (1999/00, 2000/01 und 2001/02) wurde mittels Saugkerzen wöchentlich ein Teil des anfallenden Sickerwassers aufgefangen und auf den Nitrat-N-Gehalt untersucht.

Jeweils im Herbst und im Frühjahr ist der Boden in den Schichten 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm auf die N_{\min} -Gehalte hin untersucht worden.

3. Ergebnisse und Diskussion

Sowohl bei der Umbruchstaffel 1999 als auch 2000 hat der **Zeitpunkt der Grünlanderneuerung** einen signifikanten Einfluss auf die Nitratauswaschung in der folgenden SW-Periode (Abb. 1). Ein Herbstumbruch führte im Vergleich zum Frühjahrsumbruch zu 6-fach (Umbruch 1999) bzw. 60-fach (Umbruch 2000) höheren N-Austrägen.

Im zweiten Jahr nach dem Umbruch lagen die N-Austräge zumeist deutlich unter einem Niveau von 15 kg N/ha. Die Erneuerung des Grünlandes hatte also kaum Auswirkungen auf die N-Austräge über den ersten Winter hinaus.

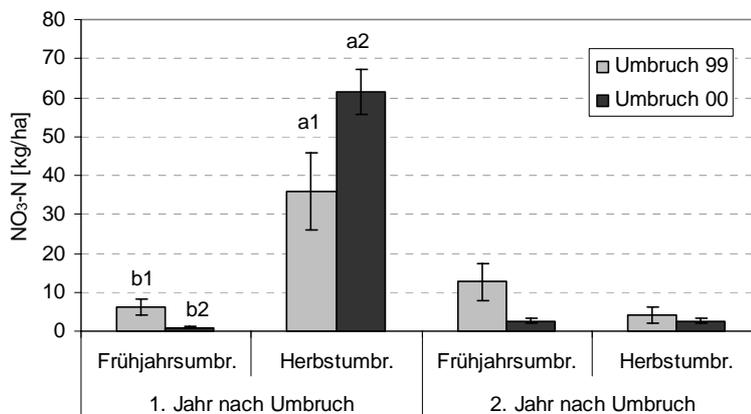


Abb. 1: N-Austräge (kg/ha) nach Frühjahrs- bzw. Herbstumbruch in zwei Sickerwasserperioden nach dem Umbruch (error bars = Standardabweichung des Mittelwerts)

Auch FRANCIS (1995) zeigte in neuseeländischen Untersuchungen, dass bei Verschiebung des Umbruchtermins vom frühen Herbst ins Frühjahr ein deutlicher Rückgang der N_{\min} -Werte von 140 auf ca. 20 kg N/ha sowie der N-Auswaschung von 100 kg auf 2 bis 15 kg N/ha zu erreichen ist. Diese Maßnahme ermöglichte somit eine Verminderung der N-Verluste von 80 bis 90%.

Die **Vorbewirtschaftung** hat vor allem im ersten Jahr nach der Grünlanderneuerung einen Einfluss auf die N-Austräge, da durch die langjährige N-Düngung die N-Gehalte in den einzelnen Pflanzenfraktionen (Wurzeln etc.) ansteigen, so dass bei den Zersetzungsprozessen im Anschluss an eine Zerstörung der Grasnarbe die N-Mineralisation zunimmt (WHITEHEAD et al., 1990). Nach einer Düngung mit 320 kg N/ha sind die N-Austräge um 16 (Umbruch 1999) bzw. 9 kg (Umbruch 2000) höher als bei der Nullvariante (Abb. 2). Dieser Unterschied kann statistisch jedoch nicht abgesichert werden.

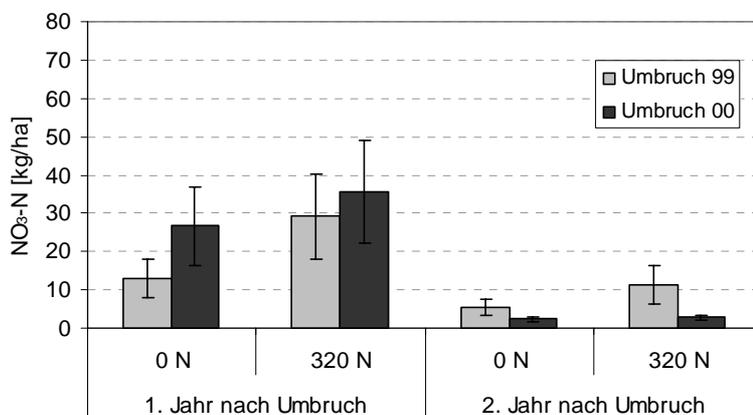


Abb. 2: N-Austräge (kg/ha) nach einer Düngung mit 0 bzw. 320 kg N/ha in zwei Sickerwasserperioden nach dem Umbruch (error bars = Standardabweichung des Mittelwerts)

Die **Umbruchtechnik** (Fräse/Direktsaat) hatte auf die N-Austräge nur einen geringen Einfluss. Die intensive Rückverfestigung durch zweimaliges Walzen der gefrästen Variante mag dazu beigetragen haben, dass hier die N-Austräge mit durchschnittlich 23 kg N/ha nicht höher waren als nach der Direktsaat. Hier wurden im Durchschnitt der Jahre 29 kg N/ha ausgewaschen.

Insgesamt tritt die höchste N-Auswaschung bei einem Herbstumbruch mit vorangegangener hoher Düngung (hier 320 kg N/ha) auf, diese liegt im Mittel der beiden Umbruchjahre bei über 60 kg N/ha (Abb. 3).

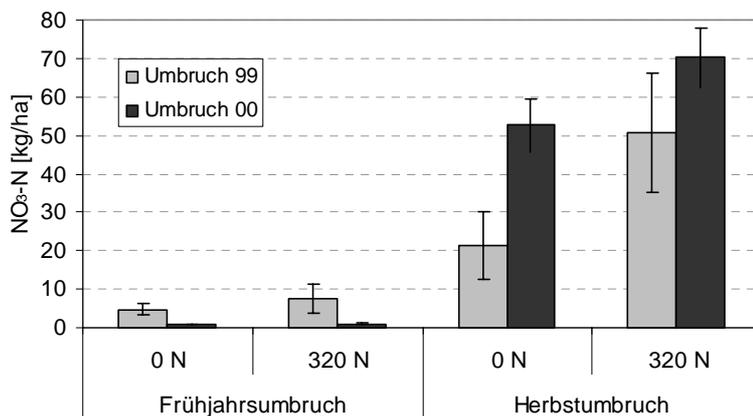


Abb. 3: N-Austräge (kg/ha) in Abhängigkeit vom Umbruchzeitpunkt und der Vorbewirtschaftung sowie deren Wechselwirkungen im ersten Jahr nach dem Umbruch (error bars = Standardabweichung des Mittelwerts)

4. Schlussfolgerungen

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen sollte bei objektiv notwendiger Grünlanderneuerung ein Umbruch im Frühjahr einem Umbruch im Herbst vorgezogen werden, um die N-Austräge zu minimieren. Unter vergleichbaren Standortbedingungen ist hierbei der Einfluss des vorherigen Düngungsniveaus und der Umbruchtechnik (Einsatz von Fräse, Direktsaat) nicht zwingend zu berücksichtigen.

Sollte es dennoch nötig sein, eine Grünlanderneuerung im Herbst vorzunehmen, so hat eine Düngung im Sommer vor dem Umbruch möglichst zu unterbleiben, um unnötig hohe N-Verluste zu vermeiden.

Die im Ergebnisteil getroffenen Aussagen haben für das Untersuchungsgebiet und darüber hinaus für vergleichbare Standorttypen Gültigkeit. Eine Übertragbarkeit der Aussagen auf sorptionsstärkere Standorte erfordert hingegen eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Ergebnissen.

Während beispielsweise die festgestellten Effekte des günstigsten Umbruchzeitpunktes tendenziell auch für andere Standorte gültig sein dürften, könnte im Falle sorptionsstärkerer Standorte sowohl die Vorbewirtschaftung als auch die Nachwirkungen eine größere Bedeutung erlangen. Auch die Vorteile der Direktsaattechnik im Hinblick auf die Reduzierung der N-Austräge dürften auf schwereren und damit auch schwerer rückzuverdichtenden Böden zunehmen.

Unabhängig vom Standort ist eher mit einer Verstärkung der im Umbruchversuch geprüften Effekte zu rechnen, wenn noch wesentlich ältere Dauernarben umgebrochen werden (SHEPHERD et al., 2001).

Literatur

- DJURHUUS, J. und P. OLSEN (1997): Nitrate leaching after cut grass/clover leys as affected by time of ploughing. *Soil Use and Management* 13, 61-67
- ERIKSEN, J. (2001): Nitrate leaching and growth of cereal crops following cultivation of contrasting temporary grasslands. *Journal of Agricultural Science* 136, 271-281
- FRANCIS, G. S. (1995): Management practices for minimizing nitrate leaching after ploughing temporary leguminous pastures in Canterbury, New Zealand. *Journal of Contaminant Hydrology* 20, 313-327
- JOHNSTON, A. E.; J. MCEWEN; P. W. LANE; M. V. HEWITT; P. R. POULTON und D. P. YEOMAN (1994): Effects of one to six year old ryegrass-clover leys on soil nitrogen and on the subsequent yields and fertilizer nitrogen requirements of the arable sequence winter wheat, potatoes, winter wheat, winter beans (*Vicia faba*) grown on a sandy loam soil. *Journal of Agricultural Science* 122, 73-89
- LLOYD, A. (1992): Nitrate leaching under arable land ploughed out from grass. *The Fertilizer Society*. Proceeding No. 330. International Conference in Cambridge, 16-17 December 1992
- MÜLLER, J. (1989): Untersuchungen zur Leistungsdauer von Saatgrasbeständen unter besonderer Berücksichtigung der Wurzelentwicklung. *Dissertation*. Universität Rostock
- SCHEFFER, B.; W. WALTHER; R. KRETZSCHMAR; W. D. SCHMIDT und H. NEUHAUS (1984): Zum Einfluss der Bodennutzung auf den Nitrataustrag. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung* 25, 227-230
- SHEPHERD, M. A.; D. J. HATCH; S. C. JARVIS und A. BHOGAL (2001): Nitrate leaching from reseeded pasture. *Soil Use and Management* 17, 97-105
- WHITEHEAD, D. C.; A. W. BRISTOW und D. R. LOCKYER (1990): Organic matter and nitrogen in the unharvested fractions of grass swards in relation to the potential for nitrate leaching after ploughing. *Plant and Soil* 123, 39-49

Vergleich von Weißklee-basierten Grünlandflächen mit mineralisch N-versorgten Grasbeständen im Hinblick auf Parameter des Nährstoffaustrages

von

M. Kayser, J. Müller und M. Benke

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Universität Göttingen, Vechta

Einleitung

Der Weißklee auf dem Grünland ist eine wichtige N-Quelle im organischen Landbau und kann in konventionellen Betrieben möglicherweise dazu beitragen, mineralischen N-Dünger einzusparen und N-Austräge zu verringern. Hohe Weißkleeanteile, die zu hohen Ertragsleistungen führen, können allerdings hohe N-Austräge mit dem Sickerwasser verursachen (SCHOLEFIELD *et al.*, 2002; LOISEAU *et al.*, 2001). Die ausgeprägte temporäre und räumliche Variabilität des Weißkleees machen ihn zu einer nur ungenügend einschätzbaren N-Quelle (LEDGARD, 2001). Zusätzliche N-Gaben können diese Effekte dämpfen, führen aber bei Einsatz von Stallmist oder Gülle im organischen Landbau möglicherweise zu verminderten Ertragsleistungen (BAARS, 2001).

Die vorliegenden sechsjährigen Untersuchungen zum N-Austrag von ungedüngtem Weißkleeergras im Vergleich zu mineralisch oder nicht mit N versorgten Grasbeständen sollen Hinweise auf Ursachen und Abhängigkeiten der vom Weißklee verursachten N-Dynamik und N-Austräge im Mähgrünland geben.

Material und Methoden

Im Rahmen von Untersuchungen in Süddoldenburg zu Nährstoffflüssen im Futterbaubetrieb wurden die N-Austräge von ungedüngtem Weißkleeergras (WKL), ungedüngten (NULL) und mineralisch N (KAS 320) versorgten Grasbeständen miteinander über sechs Jahre (1994-2000) verglichen. Die Düngesysteme unterschieden sich im Nährstoff-Input und einigen aus der Bewirtschaftung resultierenden Boden- und Narbeneigenschaften (Tab. 1).

Tab. 1: Beschreibung der Düngungssysteme: Input von Nährstoffen über sechs Jahre sowie ausgewählte Boden- und Narbeneigenschaften nach sechs Jahren.

Düngungs- system	Nährstoffinput (1994-2000)				Boden und Narbe (Frühjahr 2000)				
	N	K	P	pH	K	P	Gras	Klee	Kraut
	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]				DL [mg kg ⁻¹]		[% Ertragsanteil]		
NULL	0	166	24	5.4	62	218	63	7	30
WKL	160*	166	24	5.1	27	193	56	38	6
KAS 320	320	300	48	5.4	32	214	97	1	2

NULL = Gras ohne N; KAS 320 = Gras gedüngt mit 320 kg N als KAS; WKL = Weißkleeergras
*) geschätzt aus der Differenz der N-Erträge der Weißkleeergrasbestände und der nicht mit N gedüngten Grasbestände unter Berücksichtigung der N-Austräge (ohne 1997).

Der aus einem Tiefumbruch hervorgegangene humose Sand des Standortes wurde nach langjähriger Ackernutzung seit 1991 als Grünland genutzt.

Die in einer randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen integrierten 72 m² großen Parzellen wurden viermal im Jahr beerdet. N-Dünger ist zu Vegetationsbeginn und nach den ersten drei Schnitten in Höhe von 80 kg N ha⁻¹ gegeben worden. Weißklee der Sorte 'Milkanova' wurde 1994 durch Einsaat in die bestehende Narbe etabliert.

Je Parzelle wurden drei keramische Saugkerzen in 75 cm Tiefe zur Gewinnung von Sickerwasser während des Winterhalbjahres (Oktober-April) genutzt. Die NO₃⁻-N-Austräge wurden nach photometrischer Bestimmung der NO₃⁻-N-Konzentrationen im Sickerwasser mittels der klimatischen Wasserbilanz berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Erträge der mit 320 kg N gedüngten Parzellen (KAS 320) lagen mit durchschnittlich 115 dt ha⁻¹ a⁻¹ auf einem deutlich höheren Niveau als das ungedüngte Weißklee gras mit 79 dt ha⁻¹. Aufgrund der höheren N-Gehalte im Aufwuchs erreichte das Weißklee gras in einzelnen Jahren N-Erträge auf oder über dem Niveau der KAS 320 Parzellen (Abb. 1). Die Schwankungen zwischen den Jahren fallen allerdings deutlicher aus. Auffallend ist der markante Anstieg der N-Erträge und N-Gehalte im Weißklee gras schon für das zweite Jahr nach der Etablierung.

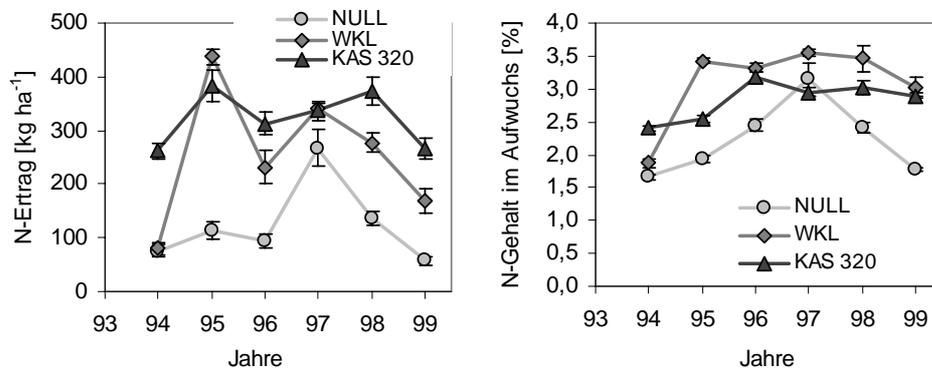


Abb. 1: N-Erträge und N-Gehalte im Aufwuchs als gewichtete Mittel von vier Schnitten der Jahre 1994-1999 mit s.e.m.

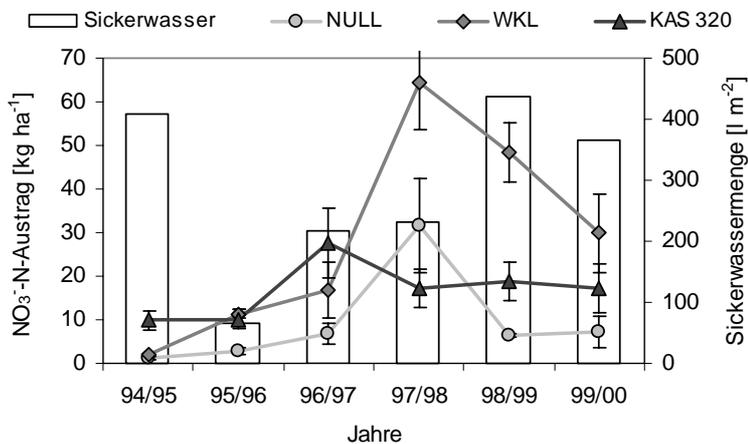


Abb. 2: Der Austrag von NO₃⁻-N mit dem Sickerwasser und die Sickerwassermenge für die Winterhalbjahre (Oktober-April) der Jahre 1994 bis 2000 mit s.e.m.

Im Jahr 1997 trat Klee in den Nullparzellen auf und musste chemisch verdrängt werden, führte aber zu höheren N-Erträgen und erhöhten N-Austrägen im folgenden Winter

(Abb. 2). Bis zum Jahr 1996/97 waren die N-Austräge unter den hoch mit N versorgten Grasbeständen (KAS 320) am höchsten, dann kam es zu hohen Austrägen aus dem Weißklee (WKL), vor allem in 1997/98 (65 kg N ha^{-1}), resultierend aus hohen N-Gehalten im Aufwuchs und N-Überschüssen, die nicht verwertet werden konnten.

Tab. 2: N Bilanz für verschiedene Düngungssysteme im Mittel von sechs Jahren (1994-2000) mit *Nmin* und *Nhwl* (heißwasserlösliches N).

Düngungs- system	Ertrag N [kg ha ⁻¹]	Saldo N* (Input – Ertrag) [kg ha ⁻¹]	<i>Nmin</i> (Herbst)		<i>Nhwl</i> [% von TN]	Austrag NO ₃ ⁻ -N [kg ha ⁻¹]
			<i>Nmin</i> [kg ha ⁻¹]	NH ₄ ⁺ -N [% v. <i>Nmin</i>]		
NULL	124.3	-94.3	27.8	64.0	5.4	9.3
WKL	255.7	-95.7	38.2	41.9	6.0	28.8
KAS 320	322.3	27.7	45.2	35.8	5.3	16.8

*) Input N = Dünger + gesch. N₂ Fixierung (nur WKL) + atmosphärische Deposition ($30 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)

Die N-Fixierungsleistung des Weißklee kann nur von den N-Erträgen und der aus den Nullparzellen abgeleiteten Bereitstellung von N aus der Mineralisation und dem Eintrag aus der Atmosphäre abgeschätzt werden. Durchschnittliche N-Fixierungsraten von ca. $160 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ entsprechen etwa Kleeanteilen von >45 % (Schnotz, 1995). N-Austräge mit dem Sickerwasser treten erst ab Weißkleeanteilen von 30 % in nennenswertem Umfang auf (BENKE, 1992).

N-Austräge für reine Weißkleebestände in 3- bis 6-jährigen Versuchen von SCHOLEFIELD *et al.* (2002) und LOISEAU *et al.* (2001) lagen in einem Bereich von 24-140 kg N im Vergleich zu Weißklee mit 1-10 kg N und mit ungedüngtem bzw. moderat mit N gedüngten Grasnarben mit $1-8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Die höheren N-Austräge aus dem Weißklee können nur zum Teil über die hypothetischen N Salden (N-Erträge) und Herbst-*Nmin*-Werte abgeleitet werden. Obwohl unter den Weißkleebeständen geringere *Nmin*-Werte vorzufinden waren, wiesen sie höhere N-Austräge auf. Es bestand im Gegensatz zu KAS 320 eine positive Beziehung zwischen den *Nmin*-Werten unter WKL und den N-Austrägen sowie zwischen den N-Erträgen und den *Nmin*-Werten bzw. N-Austrägen (nicht dargestellt).

Die Wurzeln und Sprosssteile des Weißklee sind leicht zersetzbar und haben oftmals höhere N-Gehalte als Gräser bei einem geringeren Aneignungsvermögen des Klee für N. Außerdem verändert Klee den Bodenzustand mit seiner geringeren Wurzeldichte, den dickeren und weniger verzweigten Wurzeln, die zu einer verstärkten Bodenstrukturierung führen. Diese ausgeprägte Struktur könnte zu präferentiellem Fluss von wenigstens geringeren Mengen an Sickerwasser mit allerdings hohen Konzentrationen an mobilen Nährstoffen führen (SCHOLEFIELD *et al.*, 2002).

Der aktivere und größere labile N Pool unter Weißkleebeständen, wie hier durch höhere Gehalte an heißwasserlöslichem N angedeutet (Tab. 2), ist von LOISEAU *et al.* (2001) mit höheren N-Austrägen in Verbindung gebracht worden. HOGH-JENSEN & SCHJOERRING (2001) ermittelten aus Klee-basierten Grünlandbeständen eine Rhizodeposition von N im Boden, die mehr als das 1.5-fache des abgeernteten N betrug. Im Gegensatz dazu verwerteten die mit N gedüngten Grasbestände, wenigstens rein rechnerisch, bei annähernd ausgeglichenen N-Salden den Input mit mineralischem N ohne zu einem offensichtlichen Anstieg von organischem oder mineralischem N zu führen. Der Dünger-N wird dabei zum Teil an den Bodenprozessen vorbeigeführt (STOCKDALE *et al.*, 2002). Das N-Saldo für die N-gedüngte Grasvariante ist mit etwa $28 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ kaum höher als der Eintrag aus der Atmosphäre und erklärt die relativ geringen Austräge in Höhe von $16.8 \text{ kg N ha}^{-1}$. Bei einer stärker frühjahrsbetonten

KAS-Düngung wären die N-Austräge aus den mineralisch gedüngten Grasbeständen wahrscheinlich noch geringer ausgefallen.

Schlussfolgerungen

Die N-Austräge mit dem Sickerwasser aus intensiv genutztem Mähgrünland mit hoher mineralischer N-Düngung auf humosem Sandboden waren bei langjährig ausgeglichenen N-Salden, unabhängig von der Sickerwassermenge, relativ gering.

Auf dem gleichen Standort zeigte Weißklee gras ohne mineralische N-Düngung, aber mit hohen Kleeanteilen (>45 %) dagegen stärkere Schwankungen in der Produktivität und verursachte N-Austräge, die deutlich höher lagen als bei mineralischer Düngung.

Die Höhe der N-Austräge beruhte neben der N Fixierungsleistung des Weißkleees und den höheren N-Gehalten in Spross und Wurzel möglicherweise auch auf Veränderungen in der Zusammensetzung der organischen Substanz und auf eine stärkere Strukturierung des Bodens.

Die Klee grasbestände lassen sich offensichtlich ohne weiteren N-Eintrag zur Regulierung der Kleeanteile kaum führen, da eine Variation des Nutzungsregimes oftmals nicht praktikabel ist.

Literatur

- BAARS, T. (2001): The conflict in organic grass/clover production: white clover versus animal manure. In: Isselstein, J., Spatz, G. & Hofmann, M. (eds.), *Organic Grassland Farming*, pp. 241-243. *Grassland Science in Europe* 6.
- BENKE, M. (1992): Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Grünland mittels der Saugkerzen-Methode in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Schnitt/Weide), der Nutzungshäufigkeit, der Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und der Stickstoffdüngung. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- HØGH-JENSEN, H. & SCHJOERRING, J.K. (2001): Rhizodeposition of nitrogen by red clover, white clover and ryegrass leys. *Soil Biology and Biochemistry* 33, 439-448.
- LEDGARD, S.F. (2001): Nitrogen cycling in low input legume-based agriculture, with emphasis on legume/grass pastures. *Plant and Soil* 228, 43-59.
- LOISEAU, P., CARRERE, P., LAFARGE, M., DELPY, R. & DUBLANCHET, J. (2001): Effect of soil-N and urine-N on nitrate leaching under pure grass, pure clover and mixed grass/clover swards. *European Journal of Agronomy* 14, 113-121.
- SCHNOTZ, G. (1995): Stickstoff-Fixierungsvermögen mehrjähriger Leguminosen des Dauergrünlandes. PhD Thesis, Universität Hohenheim, Stuttgart.
- SCHOLEFIELD, D., HALLING, M., TUORI, M., ISOLATHI, M., SOELTER, U. & STONE, A.C. (2002): Assessment of nitrate leaching from beneath forage legumes. In: Wilkins, R.J. (ed.): *Legume silages for animal production: LEGSIL*, pp. 17-25. Landbauforschung Völkenrode: Sonderheft 234, FAL Agricultural Research, Braunschweig.
- STOCKDALE, E.A., SHEPHERD, M.A., FORTUNE, S. & CUTTLE, S.P. (2002): Soil fertility in organic farming systems – fundamentally different? *Soil Use and Management* 18, 301-308.

Umsetzungsrate und Effizienz von Maßnahmen zur Reduzierung von N-Überschüssen auf Milchvieh-Futterbaubetrieben

von

Johanna Scheringer¹ und Johannes Isselstein²

¹Zentrum für Landwirtschaft und Umwelt, Universität Göttingen

²Lehrstuhl für Grünland und Futterbau, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen

Einleitung

In den letzten 20 Jahren wurden Maßnahmen und Methoden zur Reduktion der N₂-Emissionen wissenschaftlich erforscht, diskutiert und in Gesetze zur Emissionsminderung umgesetzt. Jedoch sind die Ergebnisse dieser Anstrengungen bislang noch nicht zufriedenstellend. Warum dies so ist, wurde als Teil eines Forschungsvorhabens, welches die Stickstoffwirtschaft auf Milchvieh-Futterbaubetrieben beleuchtete, untersucht.

Die Umsetzungsrate von in der Literatur vorgeschlagenen Maßnahmen zur Senkung von N-Überschüssen und damit potentiellen N-Verlusten wurde ermittelt und geprüft, welche Hemmnisse möglicherweise einer Implementierung in der Praxis entgegen stehen. Weiterhin wurde untersucht, ob durchgeführte Maßnahmen auf den praktischen Betrieben den gewünschten Effekt erreichen.

Material und Methoden

46 Milchviehbetriebe in Niedersachsen, deren landwirtschaftliche Nutzfläche zu über 80% für die Futterproduktion genutzt wird, wurden untersucht. Von diesen Betrieben wirtschafteten 7 nach ökologischen Grundsätzen und 39 konventionell, nach guter fachlicher Praxis. Mit Hilfe strukturierter Interviews, die auf den Betrieben durchgeführt wurden und unter Verwendung von Betriebsunterlagen und Ergebnissen von Futtermittel- und Wirtschaftsdüngeranalysen konnten für jeden Betrieb detaillierte Daten zu allen Produktionsbereichen erhoben werden. Mittels Stickstoffbilanzierung auf Betriebs-, Stall- und Flächenebene wurde die Stickstoffeffizienz bestimmt und Stickstoffüberschüsse identifiziert.

Die Maßnahmen und Methoden zur Verbesserung der Stickstoffnutzung wurden aus der Literatur zusammengestellt (SCHERINGER 2002). Die Maßnahmen, die hier näher betrachtet werden, lassen sich in drei unterschiedliche Betriebsbereiche einordnen: den Tierbereich, der Fütterung, Tierbesatz sowie Einzeltiermilchleistung der Kühe umfaßt, das Wirtschaftsdüngermanagement, insbesondere die Güllewirtschaft, und die Landnutzung, also Grünlandwirtschaft und Feldfutterbau. Der N-Überschuss in der Betriebsbilanz diente dabei als Indikator zur Bewertung eingesetzter Maßnahmen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchung zeigt, daß eine geringere Produktionsintensität, d.h. geringerer Tierbesatz, Mineraldünger- und Kraftfuttereinsatz, generell eine höhere N-Effizienz bewirkt (siehe auch SCHERINGER UND ISSELSTEIN 1999 und Scheringer 2002).

Spezielle Maßnahmen zur Verbesserung der Stickstoffeffizienz werden in unterschiedlichem Ausmaß in den Betrieben umgesetzt (Tab. 1). Die Fütterung eiweißarmer Futtermittel wird durchaus praktiziert. Von den 46 Betrieben halten 40 die

Milchkuhherden in Ställen mit Güllesystemen. Verfahren zur emissionsarmen Lagerung und Ausbringung der Gülle werden jedoch noch wenig angewendet.

Tab. 1 Anwendung von Maßnahmen zur Reduzierung von N-Überschüssen in der Betriebsbilanz auf 46 Milchviehfutterbaubetrieben

Maßnahmenbereich	Maßnahme	Anzahl (Mehrfachnennung möglich)
Fütterung	Fütterung von eiweißarmen, energiereichen Futtermitteln*:	39
	Maissilage	32
	Rübenschnitzel	6
	Milchleistungsfutter (10% RPr)	2
	Corn Cob Mix	2
	Kartoffeln	1
Güllewirtschaft	geschlossener Güllebehälter	12
	Rühren der Gülle	4
	Güllezusätze**	4
	Schleppschlauch-, -schuhausbringung	6
	Ausbringung mit Schlitztechnik	1
	Nährstoffanalyse der Wirtschaftsdünger	22
Feldfutterbau	Maisanbau	32
	Maisanbau mit Untersaat	0

*laut DLG Futterwerttabelle mit Rohproteingehalten < 100g kg DM⁻¹

**Güllezusätze während der Lagerung umfassten Wasser, Säuren, Steinmehl usw.

Weiterhin wurde deutlich, daß aufgrund von Produktionsentscheidungen der Landwirte einzelne umgesetzte Maßnahmen nicht zur Reduzierung der N-Überschüsse und damit zu einer Verringerung von Stickstoffverlusten führten. Dies war zum Beispiel der Fall für die Aufnahme von Mais als proteinarmes und energiereiches Grundfutter in das Anbauprogramm (Abb. 1) und für die Steigerung der Einzeltiermilchleistung (Abb. 2).

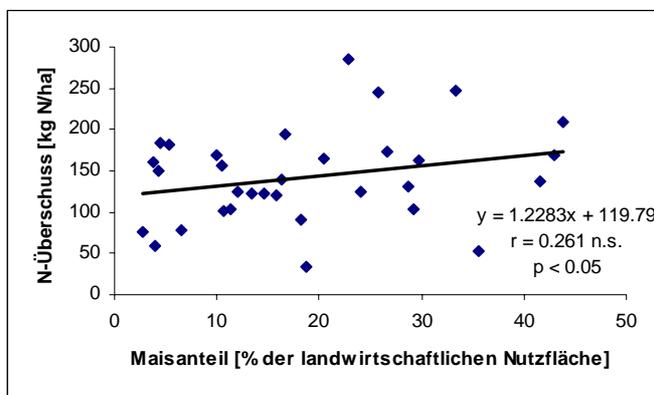


Abb. 1 Zusammenhang zwischen Einsatz von Mais, dargestellt anhand des Anbauanteils, und dem N-Überschuss der Betriebsbilanz (n = 32)

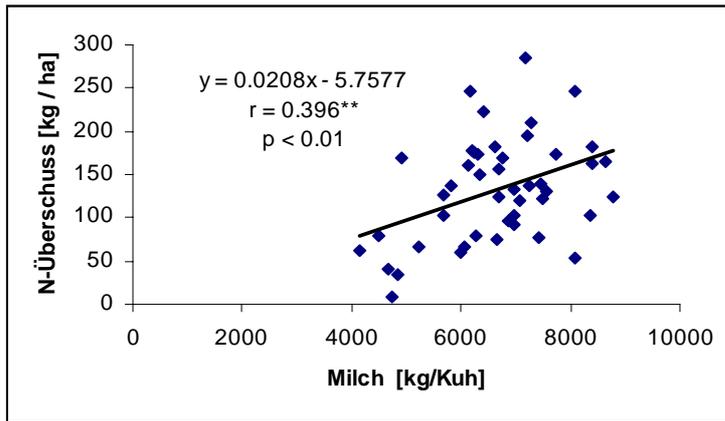


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Höhe der Milchleistung und Höhe des N-Überschusses auf Betriebsebene (n = 46)

Beide Maßnahmen resultierten nicht in niedrigeren N-Überschüssen, da in beiden Fällen der Tierbesatz positiv korreliert war, d. h., daß mit steigendem Maisanbau ein höherer Tierbesatz der Betriebe einher ging (Abb. 3) und daß eine höhere Milchleistung bei Betrieben mit höherem Tierbesatz anzutreffen war (Abb. 4).

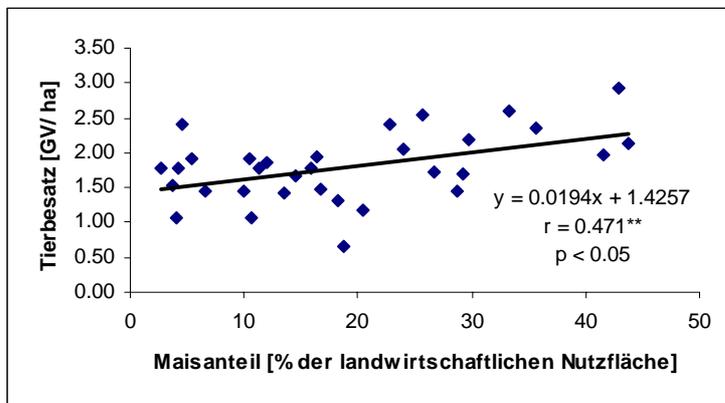


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Anbau von Mais und dem Tierbesatz (n = 32)

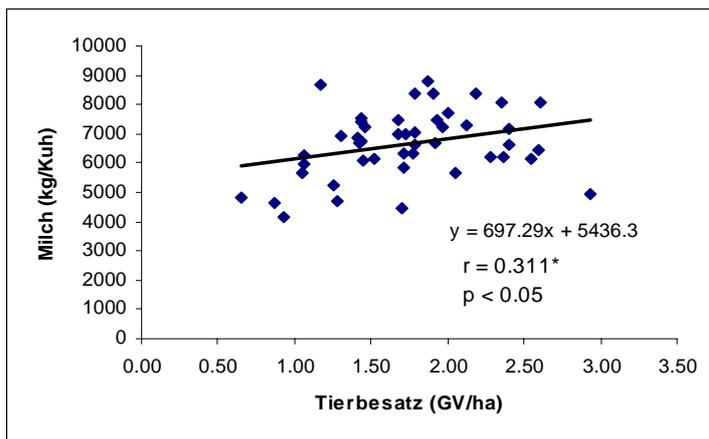


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Tierbesatz und Milchleistung (n = 46)

Weiterhin zeigt Abb. 5, daß die Erhöhung der Milchleistung zum großen Teil durch einen höheren Einsatz von Kraftfutter realisiert wurde. Der höhere Einsatz von Kraftfutter verschlechtert wiederum die N-Bilanz.

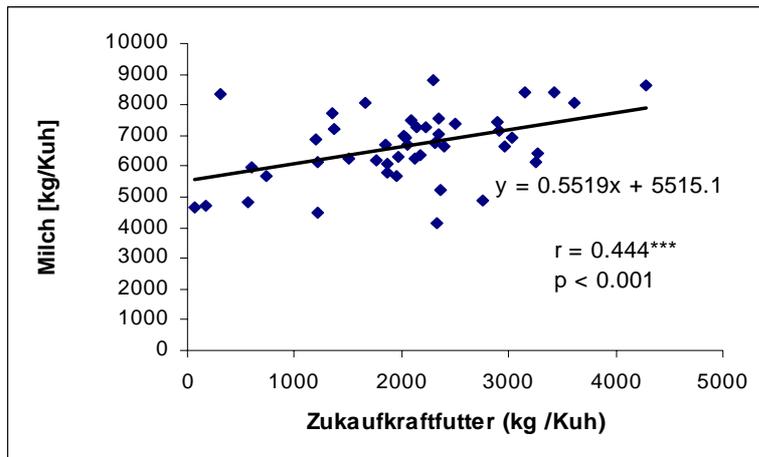


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Kraftfutterzukauf und Milchleistung (n = 46)

Schlußfolgerungen:

In den Milchviehbetrieben Niedersachsens gibt es noch Spielraum für einen verbesserten Stickstoffeinsatz und eine Erhöhung der N-Effizienz. Die vermehrte Einführung von emissionsarmen Technologien, erlaubte eine bessere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers und könnte damit eine Reduktion des Mineraldüngerzukaufes ermöglichen. Eine Erhöhung der Einzeltiermilchleistung greift nur dann, wenn sie durch eine Erhöhung der Grundfutterleistung realisiert wird, weil dann der Anteil der Milch, der aus Kraftfutter ermolken wird reduziert werden kann.

Einzelmaßnahmen für eine Verringerung von Stickstoffüberschüssen sollten einer Erprobung in praktischen Betrieben unter den herrschenden Rahmenbedingungen unterzogen werden, da sonst empfohlene Maßnahmen in der Praxis nicht die erhofften Ergebnisse erzielen. Dies wird am Beispiel der Ausdehnung des Mainanbaus sichtbar, die offenbar in der Praxis nicht als alleinige Maßnahme durchgeführt wird. Vielmehr begleitet sie Intensivierungsbemühungen in der Milchwirtschaft, etwa weil durch den Zukauf von Milchkontingenten mehr Tiere und damit mehr Futter benötigt wird. Der Effekt des Maises der verbesserten N-Effizienz in der Fütterung wird damit überdeckt.

Literatur

- DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer DOKUMENTATIONSSTELLE UNIVERSITÄT HOHENHEIM (Hrsg) (1997). DLG Verlag Frankfurt.
- SCHERINGER, J. UND ISSELSTEIN, J. (2000): Zur Variabilität der Stickstoffeffizienz in Futterbaubetrieben Niedersachsens. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 44. Jahrestagung 2000. Band 2. Wissenschaftlicher Fachverlag Giessen 2000.
- SCHERINGER, J. (2002): Nitrogen on dairy farms: balances and efficiency. Göttinger Agrarwissenschaftliche Beiträge 10. excelsior p.s.

Grazing botanically diverse swards: the effects on sward structure (case study in Somerset/England) Spatial heterogeneity on a continuously stocked pasture

by

Martina Hofmann¹⁾ and Jerry R.B. Tallowin²⁾

¹⁾Institute of Agronomy and Plant Breeding, University Goettingen, Germany,

²⁾Institute of Grassland and Environmental Research, North Wyke Research Station,
England

1. Introduction

Grazing by livestock is widely used as a management tool and is essential for the restoration and maintenance of botanical diversity in most semi-natural grasslands in England. The agri-environmental challenge, however, is to find ways of combining grazing practices to achieve nature conservation objectives with sustainable farming systems. In order to begin to address this challenge a five-year experiment was set up in spring 2000 to quantify cattle growth rate and output and ecological consequences in terms of change in botanical composition, structure and invertebrate population responses to three different grazing severities applied to a plant species rich, neutral grassland.

Faunal diversity is strongly dependent on vegetation structure and floristic composition. However, little is known about the spatial patterns and temporal dynamics of sward heterogeneity on continuously stocked pastures. In 2002, these aspects were measured in detail and results are presented in this paper.

2. Materials and Methods

Site and treatments

The study of structure was conducted in the South-West of England, in Somerset (51°03' N, 2° 36' W) in 2002 on a 15 ha semi-natural, neutral grassland. The vegetation is a MG 5 type grassland (classified according to the British National Vegetation Classification, RODWELL 1992) which is synonymous with the *Centaureo-Cynosuretum cristati* (BRAUN-BLANQUE and TUEXEN 1952). No equivalent vegetation type has been described from the Continent (RODWELL 1992). Mean plant species number varied between 16 and 18 per m² on the experimental site. Three grazing severity treatments imposed on the grassland aimed at maintaining target sward surface heights (SSH) of 6-8 cm (severe), 8-10 cm (moderate) and 10-12 cm (lenient), respectively. Paddock sizes are 1.3, 1.7 and 2.0 ha for the severe, moderate and lenient treatments, respectively, and were designed to allow at least three core cattle to be maintained throughout the grazing season.

Measurements

In order to study the temporal and spatial structure in detail, three quadrats (5 m by 10 m) were marked permanently within each grazing severity treatment in one replication. The quadrats were chosen stratified and should represent the most abundant sward areas. Each quadrat was divided into 0.5 m by 0.5 m cells, resulting in 210 grid pattern cells. Horizontal sward profile in the quadrats was recorded by measurement of compressed sward height (CSH) with a drop disc (30 cm diameter, weight 200 g, dropped from 1 m height; HOLMES 1974) in each cell. In order to get further information about the determinants of the measured CSH, the area under the disc was assessed by estimation of the cover of plant families, the proportion of grazed and trampled area,

dung, bare ground and the number of flowering stems. Drop disc sampling was undertaken at the same positions three times during the grazing season in May, July and September.

Data analysis and presentation

Methods of descriptive statistics (arithmetic mean, median, coefficient of variation, skewness and kurtosis) were used to characterize the sward height distribution of the 210 measurement points within each quadrat. The overall temporal stability/dynamics of the patches were tested by comparison of the sward height distributions at each of the observation occasions by means of the Generalized Procrustes Analysis (GOWER 1975). This method or rather the final residual sum of squares gives information about the degree of similarity of sward profile between the different observations with the lowest value representing the highest similarity. In order to get more differentiated information about the dynamics of distinctive sward height categories, tall patches and short grazed areas were analysed separately. By this it should be evaluated to what extent the initial vegetation composition may have caused the repeated defoliation or rejection of distinctive patches by the cattle; these results are shown in HOFMANN and TALLOWIN (2003).

3. Results and Discussion

Figure 1 are based on data of GRIFFITH et al. (2003) and shows the extent to which the target SSH ranges for each treatment were achieved during the (2002) grazing season.

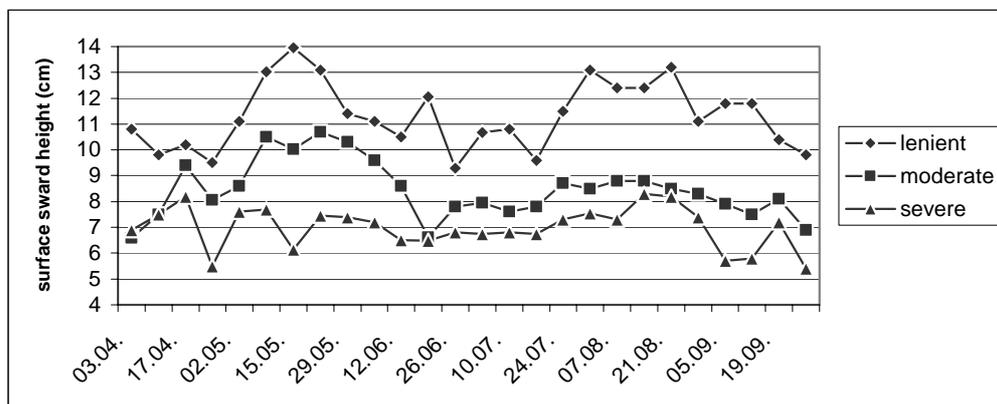


Figure 1: Average sward surface height that was maintained during the grazing season

In the severe grazing treatment the target SSH was achieved throughout the grazing season, in the moderate grazing treatment the average sward height exceeded the target range by 1 cm for about 10 days in May and was about 1 cm lower than the target for about 10 days in July. In the leniently grazed paddocks the average sward height exceeded the target by 1 cm for about 6 weeks and by more than 1 cm for less than 1 week.

Correlations between SSH and CSH measurements were examined separately for each treatment (data not shown). Comparison were made between the mean of the 630 sward height measurements in the fixed quadrats with the mean of the 100 randomly taken height measurements. The average of the height measurements in the fixed quadrats were significantly correlated with the average sward height for the paddock as a whole, which indicates that the quadrats were representative areas of the main paddock. However, the distribution of the heights within the three quadrats showed marked

differences in the severe grazing treatment (table 1). The between quadrat differences were less pronounced in the moderate grazing treatment and were least in the lenient grazing treatment. This dissimilarity within one paddock can be attributed to the heterogeneity of the vegetation composition. It was predicted that variability of sward height distribution would be greatest in the lenient grazing treatment because of the considerable imbalance between amount of forage on offer and herbage intake and thus the greatest selectivity by the grazing animals would occur. However, comparison of the interquartiles (P 75-P 25, see table 1) shows that this hypothesis was only partially validated. In those quadrats which are dominated by *Cirsium arvense* (severe, quadrat 1) or influenced by stems of *Centaurea nigra* (moderate, quadrat 1) for example, these plants and plant parts are avoided and can grow tall whereas the area around these components is grazed extremely short. In order to satisfy their intake demands in the severe grazing paddock the cattle graze areas which are not infested by thistle (quadrat 2 and 3) evenly (see CV % in table 1) and markedly below the target sward height.

Table 1: Measures of location and variance of sward height in the 210 fixed cells per quadrat in the severe, moderate and lenient grazing treatment in May, July and September 2002

	Quadrat 1			Quadrat 2			Quadrat 3		
	May	Jul	Aug	May	Jul	Aug	May	Jul	Aug
Severe									
Mean	9.6	11.9	12.2	4.7	4.1	3.9	5.9	4.4	3.0
CV (%) ^{#1}	4.2	5.2	6.9	3.3	3.3	4.9	4.6	4.1	3.1
P 10 ^{#2}	4.5	4.1	3.5	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0
P 25	5.5	6.0	5.0	3.0	2.5	2.5	4.0	3.0	2.0
P 50 (median)	8.3	9.5	7.5	4.0	3.0	3.0	5.0	3.5	2.8
P 75	11.5	14.0	13.6	5.0	4.5	4.5	6.3	5.0	3.5
P 90	16.0	25.0	30.0	8.0	7.0	7.0	10.5	8.0	5.0
Moderate									
Mean	15.1	7.4	6.8	7.8	4.8	4.5	10.0	5.1	4.3
CV (%)	2.4	2.5	2.6	4.0	5.4	7.2	3.5	4.1	3.4
P 10	8.6	4.5	4.0	3.5	2.5	2.0	5.0	3.0	2.0
P 25	11.4	5.5	5.0	5.0	3.0	3.0	7.0	3.5	3.0
P 50 (median)	15.0	7.0	6.0	7.0	4.0	3.5	9.0	4.0	3.5
P 75	18.0	8.5	8.5	10.0	5.0	4.5	12.5	6.0	5.0
P 90	21.5	11.0	10.0	13.0	7.0	7.0	16.0	8.0	7.5
Lenient									
Mean	10.4	9.0	6.6	9.2	7.7	6.0	8.6	7.7	6.1
CV (%)	3.3	3.1	2.8	3.5	2.9	2.8	3.5	3.0	3.5
P 10	4.6	3.6	3.0	4.5	4.0	3.0	4.0	4.1	3.0
P 25	6.5	5.5	4.5	6.0	5.0	4.0	5.0	5.5	4.4
P 50 (median)	10.0	9.5	7.0	8.0	7.0	6.0	8.0	7.5	5.5
P 75	13.5	11.5	8.0	11.0	9.5	7.5	11.0	9.5	7.5
P 90	17.0	13.0	10.0	16.0	11.5	9.0	14.6	11.0	9.5

^{#1} CV %= coefficient of variation (in percent) , ^{#2} P=percentile

The temporal stability of sward height distribution in 2002 is shown in table 2. The highest similarity (=lowest value of final residual sum of squares) over the whole grazing season is under the lenient grazing severity, whereas the severe and moderate grazing treatments show a strongly lower overall temporal stability. This result indicates

that under lenient grazing severity with the biggest surplus of forage the cattle frequently defoliate the same areas, and patches that were initially avoided often stay tall throughout the grazing season; this is obviously less expressed for the severe and moderate treatment. However, separate analysis of tall and short grazed areas have shown that this can not always be proven and that the inclusion of further sward characteristics (species composition, growth stage development, fine scaled structure) may help to understand differentiated defoliation patterns by the cattle (HOFMANN and TALLOWIN 2003).

Table 2: Temporal stability of sward height distribution between May, July and September measurements described as degree of similarity by means of General Procrustes Analysis

Treatment	Severe			Moderate			Lenient		
Quadrat (Q)	Q 1	Q 2	Q 3	Q 1	Q 2	Q 3	Q 1	Q 2	Q 3
Final residual sum of squares	1.02	0.78	0.91	0.94	0.83	0.86	0.52	0.53	0.52

4. Conclusions

The spatial and temporal dynamics of sward structure distribution can be evaluated by means of detailed measurements of sward height in combination with some additional sward characteristics. Arithmetic mean values are not sufficient to describe the conditions on continuously and extensively stocked pastures where a surplus of forage enables the grazing animal to select and by this to create and maintain a mosaic of tall patches and short areas. It could be shown that the stability or dynamic of the mosaic is influenced not only by the severity of grazing but also by the presence or absence of avoided or preferred plant species. As the spatial distribution of those plants is often clumped and not randomly distributed within a paddock, fine and medium scaled patterns develop. As investigations of the whole area are not acceptable under labour and financial aspects the use of a stratified technique show the range of sward patterns which can develop under a distinctive grazing severity treatment.

References

- BRAUN-BLANQUET J, TUEXEN R (1952) *Irische Pflanzengesellschaften*.
 Veroeffentlichungen des Geobotanischen Institutes Ruebel in Zuerich, 25, 224-415.
- GOWER JC (1975). Generalized Procrustes analysis. *Psychometrika*, 40, 33-51.
- GRANT SA (1993) Resource description: vegetation and sward components. *Sward Measurement Handbook*, 2nd edn (eds. DAVIES A, BAKER RD, GRANT SA, LAIDLAW AS), pp.69-97. British Grassland Society, Reading, UK.
- GRIFFITH BA, YARROW NH, SMITH REN, TALLOWIN JRB (2003) Grazing for biodiversity – A case study. Proceedings of the annual meeting of the British Grassland Society, 1.-3. September 2003, Research Conference at the University of Wales, Aberystwyth/UK.
- HOFMANN M, TALLOWIN JRB (2003) Grazing botanically diverse swards: the effects on sward structure (case study in Somerset/England) - Temporal dynamic of spatial pattern on a continuously stocked pasture. Proc. of the annual meeting of the British Ecology Society, 9-11 September 2003, Manchester Metropolitan University, UK.
- HOLMES CW (1974) The Massey grass meter. *Dairy Farming Annual*, pp. 26-30. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- ROWELL JS (1992) *British Plant Communities*. Volume 3. Grasslands and montane communities. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Einflüsse von Natriumselenat-Zusätzen auf die Keimung von *Lolium perenne* L.

von

H. Laser und M. Neff

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

1. Problemstellung

Die Produktivität von Low-Input-Systemen kann offenbar durch Se-Mangelercheinungen (BOSTEDT & SCHRAMEL 1981, GISSEL-NIELSEN et al. 1984, KLAWONN et al. 1996, MUTH 1956, PAVLATA et al. 2002) deutlich herabgesetzt werden. Nach dem National Research Council (NRC) in den USA sollte in der Ration für Fleischrinder (ANONYMUS 2000) bzw. für Schafe (ANONYMUS 1985) 100 µg Se kg⁻¹ Futter-TS enthalten sein, um Se-Mangelercheinungen beim Wiederkäuer ausschließen zu können. Der Bereich zwischen möglichem Mangel und Überschuss ist vergleichsweise eng. Als maximal tolerierbare Konzentration nennt der NRC 2 mg Se kg⁻¹ Futter-TS. Eine sichere und bedarfsgerechte Se-Supplementierung bei allen Individuen einer Herde ist in extensiven Weidesystemen wie Mutterkuhhaltung, im Gegensatz zur Milchkuhhaltung, nicht zuverlässig durch Se-angereichertes Mineralfutter zu realisieren. In Low-Input-Systemen sind die Grünlandaufwüchse und Konserven häufig die einzige Se-Ressource. Die Se-Konzentrationen in Aufwüchsen von extensiv bewirtschaftetem Grünland sind jedoch, bezogen auf den Bedarf von Wiederkäuern, in der Regel unzureichend (OPITZ v. BOBERFELD & LASER 2001). Grundsätzlich können die Se-Konzentrationen in Grünlandaufwüchsen mit Se-Gaben von < 4 g Se ha⁻¹ in Selenatform auf das für die Versorgung der Wiederkäuer nötige Maß angehoben werden (OPITZ v. BOBERFELD 2002). Aufgrund der Kosten für selenathaltige Mehrnährstoffdünger und des zusätzlichen Arbeitsaufwandes ist jedoch die Ausbringung auf Grünland unter Low-Input-Bedingungen eine ungeeignete Maßnahme. Die Anreicherung von Saatgut mit Selenat könnte hier ein Weg sein, die Se-Konzentrationen im Aufwuchs zu erhöhen. Voraussetzung für die Verwendung von Saatgut als Transportmedium für Se in das System Boden/Pflanze ist, dass die Keimfähigkeit des Saatgutes und die Entwicklung der Keimlinge durch die erforderlichen Selenatkonzentrationen nicht beeinträchtigt wird. Anhand von Keimungsversuchen mit *Lolium perenne* unter verschiedenen Umweltbedingungen und einem Gefäßversuch wird der Einfluss einer abgestuften Anreicherung des Saatgutes mit Natriumselenat auf Keimfähigkeit, Wurzel- und Blattlängen sowie TS-Ertrag untersucht.

2. Material und Methoden

Um die Wirkung einer Behandlung von Saatgut zu Nachsaatzwecken mit Selenat zu bewerten, wurde unter standardisierten Umweltbedingungen in Klimaschränken der Einfluss von Selenkonzentration, Wasserspannung und Lichtverhältnissen auf die Keimung von *Lolium perenne*, Sorte „Limes“, untersucht. Die Tabelle zeigt die verschiedenen Varianten, wobei jede Variante viermal wiederholt wurde. Die erforderlichen Natrium-Selenat-Konzentrationen in den Versuchsmedien errechneten sich auf Basis einer angenommenen Nachsaatmenge von 20 kg Saatgut ha⁻¹. Es wurden aliquot für die untersuchte Samenmenge die Se-Stufen 0 g, 4 g, 12 g und 36 g Se * ha⁻¹ bzw. * 20 kg⁻¹ Saatgut eingestellt. Unterschiedliche Wasserspannungen wurden durch die Zugabe der osmotisch wirksamen Substanz Polyethylenglycol (= PEG 6000) induziert. Die Berech-

nung der benötigten PEG- Konzentrationen erfolgte nach MICHEL & KAUFMANN (1973). Um die Keimung bei Dunkelheit festzustellen, wurden die Petrischalen in lichtundurchlässigen Kisten gelagert, bei den Varianten „Grünfilter“ sollte die Keimung unter einem Blätterdach simuliert werden, wozu die Glasdeckel der Keimbehälter mit einer grünen Folie beklebt wurden (PPED = 17,0 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, R/FR = 0,1). Jeweils 20 Samen pro Petrischale wurden auf Filterpapier mit 2 ml Flüssigkeit befeuchtet (= 1 ml der jeweiligen Selenatlösung bzw. H₂O + 1 ml Polyethylenglycollösung bzw. H₂O). Die Klimaschränke waren auf eine Wechseltemperatur von 10/20 °C eingestellt, wobei sich die niedrigere Temperatur für die Dauer von acht Stunden zusammen mit Dunkelheit einstellte (= Nacht). Die höhere Temperatur simulierte in Kombination mit Beleuchtung 16 Stunden lang die Verhältnisse bei Tag. Nach 20 Tagen wurden die Keimungshäufigkeiten sowie die Blatt- und Wurzellängen der Keimlinge ermittelt.

In einem Gefäßversuch mit drei Wiederholungen wurden Samen mit den in der Tabelle angegebenen Se-Stufen in Tontöpfen zur Keimung gebracht und die TS-Erträge nach sechs Wochen gravimetrisch bestimmt.

Tab.: Varianten angelegt als Blockanlage mit vier Wiederholungen

FAKTOREN	STUFEN
1 Se-Gabe (Aliquot berechnet auf Basis 20 kg ha ⁻¹ Saatgut)	1.1 0g Se ha ⁻¹
	1.2 4g Se ha ⁻¹
	1.3 12g Se ha ⁻¹
	1.4 36g Se ha ⁻¹
2 Trockenstress (Zusatz von Polyethylenglycol 6000)	2.1 H ₂ O
	2.2 -1 * 10 ⁵ Pa
	2.3 -4 * 10 ⁵ Pa
3 Licht	3.1 Dunkelheit
	3.2 Grünfilter

3. Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 1 sind die Keimungsraten von mit Na-Selenat behandeltem Saatgut nach 20 Tagen aufgeführt. Nahezu alle Samen keimen unabhängig von der zugeführten Selenatmenge zu 90 – 100 %. Lediglich in Kombination von Trockenstress (= -4*10⁵ Pa) und Dunkelheit zeigt sich bei der höchsten Se-Stufe, mit der eine Applikationsmenge von 36 g Se ha⁻¹ simuliert wird, ein signifikant geringeres Keimergebnis. Bei den höheren Se-Stufen treten im Vergleich zu der Kontrolle allerdings verminderte Blattlängen auf (Abb. 2).

Gleiches gilt auch für die gemessenen Wurzellängen (Ergebnisse nicht dargestellt), so dass davon auszugehen ist, dass die dauerhaft auf den Keimling einwirkenden Se-Konzentrationen in der Petrischale die Vitalität beeinträchtigen. Trockenstress verstärkt den Effekt. Ausgehend von einer Se-Gabe von 4 g Se ha⁻¹, die offenbar ausreicht, um die angestrebten Konzentrationen im Aufwuchs von >100 $\mu\text{g Se ha}^{-1}$ zu erreichen (OPITZ v. BOBERFELD 2002), werden selbst unter den extremen Laborbedingungen keine negativen Einflüsse auf das Wachstum und die Entwicklung des Keimlings sichtbar. In der Praxis wird sich zudem am Saatgut anhaftendes Na-Selenat nach der Nachsaat auf ein ungleich größeres Volumen verteilen. Selenat ist gut wasserlöslich und zeichnet sich durch eine hohe Mobilität im Boden aus (YLÄRANTA 1983a,b), so dass die tatsächliche Konzentration, die auf den Keimling im Boden bzw. auf der Bodenoberfläche einwirkt, infolge der Verdünnung durch Niederschläge und Bodenwasser deutlich geringer ist, als

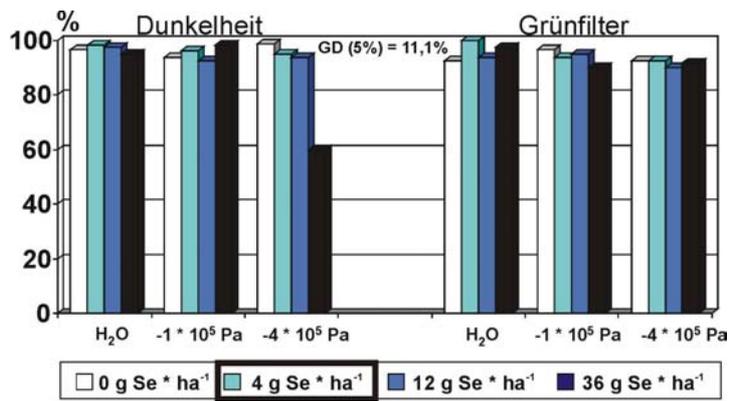


Abb. 1: Keimungsraten von *Lolium perenne* nach 20 Tagen in Abhängigkeit von Selenatbehandlung, Wasserspannung und Lichtverhältnissen

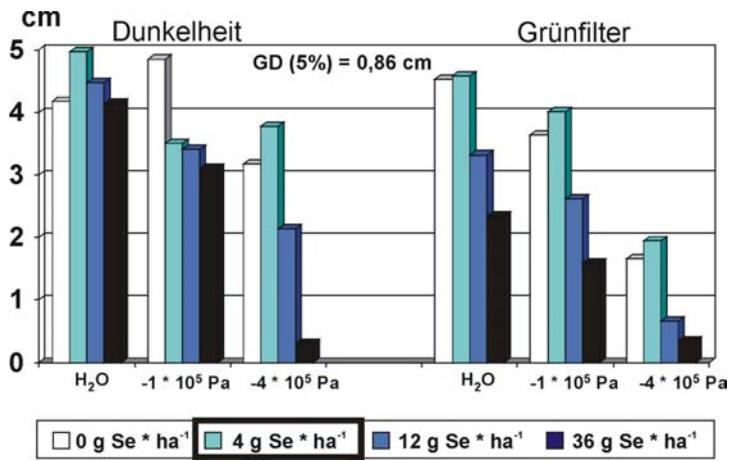


Abb. 2: Durchschnittliche Blattlängen von *Lolium perenne* Keimlingen nach 20 Tagen in Abhängigkeit von Selenatbehandlung, Wasserspannung und Lichtverhältnissen

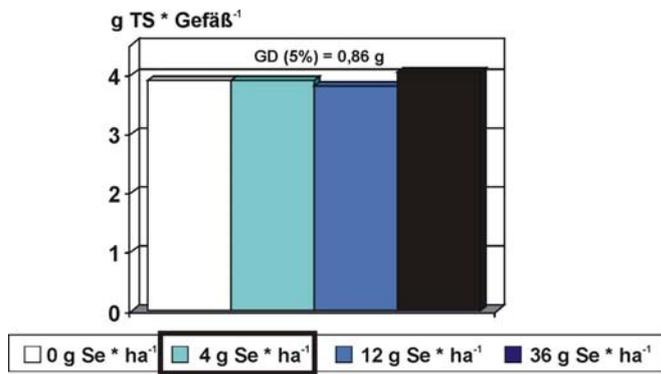


Abb. 3: TS-Erträge von *Lolium perenne* nach 20 Tagen in Abhängigkeit von der Selenatbehandlung

im Modellversuch auf dem stark limitierten Raum in den Petrischalen (= geschlossenes System mit 2 ml Flüssigkeit bei Versuchsbeginn).

Dieser Effekt wird deutlich anhand der in Abb. 3 dargestellten Ergebnisse eines Gefäßversuches. Hier zeigt sich, dass selbst die bewusst neunfach zu hoch angesetzte Se-Stufe von 36 g Se ha⁻¹ keine Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum hat.

4. Schlussfolgerungen

In extensiv organisierten Grünlandsystemen müssen angepasste Strategien zur Deckung des Se-Bedarfes der Wiederkäuer entwickelt werden, da weder die Verwendung Se-angereicherter Mineralfutter noch der Einsatz Se-haltiger Mineraldünger unter Low-Input-Bedingungen rentabel durchführbar ist.

Die Selenatbehandlung von Saatgut könnte ein interessanter Weg sein, die notwendige Erhöhung der Se-Konzentrationen in den Aufwüchsen zu realisieren.

Für Betriebe, die ohnehin regelmäßig die Pflegemaßnahme Nachsaat durchführen, entfallen die Kosten für einen zusätzlichen Arbeitsgang, so dass nur geringe zusätzliche Kosten für die Se-Applikation entstehen.

Wenn Saatgutanbieter entsprechend vorbehandeltes Saatgut auf den Markt bringen würden, wäre das Risiko von Se-Fehldosierungen seitens der Anwender begrenzt.

5. Literatur

ANONYMUS, 1985: Nutrient requirements for sheep. 6th ed. – Publ. National Res. Council, National Academy Press, Washington D.C.

ANONYMUS, 2000: Nutrient requirements for beef cattle. 7th ed. – Publ. National Res. Council, National Academy Press, Washington D.C.

BOSTEDT, H. & H. SCHRAMMEL, 1981: Vergleichende Untersuchungen über die Selenkonzentrationen im Blutserum, in der Plazenta, im Myometrium und in der Milch von Kühen mit oder ohne Retentio secundarium. Zbl. Vet. Med. A, **28**, 529-537.

GISSEL-NIELSEN, G., U.C. GUPTA, M. LAMAND & T. WESTERMARK, 1984: Selenium in soils and plants and its importance in livestock and human nutrition. Adv. Agron., **37**, 397-455.

KLAVONN, W., K. LANDFRIEDT, C. MÜLLER, J. KÜHL, A. SALEWSKI & R.G. HEB, 1996: Zum Einfluß von Selen auf Gesundheit und Stoffwechsel von Milchkühen. Tierärztl. Umschau **51**, 411-417.

MICHEL, B. E. & M. R. KAUFMANN, 1973: The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. **51**, 914-916.

MUTH, O.H., 1956: White muscle disease in lambs and calves. In: Animal Diseases – Yearbook of Agriculture, US Department of Agriculture, p. 429.

OPITZ VON BOBERFELD, W. & H. LASER, 2001: Selenproblematik bei Mutterkühen. - VDLUFA-Schriftenreihe **57**, Teil 2, 600-607.

OPITZ VON BOBERFELD, W., 2002: Selenhaltige Mehrnährstoff-Düngergaben und ihr Effekt auf die Selen- und Schwefel-Konzentration in Abhängigkeit von Hauptbestandsbildner, Aufwuchs und Aufwand. German J. Agron. **6**, 84-92.

PAVLATA, L., J. ILLEK, A. PECHOVA & M. MATEJICEK, 2002: Selenium status of cattle in Czech Republic. Acta Vet. Brno **71**, 3-8.

YLÄRANTA, T., 1983a: Sorption of selenate and selenite in the soil. Ann. Agric. Fenn. **22**, 29-39.

YLÄRANTA, T., 1983b: Effect of added selenite and selenate on the selenium content of italian rye grass (*Lolium multiflorum*) in different soils. Ann. Agric. Fenn. **22**, 139-151.

Möglichkeiten und Grenzen von Leguminosen in Graslandsystemen

Lüscher A. und Suter D.

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), CH-8046
Zürich

1. Einleitung

1.1. Vorteile der Leguminosen

Futterleguminosen sind eine wichtige Komponente von Graslandsystemen in verschiedenen Regionen der Welt. Dies zeigen Publikationen, die auf die Bedeutung und die wichtigsten Vorteile der Leguminosen hinweisen. Caradus et al. (1996) bezeichnen Weissklee als 'the key to the international competitive advantage of New Zealand's pastoral industries'. Der Hauptgrund für die grosse Bedeutung der Leguminosen bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts war die symbiotische N₂-Fixierung. Zur symbiotischen N₂-Fixierung kommen weitere Vorteile, die für die Verwendung von Leguminosen in Graslandsystemen sprechen, wie die bessere Futterqualität, erhöhte Futteraufnahme, bessere Verteilung des Futterzuwachses, geringeres Risiko in Mischbeständen, Vorteile in der Fruchtfolge und die Umweltverträglichkeit.

1.2. Nachteile der Leguminosen

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat die Nutzung der Futterleguminosen stark abgenommen. Die Abnahme erfolgte in einer Periode, als sehr billiger mineralischer N-Dünger zur Verfügung stand (Wilkins et al., 2002), der Einsatz von Kraftfutter stark anstieg (Van der Meer et al., 1997; Van der Meer, 2001) und das hohe Ertragspotenzial der Gräser erkannt wurde (Wilkins et al., 2002). In dieser Zeit wurden die Nachteile der Futterleguminosen hervorgehoben, wie die Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr und innerhalb der Vegetationsperiode, die Schwierigkeiten bei der Konservierung und das Risiko des Blähens.

1.3. Neue Rahmenbedingungen

Neue Entwicklungen im letzten Jahrzehnt und mögliche Veränderungen der Rahmenbedingungen in der Zukunft machen es nötig, die Bedeutung der Leguminosen im Grasland neu zu überdenken.

- Im Umfeld reduzierter Erlöse für die tierischen Produkte ist die Senkung der Produktionskosten der Weg zum Erfolg der Landwirtschaftsbetriebe und nicht die Maximierung des Outputs.
- Auch die Milchkontingentierung führte dazu, dass der Output der Betriebe limitiert ist.
- Krisen in der Nahrungsmittelsicherheit, insbesondere die BSE-Krise, haben die Bedeutung der betriebseigenen und damit rückverfolgbaren Futterquellen stark hervorgehoben.
- Die Futterleguminosen haben ein bedeutendes Potenzial, um die Versorgungslücke an Protein zu schliessen, die durch das Verbot der tierischen Futtermittel entstanden ist.
- Die Konsumenten nehmen die Umweltbelastung durch die Landbewirtschaftung vermehrt wahr.
- Technische Fortschritte könnten den Einsatz der Leguminosen fördern.

2. Potenzial der Futterleguminosen

2.1. Symbiotische N₂-Fixierung

Messungen der N₂-Fixierung wurden seit 20 Jahren in mehreren Versuchen mit unterschiedlichen Leguminosenarten (Weissklee, Rotklee, Alexandrinerklee, Perserklee, Luzerne) in der Schweiz mit Hilfe der ¹⁵N- Verdünnungsmethode (McAuliffe et al., 1958)

durchgeführt (Boiler und Nösberger, 1987; Boiler 1988a; 1988b; Nesheim und Boiler, 1991; Boiler et al., 1992; Boiler und Nösberger, 1994; Seresinhe et al., 1994; Zanetti et al., 1996; 1997; Zanetti und Hartwig, 1997; Lüscher et al., 2000). Für die beiden Kleearten Rotklee und Weissklee standen zusammen 1092 Messresultate zur Entwicklung einer Schätzformel zur Voraussage der Menge an fixiertem Stickstoff zur Verfügung. Die Schätzformel zeigt eine gute Übereinstimmung mit den gemessenen Werten (Boiler et al., 2003). Bei Weissklee können pro Schnitt bis 40 kg fixierter N geerntet werden, bei Rotklee liegt dieser Wert bei 80 kg.

Die Inputgrößen, die zur Berechnung der fixierten N-Menge benötigt werden, sind der Trockenmasseertrag, der Kleeanteil und die Höhe der N-Düngung. Diese einfachen Inputparameter erlauben eine praxisnahe Abschätzung der Menge an fixiertem N. Die Formeln zeigen, dass eine hohe Fixierungsleistung erreicht wird, wenn der Ertrag und der Kleeanteil hoch sind und wenn die N-Düngung niedrig ist (Boiler et al., 2003).

Aus Versuchen stehen uns die nötigen Angaben wie der Ertrag und der Kleeanteil bei unterschiedlicher N-Düngung für die in der Schweizer Praxis eingesetzten Standardmischungen (Lehmann et al., 1994) zur Verfügung. Die Schätzung der symbiotischen N₂-Fixierung ergibt, dass für einen hohen Ertrag an fixiertem N die Wahl der angebauten Klee-Gras-Mischung und eine möglichst zurückhaltende N-Düngung die entscheidenden Faktoren sind. Besonders hohe Fixierungsleistungen sind mit Mischungen möglich, in denen der ausdauernde schweizerische Mattenklee dominiert. Solche Mischungen können jährlich 200 kg fixierten N ha⁻¹ liefern (Boiler et al., 2003).

Die meisten Messungen zur N₂-Fixierungsleistung wurden in angesäten Klee/Gras-Gemengen durchgeführt. Für Dauergrünland gibt es kaum Angaben. Deshalb wurde in einer Studie über einen Höhengradienten von 900 m.ü.M. bis 2600 m.ü.M. in den Alpen die Fixierungsleistung einzelner Leguminosenarten (*Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense/nivale*, *T. repens*, *Vicia sativa*, *T. thalii*, *T. badium*, *T. alpinum*) in Naturwiesen gemessen. Die Resultate zeigten an allen Standorten eine sehr gut funktionierende symbiotische N₂-Fixierung. Die Leguminosen deckten 62 bis 87% ihres Stickstoffbedarfes durch die N₂-Fixierung (Jacot et al., 2000a; 2000b). Die Werte waren also vergleichbar mit den Resultaten aus angesäten Beständen des Talgebietes.

2.2. Ertrag und Stabilität

Die Ertragsleistung der Standardmischungen, wie sie in der Schweiz verwendet werden, beträgt für Mischungen mit Rotklee als die wichtigste Leguminose je nach N-Düngung 11.5-13.5 t TM ha⁻¹ J⁻¹ und für die Mischungen mit Weissklee 9.5-11.7 t TM ha⁻¹ J⁻¹ (Lehmann et al., 1994). Im EU-Projekt 'LEGSIL' wurden die Ertragsleistung und die Ertragssicherheit der 5 Arten Rotklee (*T. pratense*), Weissklee (*T. repens*), Luzerne (*M. sativa*), Schotenklee (*L. corniculatus*) und *Galega* (*Galega orientalis*) in Reinbeständen und in Mischung mit Gras (*Festuca pratensis*) in Nordeuropa untersucht (Halling et al., 2002). Die Leguminosen/Gras-Mischungen erzielten mit durchschnittlich bis 9.7 t TM J⁻¹ höhere Erträge als die Leguminosen-Reinbestände. Ungedüngte (N) Leguminosen/Gras-Mischungen mit den ertragreichen Leguminosen Rotklee und Luzerne zeigten in den meisten Ländern gleiche oder höhere Erträge als die mit 200 kg N ha⁻¹ J⁻¹ gedüngten Gras-Reinbestände. Die Erträge der Leguminosen fielen im zweiten Jahr bis 11% tiefer aus als im ersten Jahr. Dies zeigt, dass die Ausdauer bei Leguminosen ein Problem sein kann.

Die Variabilität des Leguminosenanteils in den Mischbeständen stellt ein Hauptproblem bei der Nutzung der Leguminosen dar. Extrem grosse Unterschiede im Weisskleeanteil wurden in der COST-Aktion 814 festgestellt. Der Anteil an Weissklee im Sommer variierte in der Mischung mit *Lolium perenne* zwischen den einzelnen Standorten und Jahren zwischen 15 und 80% (Wachendorf et al., 2001a; 2001b). Auch in der COST-

Aktion 619 'Effects of atmospheric CO₂ increase on carbon fluxes in grassland ecosystems' wurde die mangelnde Stabilität der Leguminosen/Gras-Mischungen deutlich. In den ersten zwei Jahren des 10-jährigen Experimentes variierte der Weisskleeanteil in einer Mischung mit *Lolium perenne* in jedem der Bewirtschaftungsverfahren sehr stark (Hebeisen 1997).

2.3. Konkurrenz in Gras/Klee-Mischungen: Hauptgrund für die fehlende Stabilität

Untersuchungen zum Konkurrenzverhalten in Mischbeständen mit Gräsern liegen vor allem für den Weissklee vor. In Naturwiesen befand sich der grösste Teil der Blätter des Weissklee unterhalb von 25 cm (Winkler und Nösberger, 1985). Bei fehlender N-Düngung und dreimaligem Schnitt wuchs der Grasbestand bis 80 cm in die Höhe, da der Bestand aber nicht sehr dicht war, gelangte genügend Licht bis zu den Blättern des Weissklee. Auf 16 cm Höhe konnten noch 30% des eingestrahnten Lichtes gemessen werden. Der Weissklee konnte einen Ertragsanteil von 5% halten. Bei 5 Schnitten pro Jahr erhöhte sich das Lichtangebot. Auf 16 cm konnten nahezu 43% des Lichtes gemessen werden und der Weisskleeanteil stieg auf 30%.

Die starke saisonale Schwankung des Weisskleeanteiles in Klee/Gras-Mischungen ist auf den unterschiedlichen Wachstumsrhythmus der beiden Mischungspartner zurückzuführen. Menzi et al. (1991) zeigen in einem Programm der FAO, dass der Weissklee im April mit 10-30 kg TM ha⁻¹ Tag⁻¹ deutlich tiefere Zuwachsraten aufwies als später im Sommer mit 40-50 kg TM ha⁻¹ Tag⁻¹. Dieser Wachstumskurve des Weissklee stand in der Mischung der Wachstumsverlauf des Grases (Timothe) gegenüber, das im April Zuwachsraten bis 100 kg TM ha⁻¹ Tag⁻¹ aufwies, im Sommer dann eine Zuwachsdpression mit 20-30 kg TM ha⁻¹ Tag⁻¹ zeigte.

2.4. Förderung einer stabilen Weissklee-Population

Aufgrund der, im Vergleich zu den Gräsern, höheren Temperaturansprüche des Weissklee hat sich die COST-Aktion 814 speziell auf die Periode Winter/Frühling konzentriert. Aus den Resultaten sollen die Bedeutung der Blattfläche während des Winters und die Bedeutung der Struktur der Einzelpflanzen in der Population hervorgehoben werden. Die Daten der 12 Versuchsstandorte in Europa wurden von Wachendorf et al. (2001a; 2001b) modelliert. Es hat sich gezeigt, dass für einen hohen Weisskleeanteil am Ende des Frühling die Blattfläche des Weissklee über den Winter der entscheidende biologische Parameter im Modell war. Auch deutlich gezeigt hat sich der positive Effekt von neuen kältetoleranten Weisskleearten, die schon bei tieferen Temperaturen wachsen.

Detaillierte Bonituren der Pflanzenentwicklung während des Winters (November bis März) zeigten, dass die Pflanzen sich auch in dieser Zeit weiterentwickeln (Lüscher et al., 2001). Pflanzen ohne Blätter entwickelten viel weniger neue Nodien und Vegetationspunkte. Zusätzlich zeigte sich eine deutlich höhere Sterberate. Das Resultat waren Pflanzen, die mit kleineren Stolonensystemen und mit weniger Vegetationspunkten in den Frühling starteten. Diese kleinen Pflanzen bildeten im Frühling deutlich weniger neue Blattfläche. Noch wichtiger ist aber, dass diese kleinen Einzelpflanzen sehr stressempfindlich sind, da sie zu wenig Reserven haben und die kleinen Blätter zu wenig Licht auffangen können. Die Gefahr eines Zusammenbruchs der Weissklee-Population ist deshalb bei kleinen Einzelpflanzen sehr gross. Einen sehr grossen Effekt der Bewirtschaftung auf die Struktur der Weissklee-Population wurde auch von Fothergill et al. (2001) nachgewiesen.

2.5. Effekte der Leguminosen auf die Futterraufnahme und die Futtermittelverwertung

Im LEGSIL EU-Projekt wurde von Paul et al. (2002) an der FAL in Braunschweig die Futterraufnahme von Luzerne, Rotklee, Galega und Lotus untersucht und mit reinen

Lolium perenne-Rationen verglichen. Der Versuch wurde mit Schafen durchgeführt. Die Futteraufnahme stieg mit steigender Verdaulichkeit (% VOS). Bei gleicher Verdaulichkeit war die Futteraufnahme für *Lotus* höher als für die anderen Leguminosen (Rotklee, Luzerne und *Galega*), während die Futteraufnahme von Gras am tiefsten war. Experimente mit Milchkühen wurden in Finnland, Schweden und England durchgeführt (Bertilsson et al., 2002; Dewhurst et al., 2002). Die Tiere erhielten eine fixe Menge an Kraftfutter und Silagen *ad libitum*. Die Silagen waren Gras, Gras/Leguminosen und reine Leguminosen-Silagen. Die Futteraufnahme war bei Leguminosen höher als bei Gras. Die Milchproduktion war bei der Verfütterung von Klee (v.a. bei Weissklee) erhöht im Vergleich zu Gras, wobei der Hauptgrund für die gesteigerte Milchproduktion der erhöhte Futterverzehr war. Die N-Effizienz war schlechter, wenn Leguminosen verfüttert wurden und die Tiere deshalb mehr N aufnahmen. Die Effizienz (Anteil N in Milch) betrug bei Gras 25%, bei Rotklee 21% und bei Weissklee 20%.

2.6. Potenzial der Leguminosen zur Reduktion der N-Verluste

Jarvis et al. 1996 berechnen in einem Syntheseartikel für die Milchproduktion Möglichkeiten zur Reduktion der N-Verluste in die Umwelt. Die N-Emissionen (Auswaschung, Denitrifikation, NH_3) werden im Leguminosensystem stark reduziert. Die Emissionen pro ha gehen im besten Fall auf 39% zurück, aber auch die Emissionen je produzierte Einheit N in Milch und Fleisch geht auf die Hälfte (46%) zurück.

Bei der Beurteilung der Wirkungen der Leguminosen auf die N-Flüsse im System gibt es aber noch beträchtliche Unsicherheiten. So wurde von Scholefield et al. (2002) und von Loiseau et al. (2001) unter Leguminosen-Reinbeständen im Herbst eine höhere Menge an mineralischem N im Boden respektive eine höhere Auswaschung festgestellt. Auch die tiefere N-Effizienz des Tieres bei der Verfütterung von hohen Mengen an Stickstoff (Bertilsson et al., 2002) zeigt, dass beim Einsatz von Leguminosen Vorsicht geboten ist. Es sind deshalb verschiedene Möglichkeiten zu prüfen um diese potenziellen Nachteile eines einseitigen Einsatzes von Leguminosen auszugleichen. Es ist anzunehmen, dass Mischbestände mit Gräsern, die den mineralischen N im Boden schnell und effizient aufnehmen können, hilfreich sind (Loiseau et al., 2001). Mischbestände mit energiereichem Gras könnten die N-Effizienz in der Tierproduktion verbessern (Humphreys und Theodorou, 2001). Weiter haben gewisse Leguminosen wie zum Beispiel *Lotus corniculatus* dank ihrem Gehalt an kondensierten Tanninen einen positiven Effekt auf die Verwertung des Proteins durch das Tier (Barry, 2001).

3. Forschungsbedarf

Der Forschungsbedarf im Zusammenhang mit dem Einsatz von Leguminosen wurde an den beiden Workshops des EU-Projektes LEGSIL und der COST-Aktion 852 von Fachleuten aus ganz Europa diskutiert. Das Resultat der beiden unabhängigen Diskussionen zeigte eine erstaunliche Übereinstimmung. Die wichtigsten Stossrichtungen sind:

- Erhöhung der Stabilität von Leguminosen/Gras-Mischungen.
- Bestimmen der N-Flüsse und der Umweltwirkung von leguminosenbasierten Systemen.
- Leguminosen in Weidesystemen.

Neben dem Forschungsbedarf wurde auch die grosse Bedeutung des Wissenstransfers und der agrarpolitischen Rahmenbedingungen für die Förderung der Leguminosen hervorgehoben.

4. CH-Mischungssystem: Viele Mosaiksteine führen zum Erfolg

4.1. Das System der Standardmischungen

In der Schweiz werden jedes vierte Jahr durch die Eidgenössischen Forschungsanstalten die „Standardmischungen für den Futterbau“ (Lehmann et al., 2000) veröffentlicht.

Diese Publikation enthält Rezepturen, welche aufgrund der Ergebnisse aus mehrjährigen Feldversuchen für gut befunden worden sind. Grundsätzlich handelt es sich immer um Mischungen zwischen Gräser- und Leguminosenarten, die nach dem so genannten „Ablöseprinzip“ aufgebaut sind. Kurzlebige, sich rasch entwickelnde Gräser und Leguminosen werden später durch sich langsam entwickelnde Arten abgelöst, welche dann zu den Ertragsträgern werden. Der Marktanteil von Mischungen aus diesem System von über 90% widerspiegelt dessen Erfolg. Das Mischungssystem mit über dreissig Mischungen ist einerseits auf die Verwendungseignung und Nutzungsintensität und andererseits auf die Nutzungsdauer ausgerichtet, wobei auch den Anbaubedingungen Beachtung geschenkt wird. Die Mischungen werden mit einem dreistelligen Code klar gekennzeichnet, womit es für den Futterbauer einfach ist, Nutzungsdauer, Anbaubedingung und Verwendungseignung abzulesen.

4.2. Zusammenarbeit auf allen Stufen

Es besteht eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen den Forschungsanstalten und der universitären Forschung. Hervorzuheben sind hier die projektbezogenen Partnerschaften mit dem Institut für Pflanzenwissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. In internationalen Forschungsaktionen wie z. B. COST 852 können die Forschungsanstalten und ihre Projektpartner voneinander profitieren.

Um Gewissheit zu geben, dass eine Mischung nach wissenschaftlichen Massstäben zusammengestellt worden ist und während mehrerer Jahre unter Praxisbedingungen geprüft wurde, hat die Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues (AGFF) in Zusammenarbeit mit den Eidgenössischen Forschungsanstalten und dem schweizerischen Samenhandel das AGFF- Gütezeichen ins Leben gerufen. Alle Mischungen mit dem AGFF-Gütezeichen enthalten nur Sorten, welche auf der „Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen“ (Lehmann und Rosenberg, 1999; Suter et al., 2002) stehen. Zudem gelten für dieses Saatgut die äusserst strengen VSSJ-Qualitätsanforderungen (Verband Schweizerischer Saatgut- und Jungpflanzenfirmen) bezüglich Reinheit und Keimfähigkeit. Sowohl Vergabe als auch Kontrolle des Gütezeichens wird durch die Forschungsanstalten vollzogen. Im Bestreben den Landwirten Produkte bestmöglicher Qualität bieten zu können, unterstützt der schweizerische Samenhandel das Gütezeichen.

Die Entwicklung neuer Mischungen stützt sich zum einen auf Parzellenversuche und zum anderen auf Praxisversuche ausserhalb der Forschungsanstalten. In Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsschulen und Beratungszentren werden neue Mischungsrezepturen unter Praxisbedingungen geprüft. Meist befinden sich diese Versuche auf den Schulbetrieben. Fördernd für die Teilnahme am Programm dürfte sich auch auswirken, dass das Saatgut für die Versuche vom Samenhandel unentgeltlich zur Verfügung gestellt wird. Die Zusammenarbeit mit Schulen und Beratungszentren bewirken eine Stärkung des Vertrauens in die Seriosität des Standardmischungssystems und fördern das Qualitätsbewusstsein an den Schulen. Die Standardmischungen und das AGFF-Gütezeichen werden für die Schüler und Praktiker zum Begriff.

4.3. Rahmenbedingungen: natürliche und agrarpolitische

Die Schweiz gehört zu denjenigen Gebieten mit den höchsten Jahresniederschlägen in Europa. Zusammen mit den gemässigten Sommertemperaturen ergeben sich für das Wachstum von Gräsern und Klee ideale Voraussetzungen. Weiter ist zu erwähnen, dass die hohen Niederschläge und die meist hügelige bzw. gebirgige Topographie Ackerbau in weiten Teilen des Landes erschweren oder verunmöglichen.

Die Kraftfutterpreise sind in der Schweiz etwa dreimal so hoch wie in Deutschland. In der Schweiz wurde an einem Schwellenpreissystem bei Futtermittelimporten festgehalten (Allgemeine Verordnung über die Einfuhr von landwirtschaftlichen Erzeugnissen

vom 7. Dezember 1998). Der hohe Marktschutz führte so zu einem hohen Preis des Futtergetreides und zu einem geringen **Kraftfuttereinsatz**.

Mit dem System der Standardmischungen hat der Landwirt zu den **verhältnismässig** teuren Kraftfuttermitteln eine preisgünstige, betriebseigene Alternative von hoher Güte. Deswegen blieb die schweizerische Milchproduktion bis heute beim Ziel eine hohe Grundfutterleistung zu erreichen. Das Verhältnis, 75% Milch aus betriebseigenem **Raufutter** und nur 25% aus Konzentraten, spricht für sich. In anderen Regionen Europas ist dieses Verhältnis umgekehrt.

In der Schweiz ist man in der Stützung der Landwirtschaft schon früh zu produktionsunabhängigen Direktzahlungen übergegangen (Bundesgesetz über die Landwirtschaft vom 29. April 1997). Neben Flächenbeiträgen werden z. B. auch Beiträge für die Haltung **raufutterverzehrender** Nutztiere ausbezahlt (Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft vom 7. Dezember 1998). Das Beitragssystem ist so gestaltet, dass Herden mit geringerer Milchleistung aber höherer **Raufuttereffizienz** bessergestellt werden.

Der für die Direktzahlungen zu erbringende ökologische Leistungsnachweis beinhaltet auch eine ausgeglichene **Nährstoffbilanz** auf der Stufe Betrieb (Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft vom 7. Dezember 1998). Klee-Gras-Mischungen bieten eine gute Möglichkeit zur Entlastung der Bilanz. Sie erlauben es im Futterbau den Stickstoffeinsatz ohne **Futterqualitäts-** oder Ertragseinbussen zu reduzieren. Obwohl die Gebiete des Maisanbaus dank des züchterischen Fortschrittes immer mehr in bis **anhin** als ungeeignet geltende Regionen vorgedrungen sind, hält sich der Maisanbau in der Schweiz in Grenzen. Neben Silomais (41'000 ha), wird zu etwa gut einem Drittel Körnermais angebaut (24'000 ha). Die gesamte Maisfläche (65'000 ha) beträgt nur etwas mehr als die Hälfte der Fläche der Ansaatwiesen (1 18'000 ha) (Bundesamt für Statistik, 2002). Die begrenzte Maisfläche ist zum einen auf die natürlichen Anbaubedingungen zurückzuführen, zum ändern haben die im Rahmen des für die Direktzahlungen zu erbringenden ökologischen Leistungsnachweises geltenden Fruchtfolgevorschriften eine deutlich einschränkende Wirkung. Zusätzlich zu den Fruchtfolgevorschriften werden Auflagen für den Bodenschutz gemacht, welche die Maisfläche weiter einschränken.

5. Schlussfolgerungen

- Leguminosen haben entscheidende Vorteile für umweltverträgliche und sichere Grasslandssysteme.
- Leguminosen werden bei hoher N-Intensität, Förderung von Mais und/oder Kraftfutter verdrängt.
- Zur Förderung der Leguminosen ist eine zielgerichtete Zusammenarbeit auf allen Stufen nötig.

6. Literatur

- Barry, T.N., 2001: **Forage Feeding Value: Improving Protein Utilisation by Grazing Livestock**. In: Jarvis, S.C. (Hrsg). **Progress in Grassland Science: Achievements and Opportunities**, IGER, Devon, 1-13.
- Bertilsson, J., R.J. Dewhurst und M. Tuori, 2002: **Effects of legume silages on feed intake, milk production and nitrogen efficiency**. In: Wilkins, R.J. und C. Paul (Hrsg). **Legume Silages for Animal Production - LEGSIL**. Landbauforschung Völkrode, **FAL Agricultural Research**, Sonderheft 234, 39-46.
- Boiler, B., 1988a: Biologische Stickstoff-Fixierung von **Weiss-** und Rotklee unter Feldbedingungen. *Landwirtschaft Schweiz* 1, 251-253.

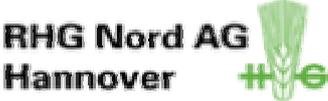
- Boller, B., 1988b: Die Stickstoff-Fixierungsleistung von Alexandriner- und Perserklee im Vergleich zu Rotklee. *Landwirtschaft Schweiz* 1, 309-312.
- Boller, B., A. Lüscher und S. Zanetti, 2003: Schätzung der biologischen Stickstoff-Fixierung in Klee-Gras-Beständen. *Schriftenreihe der FAL* 45, 47-54.
- Boller, B., L. Nesheim, J. Lehmann und U. Walther, 1992: Einfluss von Gülle und mineralischer N-Düngung auf die Stickstoff-Fixierung von Weissklee. *Landwirtschaft Schweiz* 5, 149-151.
- Boller, B.C. und J. Nösberger, 1987: Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of ^{15}N -fertilization. *Plant and Soil* 104, 219-226.
- Boller, B.C. und J. Nösberger, 1994: Differences in nitrogen fixation among field-grown red clover strains at different levels of ^{15}N fertilization. *Euphytica* 78, 167-174.
- Caradus, J. und et al, 1996: *Agronomy Society of New Zealand* 11, 1-6.
- Dewhurst, R.J., R.J. Merry, J. Bertilsson und M. Luori, 2002: Effects of legume silages on diet digestibility and rumen function. In: Wilkins, R.J. und C. Paul (Hrsg). *Legume Silages for Animal Production -LEGSIL*. Landbauforschung Völkenrode, FAL Agricultural Research, Sonderheft 234, 47-54.
- Fothergill, M., C.T. Morgan, S. Jones, T.P.T. Michaelson-Yeates und DA. Davies, 2001: Using Leaf-mark Material to Monitor the Morphology of White Clover (*Trifolium repens* L.) at the Clone and Ramet Level in Grazed Swards. *Annals of Botany* 88(Special Issue), 797-802.
- Halling, M., A. Hopkins, O. Nissinen, C. Paul, M. Tuori und U. Soelster, 2002: Forage legumes – productivity and composition. In: Wilkins, R.J. und C. Paul (Hrsg). *Legume Silages for Animal Production – LEGSIL*. Landbauforschung Völkenrode, FAL Agricultural Research, Sonderheft 234, 5-16.
- Hebeisen, T., 1997: Influence of free air CO₂ enrichment on yield and competition in managed grassland. Dissertation, ETH Zürich, No. 12329.
- Humphreys, M. und M.K. Lheodorou, 2001: Breeding and utilising forages for sustainable ruminant production. In: Jarvis, S.C. (Hrsg). *Progress in Grassland Science: Achievements and Opportunities*, IGER, Devon, 31-38.
- Jacot, K.A., A. Lüscher, J. Nösberger und U.A. Hartwig, 2000a: The relative contribution of symbiotic N₂ fixation and other nitrogen sources to grassland ecosystems along an altitudinal gradient in the Alps. *Plant and Soil* 225, 201-211.
- Jacot, K.A., A. Lüscher, J. Nösberger und U.A. Hartwig, 2000b: Symbiotic N₂ fixation of various legume species along an altitudinal gradient in the Swiss Alps. *Soil Biology & Biochemistry* 32, 1043-1052.
- Jarvis, S.C., R.J. Wilkins und B.F. Pain, 1996: Opportunities for reducing the environmental impact of dairy farming managements: a Systems approach. *Grass and Forage Science* 51, 21-31.
- Lehmann, J., F.X. Schubiger, H. Briner und E. Rosenberg, 1994: Bewirtschaftungsintensität im Kunstfutterbau. *Agrarforschung* 1(4), 163-166.
- Lehmann, J. und E. Rosenberg, 1999: Gut genug sind nur die „besten“ Futterpflanzen. *Agrarforschung* 6(2), 61-61.
- Lehmann, J., E. Rosenberg und E. Mosimann, 2000: Standardmischungen für den Futterbau: Revision 2001-2004. *Agrarforschung* 7(10), 1-12.
- Loiseau, P., P. Carrere, M. Lafarge, R. Delpy und J. Dublanquet, 2001: Effect of Soil-N and Urine-N on Nitrate Leaching Under Pure Grass, Pure Clover and Mixed Grass/Clover Swards. *European Journal of Agronomy* 14(2), 113-121.
- Lüscher, A., B. Stäheli, R. Braun und J. Nösberger, 2001: Leaf Area Competition with Grass, and Clover Cultivar: Key Factors to Successful Overwintering and Fast

- Regrowth of White Clover (*Trifolium repens* L.) in Spring. *Annals of Botany* 88(Special Issue), 725-735.
- Lüscher, A., U.A. Hartwig, D. Suter und J. Nösberger, 2000: Direct evidence that symbiotic N₂ fixation in fertile grassland is an important trait for a strong response of plants to elevated atmospheric CO₂. *Global Change Biology* 6, 655-662.
- McAuliffe, C., D.S. Chamblee, H. Uribe-Arango und W.W.jr. Woodhouse, 1958: Influence of inorganic nitrogen on nitrogen fixation by legumes as revealed by ¹⁵N. *Agronomy Journal* 50, 334-337.
- Menzi, H., H. Blum und J. Nösberger, 1991: Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition at two altitudes. *Grass and Forage Science* 46. 223-230.
- Nesheim, L. und B. Boiler, 1991: Nitrogen fixation by white clover when competing with grasses at moderately low temperatures. *Plant and Soil* 122. 47-56.
- Paul, C., H. Auerbach und G.-J. Schild, 2002: Intake of legume silages by sheep. In: Wilkins, R.J. und C. Paul (Hrsg). *Legume Silages for Animal Production - LEGSIL*. Landbauforschung Völkenrode, FAL Agricultural Research, Sonderheft 234, 33-38.
- Scholefield, D., M. Halling, M. Tuori, M. Isolahti, U. Soelster und A.C. Stone, 2002: Assessment of nitrate leaching from beneath forage legumes. In: Wilkins, J.R. und C. Paul (Hrsg). *Legume Silages for Animal Production - LEGSIL*. Landbauforschung Völkenrode, FAL Agricultural Research, Sonderheft 234, 17-26.
- Seresinhe, T., U.A. Hartwig, W. Kessler und J. Nösberger, 1994: Symbiotic nitrogen fixation of white clover in a mixed sward is not limited by height of repeated cutting. *Journal of Agronomy and Crop Science* 172, 279-288.
- Suter, D., H.U. Briner und E. Mosimann, 2002: Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2003-2004. *Agrarforschung* 9(10), I-XVI.
- Van der Meer, H.G., J.J.M.H. Ketelaars und H.F.M. Aarts, 1997: Environmental implications of grass and forage based Systems of milk production. In: *Grass is Greener? Proceedings of the Winter Meeting Great Malvern, 1997, British Grassland Society, Reading, UK*.
- Van der Meer, H.G., 2001: Grassland and the Environment. In: Jarvis, S.C. (Hrsg). *Progress in Grassland Science: Achievements and Opportunities*, IGER, Devon, 53-67.
- Wachendorf, M., R.P. Collins, J. Connolly, A. Elgersma, M. Fothergill, B.E. Frankow-Lindberg, A. Ghesquiere, A. Guckert, M.P. Guinchard, A. Halgadottir, A. Lüscher, T. Noian, P. Nykänen-Kurki, J. Nösberger, G. Parente, S. Puzio, I. Rhodes, C. Robin, A. Ryan, B. Stäheli, S. Stoffel und F. Taube, 2001 a: Overwintering of *Trifolium repens* L. and Succeeding Growth: Results from a Common Protocol carried out at Twelve European Sites. *Annals of Botany* 88(Special Issue), 669-682.
- Wachendorf, M., R.P. Collins, A. Elgersma, M. Fothergill, B.E. Frankow-Lindberg, A. Ghesquiere, A. Guckert, M.P. Guinchard, A. Halgadottir, A. Lüscher, T. Noian, P. Nykänen-Kurki, J. Nösberger, G. Parente, S. Puzio, I. Rhodes, C. Robin, A. Ryan, B. Stäheli, S. Stoffel, F. Taube und J. Connolly, 2001b: Overwintering and Growing Season Dynamics of *Trifolium repens* L. in Mixture with *Lolium perenne* L.: A Model Approach to Plant-environment Interactions. *Annals of Botany* 88(Special Issue), 683-702.
- Wilkins, R.J., J. Bertilsson, C.J. Doyle, J. Noussiainen, C. Paul und L. Syriala-Qvist, 2002: Introduction to the LEGSIL project. In: Wilkins, R.J. und C. Paul (Hrsg). *Legume Silages for Animal Production - LEGSIL*. Landbauforschung Völkenrode, FAL Agricultural Research, Sonderheft 234, 1-4.

- Winkler, L. und J. Nösberger, 1985: Einfluss der Schnitthäufigkeit und N-Düngung auf die Bestandesstruktur und die vertikale Verteilung von Weissklee (*Trifolium repens* L.) in einer Dauerwiese. *Journal of Agronomy and Crop Science* 155, 43-50.
- Zanetti, S. und U.A. Hartwig, 1997: Symbiotic N₂ fixation increases under elevated atmospheric pCO₂ in the field. *Acta Oecologica* 18, 285-290. Zanetti, S., U.A. Hartwig, A. Lüscher, T. Hebeisen, M. Frehner, B.U. Fischer, G. Hendrey, H. Blum und J. Nösberger, 1996: Stimulation of symbiotic N₃ fixation in *Trifolium repens* L. under elevated atmospheric pCO₂ in a grassland ecosystem. *Plant Physiology* 112. 575-583.
- Zanetti, S., U.A. Hartwig, C. Vankessel, A. Lüscher, T. Hebeisen, M. Frehner, B.U. Fischer, G.R. Hendrey, H. Blum und J. Nösberger, 1997: Does Nitrogen Nutrition Restrict the CO₂ Response of Fertile Grassland Lacking Legumes? *Oecologia* 112(1), 17-25.

Liste der Sponsoren für die 47. Jahrestagung der AGGF

Wir danken den folgenden Firmen für die freundliche Unterstützung

<p>AG FUKO Arbeitsgemeinschaft Futterbau und Futtermittelherstellung Johannsenstr. 10 30159 Hannover FON: 0511-3665-1386 FAX: 0511-3665-1500</p>	
<p>Deutsche Saatveredelung Lippstadt-Bremen GmbH Weissenburger Straße 5 Postfach 1407 D-59524 Lippstadt Fon + 49 (0) 29 41/2 96-0 Fax + 49 (0) 29 41/2 96-100</p>	
<p>Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG Hohenlieth 24363 Holtsee Tel.: 0 43 51 / 73 60 Fax: 0 43 51 / 73 62 99 Internet: www.npz.de i.borchardt@npz.de</p>	
<p>K+S KALI GmbH Dr. Dietrich Lampe In den Birken 4 31171 Nordstemmen Tel.: (05044) 4897 Fax: (05044) 4897 dietrich.lampe@kali-gmbh.com</p>	
<p>Nordmilch eG Flughafenallee 17 28199 Bremen Tel.: 0421 / 2430 Herr Cordes: 0421 / 2432293 hermann.cordes@nordmilch.de</p>	
<p>Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH Hauptbüro: Dorfstr. 34 16818 Wuthenow Tel.: 03391 - 6848 0 Fax: 03391 - 6848 10 dr.angela.schroeder@gmx.de</p>	
<p>ADDCON AGRAR GmbH Kaiserstraße 1a 53113 Bonn Tel.: (0228) 9 19 10-0 Fax: (0228) 9 19 10-60 addconix@t-online.de</p>	
<p>Raiffeisen Hauptgenossenschaft Nord Aktiengesellschaft Krausenstraße 46 – 50 30171 Hannover Telefon 05 11/80 75-0 Telefax 05 11/80 75-490 rhg@rhg-hannover.de</p>	

<p>Gesellschaft der Freunde der FAL Bundesalle 50 38116 Braunschweig Tel. 0531 596-2301 Fax 0531 596-2399</p>	<p>GdF Gesellschaft der Freunde der FAL</p>
<p>Deutsches Maiskomitee e.V. Clemens-August-Straße 54, 53115 Bonn Telefon: (0228) 26 59 25 Telefax: (0228) 26 58 63 dmk@maiskomitee.de</p>	

