

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

48. Jahrestagung

**vom 2. bis 4. September 2004
in Ettelbrück (L)**



Referate und Poster

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



ADMINISTRATION DES SERVICES TECHNIQUES DE L'AGRICULTURE, LUXEMBOURG

Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2004

Zusammenfügung der Beiträge:

Paul Ernst
Marc Weyland
Claude Wiltgen

Herausgeber:

Administration des Services techniques de l'agriculture
16, route d'Esch
L-1019 Luxembourg

Druck:

Administration des Services techniques de l'agriculture

ISBN 2-87996-838-0

Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für
Pflanzenbauwissenschaften E. .

48. Jahrestagung

vom 2. bis 4. September 2004 in Ettelbrück (Luxemburg)



Referate und Poster

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

Die 48. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau fand vom 2.-4. September 2004 in Ettelbrück, im Norden von Luxemburg, statt. Die Organisatoren waren der Herdbuchverband Luxemburger Rinder- und Schweinezüchter (HL), das Lycée Technique Agricole (LTA) in Ettelbrück und die Administration des Services Techniques de l'Agriculture (ASTA)

Das Schwerpunktthema der Tagung lautete: „Die wirtschaftliche Weidehaltung von Milch- und Fleischrindern“; es wurde ausführlich im Rahmen eines Workshops diskutiert. Diese Thematik beschäftigt, nicht zuletzt bedingt durch die europäische Agrarpolitik, Praxis und Forschung gleichermaßen. Durch Schlagwort wie Cross Compliance, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Biodiversität auf der einen Seite, und Anpassung an Weltmarktpreise auf der anderen Seite, stellt sich die Frage nach der wirtschaftlichen Grünlandverwertung und besonders der Weidehaltung durch den Wiederkäuer immer häufiger. In diesem Sinne fügt sich auch das Schwerpunktthema hervorragend in die Agrarlandschaft Luxemburgs ein. Von den 127 000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche im Großherzogtum werden 52 %, davon 30% Wiese und 70% Weide und Mähweide, als Grünland genutzt. Diese Flächen bilden die Futtergrundlage von ungefähr 40 000 Milchkühen und 27 000 Mutterkühen inklusive Nachzucht.

Die Exkursionen, die wahlweise in den Norden oder den Süden des Landes führten, boten dem interessierten Teilnehmer einen guten Überblick über die intensive aber auch extensive Weidewirtschaft mit Milch- und Mutterkühen in Luxemburg.

Im Ganzen wurden 9 Vorträge und 58 Posterbeiträge in 6 Themenbereichen angemeldet. Die Kurzfassungen der Vorträge und Poster sind, so weit vorhanden, in diesem Tagungsband zusammengestellt. Für ein Übersichtsreferat über die Entwicklungstendenzen der Weidewirtschaft für die Milchproduktion in Europa konnte Herr Pflimlin vom Institut de l'Elevage (F) gewonnen werden.

Den an den Vorbereitungen und der Durchführung beteiligten Personen möchten wir auch an dieser Stelle recht herzlich danken.

Francois Leonardy
Präsident des
Herdbuchverbandes
Luxemburger Rinder- und
Schweinezüchter

Norbert Feltgen
Direktor des
Lycée Technique Agricole

Leon Wietor
Direktor der Administration
des Services Techniques de
l'Agriculture

Einfluss von Aufbereitungsform und Lagerungsdauer auf Futterwert, Gärqualität und Silagestabilität von Feuchtmais bei der Konservierung in Wickelballen H. Nußbaum	11
Entwicklung von Gemeiner Rispe (<i>Poa trivialis</i> L.) in Abhängigkeit von Nutzungstiefe und Verdichtung des Bodens M. Elsäßer	15
Maßnahmenkatalog zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzenernte M. Elsäßer, H. Nußbaum, N. Feldwisch und O. Ehrmann	19
Optimum management intensity of legume- and grass-based grassland swards M. Elsäßer	23
Die Güllespindel als Methode zur Schnellbestimmung des Gesamtstickstoffgehaltes von Rindergülle S. Hähnlein, H. G. Kunz und M. Elsäßer.....	27
Auswirkungen der Gülleausbringtechnik auf den Grünlandertrag J. Kiefer, A. Zeller, H. G. Kunz und M. Elsäßer.....	31
Kalkulation von Futterwert und Siliereignung autochthoner Mischbestände des Dauergrünlandes auf der Grundlage dynamischer Nährstofftabellen für einzelne Pflanzenarten L. Dittmann und R. Bockholt.....	35
Stand und Perspektiven der Gräserzüchtung S. Hartmann.....	39
Initiiert die extensive Haltung von Fleischrindern einen bestimmten Landschaftstyp? G. Schalitz, A. Fischer und A. Behrendt.....	43
Mineralstoffversorgung von Futterpflanzen und Rindern auf Ökobetrieben in Nordrhein-Westfalen E. Leisen und P. Heimberg.....	49
Futterwert und Gärqualität von Silagen auf Ökobetrieben in Nordrhein-Westfalen 1997 bis 2003 E. Leisen	53
Differenzen der Energiedichte (MJ NEL) von Grünlandfutter bodenständiger Gräser und Kräuter bei Verwendung einer Cellulasemethode im Vergleich zur Rohnährstoffmethode Renate Bockholt.....	57
Using ² H signature to identify water status in grassland close to groundwater J. Šantrůček, K. Auerswald	61
Ecological fingerprints of production systems retrieves from stable isotope signatures of cattle hair M. Schwertl, K. Auerswald and H. Schnyder.....	65
Leaf elongation in <i>Lolium perenne</i> in relation to growth zone phosphorus status affected by P-supply and mycorrhizal colonization M. Kavanová , A.Grimoldi, F.A. Lattanzi and H. Schnyder.....	69
Isotopic signatures in vegetation and hair of grazing animals along aridity gradients in the Steppe of Inner Mongolia T.T. Männel, K. Auerswald, X.L. Qing, Y.F. Bai and H. Schnyder.....	73
Functional heterogeneity within grass roots systems 1. Growth and nitrogen accumulation and mobilisation F.A. Lattanzi, B. Thornton and H. Schnyder	77
Functional heterogeneity within grass roots systems 2. Nitrate influx rates F.A. Lattanzi, B. Thornton and H. Schnyder	81

Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus supply on the growth of <i>Lolium perenne</i> A. A. Grimoldi, M. Kavanová, F. A. Lattanzi and H. Schnyder.....	85
Mikrobielle Verunreinigungen in Quellrohässern. – Sind Trinkwasserschutz und Weidewirtschaft vereinbar? A. Homm-Belzer und M. Bahr.....	89
Milchproduktionspotential des Vollweidesystems P. Thomet.....	93
Lenkung des Futterangebotes auf Weiden mittels N-Düngung M. Stettler und P. Thomet.....	101
Effekte hoher Kalium-Einträge in Grünlandnarben auf Ca- und Mg-Gehalte in Boden, Pflanzen und Sickerwasser M. Kayser, J. Müller und E. Sieglerschmidt.....	105
Untersuchungen zur Variabilität des potentiellen Nitrataustrages beim Anbau von <i>Zea mays</i> T. Schiermann, J. Müller und J. Isselstein.....	109
Graseverhalten von Ochsen auf extensiver Standweide K.-U. Röver, N. Sahin, M. Hofmann, J. Isselstein.....	113
Konservierungseignung und Gärqualität von klee- und kräuterreichen Grünlandaufwüchsen S. Bonorden und J. Isselstein.....	117
Effekte langjährig differenzierter Bewirtschaftung auf die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes einer Winterweide P. Golinski und B. Golinska.....	121
Einfluss langjähriger Mutterkuhhaltung auf den Gehalt an Phosphor und Kalium im Boden, sowie die Entwicklung der Pflanzenbestände und die Tierleistung H. Giebelhausen, K. Richter und R. Priebe.....	125
Abhängigkeit zwischen Schwefel und Selen im System Boden/Pflanzenbestand H. Laser.....	131
Etablierung von <i>Bromus erectus</i> und <i>Bromus hordeaceus</i> bei abgestufter Konkurrenz P. Mazur und W. Opitz von Boberfeld.....	135
Effekte langjährig differenzierter N-, P- und K-Gaben auf die Gäreignung von Primäraufwüchsen verschiedener Mähweiden M. Sterzenbach und W. Opitz von Boberfeld.....	139
Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten auf die Narbenzusammensetzung von Winterweiden K. Elsebach und W. Opitz von Boberfeld.....	143
Langfristige Effekte abgestufter N-, P-, K-Gaben auf die Diversität eines <i>Lolium-Cynosuretum</i> J.F. Oerlemans und W. Opitz von Boberfeld.....	147
Bestandsentwicklung von Grünlandaufwüchsen in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität Kaiser, E. u. K. Weiß.....	151
Erntezeitprognose von Silomais – ein Modellvergleich A. Herrmann, A. Kornher, F. Höppner, J.M. Greef, J. Rath und F. Taube.....	155
Ertragsentwicklung von Silomais und Deutschem Weidelgras in den letzten Jahrzehnten – Zuchtfortschritt oder Klimawandel? A. Herrmann, A. Kornher und F. Taube.....	159
Simulation der Stickstoffdynamik von Silomais mit dem Modell HERMES A. Herrmann, K.C. Kersebaum, M. Wachendorf und F. Taube.....	163
Indikator gestützte Bewertung der Weide im Hinblick auf Leistung und ökologische Effekte F. Taube und M. Wachendorf.....	167
Stickstoffnachlieferung des Bodens nach fünfjährig differenzierter Grünlandnutzung M. Wachendorf, S. Jantzen, H. Trott und F. Taube.....	171

Charakterisierung der Nachhaltigkeit von Futterbaubetrieben in Luxemburg auf Basis des Parameters Futterautarkie R. Lioy, T. Dusseldorf, D. Klöcker, A. Meyers, R. Reding und M. Weber	175
FILL-Projekt : Grünland ist besser als sein Ruf?! G. Conter, M. Hansen, D. Klöcker, M. Santer und H. Kohnen	179
Die Grünlandwirtschaft in Luxemburg Jos Frisch, Directeur Hon.	183
Blattflächenentwicklung und Abreifegrad der Blätter von Silomais bei unterschiedlichem Wasserangebot K. Schmalzer und K. Richter	187
Das FILL Weideprojekt : Erkenntnisse aus dem ersten Projektjahr D. Klöcker, G. Conter, M. Hansen, M. Santer und H. Kohnen	191
Das FILL Weideprojekt : Weidewirtschaft – der Weg von der Theorie in die Praxis D. Klöcker, G. Conter, M. Hansen, M. Santer, S. Heuschling und H. Kohnen.....	195
Differenzierte Beschreibung von Maissorten mittels der Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten und Stärke S. Kruse, A. Herrmann und F. Taube	197
Freilandmast von Nachkommen aus der Mutterkuhhaltung bei ausschließlicher Nutzung von Grünlandaufwüchsen Ch. Knape, R.-D. Fahr (†), G. Heckenberger und S. Schäfer.....	201
The effect of forage quality on N intake and N excretion under rotational grazing J. Schellberg and T. Gebbing.....	205
Ergebnisse eines Schwefeldüngungsversuches im intensiv genutzten Dauergrünland M. Diepolder.....	209
Bestimmung des Deckungsgrades in Grünland und Rasenflächen mit Hilfe Digitaler Bildverarbeitung R. Lock, I. Rademacher, H. Nonn und W. Kühbauch	213
Auswirkungen der Winterfreilandhaltung von Mutterkühen im Mittelgebirge Dr. habil. H. Hochberg und Dipl.-Ing. S. Mohring	217
Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter – tiergerecht und umweltverträglich – Dr. habil. H. Hochberg und Dipl.-Ing. agr. C. Finke.....	219
Ist die großflächige, extensive Beweidung unter Artenschutz Gesichtspunkten eine sinnvolle Alternative zu konventionellen Pflegekonzepten im Naturschutz? K. Jensen und J. Schrautzer.....	223
Ökonomische Bewertung einer Standweidenutzung mit Jungrindern M. Anger.....	229
Präferenz, Futterwert, Ertrag und Ausdauer verschiedener Grasarten bei Winterweide mit Mutterschafen R. Bockholt, I. Bergmann und T. Gebbing	231
'Low-Input' Tierproduktion durch Beweidung von leguminosenhaltigem Grünland – Ergebnisse aus dem extremen Versuchsjahr 2003 U. Sölter, J.-M. Greef und A. Dyckmans	235
Evolution de la place du pâturage dans les systèmes laitiers en Europe A. Pfimlin	239
Ökologische Auswirkungen der Weidewirtschaft M. Anger.....	251
Vorkommen von Fusarientoxinen in Silomais – aktuelle Daten und Bedeutung für die Rinderfütterung E. Oldenburg, F. Höppner	255

Einfluss von Aufbereitungsform und Lagerungsdauer auf Futterwert, Gärqualität und Silagestabilität von Feuchtmais bei der Konservierung in Wickelballen

H. Nußbaum, Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf

1. Einleitung

Bei hohen Milchleistungen wird häufig Körnermais als Kraftfutter bzw. Kraftfutterkomponente aufgrund hoher Energie- (8,4 MJ NEL/kg TS) und Stärkegehalte (70 % i. TS) eingesetzt. Allerdings sind dem Anbau von Körnermais klimatisch enge Grenzen gesetzt. Selbst in den dafür geeigneten Regionen müssen die Maiskörner nach der Ernte getrocknet werden. Neben hohen Energiekosten stellt die Trocknungskapazität ein Engpass in der Erntekette dar. Alternativ zur Trocknung bietet sich die Konservierung als Feuchtmassilage an.

2. Material und Methoden

2.1 Ausgangsmaterial

Feuchtmais wurde im November 2001 einen Tag nach dem Drusch sowohl als ganzes Korn als auch in gecrackter Form (Vorbehandlung mittels Corncracker in einem Feldhäcksler) einsiliert. Der Futterwert des Ausgangsmaterials ist in Tab. 1 dargestellt. Der Feuchtmais wies bei der Ernte mit rund 67 % TM eine sehr gute Vergärbarkeit, bei allerdings leicht erhöhtem Besatz an Hefe- und Schimmelpilzen auf (Abb. 1).

Tab. 1: Parameter des Feuchtmaises bei der Einsilierung

	n	XP	XF	XA	WSC	VK*	NEL	TM
Variante		% i. TM			% i.TM		MJ/kg TS	%
Ganzkorn	4	8,0	4,8	1,3	1,45	76,2	8,3	67,6
Gecrackt	4	7,8	4,4	1,4	1,34	76,1	8,4	66,7

VK = Vergärbarkeitskoeffizient = $TM + 8 \times Z/PK$

2.2 Konservierungsverfahren

Beim sogenannten „compax-bag-Verfahren“ wird mit Stretchfolie über einen Rahmen aus senkrechten Stäben quasi eine „Tüte“ vorgewickelt und unten verschlossen. Nach der Befüllung mit 800 kg Mais wird sie mit der überstehenden Stretchfolie verschlossen und mit zwei weiteren Folienlagen verschnürt.

2.3 Lagerungsdauer

Nach jeweils einem, vier und acht Monaten Lagerung im Freien erfolgte jeweils an 4 Ballen die Probenahme und Analyse der Feuchtmassilagen auf Futterwert und Gärqualität.

3. Ergebnisse

3.1 Sinnenprüfung

Unabhängig von der Aufbereitungsform konnte in allen Silagen visuell keine Schimmelbildung festgestellt werden. Alle Feuchtmassilagen wiesen einen angenehmen, CCM-ähnlichen Geruch auf. Nach 8 Monaten Lagerungsdauer waren bei den ganzen Maiskörnern wenige Zentimeter der äußeren Silageschichten vermutlich durch Sonnenwärme dunkelbraun verfärbt.

3.2 Futterwert

Unabhängig von der Lagerungsdauer unterschieden sich die beiden Varianten „Ganzkorn“ und „Gecrackt“ hinsichtlich TM-Gehalt und Futterwert nicht signifikant voneinander (Tab. 2). Gegenüber dem Ausgangsmaterial waren auch nach 8 Monaten keine Energieverluste nachzuweisen.

Tab. 2: Futterwert von Feuchtmaissilagen

Lagerung	Variante		TM _k	XP	XF	XA	NEL
Monate		n	%	% i. TM			MJ/kg TM
1	Ganzkorn	4	69,2	7,9	4,1	1,3	8,4
	Gecrackt	4	69,4	7,9	4,1	1,3	8,3
4	Ganzkorn	4	66,6	8,1	3,9	1,5	8,4
	Gecrackt	4	67,5	8,2	4,0	1,6	8,4
8	Ganzkorn	4	67,5	8,0	4,1	1,6	8,4
	Gecrackt	4	67,1	7,9	3,8	1,4	8,4

3.3 Gärqualität

Alle Feuchtmaissilagen waren unabhängig von der Aufbereitungsform und Lagerungsdauer frei von Buttersäure. Nach einem Monat Fermentationsdauer wiesen die Silagen aus gecrackten Maiskörnern aufgrund signifikant höheren Milchsäuregehalten eine stärkere Ansäuerung als die Silagen aus ganzen Körnern auf (Tab. 3). Die Essigsäuregehalte nahmen zwar ab dem 4. Monat zu, lagen insgesamt jedoch unter den erwünschten Gehalten von 2,0 bis 2,5 % i. TM.

Tab. 3: Gärqualität von Feuchtmaissilagen

Monate	Variante	n	pH	Milch- säure	Essig- säure % i. TM	Ethanol	DLG-Punkte
1	Ganzkorn	4	6,1 a*	0,1 b	0,2	0,5	66 b
	Gecrackt	4	4,8 b	0,9 a	0,3	0,3	95 a
		GD 5 %	0,143	0,385	n.s.	n.s.	13,56
4	Ganzkorn	4	5,1 a	0,5 b	0,2 a	0,7 a	86 b
	Gecrackt	4	4,6 b	1,0 a	0,3 b	0,2 b	100 a
		GD 5 %	0,097	0,075	0,043	0,035	3,05
8	Ganzkorn	4	4,4 a	1,2 a	0,6	0,5 a	100
	Gecrackt	4	4,1 b	1,8 b	0,6	0,3 b	100
		GD 5%	0,073	0,107	n.s.	0,061	n.s.

*a,b ungleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $\alpha = 5\%$

Nach 4 Monaten Lagerungsdauer war eine bessere Fermentation mit höheren Milchsäuregehalten zu verzeichnen. Die Variante „Gecrackt“ war wiederum stärker angesäuert (pH 4,6) als die Variante „Ganzkorn“ (pH 5,1). Bei der Endauslagerung nach 8 Monaten wurden beide Varianten mit der vollen Punktzahl nach dem Schema der DLG bewertet. Das geht auf höhere Gehalte an Milchsäure zurück. Hinsichtlich Essigsäure- und Alkoholgehalt traten keine Unterschiede auf.

3.4 Hefe- und Schimmelpilze

Bei Silagen gilt hinsichtlich mikrobiellem Besatz eine „kritische“ Grenze von je 100.000 KBE an Hefe- und Schimmelpilzen je Gramm Frischmaterial. Im Ausgangsmaterial der Variante „Ganzkorn“ wurde diese Grenze bei beiden Schadpilzgruppen überschritten (Abb.1). Demgegenüber lag der Besatz mit Hefepilzen im Siliergut der Variante „Gecrackt“ niedriger und der Besatz an Schimmelpilzen etwas höher. Der luftdichte Abschluss in den Compax-bags sorgte unabhängig von der Aufbereitungsform für einen Rückgang der Schimmelpilze. In der Silage aus ganzen Maiskörnern nahm die Zahl an Hefepilzen, vermutlich aufgrund der zwischen den Körnern und in den oberen Folienecken eingeschlossenen Luft, zu. Das hatte gegenüber der Variante „Gecrackt“ mit vermindertem Hefebesatz eine schlechtere aerobe

Stabilität zur Folge. Ähnliches gilt für die Auslagerung nach 4 Monaten. Nach 8 Monaten Lagerungsdauer war der Besatz an Hefepilzen bei beiden Feuchtmalsvarianten auf einem sehr niedrigen Niveau. Folglich konnte eine deutlich bessere aerobe Stabilität verzeichnet werden.

Abb. 1: Besatz an Hefe- und Schimmelpilze in Abhängigkeit von Aufbereitungsform und Lagerungsdauer

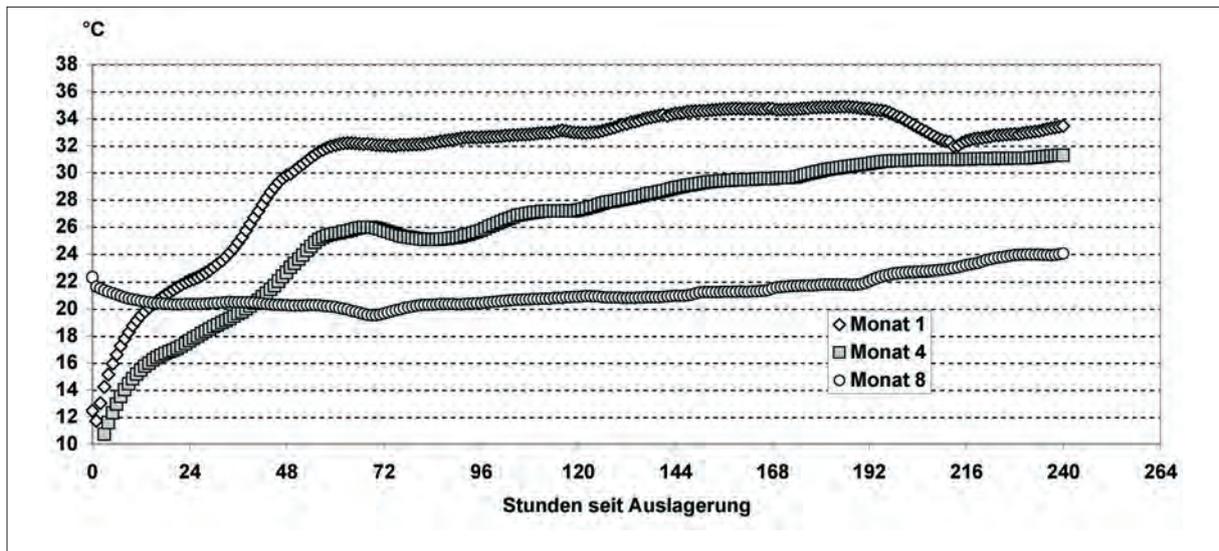
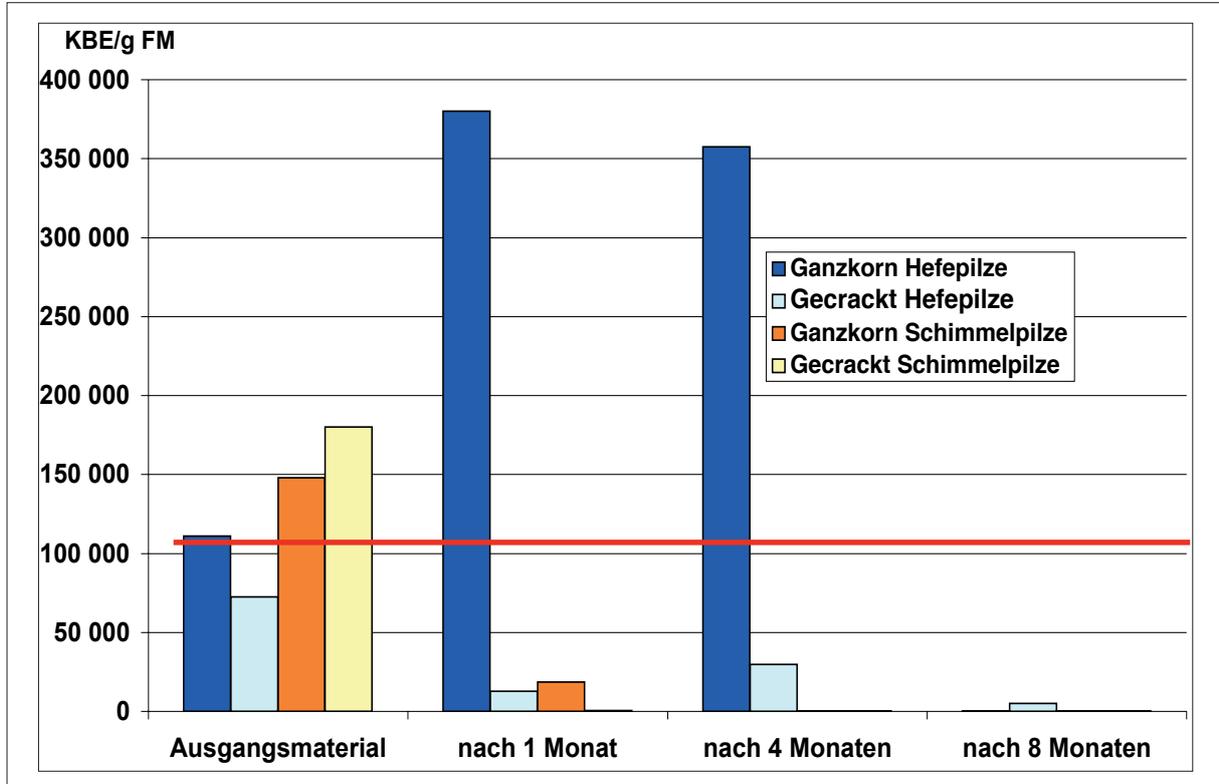


Abb. 2: Temperaturverlauf in Feuchtmalsilage nach der Entnahme unter Lufteinfluss

3.5 Aerobe Stabilität

Aus Abbildung 2 ist zu entnehmen, dass mit zunehmender Lagerungsdauer die aerobe Stabilität zu- und die Intensität der Erwärmung abnahm. Diese Beobachtungen korrelieren eng mit dem Besatz an Hefepilzen.

4. Zusammenfassung

An der LVVG Aulendorf wurde geprüft, welche Auswirkungen das Wickelballenverfahren bei der Konservierung von Feuchtmais auf die futterwertbestimmenden Eigenschaften sowie aeroben Stabilität und Gärqualität bei einer variierten Lagerungsdauer von 1, 4 und 8 Monaten sowie differenziertem Aufbereitungsgrad (ganze Körner, gecrackte Körner) hat. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Die luftdichte Lagerung von Feuchtmais (67 % TM) in Wickelballen funktionierte über die gesamte Versuchsdauer sowohl bei ganzen als auch gecrackten Maiskörnern.
2. Schimmelbildung und Verderb trat in keinem der 24 Ballen auf.
3. Der Futterwert wurde unabhängig von Lagerungsdauer und Aufbereitungsform erhalten.
4. Die Konservierung beruhte in den ersten 4 Monaten auf Luftabschluss.
5. Die Variante „Gecrackt“ wies immer höhere Gehalte an Milchsäure und demzufolge niedrigere pH-Werte als die Variante „Ganzkorn“ auf.
6. Erst nach 8 Monaten Fermentationsdauer erreichte die Variante „Ganzkorn“ einen ausreichend tiefen pH-Wert von unter 4,7.
7. Die Variante „Ganzkorn“ wies gegenüber der Variante „Gecrackt“ bei den ersten beiden Beprobungen (Monat 1, 4) höhere Gehalte an Hefepilze auf.
8. Die aerobe Stabilität der Silagen war nach einem und vier Monaten Lagerungsdauer sehr gering. Die Erwärmung begann bereits 24 bis 48 Stunden nach der Entnahme aus den Ballen. Erst bei der Beprobung nach 8 Monaten blieben die Feuchtmasssilagen nach der Auslagerung über 200 Stunden ohne Temperaturzunahme.
9. Die Verfütterung eines geöffneten Ballens sollte innerhalb von 5 bis 7 Tagen erfolgen.
10. Braune Schichten im Randbereich der Silagen deuten bei der Beprobung nach 8 Monaten darauf hin, dass die Lagerung der Wickelballen in den Sommermonaten an einem schattigen Platz sinnvoll ist.

5. Literatur

ALLEN, M.S., COORS, J.G., and G.W. ROTH (2003). Corn Silage. In: BUXTON, D.R., MUCK, R.E. and J.H. HARRISON: Silage Science and Technology. American Society of Agronomy Nr. 42, Madison, Wisconsin, USA.

ECKL, J.(2001): Körnermais in der Fütterung - Alternativen zur Trocknung. Mais 3/2001, 113-115

MCDONALD, P., HENDERSON, A.R. and S.J.E. HERON (1991): The Biochemistry of Silage. Second edition, Chalcombe Publications, Marlow, GB.

NUSSBAUM, H. (2004). Feuchter Körnermais als Ballensilage. BW Agrar 6/2004, 13-14.

VEAUTHIER, G. (2001): Feuchtmais: Energiestoß für Frischmelkende. Top agrar 9/2001, R16-R17

WOLF, J., JÄNICKE, H. und B. LOSAND (2001): Ergebnisse der Silierung von feuchtem Körnermais mit unterschiedlichen Konservierungsstoffen. Tagungsbericht 2001 der Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung, 91-100.

Entwicklung von Gemeiner Riske (*Poa trivialis* L.) in Abhängigkeit von Nutzungstiefe und Verdichtung des Bodens

M. Elsäßer

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Aulendorf

1. Einleitung

Niedrige Schnitthöhe einerseits und häufiges Befahren mit hohem Bodendruck als Ausdruck moderner und intensiver Grünlandwirtschaft andererseits fördern die Ausbreitung der Gemeinen Riske (*Poa trivialis* L.), deren landbaulicher Wert als eher gering eingestuft wird. Sie breitet sich in lückigen Beständen aufgrund ihrer oberflächigen Kriechtriebe (Stolonen) meist flächig aus und erzeugt einen «filzigen» Bewuchs mit muffigem Geruch, weswegen sie von den Nutztieren nur ungern gefressen wird. Sie vermehrt sich hauptsächlich vegetativ über eben diese Ausläufer und kann zwischen 200 und 1000 lichtkeimende Samen produzieren, die nur eine geringe Speicherkapazität für Reservestoffe besitzen. Deshalb sind ihre Samen höchstens zwei Jahre im Boden lebensfähig. Überwintern kann sie u.a. auch mit ihren grünen Sproßausläufern, die in schneearmen Lagen wenig Probleme haben. BUDD (1970) konnte in Saatversuchen auf unbewachsenem Boden zeigen, dass *Poa trivialis* bei ausreichender Wasserversorgung ganzjährig keimt.

Tab. 1: Ökologische Kennzahlen, Futterwertzahl und soziologische Einstufungen von *Poa trivialis* L. im Vergleich mit Wiesenrispe (*Poa pratensis*), Jähriger Riske (*Poa annua*) und Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*) (nach ELLENBERG et al., 1992, BRIEMLE & ELLENBERG, 1994 und KLAPP et al., 1953)

Art	Ökologisches Verhalten							FWZ
	L	T	K	F	R	N	S	
<i>Poa trivialis</i>	6	x	3	7	x	7	1	7
<i>Poa pratensis</i>	6	x	x	5	x	6	0	8
<i>Poa annua</i>	7	x	5	6	x	8	1	5
<i>Lolium perenne</i>	8	6	3	5	7	7	0	8

L = Lichtzahl; T = Temperaturzahl; K = Kontinentalzahl; F = Feuchtigkeitszahl; R = Reaktionszahl; N = Stickstoffzahl; S = Salzzahl, FWZ = Futterwertzahl

Die Schädigung anderer Gräser durch zu tiefen Schnitt etwa, fördert die Ausbreitung von *Poa trivialis* L.. Zur Schonung der sogenannten Restassimilationsfläche sollte die langfristige Schnitthöhe 5 bis 7 cm nicht unterschreiten. Andererseits wurde im Allgäu beobachtet, dass Hochschnitt über 7 cm zwar die nützlichen Grasarten stärkt, aber gleichzeitig auch die Gemeine Riske davon profitiert, oftmals sogar mehr als die anderen Arten (PFEIFFER & ZELLER, 2000). Ein Experiment an der LVVG Aulendorf sollte einige der allgemein diskutierten Thesen klären.

- ◆ **These 1:** Fortgesetzt tiefer Schnitt beseitigt die Reservestoffspeicher der erwünschten Gräser, wie Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) oder Knautgras (*Dactylis glomerata*). Gemeine Riske profitiert von der Schwäche der leistungsfähigen Gräser im Dauergrünland. Ebenso könnte eine fortgesetzt zu tiefe Nutzung die Stolonen der Gemeinen Riske und auch die Blattmasse der Gemeinen Riske weitgehend unbeschädigt belassen, wodurch die Konkurrenzkraft der Riske positiv beeinflusst wird.
- ◆ **These 2:** Zunehmende Bodenverdichtung im Grünland infolge des Einsatzes sehr schwerer Maschinen und Geräte ruft Staunässe hervor und fördert damit Gemeine Riske, deren Entwicklung nach allgemeiner Ansicht von starker Bodenfeuchte positiv beeinflusst wird. Nach Aussagen von DOUGLAS (1994) ist das Befahren von Grünlandflächen zur Grundfuttererzeugung bezogen auf die Überrollhäufigkeit, einwirkende Radlasten und dem Fahrspuranteil intensiver als bei der Pflanzenproduktion auf Ackerflächen.

2. Material und Methoden

Der Versuch wurde in Aulendorf (565 m ü. NN; Pseudogley - Parabraunerde aus Diluvium; sandiger Lehm; durchschnittlicher Jahresniederschlag: 902 mm; Jahresdurchschnittstemperatur: 7.8°C) anfangs des Jahres 1999 als zweifaktorielle Spaltanlage mit 6 Wiederholungen angelegt (Parzellengröße: 110 cm mal 300 cm).

Folgende Nutzungstiefen wurden untersucht:

1. „**Rasierschnitt**“ (Reststoppelhöhe < 3 cm): Mit dem Entstehen von Lücken ist zu rechnen.
2. „**Tiefschnitt**“ (Reststoppelhöhe 3 bis 6 cm): Tiefer Schnitt reduziert die oberirdisch an der Halmbasis gespeicherten Reservestoffvorräte und kann unterirdisch oder bodennah speichernden Arten Entwicklungsvorteile verschaffen.
3. „**Hochschnitt**“ (Reststoppelhöhe > 10 cm): ein Teil des potentiell erntbaren Ertrages wird nicht genutzt.

Folgende Varianten wurden miteinander verglichen (Tab. 2).

Tab. 2: Versuchsvarianten

Nutzungstiefe	3 cm	6 cm	9 cm
befahren	V.1	V.2	V.3
nicht befahren	V.4	V.5	V.6

Die Bodenverdichtung durch Befahren erfolgte im Spurverfahren unmittelbar nach Versuchsernte mit einem Schlepper (Fendt 260P, Leergewicht 2620 kg, Reifen vorne 7,50 - 18 MPT 6PR; Reifen hinten: 14,9 R26/127AB).

Der in der Tab. 3 aufgeführte Ausgangsbestand zeigte sich zu Versuchsbeginn im Jahr 1999 sehr homogen.

Tab. 3: Ertragsanteile in % zu Versuchsbeginn 1999

Gräser	29,2 %	Kräuter	31,6 %	Leguminosen	39,2 %
Gemeine Risppe	2,6 %	Löwenzahn	4,5 %	Weissklee	39,2 %
Bastardweidelgras	9,0 %	Spitzwegerich	3,2 %		
Knautgras	8,6 %	Rest	3,9 %		
Dt. Weidelgras	3,0 %				
Rest	6,0 %				

Untersuchungsparameter:

1. Ertragsanteile der Einzelkomponenten Gräser, Kräuter, Leguminosen und *Poa trivialis* in Prozent geschätzt (nach KLAPP, 1953).
2. Im Jahr 2002 Bestimmung der Trockenmasseerträge

3. Ergebnisse

Im Verlauf der Versuchsdauer veränderte sich der Ertragsanteil der Gräser deutlich. Hoher Schnitt förderte die Gräser. Demgegenüber stärkte tiefe Nutzung die Leguminosen und vor allem die Kräuter, die gegenüber den Gräsern auch von der mit Befahren des Bodens verbundenen Verdichtung profitierten (Abb. 1).

Die Ertragsanteile von Gemeiner Risppe im ersten Aufwuchs zeigten nur geringfügige Unterschiede (Tabelle 4). Weder die Schnitthöhe noch die Verdichtung des Bodens hatten offensichtlich einen größeren Einfluss auf die Ausbreitung dieses Grases. Auffälliger sind die Veränderungen der Leguminosenanteile bzw. der Gräser ganz allgemein. Ein tiefer Schnitt förderte in jedem Aufwuchs und bei beiden Verdichtungsstufen die Ausbreitung von Leguminosen. Geringste Leguminosenanteile fanden sich in den Hochschnittvarianten und in den verdichteten Varianten waren sie insgesamt geringer als in den unverdichteten. Offensichtlich schonte ein hoher Schnitt die Restassimilationsfläche der Gräser, wodurch deren Konkurrenzkräft gefördert wurde. Dieser Effekt schlug sich aber nicht entscheidend im Ertrag nieder, denn bei befahrenen Böden waren die Unterschiede zwischen den Schnitthöhen nur ge-

ring. Lediglich die Variante „Hochschnitt und unbefahren“ erwies sich als deutlich leistungsschwächer als die übrigen Varianten (Tabelle 5).

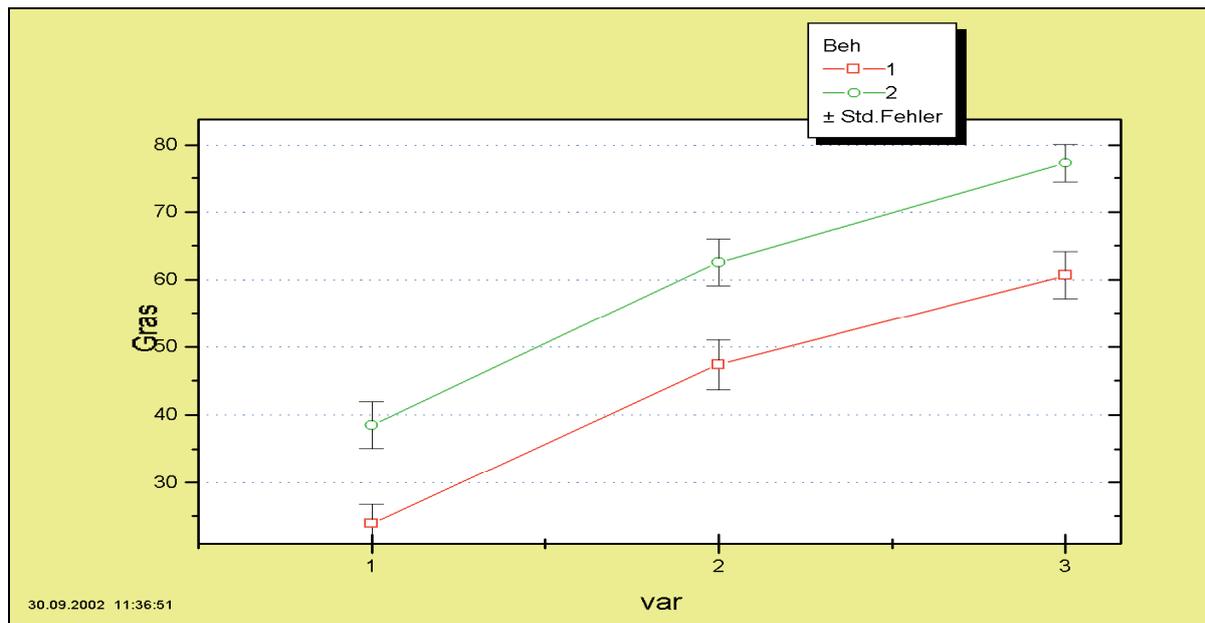


Abb. 1: Ertragsanteil der Gräser (%) im Jahr 2002 über alle Aufwüchse in Abhängigkeit von der Schnitthöhe (Var 1 = 3cm; Var 2 = 6 cm, Var 3 = 9 cm) und Verdichtungsgrad (1 = befahren; 2 = nicht befahren)

Tab. 4: Ertragsanteile (%) der Gräser, Kräuter und Leguminosen sowie von Gemeiner Rispe im ersten Aufwuchs im Jahr 2002

Varianten	Ertragsanteile (%)			
	Gräser	Kräuter	Leguminosen	Poa trivialis
1. Aufwuchs				
V 1	36.0	45.8	18.2	21.5
V 2	45.8	34.5	19.7	25.8
V 3	51.8	34.5	13.7	23.2
V 4	47.0	34.2	18.8	23.7
V 5	65.2	23.8	11.0	29.8
V 6	61.8	26.8	11.3	21.2

Tab. 5: Erträge in dt TM/ha im Jahr 2002

Varianten	1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs	4. Aufwuchs	Mittel 2002
V 1 (3cm) mit	23.65	17.87	18.09	18.70	78.31
V 2 (6 cm) mit	22.21	22.00	17.83	17.15	79.19
V 3 (9cm) mit	24.64	23.97	17.40	14.07	80.08
V 4 (3cm) ohne	21.93	20.57	15.07	20.52	78.09
V 5 (6 cm) ohne	22.20	21.88	18.20	17.63	79.91
V 6 (9cm) ohne	15.14	25.02	13.12	10.61	63.89
GD 5 %	4,99	4,22	3,48	3,39	11,54

4. Diskussion und Wertung der Ergebnisse

Mit den erzielten Ergebnissen konnte die Ausgangsthese, wonach eine variierte Schnitthöhe die Ertragsanteile der Gemeinen Rispe beeinflussen würde, nicht bestätigt werden. Gleiches zeigte auch der Einfluß des Befahrens unmittelbar nach der Ernte. Eher zeigte sich in der Tendenz, dass unbefahrene

Versuchsflächen einen Ertragsrückgang nach sich ziehen. Eine gewisse Rückverdichtung des Bodens durch Befahren kann demnach bei intensiv genutztem Grünland durchaus eine positive Wirkung haben. Mit mittleren Ertragsanteilen von 21,5 bis 29,8 % erreichte *Poa trivialis* im ersten Aufwuchs nach dreijähriger Versuchsdauer sehr hohe Werte, die in jedem Fall eine Bekämpfung angezeigt scheinen lassen. Ein tiefer Schnitt wie er mancherorts als Bekämpfungsmaßnahme gilt, ist allerdings ein eher untaugliches Mittel zur Bestandeslenkung.

Bewährte Maßnahmen zur Zurückdrängung von Gemeiner Rispe erfordern vom Landwirt eine langfristige und konsequente Beschäftigung mit seinen Grünlandflächen. Der scheinbar einfache und schnell wirkende Griff zur chemischen Bekämpfung wird nicht nur durch strengere gesetzliche Rahmenbedingungen (MEKA, Indikationszulassung) erschwert. Auch ein verändertes Verhältnis zu Natur und Umwelt erfordern ein Umdenken. Die chemische Bekämpfung stellt zudem nur eine kurz- und mittelfristige Problemlösung dar. Ohne eine den natürlichen Gegebenheiten angepasste Bewirtschaftung ist auch die Gemeine Rispe dauerhaft nicht in den Griff zu kriegen.

5. Zusammenfassung

Die Gemeine Rispe (*Poa trivialis* L.) ist im Grünland der gemäßigten Breiten als heimische Art weit verbreitet. In den letzten Jahren entwickelte sie sich aber vor allem in den intensiv genutzten Wiesen und Weiden immer mehr zum dominierenden Ungras. Sie verlangt außer einer reichlichen Nährstoffversorgung vor allem einen dauernd feuchten Boden. Zusammen mit ihren Stolonen, die zwar einen dichten aber nicht festen Rasen bilden, führen diese hohen Ansprüche oft zu nachteiligen Auswirkungen auf den Bestand. Während sich die Gewöhnliche Rispe in feuchten Jahren stark ausbreiten kann, versagt sie in Trockenphasen im Ertrag bis zum totalen Ausfall und hinterlässt dann große Lücken.

- Der Ertragsanteil der Gräser insgesamt lässt sich durch Hochschnitt fördern. Bei hoher Reststoppel (9 cm) lag der Gräseranteil im Jahresdurchschnitt bei 69% und war damit deutlich höher als bei niedriger Reststoppel (32 %). Ebenfalls signifikant höhere Ertragsanteile an Gräsern wiesen die nicht zusätzlich durch Befahren verdichteten Flächen auf.
- Komplementär dazu ergaben sich für die Gemeine Rispe tendenziell höhere Ertragsanteile bei tiefer Nutzung und auf verdichteten Flächen. Auch der Ertragsanteil der Kräuter wurde durch eine tiefe Nutzung gefördert, außerdem profitierten sie von der mit dem Befahren der Parzellen verbundenen Bodenverdichtung.
- Weißklee (*Trifolium repens*) wurde durch die unterschiedliche Nutzungstiefe beeinflusst. Die Varianten mit 3 cm Reststoppel wiesen mit ca. 30 % einen doppelt so hohen Ertragsanteil auf als die Varianten mit 9 cm Reststoppel.
- Die Trockenmasseerträge der Varianten V 1 bis V 5 lagen mit jeweils ca. 80 dt/ha auf gleichem Niveau. Die Variante V 6 blieb dagegen mit deutlich geringeren 64 dt TM/ha signifikant unter allen anderen Varianten zurück.

Literatur

- BRIEMLE, G. & ELLENBERG, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. - *Natur und Landschaft* 69 H.4, S. 139-147, Bonn
- BUDD, E.G. (1970): Seasonal germination patterns of *Poa trivialis* L. and subsequent plant behaviour. *Weed Res.* 10, S. 243-249
- DOUGLAS, J.T. (1994): Responses of perennial forage crops to soil compaction. *Soil Compaction in Crop Production* Band 11, Elsevier Science B.V., S. 343-364

Maßnahmenkatalog zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzenernte

M. Elsäßer 1), H. Nussbaum 1), N. Feldwisch 2), O. Ehrmann 3)

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Aulendorf 1),
Ingenieurbüro Dr. Feldwisch, Bergisch-Gladbach 2), Büro Dr. Ehrmann, Neuffen 3)

1. Einleitung und Problemstellung

Die Bodenschutzbehörden müssen sich im praktischen Vollzug häufig mit den Anforderungen angrenzender Rechtsbereiche auseinandersetzen. Werden zum Beispiel schädliche Bodenveränderungen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen festgestellt, dann sind geeignete, erforderliche und angemessene Maßnahmen der Gefahrenabwehr anhand der praxisrelevanten Bedingungen des Ackerbaus und der Grünlandnutzung abzuleiten. Nicht selten stoßen die Bodenschutzbehörden an die Grenzen ihrer Beurteilungsfähigkeiten, weil ihnen spezifische landwirtschaftliche Kenntnisse fehlen.

Vor diesem Hintergrund ist es notwendig, den Bodenschutzbehörden für den Vollzug der Anforderungen des Bodenschutzrechts eine Arbeitshilfe an die Hand zu geben. Die Arbeitshilfe zielt im Falle festgestellter schädlicher Bodenveränderungen vor allem darauf ab, dass den zuständigen Bodenschutzbehörden konkrete Hilfestellungen für die Ableitung von geeigneten, erforderlichen und angemessenen Maßnahmen der Gefahrenabwehr gegeben werden.

Im Rahmen des LABO - Vorhabens „Verschmutzungsarme Nutzpflanzenernte“ werden auf der Basis einer breit angelegten Literaturstudie, die durch praktisch landwirtschaftlich orientierte Erfahrungen ergänzt wurde, folgende Aspekte behandelt:

- ◆ Anforderungen an schmutzvermeidende Bewirtschaftungsmaßnahmen und -regime
- ◆ Anforderung an verbesserte Technik und Technologie sowie die bewusste Umsetzung schmutzvermeidender Ernteverfahren
- ◆ Ökonomische Auswirkungen unter besonderer Berücksichtigung möglicher zusätzlicher Kosten im Vergleich zur guten fachlichen Praxis
- ◆ Mögliche Maßnahmen zur Reduktion der systembedingten Kontamination.

Auf der Basis dieser Auswertung werden die Bodenschutzbehörden künftig in die Lage versetzt, auf verbesserte Weise eigenständig Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen im Bereich der Nutzpflanzenernte herzuleiten.

2. Material und Methoden

Der Studie liegen Auswertungen des Schmutzbesatzes mehrerer Bundesländer und eigene Auswertungen der Rohfasergehalte der Beratungsdienste Milchvieh in Baden-Württemberg zugrunde.

3. Ergebnisse

3.1. Schadstofftransfer vom Boden zur Nutzpflanze

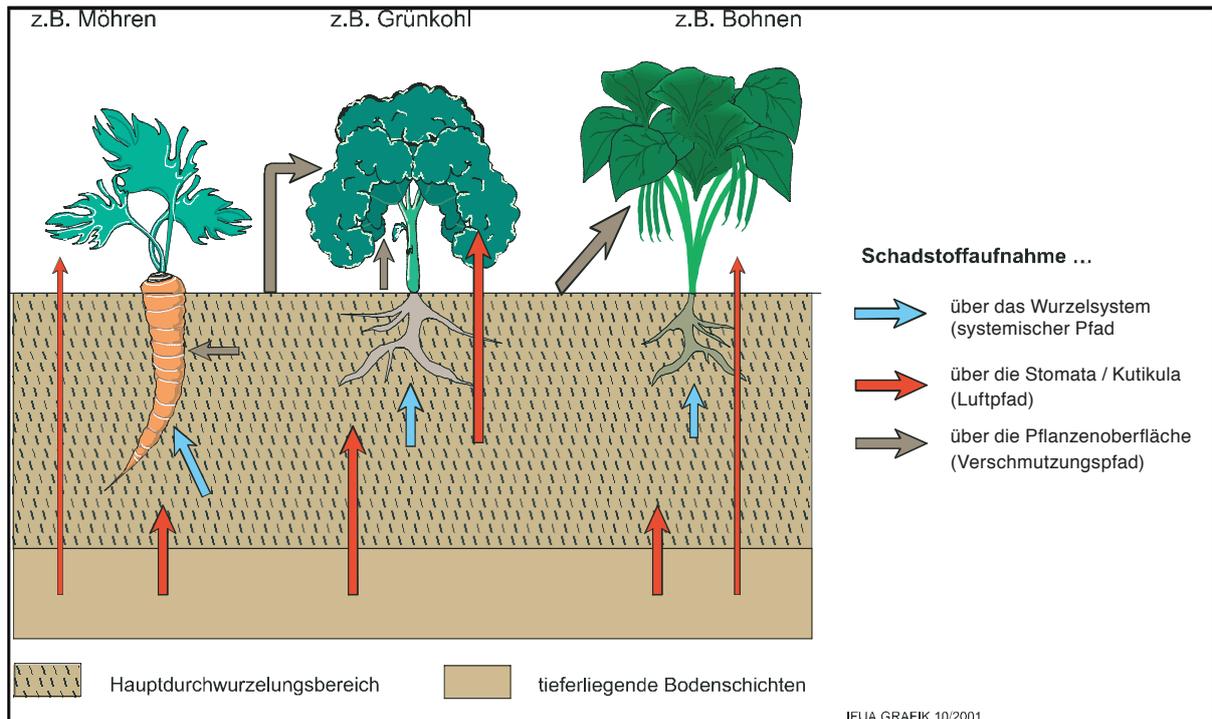
Der Schadstofftransfer vom Boden zur Nutzpflanze kann über drei verschiedene Teilpfade erfolgen (Abbildung 1).

1. Schadstoffe können aus dem Bodenwasser über die Wurzeln aufgenommen werden. Der Schadstofftransport erfolgt mit dem Bodenwasser zur Wurzel und innerhalb der Pflanzen mit dem Transpirationsstrom von der Wurzel in die oberirdischen Pflanzenorgane. Dieser Transfer wird als **systemischer** Pfad bezeichnet.
2. Leicht- bis mittelflüchtige organische Schadstoffe können in die Bodenluft und die bodennahe Atmosphäre gelangen, so dass eine Schadstoffaufnahme über die Spaltöffnungen und über die Blatt-/

Sprossoberflächen (Kutikula) erfolgen kann. Das Transportmedium bis hin zur Pflanze stellt hierbei die Bodenluft sowie bodennahe Atmosphärenluft dar. Insofern wird vom **Luftpfad** gesprochen.

- Die Verschmutzung der Pflanzenoberflächen mit Bodenanhang kann auch zur Pflanzenbelastung beitragen. Bewertungsrelevant sind dabei sowohl der Bodenanhang mit seinem Schadstoffgehalt als auch der aus dem Bodenanhang in der Pflanzenoberfläche adsorbierte Schadstoffanteil. Der Schadstofftransfer erfolgt über den Bodenanhang. Der Pfad wird als **Verschmutzungspfad** angesprochen.

Abb. 1: Schematische Darstellung der grundsätzlich zu berücksichtigenden Teilpfade (FELDWISCH et al. 2003a)



3.2. Beurteilung der Verschmutzungsproblematik anhand der Rohaschegehalte

Der Ernteprozess generell steigert die Verschmutzung des Futters: Vor allem bei organischen Böden kann (wegen deren geringeren Dichte und ihrer besseren Anhaftungsfähigkeit infolge ihrer höheren Wasseraufnahme) die Futtermittelverschmutzung sehr hoch sein. Zur besseren Kenntnis der tatsächlichen Situation in der Landwirtschaftlichen Praxis in Deutschland wurde im Rahmen des Projektes „Verschmutzungsarme Nutzpflanzenenernte“ eine Befragung verschiedener landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten durchgeführt. Dabei zeigten sich die in der Abbildung 2 zusammengefassten Ergebnisse, die belegen dass vor allem im letzten Aufwuchs eines Jahres die Rohaschegehalte weit über den eigentlich anzustrebenden Gehalt von weniger als 8 bis 10 % hinausgehen (an dieser Stelle wird folgenden Institutionen herzlich für das Zurverfügung stellen von Daten gedankt: LUFA Kassel, TU München-Weihenstephan; LfL Grub, BLT Grub, LWK Westfalen).

Bei Schadstoffen, die vorwiegend auf dem Luftpfad eingetragen werden, ist aufgrund der unterschiedlich langen Expositionszeit und der unterschiedlichen Aufwuchsmasse die Saisonalität besonders ausgeprägt (DELSCHEN et al. 1992). So ist der Gehalt an Dioxinen und Furanen im zweiten Aufwuchs (6 Wochen Expositionszeit) aufgrund der kurzen Expositionszeit und der hohen Erntemenge über sechsmal geringer als beim dritten Aufwuchs (10 Wochen Expositionszeit).

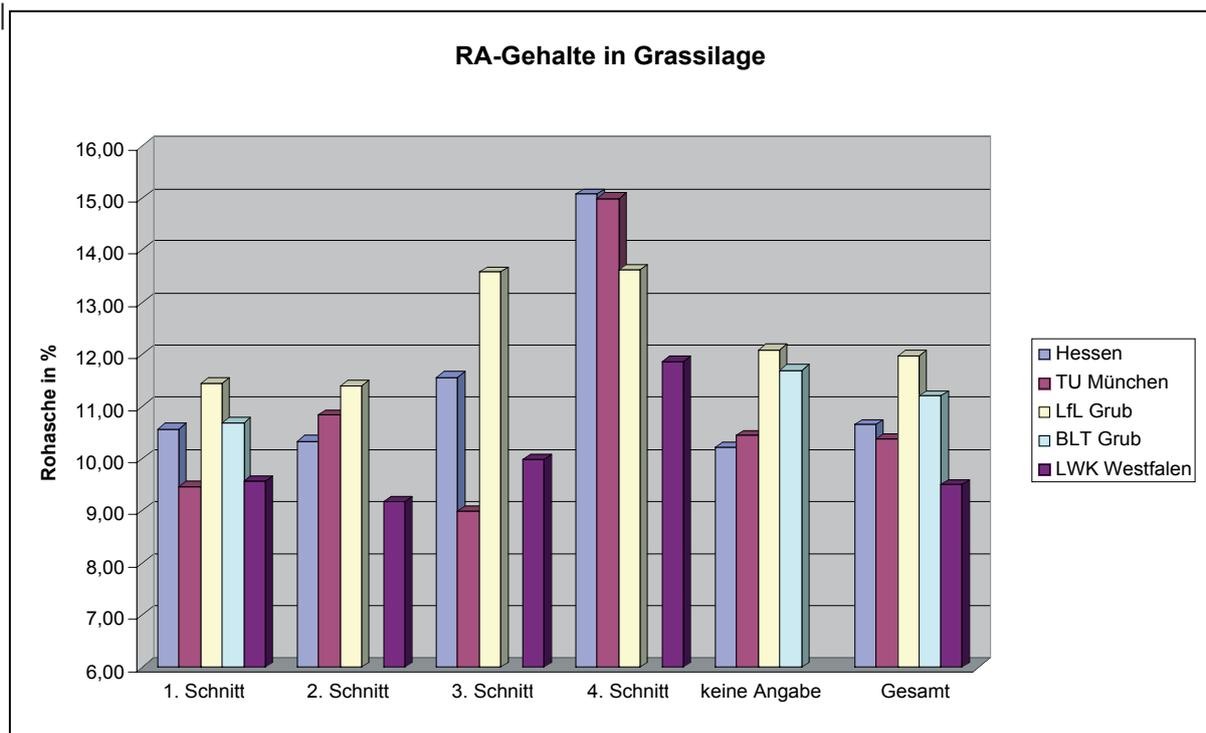


Abb. 2: Rohaschegehalte in Grassilagen in Abhängigkeit vom Aufwuchs (HORST, 2003; DANIER, 2003; MUNZERT, 2003; KLAENER, 2003)

3.3. Maßnahmenkatalog

Die im Bericht einzeln aufgeführten und erläuterten Maßnahmen werden in einem Maßnahmenkatalog für die Hand der Behörden zusammengefasst. Ein beispielhafter Auszug wird in Tab. 1. gegeben. Die Gliederung in diesem Katalog erfolgt anhand zweier Kriterien, nämlich gemäß den *Schadstoffeigenschaften*

- ◆ anorganische Schadstoffe : von Bedeutung sind der systemische Pfad und der Verschmutzungspfad; Luftpfad ist ohne Bedeutung
- ◆ leicht- und mittelflüchtige organische Schadstoffe: werden nicht aktiv in Pflanzen aufgenommen; passive Aufnahme gut gelöster Schadstoffe über Bodenwasser ist sehr gering; bei leicht- mittelflüchtige organischen Schadstoffen hat der Luftpfad eine bedeutende Rolle (insbesondere leicht flüchtige Substanzen mit lipophilen Eigenschaften); Verschmutzungspfad eher von untergeordneter Bedeutung
- ◆ Schwerflüchtige organische Schadstoffe: Verschmutzungspfad und systemischer Pfad von großer Relevanz; Luftpfad ist unbedeutend
und den *Pflanzeigenschaften*
- ◆ Aneignungsvermögen für Schadstoffe über den systemischen Pfad ist pflanzenartenspezifisch- Nutzungs- und Vermarktungsform der Pflanzen: pflanzliche Lebensmittel sind waschbar; pflanzliche Futtermittel in der Regel nicht
- ◆ Wuchsform: Dem Verschmutzungs- und Luftpfad sind bodennah wachsende Pflanzen stärker ausgesetzt.
- ◆ Pflanzenoberfläche: raue, gekräuselte oder behaarte Blattoberflächen sind verschmutzungsanfälliger
- ◆ Blattgeometrie: Pflanzen mit Blattrosetten oder stängelumfassenden Blattscheiden sind verschmutzungsanfälliger

Auf **Grünlandflächen** wird der Bodenbedeckungsgrad ganz wesentlich durch die Narbenpflege – wie Abschleppen und ggf. Walzen im Frühjahr, Nachsaat, angepasste Nutzungsintensität und -frequenz gesteuert.

Tab. 6-1: Maßnahmenkatalog zur Reduzierung der Verschmutzung mit Schadstoffen bei der **Schnittnutzung von Grünland (die in Klammern gesetzten Verweise beziehen sich auf die Tabellen 6.4, 6.5 und 6.6)**

Ursache der Verschmutzung	Mögliche Maßnahmen	Konsequenzen / mögliche Umsetzungs-hemmnisse
Gruppe A: Anorganische Schadstoffe (As, Cd, Cr, u, Hg, Ni, Pb, Tl, Zn)		
Überschwemmung von Grünlandflächen in Tallagen	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Schnitt (s. 4.1) • Evtl. Verzicht auf Verfütterung des Mähgutes 	
Niederschläge „Splash“	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Schnitt (s. 4.1) • Schaffung dichter Grasnarben zur Verminderung der kinetischen Energie beim Aufprall durch häufige Nutzung und Nachsaat (s. 4.6) 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Veränderung der Nutzungsfrequenz steht evtl. • dem Nutzungszweck entgegen (hohe Nutzungsfrequenz • lässt meist keine Heuwerbung zu)
Ungünstige Bestandeszusammensetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Unkrautbekämpfung mit nachfolgender Nach- oder Übersaat mit standortangepassten Arten und Sorten (s.4.4, 4.5 u. 4.6) • Anpassung von Düngung und Nutzung • Häufigere Nutzung ergibt dichtere Narbe • Höherer Schnitt (s.4.1) • Beifütterung von nicht belastetem Futter 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln evtl. untersagt • Die Verfütterung von Aufwuchs, der die Höchst-gehalte • der FMV überschreitet ist grundsätzlich nicht erlaubt, auch dann nicht, wenn nicht belastetes Futter beigefüttert wird. • Insofern ist diese Maßnahme nur unterhalb der Gefahrenschwelle möglich.

Literatur

- Danier, J. (2003). Zusammenstellung von Rohaschegehalten in Grassilagen. Bayerische Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft, TU München, Wissenschaftszentrum (unveröffentlicht).
- Delschen, T., Hein, D., Krause, G.H.M. & Fürst, P. (1992). PCDD/PCDF-Gehalt in Grünlandaufwuchs - Jahreszeitliche Schwankungen von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen. UWSF - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, 4: 102.
- Elsäßer, M. & Nußbaum, H. (1993). Futtermittelverschmutzung kann gesenkt werden. Milchpraxis, 32 (1): 17-19.
- Feldwisch, N., Günther, P. & Barkowski, D. (2003a). Arbeitshilfe zur Untersuchung und Bewertung von altlastverdächtigen Flächen und Verdachtsflächen – Wirkungspfad Boden(-Pflanze)-Tier. Fachbeiträge des Landesumweltamtes Brandenburg, Potsdam.
- Horst, H. (2003). Zusammenstellung von Rohaschegehalten in Grassilagen. LUFA Kassel, (unveröffentlicht).
- Klaener, M. (2003). Zusammenstellung von Rohaschegehalten in Grassilagen. LUFA Nordwest, Institut für Futtermittel (unveröffentlicht).
- Munzert, M. (2003). Zusammenstellung von Rohaschegehalten in Grassilagen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising (unveröffentlicht).

Optimum management intensity of legume- and grass-based grassland swards

M. Elsässer

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt fuer Viehhaltung und Gruenlandwirtschaft,
Atzenberger Weg 99, D - 88326 Aulendorf, Germany

1. Introduction

The intensity of grassland production depends on the local situation and the use of the produced forage, but it might be flexible in time. Moreover „optimum intensity“ is depending on economic factors and agropolitical structures. Doubtless, high yielding dairy cows need a high energy density in their forage. If such forage should be produced from permanent grassland, it is to investigate if highest cutting intensity gave the highest yields and a sufficient energy density. Further it is to ask, if the use of the applied mineral nitrogen, as a main factor in energy consumption on farm level is efficient. Results of former investigations show (WHITEHEAD, 1995; ELSAESSER, 1999; KELM ET AL., 2003), that the N-recoveryrate is rather low for grassland, but could be increased fundamentally by using legumes. The objectives of the 2001 installed experiment in Aulendorf was to investigate the effects of high intensive production on grassland with different yield parameters.

2. Materials and methods

In the years 2001 and 2002 9 seed-variants of grassland and forage mixtures were tested under different utilization conditions at the experimental station of Aulendorf (South Germany, altitude mASL 590, average rainfall: 1000mm). The plot size was 1,5 x 6,0 m with 4 replications. All vari-ants were sown with a basic seed mixture and received additional species (table 1). Details of seed mixtures and utilization regime are given in table 2. The experimental year 2003 is not yet finished, moreover the experiment continues until 2004.

Tab. 1: Basic seed mixture

Species	Cultivars	Var. 1-5	Var. 6,7	Var. 8,9
Lolium perenne	Toledo, Respect, Recolta: middle	6 kg ha ⁻¹	8 kg ha ⁻¹	3 kg ha ⁻¹
Festuca pratensis	Cosmolit	5 kg ha ⁻¹	7 kg ha ⁻¹	8 kg ha ⁻¹
Phleum pratense	Tiller , Lirocco	5 kg ha ⁻¹	5 kg ha ⁻¹	7 kg ha ⁻¹
Poa pratensis	Lato, Oxford	4 kg ha ⁻¹	6kg ha ⁻¹	4 kg ha ⁻¹
Festuca rubra	Gondolin	3 kg ha ⁻¹	3 kg ha ⁻¹	0 kg ha ⁻¹
Trifolium repens	Lirepa	2 kg ha ⁻¹	6 kg ha ⁻¹	6 kg ha ⁻¹

Tab. 2: Mixture variants and cutting frequency

Variant	Basic seed mixture (see table 1) plus	Cultivars	Date of 1st utilisation	Cutting frequency	Fertilisation kg N ha ⁻¹
1	Lolium perenne 10 kg ha ⁻¹	Early/middle	9.5./8.5.	6	340
2	Lolium perenne 10 kg ha ⁻¹	Early/middle	9.5./8.5.	5	250
3	Lolium perenne 10 kg ha ⁻¹	Middle/late	9.5./8.5.	5	250
4	Lolium perenne 10 kg ha ⁻¹	Middle/late	9.5./8.5.	4	180
5	Lolium perenne 10 kg ha ⁻¹	Middle/late	16.5./16.5.	5	250
6	Trifolium repens 6 kg ha ⁻¹		9.5./8.5.	5	90
7	Trifolium repens 6 kg ha ⁻¹		16.5./16.5.	4	90
8	Medicago sativa 3 kg ha ⁻¹		16.5./16.5.	4	90

3. Results and discussion

Seed variants differed widely in DM-yield per ha and year (table 3 and figure 1). Highest yields were obtained with 16,8 and 14,9 t DM ha⁻¹ for both lucerne variants where the first cut at optimum stage had significant higher dry matter and energy yields. Grass variants were lower and differed significant. The rise of cutting frequency from 4 to 5 and 6 cuts per year gave DM yields of 11,2, 12,7 and 13,9 t ha⁻¹ and increase the energy yields from 66,9, 76,8 and 85,6 GJ NEL ha⁻¹. The comparison between early and late cultivars of *Lolium perenne* (var. 2 and 3) resulted in slightly higher DM-yields for late cultivars, but gave no significant differences in energy yield, N-delivery and N-efficiency. Also the effects of date of first cut were negligible, because the parameters gave no significant difference between variants. 3 and 5. Even the energy yields were nearly the same, however the net energy contents differed markedly. The efficiency of nitrogen use was reverse for these variants: Highest efficiency was observed by 4 cuts with a 62,3 kg DM per kg used N. Compared with this the highest cutting frequency (6 cuts a⁻¹) gave only an N efficiency of 40,9 kg DM kg N⁻¹.

Table 3. DM- and energy yields, N delivery and N efficiency (2001 and 2002)

Variant and cultivar	Date of 1st cut	Cuts a ⁻¹	DM-yield	Energy-yield	N-delivery	N efficiency
	2001/2002		t ha ⁻¹	GJ NEL ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg DM kg N ⁻¹
1 <i>Lolium perenne</i> early	9.5./8.5.	6	13.9 bc	85,6 b	373.7 b	40.9 f
2 <i>Lolium perenne</i> early	9.5./8.5.	5	12.7 d	76,8 c	334.1 cd	50.9 ef
3 <i>Lolium perenne</i> late	9.5./8.5.	5	13.1 cd	78,8 c	347.9 bcd	52.3 ef
4 <i>Lolium perenne</i> late	9.5./8.5.	4	11.2 ef	66,9 d	288.0 e	62.3 e
5 <i>Lolium perenne</i> late	16.5./16.5.	5	12.7 d	77,0 c	340.2 bcd	50.7 ef
6 <i>Trifolium repens</i>	9.5./8.5.	5	12.3 de	74,9 c	365.7 bc	136.4 c
7 <i>Trifolium repens</i>	16.5./16.5.	4	11.0 f	66,0 d	315.0 de	121.8 d
8 <i>Medicago sativa</i>	16.5./16.5.	4	16.8 a	97,5 a	438.1 a	186.6 b
9 <i>Medicago sativa</i>	25.5./16.5.	4	14.9 b	85,3 b	418.6 a	247.9 a

Different letters indicate significant differences at the 0.05 level of significance

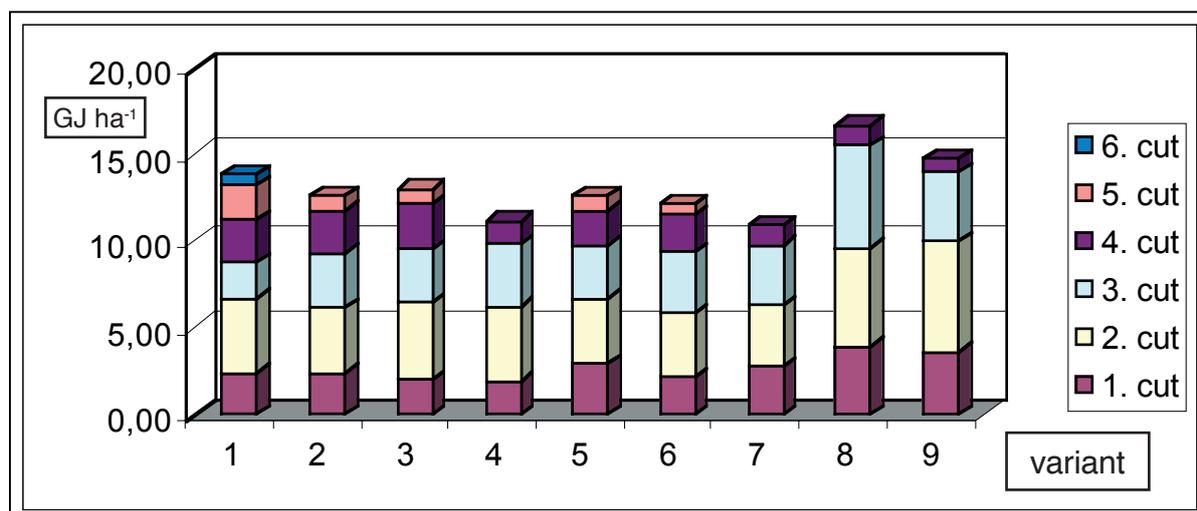


Abb. 1: Average dry matter yields for the different growths in t DM ha⁻¹ (2001 and 2002)

The use of legumes resulted in a great increase of productivity because of the much higher N efficiency, but there exists significant differences between white clover and lucerne. It seems to be absolutely crucial to use white clover based grassland swards with higher cutting frequency. Only 4 cuts and a late date of the first cut gave lowest DM and energy yields. Whereas lucerne used with 4 cuts per year and an early harvest of primarily growth had best results in this experiment. Even a late first cut had same DM and net energy yields like the most intensive grass variant.

4. Conclusion

Highest cutting frequency gave highest dry matter and energy yields of grass-based swards. Optimum date of first cut in intensive grassland has effects on energy density, but energy yield showed no differences. Similar observations could be made for the comparison of early and late cultivars of *Lolium perenne* under the conditions of this grassland site. Four cuts were too low, for producing highest dry matter and energy yields. Legume based grassland swards had much better results for nitrogen efficiency in South Germany. The use of legumes is to be forced even for reaching highest energy contents.

First observations in 2003, a year with an exceptional drought, show, that the advantage for legume based grassland swards compared with grass based swards is still higher than in the first two experimental years.

5. Abstract

The optimum management intensity of grassland swards is mainly judged by dry matter (DM)- and protein-yields. The efficiency of the applied nitrogen and technical equipment has to be considered for the sustainable use of grassland systems.

In an experiment in Aulendorf, South Germany, 9 different variants of grassland swards (late and early varieties of *Lolium perenne*, *Trifolium repens* and *Medicago sativa*) with different cutting frequencies (4 to 6 per year) and different date of first harvest of primary growth were compared and judged to their efficiency in view of yields of dry matter, crude protein and net energy. Moreover it has to be determined the N-efficiency and economic parameters like machinery costs and fertilization.

After 2 experimental years, first results of the on-going experiment show, that legume based grassland swards are much higher in N-efficiency than grass based swards (in average 50 kg DM kg⁻¹ N for grass-based swards compared with 130 for white clover and more than 200 kg DM kg⁻¹ N for lucerne). Dry matter yields were the highest in lucerne variants with 4 cuts, net-energy was the highest in grass-based swards with a high cutting frequency of 6 cuts. The results suggested, that the optimum intensity of grassland use in South-Germany depends on the reference factor. Highest quality in grassland growth will be obtained with high cutting frequency, highest N-efficiency by 4 cuts. Sustainable farming systems must be based on legumes.

References

- ELSAESSER, M. (1999) Auswirkungen reduzierter Stickstoffdüngung auf Erträge, Futterwert und Botanische Zusammensetzung von Dauergrünland sowie Nährstoffverhältnisse im Boden. Habilitationsschrift, Universität Hohenheim, Wissenschaftsverlag Dr. Fleck, Gießen.
- KELM, M., WACHENDORF, M., TROTT, H., VOLKERS, K. AND TAUBE, F. (2003) Energieeffizienz im Futterbau - Ergebnisse aus dem N-Projekt Karkendamm. Mitteilungen Pflanzenbauwissenschaften, 15, 202-204.
- WHITEHEAD, D.C. (1995) Grassland nitrogen. CAB International, Wallingford.

Die Güllespindel als Methode zur Schnellbestimmung des Gesamtstickstoffgehaltes von Rindergülle

Sabine Hähnlein, H. G. Kunz und M. Elsäßer

1. Einleitung und Problemstellung

Gülle kann erst durch die Kenntnis der Gülleinhaltsstoffe, insbesondere der Gehalte an Gesamt- und Ammoniumstickstoff als wertvoller organischer Volldünger genutzt werden. Die Schätzung des Gesamtstickstoffgehaltes auf Basis der Dichtebestimmung ist eine der bekannten Schnellbestimmungsmethoden.

In der Regel korreliert in sachgerecht aus vollständig homogenisierten Güllebehältern gezogenen Gülleproben, das spezifische Gewicht eng mit dem Gesamtstickstoffgehalt der jeweiligen Probe (SCHÖLLHORN, J., 1952, DEUTSCH, A. U. W. PUCHWEIN, 1983). GISIGER ging 1966 bei Rinder-Vollgülle (KOT & HARN) mit einem Trockensubstanzgehalt von ca. 11 % von einer Dichte bei ca. 1.030 bis 1.040 kg pro Kubikmeter aus.

2. Material und Methoden

Die vorliegende Berechnung der Korrelation von Gesamtstickstoff und spezifischem Gewicht basiert auf der Untersuchung von 126 Rindergülleproben aus dem Raum Aulendorf. Jede Probe wurde nach VDLUFA-Methoden auf N_{ges} , NH_4 , K_2O , CaO , MgO und P_2O_5 untersucht. Das spezifische Gewicht jeder Rindergülleprobe wurde in zwei Varianten (1 Teil Gülle zu 1 Teil Wasser und 1 Teil Gülle zu 2 Teilen Gülle-Verdünnung) jeweils in drei Wiederholungen mit einem Aräometer (Skala von 1000-1060 g/cm³ und Skalenschritten von 0,001 g/cm³) gemessen. Die Messung fand jeweils unter gleichen Bedingungen statt.

Die mit der Laboruntersuchung ermittelten Gesamtstickstoff-Werte wurden mit den zugehörigen Werten des spezifischen Gewichtes in Beziehung gesetzt.

Aus den Laboruntersuchungen von 926 Rindergülleproben aus dem Raum Aulendorf (Abbildung 2) wurden die Zusammenhänge zwischen dem Gesamtstickstoffgehalt und den Nährstoffgehalten (NH_4 , K_3O , CaO , P_2O_5 und MgO) berechnet. Somit kann von den Messwerten des spezifischen Gewichtes über die Dichtebestimmung auf die N_{ges} und NH_4 , K_3O , CaO , P_2O_5 und MgO -Gehalte geschlossen werden.



Abb. 1: Spindel (Aräometer*) mit einem mit verdünnter Rindergülle befüllten Messzylinder

*) Das Ablesen der exakten Werte ist bei diesem Aräometer etwas schwierig, für den Einsatz in der Praxis müssten handliche Spindeln am besten aus Plastik mit ausreichend großer, gut ablesbarer Messskala zur Verfügung stehen.

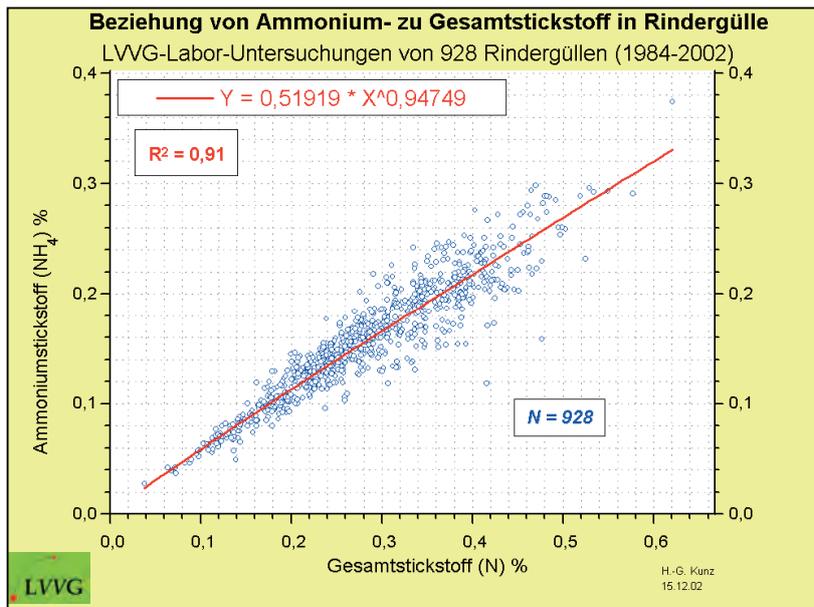


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Gesamtstickstoffgehalt und Ammoniumstickstoffgehalt. Datengrundlage sind 926 „unbehandelte Rindergüllen“ die im Labor der LVVG Aulendorf untersucht wurden.

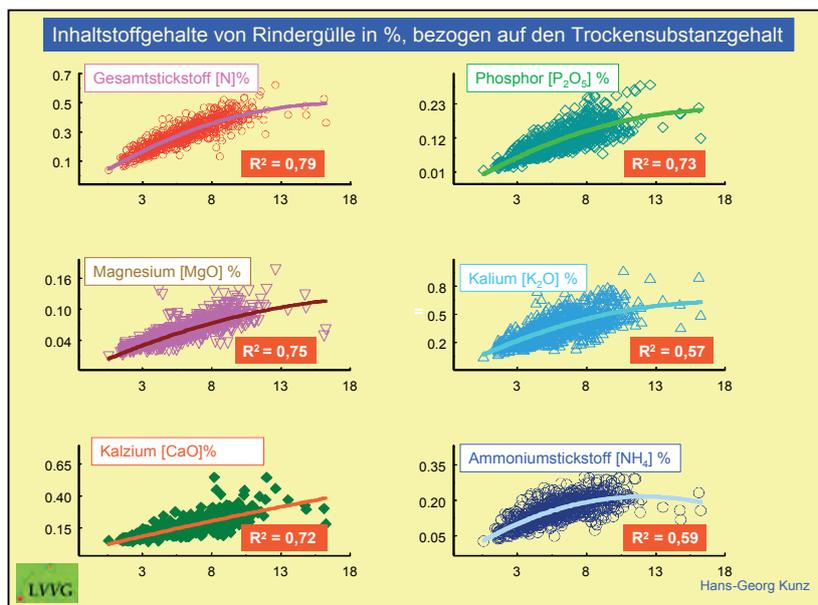


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Trockensubstanzgehalt und den relevanten Nährstoffen in Rindergülle. Datengrundlage sind 926 „unbehandelte Rindergüllen“ die im Labor der LVVG Aulendorf untersucht wurden. Die Nährstoffgehalte sind in Prozent in der unverdünnten Frisch-Gülle angegeben.

3. Ergebnisse und Diskussion

Wie aus den Darstellungen 4 und 5 ersichtlich besteht eine Beziehung zwischen Dichte und Gesamtstickstoffgehalt. Die errechnete Korrelation lag bei den 60 zur besserer „Spindelbarkeit“ 1:2 mit Wasser verdünnten Rindergüllen mit $R^2 = 0,60$ und bei allen im Rahmen der vorliegenden Arbeit „gespindelten“ Rindergüllen bei einem R^2 von 0,70. Die zugrundeliegende Datenmenge ist mit insgesamt 126 untersuchten, bzw. „gespindelten“ Rindergüllen zu gering um als Grundlage für eine Praxismethode mit akzeptabler Genauigkeit der Werte zu dienen.

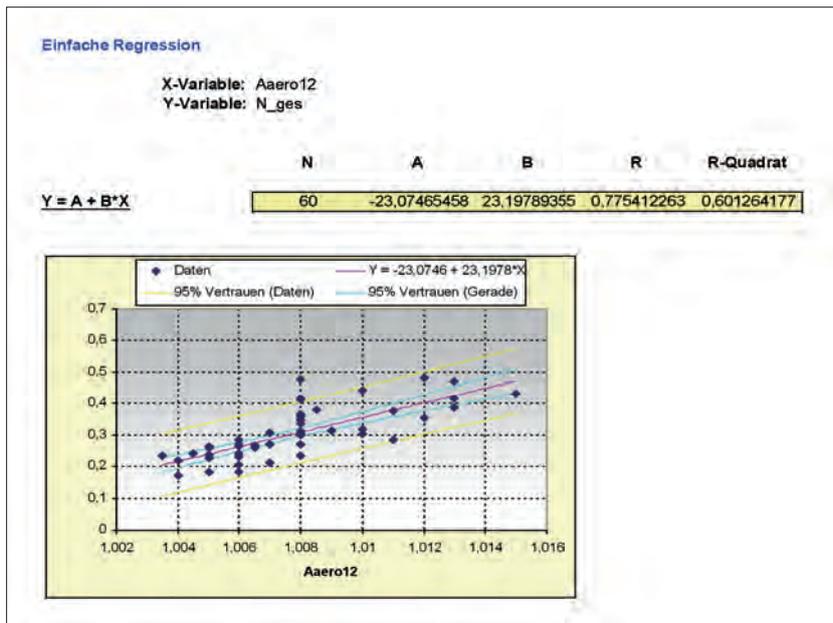


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Dichte und Gesamtstickstoffgehalt, (60 Rindergüllen im Verhältnis 1 Teil Gülle, zwei Teile Wasser gemischt, die Gesamtstickstoffwerte (N_{ges}) sind in Prozent in der unverdünnten Frisch-Gülle berechnet.

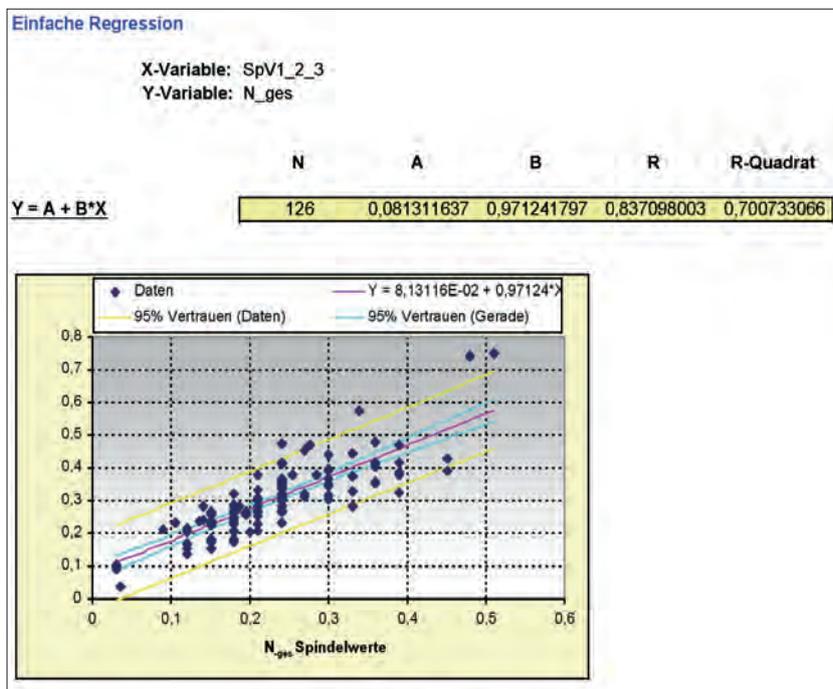


Abb. 5: Zusammenhang zwischen den über die nach der VDLUFA-Methode und den mit der Spindel (Dichte) ermittelten Gesamtstickstoffgehalt bei 126 Rindergüllen unterschiedlichen Verdünnungsgrades. Die Gesamtstickstoffwerte (N_{ges}) sind in Prozent in der unverdünnten Frisch-Gülle berechnet.

4. Schlussfolgerung

Die durchgeführte Untersuchung lässt noch keine für die landwirtschaftliche Praxis hinreichend genaue Schätzung des Gesamtstickstoffgehaltes von Rindergülle auf Basis der Dichtebestimmung zu.

Um die Datenbasis zu erweitern wird an der LVVG Aulendorf ein Teil der mit der Standardmethode untersuchten Gülleproben weiterhin zusätzlich „gespindelt“.

Außerdem muss für den Einsatz in der Praxis eine handliche Spindel, am besten aus Plastik mit einer ausreichend großen, gut ablesbaren Messskala zur Verfügung gestellt werden.

Grundlage für den sinnvollen Einsatz jeder Gülleuntersuchung und damit auch dieser Schätzmethode ist jedoch vor allem die Qualität der Gülleprobe.

LITERATUR

- DEUTSCH, A. UND W. PUCHWEIN, 1983: Die Güllefibel. Eine Anleitung zur besseren und umweltfreundlichen Verwertung diverser Düngemittel sowie zur raschen und einfachen Einschätzung des Nährstoffgehaltes aller Gülle- und Jauchearten. Leopold Stocker Verlag.
- GISIGER, L., 1961: Neue Erkenntnisse über die Bereitung der Gülle und ihre zweckmäßige Anwendung. Bericht über die 3. Arbeitstagung „Fragen der Güllerei“, Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.
- KUNZ, H.-G., 2003, Chemie und Biologie der Gülle, Seminarunterlagen für Gülleseminar am 6. März 2003 an der LBL Lindau, CH.
- SCHÖLLHORN, J., KUNZ, H.-G., VAN DER HEGHE, H UND P. DITTER, 1986: Schätz- und Schnellbestimmungsmethoden für den Nährstoffgehalt von Flüssigmist. KTBL-Arbeitsblatt, 1986, Lfd. Nr. 0219, Sonderdruck aus Landtechnik, Heft 2.

Auswirkungen der Gülleausbringetechnik auf den Grünlandertrag

J. Kiefer*, A. Zeller**, H.G. Kunz***, M. Elsäßer***

*Regierungspräsidium Tübingen, **ALLB Ravensburg, ***LVVG Aulendorf

1. Einleitung und Problemstellung

Die Reduzierung der gasförmigen Stickstoffverluste bei der Gülleausbringung ist erklärtes umweltpolitisches Ziel. Die Verluste fallen umso geringer aus, je näher die Gülle am Boden platziert wird. In der Praxis erfolgt die Gülleausbringung auf Grünland noch mit einem breiten Spektrum von Ausbringaggregaten. Die herkömmliche Technik mit breitflächiger Ausbringung durch Prallkopf oder Prallteller etc. wird jedoch zunehmend abgelöst durch bodennahe Ausbringverfahren mittels Schleppschauch oder Schleppschuh. Im Antragsjahr 2003 wurde in Baden - Württemberg die Gülle von ca. 77 100 GV umweltfreundlich ausgebracht, dies entspricht einer Güllemenge von 1 773 000 m³. Legt man bei den zuvor genannten Zahlen einen Viehbesatz von 1,5 GV pro ha zugrunde, so ist für Baden - Württemberg eine Fläche von 51 400 ha einbezogen. Welche Auswirkungen ergeben sich nun aus der Verwendung solcher bodennahen und umweltschonenden Gülleausbringverfahren auf die Erfolgsparameter der Grünlandnutzung und insbesondere auf den Ertrag? Muss bei der umweltgerechten Gülleausbringung mit botanischen Veränderungen des Grünlandbestandes gerechnet werden? Zur Untersuchung dieser Fragen wird seitens der Officialberatung Baden - Württembergs seit dem Jahr 1998 ein umfangreicher Exaktversuch auf dem zentralen Grünlandversuchsfeld in Kißlegg durchgeführt. Über die Ergebnisse nach sechs abgeschlossenen Versuchsjahren wird im Folgenden berichtet.

2. Material und Methoden

Im Versuch werden die folgenden acht Ausbringungsvarianten geprüft:

V1: Prallkopf (Gülle wird von oben nach unten auf den Bestand gespritzt)

V2: Prallteller (Gülle wird in die Luft geschleudert)

V3: Pralltellergestänge (mehrere Prallteller an einem Seitengestänge verteilt)

V4: Schleppschuh (unmittelbar nach der Ernte)

V5: Schleppschauch

V6: Mineraldüngung

V7: Prallkopf + Mineraldüngung (Entzugsdüngung)

V8: Schleppschuh (mit verspäteter Ausbringung: 8-10 Tage nach V4).

Die Variante 8 wurde aufgenommen, um zu untersuchen, in wie weit die vorliegenden schlechteren Ertragsergebnisse von Schleppschuhausbringung, damit zusammenhängen, dass bei dieser Variante die Güllegabe meistens nicht sofort nach der Futterernte, sondern erst ca. 10 Tage danach in den wachsenden Bestand erfolgt.

Die Versuchsanlage befindet sich auf dem zentralen Grünlandversuchsfeld in Kißlegg im württembergischen Allgäu auf Parzellen mit jeweils 12 m Breite und 20 m Länge bei 3 Wiederholungen. Der Standort liegt auf 650 m Höhe mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7°C und einem Jahresniederschlag von 1200 mm. Der vorherrschende Bodentyp ist eine tiefgründige Braunerde mit der Bodenart sandiger Lehm (sL).

Ausbringgerät, Nährstoffmengen und Versuchsgülle

Für die Durchführung der Gülleausbringung bei den jeweiligen Varianten, wurde das Güllefass des Grünlandversuchsfeldes aufwändig umgebaut und mit den entsprechenden Ausbringaggregaten versehen. Zusammen mit der elektronischen Durchflussmengenregulierung ist es mit diesem Grundgerät möglich, alle Varianten innerhalb eines halben Tages zu begüllen. Jährlich sind 5 Nutzungen vorgesehen, zu jeder Nutzung erfolgt die Düngung baldmöglichst nach dem vorausgegangenen Schnitt (mit Ausnahmen von V8). Ein etwaiger 6. Aufwuchs erhält keine Düngung mehr. Die Güllemenge richtet sich nach den Vorgaben für die N - Düngung entsprechend den hiesigen Beratungsgrundlagen und ergibt 248 kg/ha N, die noch um einen Risikoabschlag für Wasserschutzgebiete auf insgesamt 210 kg/ha N verringert wurde.

Der durchschnittliche Nährstoffgehalt der Versuchsgülle betrug 2,27 kg Gesamt - N; 1,23 kg NH₄ - N; 0,91 kg P₂O₅; 2,81 kg K₂O und 0,46 kg MgO pro m³ bei einem TS - Gehalt von 3,8 %. Für den berechneten N - Bedarf war während der bislang sechs Versuchsjahre von 1998 bis 2003 eine durchschnittliche Güllegabe von 113 m³ pro Vegetationsperiode erforderlich. Diese Menge wird verteilt auf Gaben von 4 x 25 und 15 m³/ha. Die Gülle wurde vor jeder Gabe untersucht, bei größeren Abweichungen vom unterstellten N - Gehalt erfolgte eine Anpassung der Ausbringmenge. Bei den Grundnährstoffen wurden mit der o.g. Güllemenge 113 kg P₂O₅, 450 kg K₂O und 60 kg MgO ausgebracht. Diese Nährstoffmengen liegen ungefähr in Höhe der Nährstoffabfuhr, nur bei K₂O sind Sie deutlich höher.

Tabelle 1 vergleicht außerdem die durchschnittliche, jährliche Grundnährstoffgabe in kg/ha bei Mineraldüngung und Gülledüngung: P₂O₅ 123 bzw. 100; K₂O 376 bzw. 353 und MgO 54 bzw. 53. Diese Gesamtansicht der tatsächlich verabreichten Nährstoffmengen zeigt, dass zwischen der Mineral- und der Gülledüngung nur unwesentliche Unterschiede bestehen, so dass bei der Versuchsdurchführung der Anspruch der Nährstoffgleichheit gewährleistet ist. Alle Güllevarianten haben innerhalb eines Versuchsjahres exakt die gleichen Nährstoffmengen erhalten.

Tab. 1: Vergleich der Nährstoffmengen von Gülle- und Mineraldüngervariante

Varianten	N	P2O5	K2O	MgO
Mineraldüngung	210	123	376	54
Güllevarianten 1)	204	100	353	53

1) Netto-N unter Berücksichtigung von 20% Ausbringungsverlusten

Die Erfassung der botanischen Zusammensetzung des Grünlandbestandes hinsichtlich der Ertragsanteile von Gräsern, Kräutern und Klee erfolgte jährlich jeweils zum 3. Schnitt mit der Methode nach Klapp/Stählin.

3. Ergebnisse und Diskussion

Entwicklung des Pflanzenbestandes

Die Ertragsanteile des Anfangsbestandes (Schwankungsbereich in Klammern) waren bei Gräsern 78 % (75 bis 80 %), bei Kräutern 20 % (17 bis 22 %) und bei Klee 2 % (1 bis 3 %). Die Ausgangsfläche repräsentiert somit den praxisüblichen Grünlandbestand einer intensiv genutzten Silagewiese der Region.

Der im Jahr 2003 erfasste Bestand (Tabelle 2) ergab im Durchschnitt aller Varianten bei Gras 59%, bei Kräutern 28 % und bei Klee 13 %. Aus produktionstechnischer Sicht trat also eine zu starke Absenkung des Grasanteils und eine ungewollte, weitere Erhöhung des Kräuteranteils ein. Bei den Güllevarianten zeigt sich eine zu starke Abnahme des Grasanteils, die beim Prallteller stärker ausfällt als beim Schleppschlauch. Der Kräuteranteil wird auf der Versuchsfläche v.a. durch Löwenzahn repräsentiert. Die Versuchsergebnisse bestätigen Ergebnisse, wonach bei Gülledüngung im Vergleich zur Mineraldüngung der Gräseranteil stärker abnimmt, der Kräuter- und Kleeanteil dagegen stärker zunimmt.

Vergleich der Trockenmasse (TM) - und Rohprotein (RP) - Erträge

Beim TM Ertrag (Abbildung 1) lag der Schwankungsbereich zwischen den Varianten im Versuchsdurchschnitt zwischen 136,1 dt/ha und 116,5 dt/ha. Wie erwartet lieferte die Mineraldüngervariante dabei den Höchstertrag, während der Durchschnittsertrag der Güllevarianten 121 dt/ha betrug und somit 89 % des Ertrages der Mineraldüngervariante ausmachte. Dieser Mineraldüngergleichwert von 89 % lag in den ersten Versuchsjahren bei lediglich ca. 80 %, d.h. bei langjähriger Gülledüngung verbessert sich deren Nährstoffwirkung kontinuierlich (s.a. Elsässer et al., 1995; Elsässer, 2001).

Tab. 2: Entwicklung des Pflanzenbestandes bei ausgewählten Varianten, jeweils zum dritten Schnitt 1998, 2001 und 2003, Ertragsanteile in %

	Leguminosen %			Kräuter %			Gräser %		
	1998	2001	2003	1998	2001	2003	1998	2001	2003
Prallteller	2	14	12	19	32	38	79	54	49
Schleppschlauch	1	10	17	20	36	27	79	54	56
Mineraldüngung	1	5	11	22	20	20	77	75	69

Obwohl die Entzugsdüngung (Var.7) eine erhöhte N - Menge von 248 kg N pro ha und Jahr (210 kg aus Gülle mit Prallkopf und 38 kg mineralisch) erhielt, erreichte sie trotzdem nur 129 dt/ha hinter der Schleppschuhvariante mit 131 dt/ha. Die Pralltellerausbringung mit 117 dt TM Ertrag schnitt am schlechtesten ab. Der Vergleich zwischen Var. 4 (Schleppschuh, 131 dt) und Var. 8 (Schleppschuh mit 10 Tage späterer Ausbringung, 122 dt) zeigte klare Vorteile für V 4. Daraus ergibt sich, dass ein verspäteter Ausbringzeitpunkt beim Schleppschuh zu Ertragseinbußen führt. Zur Ermittlung der Relativzahlen in Abb. 1 wurde der Gesamtdurchschnitt aller Varianten in Höhe von 124 dt/ha TM gleich 100 % gesetzt.

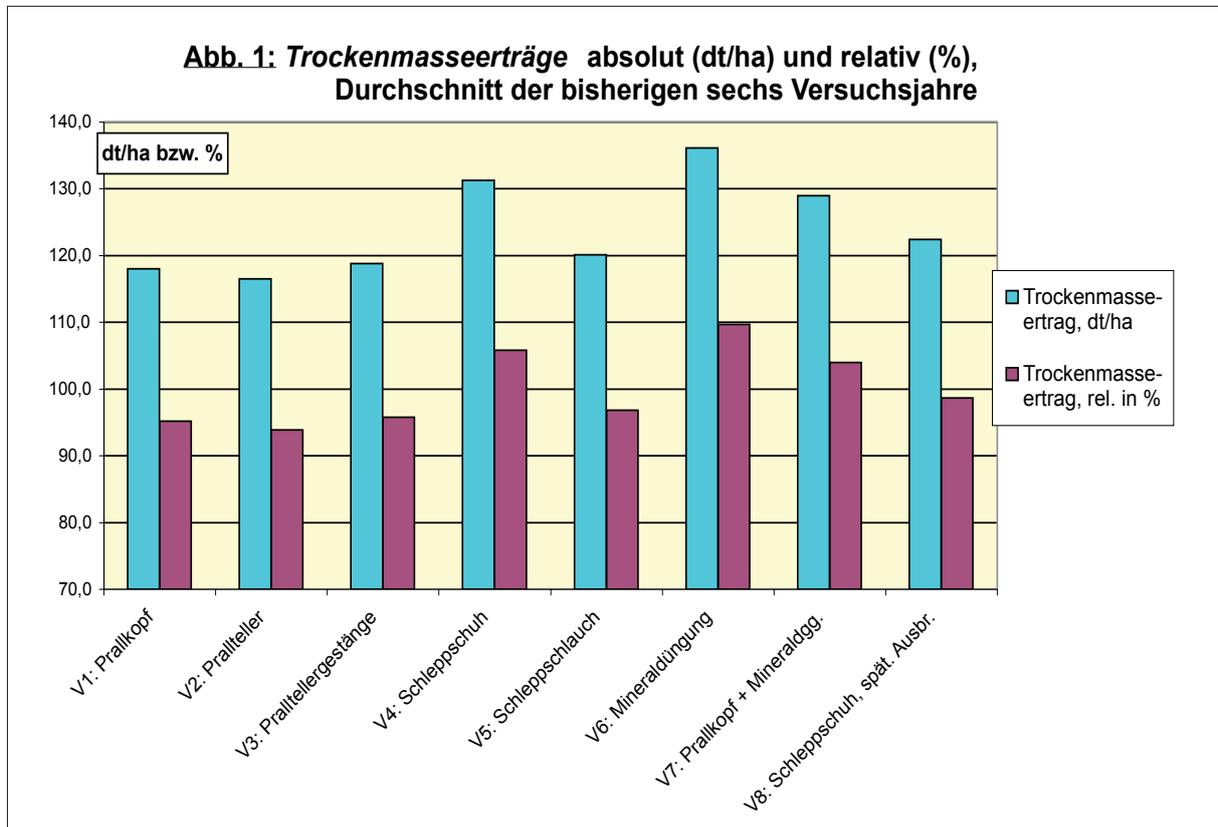


Abb. 1: Trockenmasseerträge absolut (dt/ha) und relativ (%), Mittel 1998 - 2003

Beim *Rohprotein*ertrag lag der Schwankungsbereich zwischen den Varianten im Versuchsdurchschnitt zwischen 25,1 dt/ha und 21 dt/ha. Den Höchstertrag erzielte die Mineraldüngervariante, gefolgt von Schleppschuh und Schleppschuh mit späterer Ausbringung, während V 7 Prallkopf mit Mineraldüngung hier nur Platz 4 belegt. Schleppschlauch mit 22,2 dt/ha sowie Prallkopf und Prallteller liegen deutlich darunter. Bei den Relativzahlen wurde der Gesamtdurchschnitt von 22,5 dt/ha gleich 100 % gesetzt.

Es bleibt festzuhalten, dass sich beim Trockenmasse- und Rohprotein ertrag im wesentlichen dieselbe Rangfolge der Varianten ergibt mit den höchsten Erträgen für Mineraldüngung, gefolgt von Schleppschuh und Schleppschlauch. Die niedrigsten Erträge liefert das offensichtlich verlustreichste System Prallteller.

Vergleich der Erträge bei breitflächiger und bei bodennaher Gülleausbringung

Um zu einer klaren Beratungsaussage zu gelangen, werden abschließend die herkömmlichen Varianten V 1 und V 2 (Prallkopf und Prallteller) rechnerisch zum Verfahren „breitflächige Ausbringung“ addiert und mit den umweltschonenden Varianten V 4 und V 5 (Schleppschuh und -schlauch = „bodennahe Ausbringung“) verglichen. Dabei zeigte sich die bodennahe Ausbringung mit 125,7 dt/ha TM - Ertrag der breitflächigen mit 117,3 dt/ha deutlich überlegen. Auf den Durchschnittsertrag bezogen beträgt das Verhältnis 101,4 % zu 94,5 %. Der Rohprotein ertrag ergibt 23,3 dt/ha (101,3 %) bzw. 21,4 dt/ha (93 %) zugunsten der bodennahen Ausbringung. Insgesamt kann somit nach sechs abgeschlossenen Versuchsjahren der bodennahen Ausbringung ein TM-Mehrertrag von 7 % und ein Rohprotein - Mehretrag von 8 % attestiert werden, s. Abb. 2.

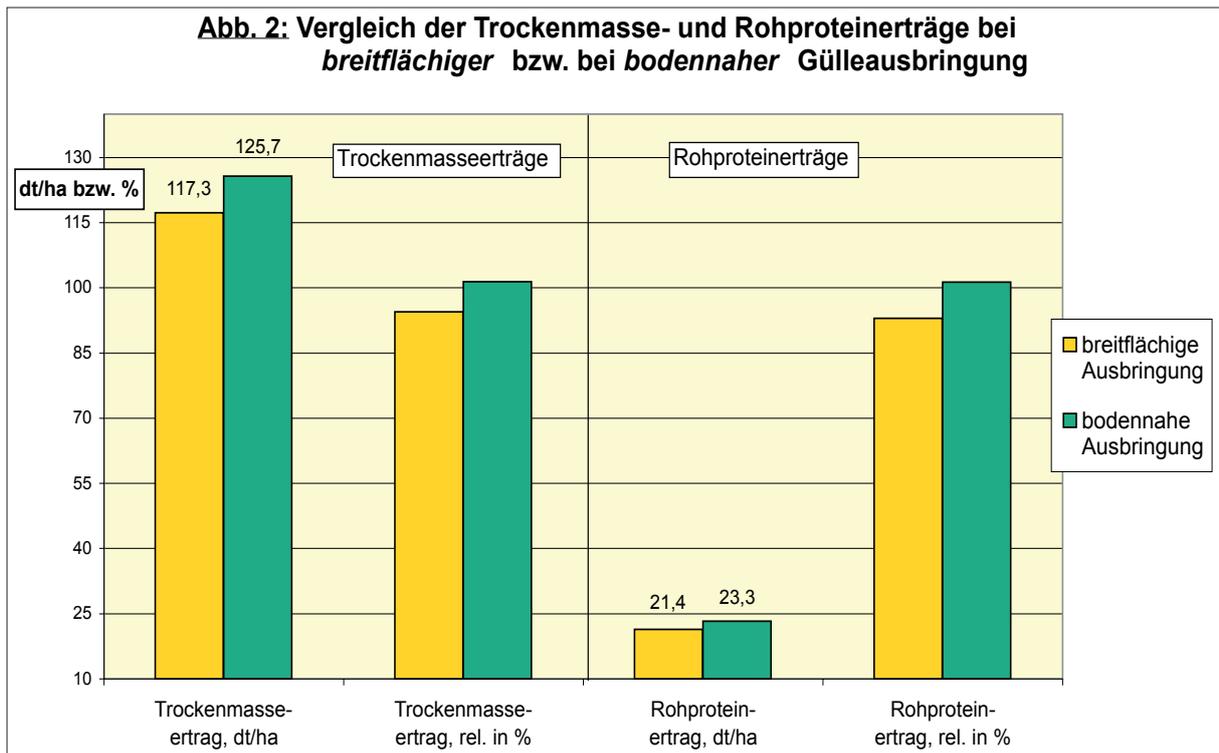


Abb. 2: Vergleich der Trockenmasse - und Rohproteinträge bei breitflächiger bzw. bei bodennahe Gülleausbringung

4. Schlussfolgerungen

In der Praxis haben bei der Gülleausbringung auf Grünland der Prallteller und der Schleppschlauch bislang die größte Bedeutung. Unter den geschilderten Versuchsbedingungen mit einer dünnen Gülle um 4 % TS, war die Schleppschlauchausbringung beim Trockenmasse- und beim Rohproteintrag dem Prallteller überlegen. Schleppschuhverteiler lieferten auf Grünland den höchsten Ertrag unter den Güllevarianten. Durch die bodennahe Ausbringung einer dünnflüssigen Gülle in angemessenen Gaben und bei geeigneten Witterungsbedingungen, sind im Versuch keine Schäden an der Grasnarbe entstanden. Für die Zukunft ist anzunehmen, dass der Anteil der bodennahen Ausbringverfahren weiter zunimmt.

Literatur

- ELSÄSSER, M., 2001: Güllendüngung und Artenschutz - ein unlösbarer Widerspruch? Berichte über Landwirtschaft, 79, 1, 20-44.
- ELSÄSSER, M., KUNZ, H.G. & G. BRIEMLE, 1995: Unterschiedliche technische Behandlung von Gülle und deren Auswirkungen auf intensiv genutztes Dauergrünland. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 174, 253-264.

Kalkulation von Futterwert und Siliereignung autochthoner Mischbestände des Dauergrünlandes auf der Grundlage dynamischer Nährstofftabellen für einzelne Pflanzenarten

Lisa Dittmann und Renate Bockholt

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

1. Einleitung und Problemstellung

Die moorschonende halbextensive Bewirtschaftung von Dauergrünlandflächen führt in zunehmendem Maße zur Etablierung autochthoner Mischbestände, deren Produktivitäts- und Futterqualitätsdynamik im Verlaufe des ersten Aufwuchses relativ unbekannt aber nutzungsbestimmend sind. Botanische Zusammensetzung und Schnittzeitpunkt bzw. Beweidungstermin beeinflussen entscheidend den Futterwert sowie die Siliereignung des Ernteguts. Ein- oder Nachsaaten von Weidelgräsern in bodenständiges Quecken-Rispen-Grasland stellen u. a. geeignete Möglichkeiten zur Bestandesaufwertung dar. Die zeitliche Veränderung der Futterqualitätsparameter solcher Dauergrünlandbestände ist für den Praktiker von betriebswirtschaftlichem Interesse. Es wird deshalb in diesem Beitrag ein Kalkulationsschema vorgestellt, mit dessen Hilfe tabellarisch und grafisch Verlaufskurven von Futterqualitätsparametern für bodenständige Mischbestände aus den Parametern der beteiligten Species (Bockholt; Buske, 1997) geschätzt werden können.

2. Material und Methoden

Ausgehend von pflanzenartenspezifischem Probematerial aus 3-jähriger Entnahme auf 4 verschiedenen Niedermoorstandorten (Bockholt, 2001) sowie der 2-jährigen Beprobung von *Lolium multiflorum* und *Lolium perenne* (Grund, Bockholt; 2002) jeweils in wöchentlichen Abständen wurde eine Datenbank mit den wesentlichen Parametern der Futterqualität und Siliereignung (s. Tab. 1) für die 1. bis 11. Woche nach dem 1. Mai erstellt.

Tab.1 Berücksichtigte Parameter

Merkmal	Mengeneinheit	Merkmal	Mengeneinheit
Vegetationsstadium der Spezies		Verdaulichkeit	VK (%)
Wuchshöhe	Höhe (cm)	Energiedichte	MJ NEL/kg TM
Trockensubstanzgehalt	TS (%)	Energiedichte	ME MJ/kg TM
Rohprotein	RP (g/kg TM)	Wasserlösliche Kohlenhydrate (Z)	WIK (g/kg TM)
Rohfaser	RF (g/kg TM)	Pufferkapazität (PK)	PK (g MS/kg TM)
Rohasche	RA (g/kg TM)	Z/PK - Quotient	Z/PK
Cellulaselöslichkeit	Cl.-Lös.(%)	Nitratgehalt	NO3 (g/kg TM)

Verdaulichkeit und Energiedichte wurden mit Hilfe der Cellulasemethode nach Friedel (1990) geschätzt. Die Bearbeitung dieser, jederzeit erweiterbaren Datenbasis (sie enthält gegenwärtig 42 Species, s. Tab. 2) im Rahmen einer MS-EXCEL-Arbeitsmappe hatte das Ziel, ein einfaches Beurteilungsinstrumentarium für bodenständige Mischbestände (evt. mit Einsaat von *Lolium perenne* oder *Lolium multiflorum*) im Wachstumsverlauf bis zum 1. Schnitt zu schaffen. Genutzt werden hierbei vor allem die technischen Möglichkeiten von MS-EXCEL bezüglich umschaltbarer Pivot-Tabellen, Kombinationsfeldauswahl sowie Schalter zur Ausführung aufgezeichneter Makros. Über das Deckblatt der Mappe wird der Nutzer nach Betätigen des Schalters „Wöchentliche Veränderung der Parameter im 1. Aufwuchs“ zu dem Arbeitsblatt „Berechnung“ geführt, welches Auswahlmöglichkeiten für

- 1) das Futterqualitätsmerkmal
- 2a) die Pflanzenarten (maximal 10 verschiedene) sowie Eingabe von deren Frischmasseanteil in % bzw.
- 2b) vorgewählte Beispiele von Pflanzengesellschaften enthält (s. Abb. 1).

Nach jeder Änderung von Auswahl- oder Eingabeinformationen wird die Situation automatisch neu kalkuliert, tabellarisch und grafisch dargestellt. Da eine Beurteilung der Energiedichte und eine Schätzung

des Ertragsniveaus von besonderem Interesse sind, werden diese nach einem Betätigen der entsprechenden Schalter parallel für die ausgewählte Pflanzengesellschaft angezeigt (s. Abb. 2 und Abb. 3).

Tab. 2 Erfasste Species

Lfd. Nr.	Latein	Deutsch	Lfd. Nr.	Latein	Deutsch
1	<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge	22	<i>Festuca rubra</i>	Rot-Schwingel
2	<i>Filipendula ulmaria</i>	Echtes Mädesüß	23	<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich
3	<i>Poa annua</i>	Einjähriges Rispengras	24	<i>Rumex obtusifolius</i>	Stumpfblättriger Ampfer
4	<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Binse	25	<i>Caltha palustris</i>	Sumpf-Dotterblume
5	<i>Glyceria fluitans</i>	Futender Schwaden	26	<i>Lotus uliginosus</i>	Sumpf-Hornklee
6	<i>Elytrigia repens</i>	Gemeine Quecke	27	<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge
7	<i>Achillea millefolium</i>	Gemeine Schafgarbe	28	<i>Stellaria media</i>	Vogel-Sternmiere
8	<i>Symphytum officinale</i>	Gemeiner Beinwell	29	<i>Angelica sylvestris</i>	Wald-Engelwurz
9	<i>Taraxacum officinale</i>	Gemeiner Löwenzahn	30	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Wald-Simse
10	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Gemeines Hirtentäschel	31	<i>Glyceria maxima</i>	Wasser-Schwaden
11	<i>Poa trivialis</i>	Gemeines Rispengras	32	<i>Lamium album</i>	Weißes Taubnessel
12	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gemeines Ruchgras	33	<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras
13	<i>Juncus articulatus</i>	Glieder-Binse	34	<i>Heracleum sphondylium</i>	Wiesen-Bärenklau
14	<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	35	<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz
15	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Knick-Fuchsschwanz	36	<i>Anthriscus sylvestris</i>	Wiesen-Kerbel
16	<i>Cirsium oleraceum</i>	Kohl-Kratzdistel	37	<i>Poa pratensis</i>	Wiesen-Rispengras
17	<i>Rumex crispus</i>	Krauser Ampfer	38	<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer
18	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	39	<i>Carex nigra</i>	Wiesen-Segge
19	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasen-Schmiele	40	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras
20	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	41	<i>Lolium multiflorum</i>	Weisches Weidelgras
21	<i>Festuca arundinacea</i>	Rohr-Schwingel	42	<i>Lolium perenne</i>	Deutsches Weidelgras

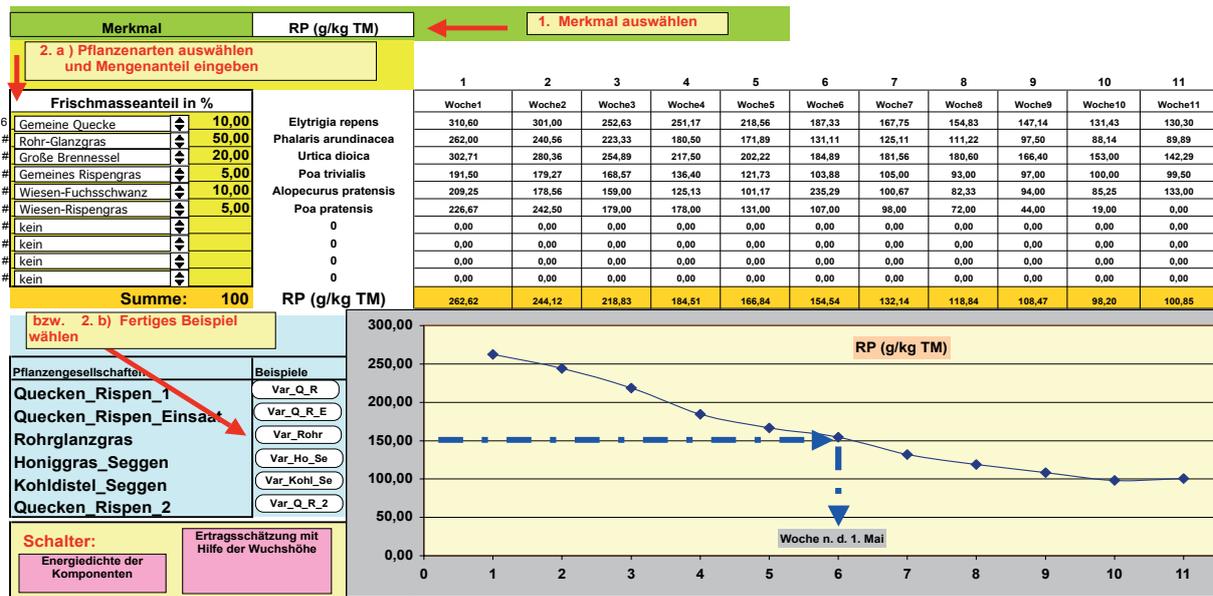
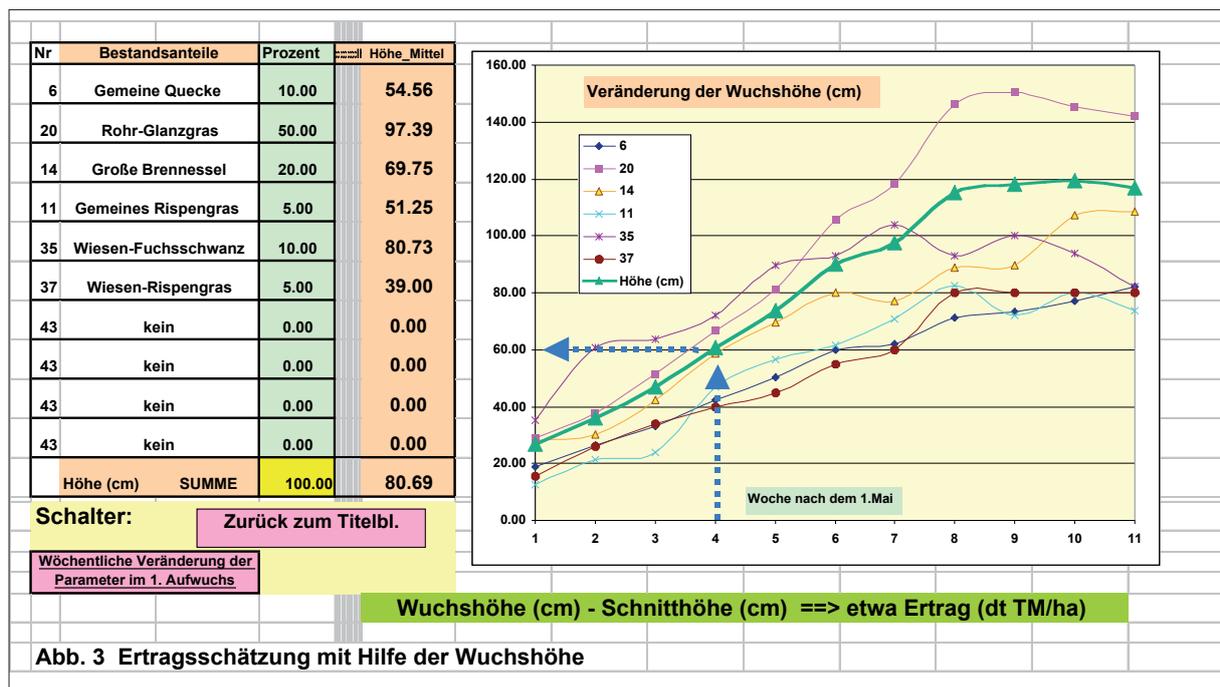
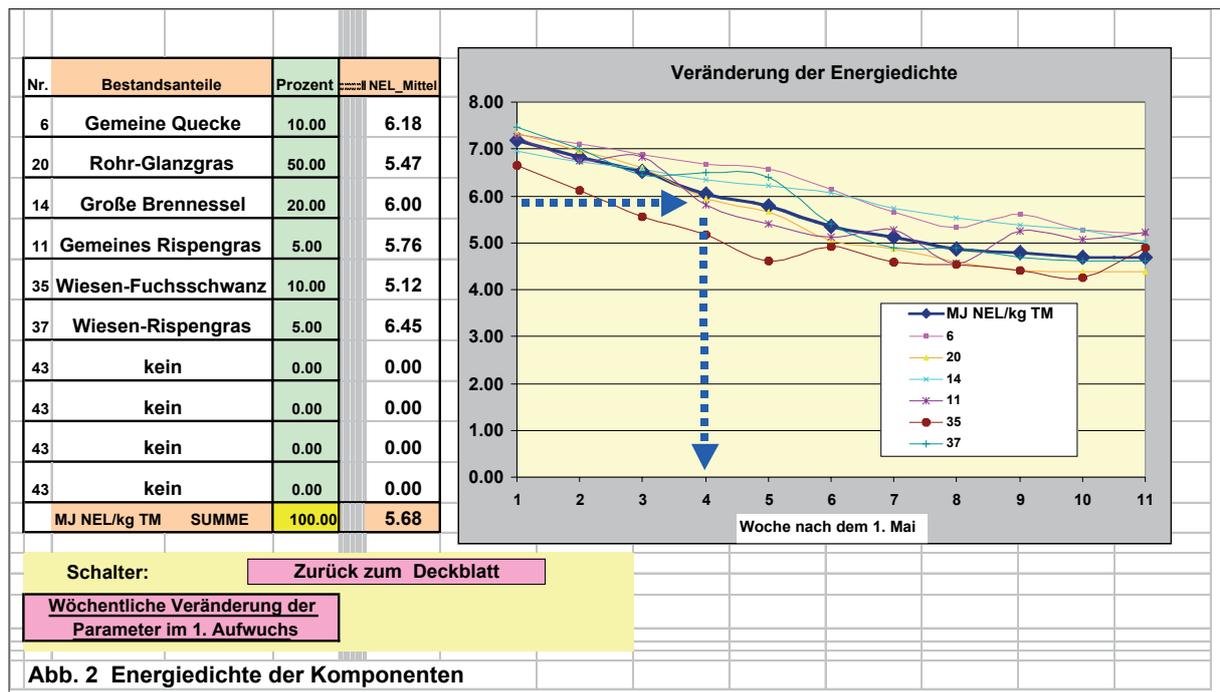


Abb. 1 MS-EXCEL-Arbeitsblatt mit Auswahlmöglichkeiten

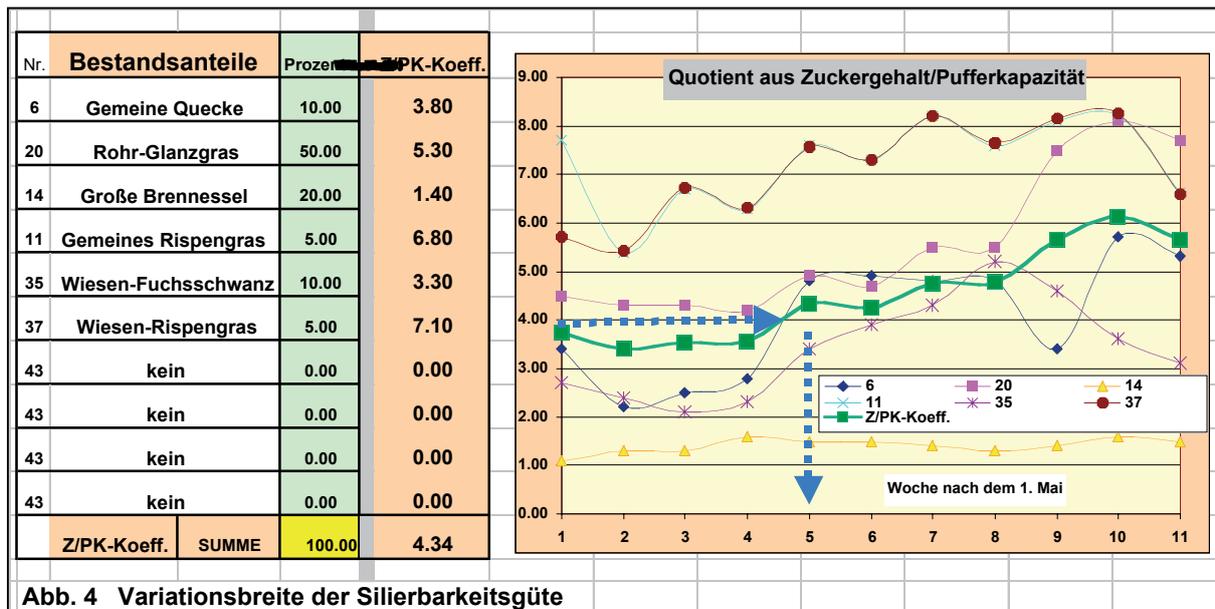
3. Ergebnisse und Diskussion

Nach einer Arteninventur (Hauptbestandbildner) von relativ homogenen Teilflächen können somit flächenspezifisch eine Prognose über die zeitlichen Veränderungen von Futterqualität und Ertragshöhe als auch eine Beurteilung des Bestandes zu bestimmten beabsichtigten Schnittzeitpunkten erfolgen. In dem in Abb. 1 verwendeten Demonstrationsbeispiel wird die Dynamik des Rohproteinanteils [g RP/kg TM] einer Rohrglanzgrasgesellschaft verfolgt. Ein Mindestgehalt von 150 g RP/kg TM wird bis zur 6. Woche nach dem 1. Mai überschritten. Parallel dazu ergibt sich aber für den gleichen Pflanzenbestand, dass bereits am Ende der 4. Woche nach dem 1. Mai (also Ende Mai) der Abfall der Energiedichte die

Mindestforderung von 6 MJ NEL/ kg TM erreicht (s. Abb. 2). Die Energiedichte stellt somit den Problemfaktor dar. Zu diesem Zeitpunkt ist bei gutem Bestand mit ca. 50 dt TM/ ha zu rechnen (s. Abb. 3).



Je nach der angestrebten Nutzungsform ist der optimale Schnitttermin voraus abschätzbar. Bestimmte Anforderungen an die Futterqualität aus der Sicht der Tierernährung können leichter berücksichtigt und erfüllt werden. Bestände mit einem Quotienten aus Zuckergehalt und Pufferkapazität von mindestens 4 sind zur Silierung geeignet (s. Abb. 4). In Abhängigkeit vom bestimmaren Entzug der Grundnährstoffe kann die Düngungsstrategie gewählt werden. Durch Maßnahmen der Wasserregulierung lassen sich wertvolle Bestandsbildner fördern – der Effekt wird hiermit abschätzbar. Der Schnitttermin beeinflusst das Regenerationsvermögen verschiedener Species unterschiedlich und sollte ebenfalls zur Regulierung einer beabsichtigten Pflanzengesellschaft herangezogen werden. Auswirkungen einer Nach- bzw. Einsaat von Weidelgräsern lassen sich futterqualitäts- und mengenmäßig abschätzen.



4. Schlussfolgerungen

Das hier im Ansatz entstandene Instrumentarium zur extensiven Bestandesführung auf Dauergrünlandflächen ist nach einer Ergänzung weiterer Species, der Überprüfung und gegebenenfalls Korrektur der Datenbankwerte sowie ihrer standortspezifischen Differenzierung vielfältig nutzbar. Die angesprochenen, noch erweiterbaren Nutzungsmöglichkeiten dieses Kalkulations- und Bewertungswerkzeugs lassen aber auch einen bestimmten Forschungsbedarf erkennen

Literatur

- Bockholt, R. (2001); Futterwert und Siliereignung der häufigsten autochthonen Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes. Arch. Acker-Pfl. Boden, Vol.47, pp.183 –199.
- Bockholt; R. und Buske, F. (1997) Variationsbreite des Futterwertes von Niedermoorgrünland unter Berücksichtigung der häufigsten autochthonen Pflanzen; Zeitschrift „Das wirtschaftseigene Futter“ Bd. 43; H.1; S. 5 –20.
- Friedel, K. (1990); Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulase-methode. Wiss. Z. Univ. Rostock, Nat.Reihe, 39, 78-86.
- Grund, C. und Bockholt, R. (2002); Futterqualität und Siliereigenschaften von Lolium multiflorum im Vergleich zu drei bodenständigen Grasarten eines Niedermoors (Phalaris arundinacea, Elytrigia repens und Hölcus lanatus). AG für Grünland und Futterbau, Referate und Poster der 46. Jahrestagung, Rostock, Uni. Rostock , 88-91.

Stand und Perspektiven der Gräserzüchtung

S. Hartmann

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ)
der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Freising

1. Einleitung

Die gezielte Sortenzüchtung bei Gräserarten ist vergleichsweise jung. Die heute aktiven Züchtungsfir-
men entstanden in der Regel aus Vermehrungszusammenschlüssen, denen die Qualität des jeweils
erhältlichen Saatgutes nicht mehr genügte. So wurde z.B. die DSV-Lippstadt 1923 oder DLF-Trifolium
1906 gegründet. Die Saatzucht Steinach (gegründet 1911) bildet hier insofern eine Ausnahme, als
zuerst mit der Züchtung begonnen wurde und die Vermehrungsorganisation sich erst in einem zweiten
Schritt entwickelte. Von Anfang an stand aber stets der Qualitätsgedanke mit dem Wunsch nach ertrag-
reichem, an die jeweilige Umwelt und Nutzung angepasstem Saatgut im Zentrum.

2. Vergleich der Zuchtfortschritte bei Futterpflanzen und Getreide

Vergleicht man die Zuchtfortschritte für das Merkmal Ertrag bei Getreide und Gräsern an Hand der
in der BRD zugelassenen Sortenspektren von Winterweizen und Deutschem Weidelgras, so beträgt
der Ertragsfortschritt bei Getreide langjährig - wie auch anderweitig durch die Literatur belegt (z.B.
FISCHBECK, 1993 oder ARAUS et al., 2002) - mehr als 1 % pro Jahr (also deutlich > 1 dt/ha). Die
Entwicklung bei Deutschem Weidelgras liegt deutlich darunter. Wie in Abb. 1 dargestellt, erklärt sich
der Unterschied aus den ungleichen Zuchtzielen. Bei Getreide bedeutet mehr „Ertrag“ mehr Körnertrag
pro Hektar, während bei Futterpflanzen der oberirdische Biomasseertrag pro Hektar gesteigert werden
muss. Ein großer Anteil des erreichten Zuchtfortschrittes bei Getreide beruht auf der Änderung des
Korn-Stroh-Verhältnisses. Die Gesamtbiomasse pro Hektar hingegen blieb nahezu konstant (AUSTIN
et al., 1989). Moderne Getreidesorten sind also kürzer und haben größere Ähren. Bei Futterpflanzen
musste jedoch nicht nur der Biomasseertrag, sondern im gleichen Maße auch andere komplexe Merk-
male - noch dazu oft negativ korrelierende (z.B. Samenertrag oder Ausdauer) - verbessert werden.

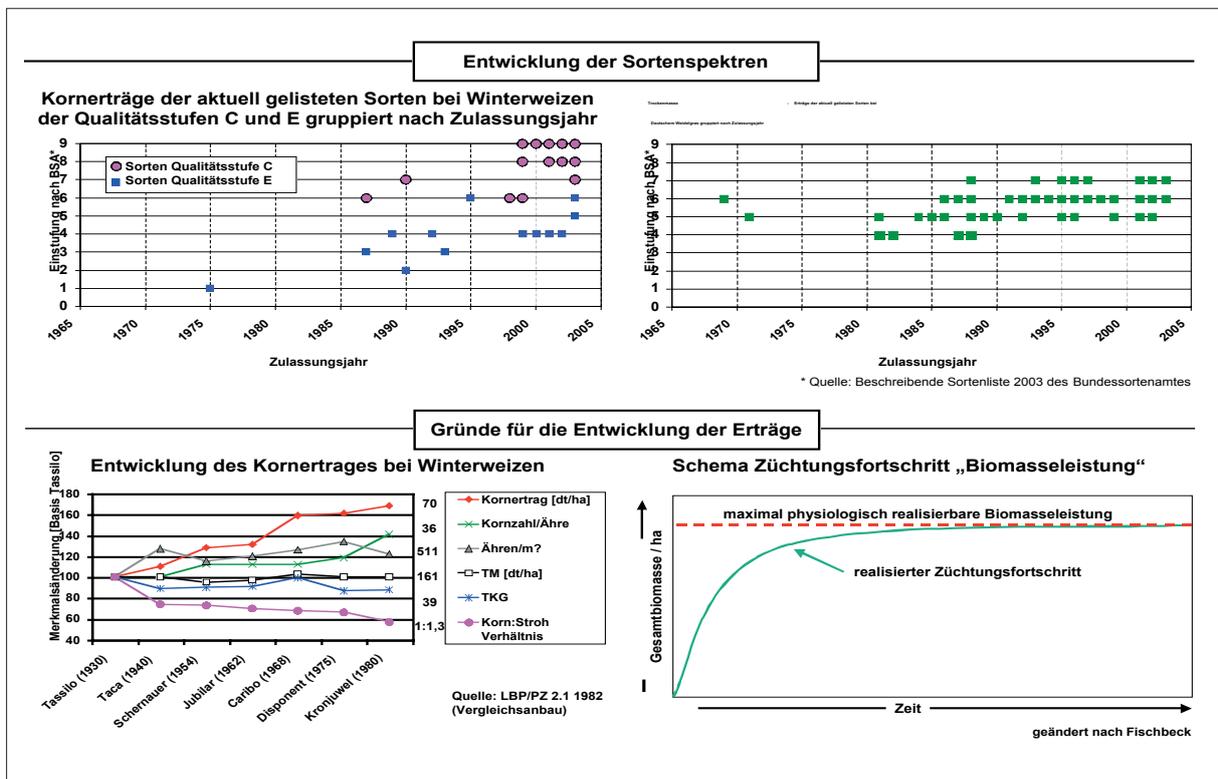


Abb 1: Vergleich des Zuchtfortschrittes bei Getreide und Futterpflanzen

Aus dem Vergleich von E und C Weizen wird deutlich, dass auch bei Getreide der Zuchtfortschritt beim Merkmal „Ertrag“ durch die parallele Beachtung eines weiteren komplexen Merkmals (hier Backqualität) sich auf einem niedrigeren Niveau bewegt.

Bei der Verbesserung der Gesamtbiomasse pro Hektar sollte bedacht werden, dass sie letztlich auch durch die realisierbare Photosyntheseleistung begrenzt ist. Limitierende Faktoren sind hierbei am Standort verfügbare Lichtmenge, Temperatur und Wasser(-verteilung). Langfristig müsste daher an dem bereits hochgradig optimierten System der Photosynthese angesetzt werden. So sind bis heute scheinbare Mehrleistungen oft nur Verlustminderungen z.B. durch verbesserte biotische oder abiotische Resistenzen.

3. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Die stete Versorgung der Praxis mit verbesserten Sorten ist nur dann sichergestellt, wenn Züchtung auch finanziell erfolgreich ist, da sie sonst privatwirtschaftlich nicht stattfindet. Auch sind zum Schutz der Züchter und ihrer geistigen Leistung „Sorte“, wie auch zur Information der Landwirtschaft über die jeweiligen Sorteneigenschaften ein Mindestaufwand an Prüfungen notwendig. Folgende Kostenblöcke sind aus dem Züchteranteil beim Verkauf von Saatgut einer Sorte zu finanzieren: Zuerst der Aufwand für die Züchtung selbst. Der notwendige Zeitraum hierfür liegt bei ca. 15 Jahren. Es folgen Kosten für den Marktzugang (Register und Wertprüfung). Diese sind theoretisch nur einmal in der EU notwendig. Für die Aufnahme und den Verbleib in den jeweiligen nationalen Listen entstehen diese Kosten jedoch pro EU-Staat. Es können weitere Kosten für regionale Sonderprüfungen („Moorprüfung“ kostenpflichtig, Ausdauerprüfungen im Süden Deutschlands meist nicht kostenpflichtig) anfallen und in der Zeitdauer bis zur Empfehlung in regionalen Listen (i.d.R. von Bundesländern) besteht kein Zugang zu den regional empfohlenen Mischungen. Viele agronomisch wertvolle Sorten scheiterten schließlich wirtschaftlich an Problemen bei ihrer Vermehrung, da der eigentlich notwendige Vermehrerspreis am Saatgutmarkt nicht durchgesetzt werden kann.

4. Auswirkungen:

Diesem Kostendruck begegnen die Züchter durch Fusionen/Kauf oder verstärkte Zusammenarbeit (z.B. Cebeco, Zelder, Advanta), Straffung von Zuchtprogrammen und die Konzentration auf große Absatzmärkte für Arten mit vielseitigen Einsatzmöglichkeiten.

Die Folgen für die Praxis werden erst längerfristig deutlich. Die Züchtungsintensität bei den bearbeiteten Arten, wie auch die Zahl der berücksichtigten Arten, sinkt mit der Zahl der Zielmärkte. Damit sinkt die Wahrscheinlichkeit regional optimal angepasster Sorten und Mischungen – besonders für „kleine Märkte“. Das trifft z.B. Bayern oder Österreich deutlich mehr als Norddeutschland.

5. Ansätze zur Verbesserung der Situation

Registerprüfung

Eine weitere Vereinheitlichung und Übernahme von Registerprüfungen innerhalb der EU könnte Kosten senken. Aber auch mit der Zahl der bereits zugelassenen Sorten und einer begrenzten Zahl an (z. Z. nur morphologischer) Merkmalen steigen besonders bei Fremdbefruchten zwangsläufig die Probleme (und damit der notwendige züchterische Aufwand) sich mit einer neuen Sorte von den bereits zugelassenen zu nicht nur leistungsmäßig sondern auch in den Registermerkmalen zu unterscheiden an, da die Unterschiede immer feiner gefasst werden müssen. Die Hinzunahme weiterer Merkmale, wie etwa Eiweiß-Elektrophorese oder DNA-Techniken, könnten hier Möglichkeiten zur weiteren Differenzierung liefern.

Leistungsprüfungen und Prüfungen auf regionale Eignung

Bei den Kosten für Prüfungen (Wertprüfungen und Landessortenversuche) laufen z.Z. Gespräche zwischen den Beteiligten (Züchter, Bundessortenamt, Länderdienststellen) zur weiteren Optimierung und Kostenbegrenzung. Bei den Sonderprüfungen für Merkmale mit besonderer regionaler Bedeutung (z.B. Ausdauer) wird von den Länderdienststellen enger Kontakt mit den Züchtern gehalten.

Festzuhalten bleibt, dass die in begrenzter Zeit laufenden Landessortenversuche (und noch vielmehr die an nur wenigen Orten durchgeführten Wertprüfungen) als auch die Sonderprüfungen für Merkmale mit besonderer regionaler Bedeutung unterschiedliche Sortentypen präferieren. Vereinfacht könnte man es so zusammenfassen: Wertprüfung und Landessortenversuch bevorzugen Typen, die in den ersten drei Hauptnutzungsjahren bei intensiver Schnittnutzung gut abschneiden (→ Feldfutterbau), die regionalen Sortenprüfungen honorieren Ausdauer und Resistenzen gegen Kälte und pilzliche Erreger (→ Dauergrünland) (MÜLLER, 1998). Da Spitzenertrag in den ersten Jahren und Ausdauer über längere Zeit negativ korreliert sind (siehe Abb. 2), müssen in jeder Sortenberatung diese Merkmalskomplexe geeignet gewichtet werden (siehe z.B. „Sprint“- und „Ausdauer“-Sorten; BORSTEL u. GRÄBLER, 2003). Eine Möglichkeit den Zeitraum zwischen Zulassung und regionaler Empfehlung zu verkürzen, ist z.B. die freiwillige Prüfung auf Ausdauervermögen bereits von Wertprüfungsmaterial (wie in Bayern in Zusammenarbeit mit der SFG). Erfolgreiche Sorten können dann bereits sehr zeitnah zu ihrer Zulassung (also 4-5 Jahre eher) vorläufig empfohlen werden (HARTMANN, 2003).

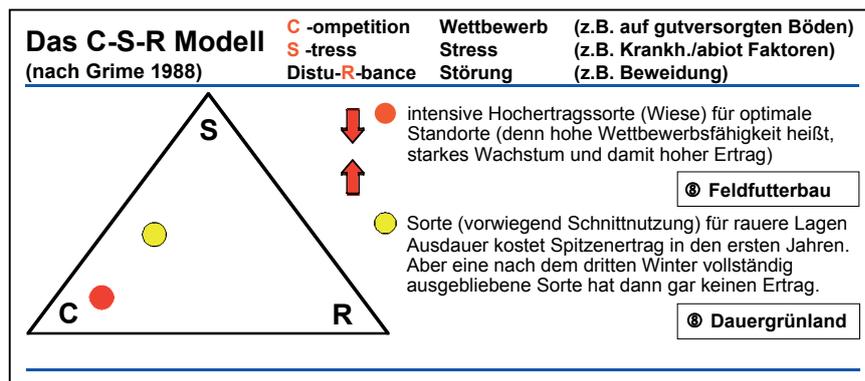


Abb. 2: Schema zur Einordnung unterschiedlicher Sortentypen eines Zuchtneueaus bei Deutschem Weidelgras

Einsatz „moderner Methoden“

Viele in der Gräserzüchtung bearbeitete Merkmale sind nur in langwierigen (Ausdauer) oder teuren Prüfungen (Qualität) zu erfassen und damit züchterisch zu verbessern. Markergestützte Selektionssysteme könnten hier den Zuchtfortschritt beschleunigen. Marker könnten jedoch auch zur Sortendifferenzierung beitragen. Experimentell oder auch in freiwilligen Absprachen (EICKMEYER, 1998; HEIDENREICH et al., 1997) kommen bereits Eiweißmarker (Isoenzyme, Speicherproteine) zum Einsatz. Genauso wären jedoch auch DNA-Marker denkbar. Die ersten „Gen-Karten“ bei Futterpflanzen existieren (BERT et al., 1999; ISOBE et al., 2003; INOUE et al., 2004).

Ein anderer wichtiger Forschungsansatz ist die Etablierung einer Messtechnik, die Qualitätsparameter bereits während der Beerntung erfasst. Futterpflanzenversuche sind nicht zuletzt wegen der hohen Laborkosten teuer. Ebenso ist Zuchtfortschritt nur dann früh im Zuchtmaterial oder an einer Vielzahl an Probanden z.B bei Sortenbeurteilungen abprüfbar, wenn die Methode vergleichsweise günstig ist und mit wenig Pflanzenmaterial auskommt, also viehlos durchführbar ist. (Auch wenn sich jede indirekte Methode letztlich mit dem Tierversuch messen muss). All diese Vorteile könnte eine praxistaugliche Messtechnik mittels NIRS (Nahe Infrarot Reflexions Spektroskopie) leisten. Dr. Paul/FAL leitet eine bundesweite Arbeitsgruppe zu diesem Thema (PAUL et al., 2000). Hieran arbeiten die FAL, DSV und NPZ mit der Fa. Haltrup sowie das IPZ der LfL Bayern mit der Fa Wintersteiger/Hege.

Ein innovativer Ansatz ist auch die Züchtung sog. „Hochzuckersorten“. Hier wird von z.T. deutlichen Mehrleistungen beim Tier berichtet (MILLER et al., 2001). Diese Sorten haben Vorteile in artenarmen von dieser Sorte dominierten Beständen (Feldfutterbau).

Zusammenfassung und Fazit:

Die Frage der Qualität stand bereits am Beginn der Futterpflanzenzüchtung. Trotz der schwierigeren Ausgangslage als z.B. bei Getreide konnte die Futterpflanzenzüchtung bis heute deutliche Erfolge erzielen. Der Ertrag bleibt sortenbestimmendes Merkmal, seine Wertigkeit sollte jedoch überdacht werden. Die Regionale Anpassung (Ausdauer) und Narbendichte leisten einen immer wichtigeren Beitrag zu Arbeitswirtschaft und Futterqualität. Vielfalt und Intensität im Zuchtfortschritt benötigt auch Vielfalt bei den Züchtern. Objektive Qualitätsprüfungen mit Tieren sind z.Z. sehr teuer, daher in der Züchtung

nicht als Standard einsetzbar. Moderne Methoden/Techniken könnten die Züchtung auf Qualitätseigenschaften aber auch andere komplexe Merkmale erleichtern und beschleunigen. Neue Forschungsansätze lassen auf weitere Fortschritte besonders im Bereich „Qualität“ hoffen. Ob diese realisierbar sein werden, hängt nicht zuletzt von der Wirtschaftlichkeit und der Förderung dieses kostenintensiven Wirtschaftsbereiches ab.

Literatur

- ANONYMUS (2003): Beschreibende Sortenliste 2003, Gräser, Klee, Luzerne; Herausgeber: Bundessortenamt; Hannover
- ARAUS, J. L., G. A. SLAFER, M. P. REYNOLDS und C. ROYO (2002): Plant Breeding and Drought in C3 Cereals: What Should We Breed For?; *Annals of Botany*; 89; 925 - 940
- AUSTIN, R. B., FORD, M. A. und MORGAN, C. L. (1989): Genetic improvement in the yield of winter wheat: A further evaluation; *Journal of Agricultural Science*; 112; 295-301
- BERT, P.F., CHARMET, G., SOURDILLE, P., HAYWARD M.D. und BALFOURIER, F. (1999): High-density molecular map for ryegrass (*Lolium perenne*) using AFLP markers. *Theor Appl Genet* 99: 445-452
- BORSTEL VON, U. und GRÄßLER, J. (2003): Sprint- und Ausdauer-Mischungen – Ansprüche an die Sorten; DLG-Tagungsband der 44. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, Fulda; 77 – 89
- EICKMEYER, F. (1998): Einsatz von Markern zur Sortenidentifizierung und Marküberwachung – eigene Ergebnisse und internationaler Stand; DLG-Tagungsband der 37. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, Fulda; 117 – 122
- FISCHBECK G. (1993): Entwicklungsphasen in der Steigerung der Hektarerträge wichtiger Kulturpflanzen des Ackerlandes in der Bundesrepublik Deutschland 1955-1990. *Ber. Landw.*; 71; 567-579.
- GRIME, J.P. (1988): The C–S–R model of primary plant strategies: origins, implications, and tests., *Plant evolutionary biology* (ed. by L.D. Gottlieb and S.K. Jain); Chapman & Hall, London; 371 - 393
- HARTMANN, S. (2003): Feldfutterbau und Dauergrünlandmischungen - Ansprüche an die Sorten im Süden Deutschlands; DLG-Tagungsband der 44. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, Fulda; 91 – 96
- HEIDENREICH, S.C., KRUSE, M. und BORTSEL VON, U. (1997): Nachprüfung von Sortenmischungen des Deutschen Weidelgrases – Nachkontrollanbau und Speicherproteinelektrophorese im Vergleich; DLG-Tagungsband der 39. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, Fulda; 53 – 58
- INOUE M., GAO Z., HIRATA M., FUJIMORI M. und CAI H. (2004): Construction of a high-density linkage map of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) using restriction fragment length polymorphism, amplified fragment length polymorphism, and telomeric repeat associated sequence markers; *Genome*;47(1); 57-65
- ISOBE S., KLIMENKO I., IVASHUTA S., GAU M. und KOZLOV N. (2003): First RFLP linkage map of red clover (*Trifolium pratense* L.) based on cDNA probes and its transferability to other red clover germplasm; *Theor Appl Genet.*;108(1);105-12
- MILLER, L. A., MOORBY, J. M., DAVIES, D. R., HUMPHREYS, M. O., SCOLLAN, N. D. und MACRAE, J. C.: (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 (4); 383-394
- MÜLLER, J. (1998): Zusammenfassende Bewertung komplexer Sorteneigenschaften von Futtergräsern am Beispiel des Deutschen Weidelgrases; DLG-Tagungsband der 39. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, Fulda; 59 – 58
- PAUL C., RODE M. und FEUERSTEIN U. (2000): From laboratory to harvester: forage analysis by NIRS diode array instrumentation; *Grassland Sci. Europe* 5; 259-261

Initiiert die extensive Haltung von Fleischrindern einen bestimmten Landschaftstyp ?

G. Schalitz, A. Fischer und A. Behrendt

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V.
Forschungsstation für Landwirtschaft Paulinenaue

1. Einleitung und Problemstellung

Der Anteil Mutterkühe am Gesamtrinderbestand ist seit der politischen Wende in Ostdeutschland absolut und relativ beständig gestiegen. Mit den höheren Leistungsanforderungen in der Milchviehhaltung schied das Grünland mehr und mehr als Futtergrundlage aus und blieb der Fleischrindhaltung (vorwiegend Mutterkühe) vorbehalten. Bei ganzjähriger Freilandhaltung und einer Besatzstärke von 0,5 GV/ha würden in Brandenburg rund 200 000 ha Grünland von Mutterkühen benötigt. Die flächendeckende Offenhaltung der Grünlandflächen muss über weitere Tierarten, nachwachsende Rohstoffe und Landschaftspflege erfolgen.

Ausgehend von mehrjährigen Verhaltensuntersuchungen war abzuklären, welche Präferenzen verschiedene Rinderrassen im Raum-Zeit-Verhalten realisierten, und welche Rückschlüsse sich daraus für die zukünftige Landschaftsgestaltung ableiten. Weidetiere artgerecht im Freiland zu halten bedeutet folglich, einen bestimmten Typ von Landschaft zu entwickeln, der hoher Biodiversität und menschlich-ästhetischen Vorstellung gerecht wird.

2. Material und Methoden

Der Untersuchungsstandort Paulinenaue repräsentiert die flach- bis mitteltiefgründigen Niedermoore in Nordostdeutschland. Die Gesamtfläche der Weideversuche einschließlich Landschaftsgestaltung bzw. Strukturierung umfasst ca. 60 ha reliefiertes Niedermoor. Geweidet wurde nach dem Prinzip der Mäh-Standweide mit ganzjähriger Draußenhaltung. Die Besatzstärken lagen in Abhängigkeit vom Ertrag zwischen 0,5 und 1 GV/ha. Zur Erleichterung der Orientierung wurden die Flächen mit Markierungsstäben im Raster von 50 x 50 m eingeteilt. Das war für die ethologischen Untersuchungen des Raum-Zeit-Verhaltens, aber auch für die Probenahmen von Boden und Pflanzenmaterial unerlässlich.

In den Untersuchungsperioden war menschlicher Einfluss auf das Verhalten der Tiere weitgehend reduziert.

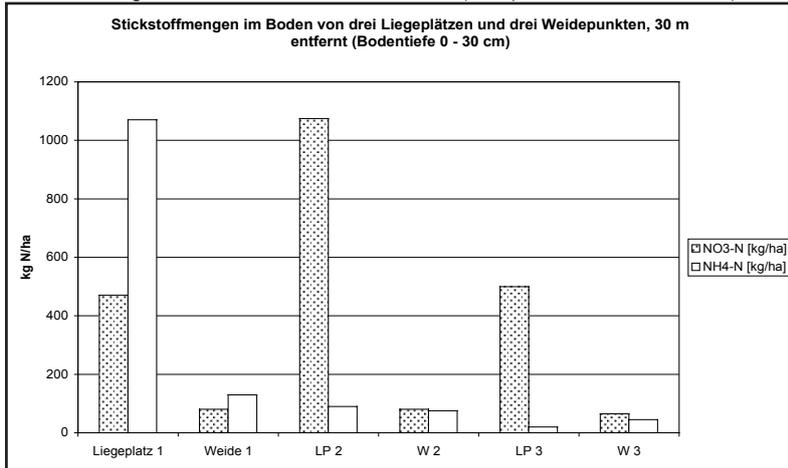
Die detaillierte Methodik und Auswertung ist von FISCHER (2000) beschrieben worden.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Raum-Zeit-Verhalten der Weidetiere und Stoffbelastung auf reliefierten Niedermoorflächen

Im Unterschied zur Portionsweide besitzen die Weidetiere auf großräumigen Standweiden bzw. Mähstandweiden ein ausgeprägtes Wahlvermögen ihres Aufenthaltes. Die Tiere wählen sich im Prinzip ihre Aufenthaltsräume so aus, dass sie eine bedarfsgerechte Futteraufnahme sichern aber des Weiteren auch ein maximales Wohlbefinden realisieren. Flächen mit möglichst homogen wertvollen Pflanzenbeständen sind deshalb theoretisch zunächst eine Voraussetzung dafür, die Tiere zu gleichen Andauerzeiten in die Fläche zu bringen. Großräumige Weideareale weisen aber Unterschiede in der Reliefgestaltung, Form, Randvegetation u.a. auf und sind auch im Innern mehr oder weniger strukturiert (Baumgruppen, Gewässer, Tränkstellen, Schutzhütten, Zufutterstellen etc.). Daraus ergeben sich Präferenzen, die zu sehr unterschiedlichen Stoffrücklieferungen im Rahmen der Stoffkreisläufe auf der Weide führen. Besonders große Unterschiede in der Stoffbelastung ergeben sich zwischen Liegeplätzen und normal belaufenen Weideflächen (Abb. 1).

Abb. 2: Häufigkeit des Aufenthalts im Schatten (Beispiel für zwei Zeiträume)



Nach FISCHER u.a. (1993) verändern sich die Liegeplätze aber auch im Jahresverlauf erheblich. Es konnte eine Vielzahl an Liegeplätzen beobachtet werden, von denen keiner permanent zu allen Jahreszeiten genutzt wurde. Es bildeten sich für die Jahreszeit typische Grasens Strecken heraus, die Besonderheiten des Geländes berücksichtigten. Im Winter bei sehr hohen Grundwasserständen und teilweisen Überstauungen laufen die Tiere vorzugsweise auf den Sanddurchtragungen und bevorzugen Liegeflächen, die hoch gelegen sind oder suchen die Schutzhütte auf. Zu anderen Zeiten werden Windschutzbereiche, Schattenlagen, Flächen mit überständigem Gras, die Tränknähe, windige Hochlagen, tiefe Lagen in kühlen Senken usw. innerhalb der Grasens Strecken vorzugsweise aufgesucht.

3.2. Aufenthalt im Schatten

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist das Vorhandensein von Schattenspendern im Sommer mindestens ebenso wichtig wie der Witterungsschutz im Winter. Besonders Fleischrindrassen aus maritimen Klimagebieten haben im Sommer ein sehr hohes Schattenbedürfnis. Artgerechte Haltung insbesondere solcher Rassen wie Galloway aber auch Hereford schließt ausreichend Schattenplätze ein (Abb. 2).

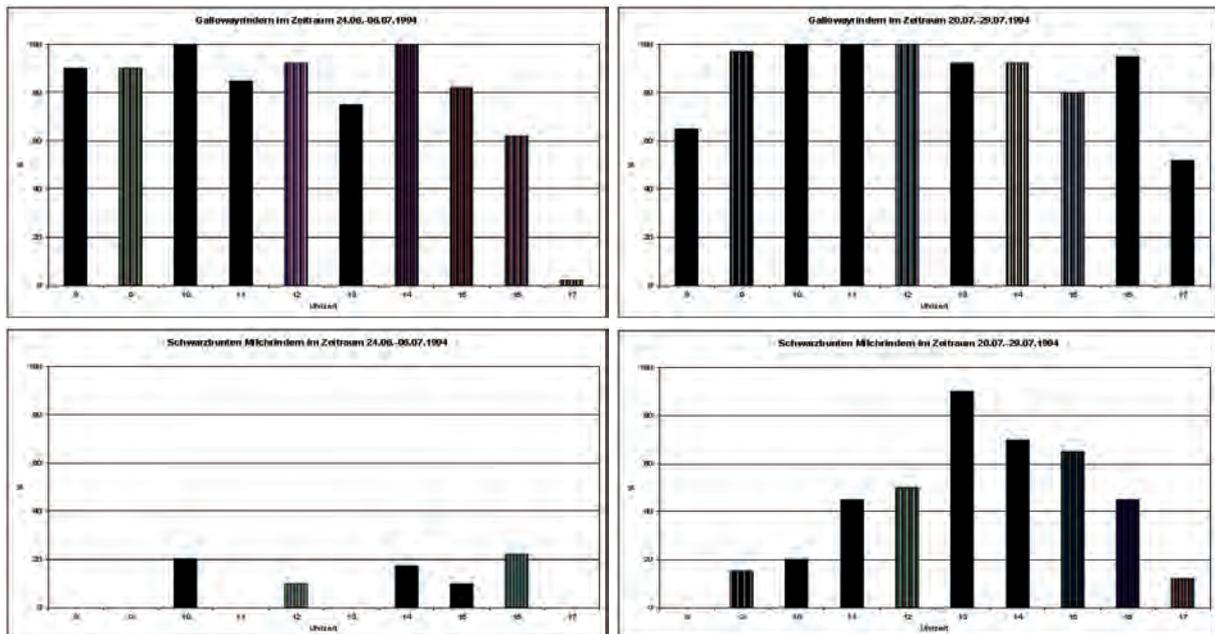


Abb. 2: Häufigkeit des Aufenthalts im Schatten (Beispiel für zwei Zeiträume)

Davon hängt in hohem Maße die Futterraufnahme und damit letztlich die Zunahmeleistung ab. Schattenplätze sollten stets ausreichend und möglichst verteilt über die Weidenutzungseinheit zur Verfügung stehen. Sind nur einige wenige Schattenbäume vorhanden, kommt es dort zu sehr starken Exkrementablagerungen und Baumarten wie die Erle reagieren darauf sehr empfindlich. Solitär-bäume und Baumgruppen sind selbstverständlich zu ummanteln bzw. so auszugrenzen, dass sie nicht verletzt werden.

Seit 1995 wurden auf den Paulinenauer Niedermoorweiden ca. 3000 Bäume gepflanzt und über die Jahre bonitiert. Die Bonitur der am längsten etablierten Graben-/ Wegbepflanzung wird in Tab. 1 wiedergegeben.

Tabelle 1: Entwicklung verschiedener Baumarten im Havelländischen Luch («Paradeweg») 25. 03. 2004

Lateinischer Name	1	2	3	4	5	6	Anzahl gesamt	Deutscher Name
<i>Acer campestre</i>	11	17	9	1	2	2	42	Feldahorn
<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>hippocastanum</i>	1						1	Rosskastanie
<i>Alnus glutinosa</i>	39	6					45	Schwarzerle
<i>Alnus incana</i>	1						1	Grauerle (Weißerle)
<i>Alnus viridis</i>		1					1	Grünerle (Alpen-, Straucherle)
<i>Betula pendula</i>		1					1	Hängebirke, Sandbirke
<i>Betula pubescens</i>	12	23	5				40	Moorbirke
<i>Cerasus avium</i>	1	2		1		1	5	Vogelkirsche, Süßkirsche
<i>Cydonia oblonga</i>			1				1	Quitte
<i>Fraxinus excelsior</i>	22	14	3				39	Esche, gemein
<i>Malus sylvestris</i>	5	16	5	1	2	5	34	Wildapfel, Holzapfel
<i>Populus alba</i>	19	4					23	Silberpappel
<i>Prunus domestica</i>	6	12	10	7		3	38	Pflaume
<i>Prunus spinosa</i>	1	1					2	Schlehe, Schwarzdorn
<i>Quercus robur</i>	15	12	10	6	3	2	48	Stieleiche, Sommereiche
<i>Salix caprea</i>	16	3	4		1		24	Salweide, Hängekätzchenweide
<i>Sambucus nigra</i>	7	2	2				11	Schwarzer Holunder
<i>Symphoricarpos albus</i>		11	2				13	Schneebeere
<i>Syringa vulgaris</i>		2	1				3	Gemeiner Flieder
<i>Tilia cordata</i>	7	13	12	5	2	1	40	Winterlinde
Summe	163	140	64	21	10	14	412	

Legende:

- 1 - sehr gut entwickelt, wuchsfreudig, nicht beschädigt
- 2 - gut entwickelt, wüchsig, im wesentlichen ohne Beschädigung
- 3 - Baum entwickelt sich, geringe bis mittlere Triebleistung z.T. beschädigt
- 4 - Trockenschäden sichtbar, Baum überlebt, Trieb gering, z.T. nur Wiederaustrieb, deutliche Verbiss-spuren
- 5 - Baum abgestorben, Wiederaustrieb an der Basis, starke Verbisspuren
- 6 - Baum total abgestorben, kein Wiederaustrieb mehr

Die beste Entwicklung von allen Baumarten nahmen die Erlen und verschiedene Weidenarten. Die Erlen zeigten hohe Zuwachsraten und offensichtlich beste Ernährungsbedingungen auf Moor. Im Vergleich zu anderen Standorten weisen Erlen hier größere Blätter und höhere N-Gehalte auf (BEHRENDT und MUNDEL, 1998). Das wird auf die hier gut funktionierende Symbiose mit dem Strahlenpilz *Frankia alni* zurückgeführt.

Bei den Weiden, die als Stecklinge bewurzelt wurden, traten hohe Befallsraten mit dem Weidenbohrer auf. Das war besonders dann der Fall, wenn die Verzweigungen tief ansetzten. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, einen glatten Stamm hochzuziehen und die Weide dann gegebenenfalls als Kopfweide zu schneiden.

Das Anwachsen der Eichen hat nicht voll befriedigen können, obwohl die Art als standorttypisch zu bezeichnen ist.

Eine sehr gute Entwicklung als Unterholz zeigte insbesondere der Stickstoff liebende Holunder.

Die Obstarten Pflaume, Kirsche, Apfel und Birne nahmen eine unterschiedliche Entwicklung, wobei sie besonders durch Rehe und Hasen geschädigt wurden. Sie müssen rechtzeitig durch Ummantelung geschützt werden. In unserem Fall hat sich das Umwickeln der Stämme mit nicht absetzbarer Schafwolle von Landschaftspflegerassen gut bewährt.

3.3. Überlegungen zu Landschaftsgestaltung und -entwicklung

Hauptproblem großräumiger Standweiden ist es, die Tiere gleichmäßig in die Fläche zu bekommen. Durch gezielte Nachsaaten mit partieller Aufbesserung des Futterwertes kann bereits eine ganze Menge getan werden.

Wichtige Raumelemente (Bezugspunkte) bieten sich zum Standortwechsel an: Zufutterstellen für Mineralstoffgemisch und Heu (Heuringe), Scheuerbäume, Tränkstellen. Die Einstreumatten der Unterstände sollten kompostiert und auf der Weidefläche später gezielt zum Einsatz kommen. Auch die ergänzende Minereraldüngung ist zweckmäßigerweise differenziert auszubringen (Precision farming).

Wesentlichen Einfluss auf die Andauerzeiten des Aufenthaltes der Weidetiere nehmen Randbepflanzungen, Baumgruppen und Solitäräume. Diese sind in größerer Zahl wichtig, um Struktureffekte zu erreichen. Aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes sind auch Kleingewässer für die Luchlandschaften wichtig. Einseitig bepflanzt bieten sie eine wirkungsvolle Schattenspende aber auch Lebensraum für zahllose Insekten, Amphibien und Vögel.

Bei einem Tierbesatz von 0,5 - 1 GV/ha kann man Gehölz durchaus in Größenordnungen von ca. 5 % Flächenanteil akzeptieren, wenn dadurch technologische Prozesse nicht beeinträchtigt werden.

(Abb. 3)

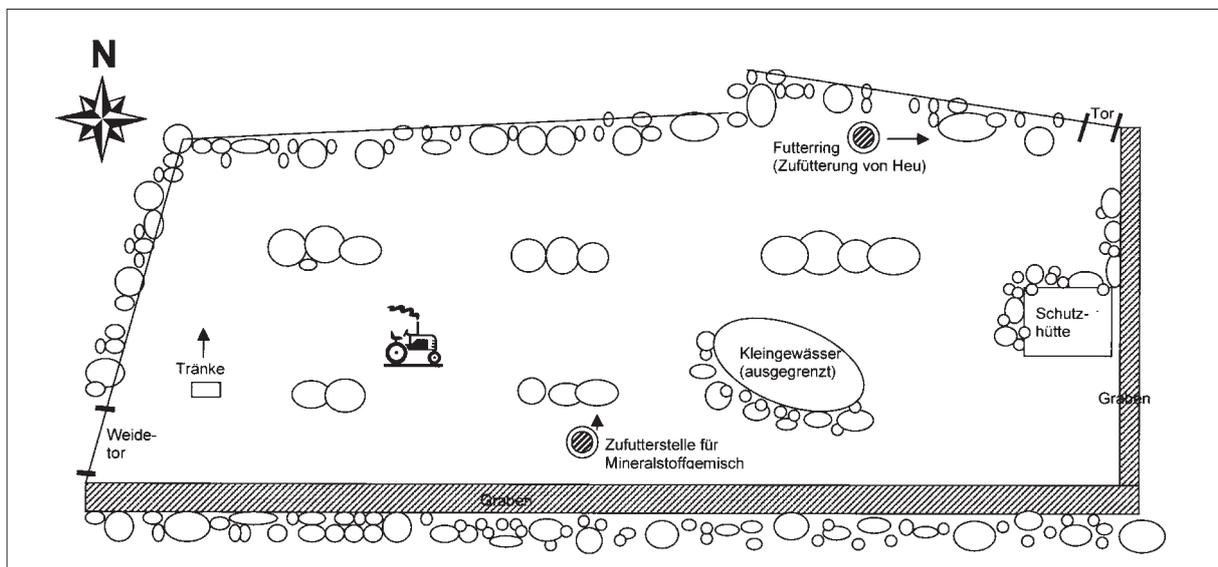


Abb. 3: Modelllandschaft in einem reliefierten Moorgebiet

Für das menschliche Auge bietet eine solche Art Weide ein angenehmeres Landschaftsempfinden als eintönige und ausgeräumte Graslandgroßflächen. Insbesondere die mannigfaltigen Übergänge vom Grasland zur Baum- und Strauchvegetation bewirken ein hohes Maß an Biodiversität und laden den Entspannung suchenden Menschen zum Verweilen ein.

4. Schlussfolgerungen

Die Haltung von Fleischrindern auf großräumigen Extensivweiden räumt diesen vielfältige Möglichkeiten zur Selbstbestimmung der Andauerzeiten ihres Aufenthaltes ein.

Da bevorzugte Aufenthaltsplätze (Unterstand, Tränke, Windschutz, Schatten, Zufutterplatz, Scheuerbäume etc.) verstärkte Stoffakkumulationen bewirken, sind diese möglichst so zu strukturieren, dass Imbalancen in den Stoffkreisläufen vermieden bleiben.

Ethologischen Ansprüchen der Weidetiere ist aus Sicht artgerechter Haltung weitgehend Rechnung zu tragen, wobei technologische Prozessabläufe (Pflegearbeiten, Mahd, Ernte, Nachmahd etc.) nicht beeinträchtigt werden sollten.

Bei der zukünftigen Gestaltung von Weidelandschaften sind auch stärker anthropogen geprägte ästhetische Landschaftsvorstellungen zu berücksichtigen. Auf dieser Grundlage wird sich ein Landschaftstyp entwickeln, der die bisherigen ausgeräumten Intensivweidestrukturen ablöst.

Literatur

BEHRENDT, A. und MUNDEL, G. (1998): Mineralisation und Baumernährung auf hydrologisch-trophisch unterschiedlichen Moorstandorten.
Telma 28, 187 – 203

FISCHER, A., SCHOLZ, A. und SCHALITZ, G. (1993): Zur Wahl von Liegeplätzen durch Jungrinder der Rasse Galloway auf einer Niedermoorweide im Havelländischen Luch.
ZALF-Berichte 5, Müncheberg, S. 89 – 99

FISCHER, A. (2000): Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten von Wiederkäuern (Rind und Schaf) auf extensivierten Niedermoorweiden.

Habilitation, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin.

Mineralstoffversorgung von Futterpflanzen und Rindern auf Ökobetrieben in Nordrhein-Westfalen

E. Leisen und P. Heimberg, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

1. Einleitung

Der ökologische Landbau setzt vor allem auf die Nährstoffnachlieferung aus dem Boden, die je nach Betriebsform und Standort sehr unterschiedlich ausfällt. Im Futterbaubetrieb mit einer relativ ausgeglichenen Nährstoffbilanz kann die Versorgung von Pflanzen und Tieren gewährleistet sein. Es stellen sich aber die Fragen: Sind die Pflanzen und letztendlich die Tiere optimal mit Mineralstoffen versorgt? Gibt es Mangel- oder auch Überschusssituationen und lassen sich diese vermeiden?

2. Material und Methoden

In Nordrhein-Westfalen wurden in den 7 Jahren 1997 bis 2003 im Öko-Landbau auf Praxisbetrieben Silageproben gezogen. An den Untersuchungen beteiligten sich 35 % der Öko-Milchviehbetriebe. Zur Untersuchung kamen Grünland- und Kleegrassilagen sowie Maissilagen und Ganzpflanzensilagen. Durchgeführt wurden die Analysen vom Untersuchungszentrum der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe in Münster (LUFA).

Zur Überprüfung der Mineralstoffversorgung der Tiere über das Grundfutter wurde im Frühjahr 2004 zur Zeit der Winterfütterung zusätzlich die Versorgung im Blut von 314 Rindern und Kühen von 26 Betrieben festgehalten. Die Analysen erfolgten an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover. Bei der Einschätzung der Versorgung über das Grundfutter blieben die Tiere unberücksichtigt, die bei dem entsprechenden Element eine Mineralstoffergänzung über andere Futtermittel erhielten. Unberücksichtigt blieben auch die Tiere, bei denen die Blutwerte durch Entzündung oder Blutveränderungen (Hämolyse oder Gerinnung) beeinflusst wurden. Festgehalten wurde darüber hinaus, auf welchem Boden das Grundfutter gewachsen war und zwar sowohl bei eigenem als auch bei zugekauftem Grundfutter (für die Winterperiode 2003/2004 musste auf einigen Betrieben, vor allem solchen auf Sandböden, mit trockenheitsbedingter knapper Futtermittelversorgung Grundfutter von anderen Öko-Betrieben zugekauft werden).

3. Ergebnisse und Diskussion

Mineralstoffversorgung aus Sicht der Pflanzenernährung

Eine Bewertung aus der Sicht der Pflanzenernährung speziell bei Grünland- und Kleegrassilagen erfolgt in Tabelle 1. Die Ergebnisse von Klee gras- und Grünlandsilagen sind zusammengefasst. Eine differenzierte Darstellung ist bei den Autoren erhältlich.

Die P-Versorgung war 1997 und 1999 meist knapp (Versorgungsgrad < 100), 1998, 2000, 2001, 2002 und 2003 dagegen in der Mehrzahl der Silagen besser.

Die K-Versorgung der Futterpflanzen war in allen 7 Untersuchungsjahren auf den meisten Flächen mehr als ausreichend und das auch bei relativ niedrigen K-Gehalten im Boden. In einzelnen Proben lassen die Gehalte aber auch auf deutlichen K-Mangel schließen. Hier ist eine über die wirtschaftseigene Düngung hinausgehende Zufuhr von K sinnvoll.

S-Mangel trat in allen Jahren eher selten auf.

Tabelle 1: Versorgungsgrad¹⁾ von Grünland- und Kleegrassilagen mit Mineralstoffen aus der Sicht der Pflanzenernährung

Anzahl Proben			Versorgungsgrad		
			P	K	S
Klee gras	1997	14	91	163	
Grünland	1997	12	95	143	
Klee gras	1998	25	104	147	130
Grünland	1998	14	110	153	133
Grünland und Klee gras	1999	49	90	141	108
Grünland und Klee gras	2000	82	109	156	155
Grünland und Klee gras	2001	103	103	147	136
Grünland und Klee gras	2002	124	116	159	131
Grünland und Klee gras	2003	69	104	140	
Anzustrebender Gehalt in mg/100 g T (entsprechend Versorgungsgrad = 100)			0,24 - 0,44 ²⁾	1,49 - 2,24 ²⁾	N/S =15:1 ³⁾

1) Versorgungsgrad = 100 entspricht einer ausreichenden Versorgung mit dem entsprechenden Nährstoff (Berechnung in Anlehnung an Knauer 1963, zitiert bei Voigtländer und Jacob, 1987)

2) je nach Alter des Futters (RF-Gehalt) werden bei P und K unterschiedliche Gehalte angestrebt

3) N/S-Verhältnis als Maß der S-Versorgung

Mineralstoffversorgung von Silagen aus Sicht der Tierernährung

Tabelle 2 zeigt die durchschnittlichen Mineralstoffgehalte einschließlich der minimalen und maximalen Werte. Aus Sicht der Tierernährung wurden bei den Makronährstoffen vergleichsweise niedrige Gehalte an P und hohe Gehalte an Ca festgestellt. Hohe Ca-Gehalte traten in klee reichen Aufwüchsen, niedrige Ca-Gehalte in klee armen Aufwüchsen auf. Die Mg-Gehalte lagen teilweise ebenfalls unterhalb der erforderlichen Gehalte, vor allem im Frühjahr. Na war häufig in nur geringer Menge vorhanden, wobei es aber deutliche Standortunterschiede gab. Bei den Spurenelementen lagen die Werte vor allem bei Cu, Zn und Se relativ niedrig.

Tabelle 2: Mineralstoffgehalte von Grünland- und Klee grassilagen 1997 -2003

Makronährstoffe: 492 Proben; Mikronährstoffe (außer Selen): 86 Proben; Selen 1999: 16 Proben

	Ca	P	K	Mg	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	Se
	(g / 100 g T)					(mg / kg T)				
Mittelwert	0,8	0,34	2,73	0,19	0,09	8	527	34	108	0,13
Minimum	0,32	0,2	0,32	0,09	0	2	109	24	40	0,02
Maximum	1,75	0,49	4,85	0,33	0,44	13	2.284	50	241	0,4
erforderliche Gehalte für Milchkühe¹⁾	0,40 -0,61	0,25 - 0,38	unter 3,0	0,15 - 0,16	0,12 - 0,14	10	50	50	50	0,2

1) niedriger Wert: Bedarf von Trockenstehern, hoher Wert: 35 kg Milchleistung

Bei Ganzpflanzensilagen aus Getreide und Getreideleguminosengemenge (Tab. 3) sowie Maissilage (Tab. 4) traten niedrige Gehalte vor allem bei Mg, Na und den Spurenelementen auf, häufig aber auch bei Ca und P.

Tabelle 3: Mineralstoffgehalte von Getreideganzpflanzsilagen 1999 - 2003

Makronährstoffe: 23 Proben; Mikronährstoffe 1999: 6 Proben

	Ca	P	K	Mg	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
	(g / 100 g T)					(mg / kg T)			
Mittelwert	0,38	0,31	1,44	0,11	0,03	6	108	27	38
Minimum	0,18	0,24	0,91	0,07	0	5	54	17	18
Maximum	0,81	0,35	2,27	0,18	0,1	7	204	42	87
erforderliche Gehalte für Milchkühe¹⁾	0,40-0,61	0,25-0,38	unter 3,0	0,15-0,16	0,12-0,14	10	50	50	50

1) niedriger Wert: Bedarf von Trockenstehern, hoher Wert: 35 kg Milchleistung

Tabelle 4: Mineralstoffgehalte von Maissilagen 1999 -2003

Makronährstoffe: 42 Proben; Mikronährstoffe 1999: 5 Proben

	Ca	P	K	Mg	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
	(g / 100 g T)					(mg / kg T)			
Mittelwert	0,3	0,25	1,29	0,12	0,02	5	94	35	43
Minimum	0,12	0,17	0,8	0,08	0,01	4	76	24	20
Maximum	0,66	0,32	2,48	0,18	0,04	6	108	47	54
erforderliche Gehalte für Milchkühe¹⁾	0,40-0,61	0,25-0,38	unter 3,0	0,15-0,16	0,12-0,14	10	50	50	50

1) niedriger Wert: Bedarf von Trockenstehern, hoher Wert: 35 kg Milchleistung

Mineralstoffgehalte im Blut aus Sicht der Tierernährung

Tabelle 5 zeigt, dass die K-Gehalte im Blut meist über dem Optimum lagen und damit auf vielen Milchviehbetrieben aus der Sicht der Tiergesundheit ein Zukauf an K-haltigen Düngern nicht empfehlenswert ist. Die Ca-, Mg- und P-Gehalte (nicht dargestellt) lagen im Blut bei fast allen Tieren im Optimum. Probleme gibt es hier vor allem, wenn bei Futterwechsel kurzfristig Mangel auftritt, bevor die Tiere auf vorhandene Körperreserven zurückgreifen können.

Wie gut die Spurenelementversorgung über das Grundfutter ist, zeigt sich bei Rindern, wenn diese, wie häufig sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Landbau üblich, kein entsprechend angereichertes Mineralfutter bekommen. Auf Sandböden lagen auf fast allen Betrieben die Gehalte bei Se und Cu, auf Lehmböden und lehmigen Tonböden bei Cu unterhalb des Optimums für Milchkühe. Die Spannweite der Gehalte zeigt aber auch, dass bei gleicher Bodenart einzelne Betriebe eine extrem knappe, andere dagegen eine ausreichende Versorgung haben. Die Versorgung mit Zn und Mn war auf einzelnen Betrieben knapp.

Anmerkung: Bei Kühen mit hoher Milchleistung und entsprechender Spurenelementabgabe über die Milch fallen die Blutwerte niedriger als bei den Rindern aus. Dies zeigte sich auf einem Betrieb, der an seine Kühe aufgrund eines Managementfehlers Mineralfutter ohne ausreichende Spurenelementgehalte verfütterte. Bei entsprechender Mineralstoffergänzung zeigten Kühe und Rinder dagegen optimale Blutwerte.

Tabelle 5: Versorgung mit Kalium und Spurenelementen (Blutwerte) zur Zeit der Winterfütterung im Frühjahr 2004

bei Spurenelementen berücksichtigt: nur Rinder ohne entsprechende Mineralergänzung

Tier- gruppe		Sandböden						Lehm- oder lehmige Tonböden			
		Blutwerte		Blutwerte		Anteil Tiere		Blutwerte		Anteil Tiere	
						(in %)				(in %)	
	Einheit	optimale Gehalt ²⁾	Spann- weite ³⁾	Mittel	unter Optimum	über Optimum	Spann- weite ³⁾	Mittel	unter Optimum	über Optimum	
alle ¹⁾	K	mmol/l	3,5-4,5	4,6-4,9	4,8	0	69	4,4-5,3	4,8	0	75
Rinder	Se	ug/l	> 70	24-854)	43	84	0	51-100	81	25	0
Rinder	Cu	umol/l	12-24	5,2-12,5	9,2	80	0	4,5-9,8	7	100	0
Rinder	Zn	umol/l	12-24	10,7-16,9	14,1	20	0	10,4-16,1	13,9	20	0
Rinder	Mn	ug/l	> 1,5	1,5-4,3	2,4	27	0	1,5-2,5	2	28	0

1) Kühe und Rinder berücksichtigt

2) **optimaler Gehalt für Milchkühe** nach Angaben der Tierärztlichen Hochschule Hannover

3) Spannweite der Betriebsmittelwerte; bei Einzeltierwerten war Spannweite noch größer

4) bei Se im Optimum auf Sandboden: Ration bestand zu 75 % aus Sommergetreidestroh

4. Schlussfolgerung

In der Regel waren Grünland- und Kleegrassilagen mit K und S und auch mit Ca aus der Sicht der optimalen Ernährung von Pflanzen und Tieren ausreichend versorgt. Auf eine zusätzliche K-Zufuhr sollte sogar auf den meisten Betrieben verzichtet werden, um Imbalancen in der Tierernährung zu vermeiden. Mangel konnte bei Mg und vor allem bei Na und Spurenelementen auftreten. P konnte in trockenen Jahren nur unzureichend von der Pflanze aufgenommen werden. Mangel kann bei den vorgenannten Elementen meist durch Düngung und Mineralfuttermitteln ausgeglichen werden. Aufgrund der großen Unterschiede in der Mineralstoffzusammensetzung sind zur Rationsberechnung Mineralstoffanalysen des Futters unerlässlich. Blutuntersuchungen zeigen die Mineralstoffversorgung der Tiere und können Schwachstellen bei der Mineralstoffzufuhr aufdecken.

Literatur

VOIGTLÄNDER, G. UND JACOB, H., 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer-Verlag, Stuttgart.

Danksagung: Die Untersuchungen wurden durchgeführt mit finanzieller Unterstützung durch die beteiligten Landwirte, der Biomolkerei Söbbeke, dem Land NRW und der EU.

Futterwert und Gärqualität von Silagen auf Ökobetrieben in Nordrhein-Westfalen 1997 bis 2003

E. Leisen

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

1. Einleitung

Die Pflanzenzusammensetzung von Aufwüchsen kann im ökologischen Landbau sehr unterschiedlich ausfallen. So kann der Kleeanteil bei Klee gras zwischen 0 und 100 % liegen (Leisen, 2003 unveröffentlicht). Eine derartige Spannweite lässt deutliche Unterschiede bei Futterwert und Gärqualität erwarten.

Die Vergärbarkeit kann je nach Pflanzenzusammensetzung sehr unterschiedlich ausfallen (Weißbach, 2003, zitiert bei Pahlow, 2003). Besonders kleereiche, nicht oder nur schwach angetrocknete Bestände können Probleme bereiten. Erwünscht sind eine gute Ansäuerung (hohe Milchsäuregehalte, niedrige pH-Werte) zur Konservierung der Silage und zur Vermeidung von Fehlgärungen. Bei Gefahr von Nacherwärmung (bei längerem Luftzutritt z.B. beim Verfüttern) wird eine gewisse Essigsäurebildung (2 - 3,5 % in T) angestrebt. Unerwünscht sind dagegen Buttersäure sowie höhere Gehalte an Ammoniak (Hinweis auf Fäulnis) und höhere Essigsäuregehalte. Sie sind ein Hinweis auf die Aktivität von Gärschädlingen und können sowohl Futterwert als auch Futteraufnahme beeinträchtigen. Bei der Käsebereitung können ebenfalls Probleme auftreten, vor allem bei Verfütterung von Silagen mit höheren Buttersäuregehalten.

2. Material und Methoden

In Nordrhein-Westfalen wurden in den 7 Jahren zwischen 1997 bis 2003 im Öko-Landbau auf Praxisbetrieben Silageproben gezogen und beim Untersuchungszentrum der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe in Münster (LUFA) auf Futterwert (TS-Gehalt, Rohasche, Rohprotein, nxP, RNB, Zucker, Stärke, Energie) und Gärqualität (Säuremuster, Ammoniak-N-Anteil, pH-Wert) analysiert. Untersucht wurden Grünland- und Klee grassilagen sowie Maissilagen und Ganzpflanzensilagen aus Getreide und Getreideleguminosengemenge. Als Vergleichsmaßstab dienten beim Futterwert die Ziel- und Orientierungswerte der LUFA Münster für Milchkühe und bei der Gärqualität der entsprechende DLG-Schlüssel.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Energetischer Futterwert

Grünlandsilagen (Tabelle 1, obere Hälfte) fielen häufig relativ trocken aus, vor allem beim 2. Schnitt. In Verbindung mit hohen Zuckergehalten und nicht ausreichender Verdichtung kann dies zu Nacherwärmung beitragen, so auch gerade erneut im Winter 2003/2004 (Auswertung ist noch nicht abgeschlossen). Ursache für hohe T-Gehalte sind vermutlich eine geringere Aufwuchsmenge und die stärkere Verbreitung von Ballensilierung. Die Energiegehalte lagen meist bei etwa 6 MJ NEL/kg T, beim 2. und späteren Schnitten auch niedriger und dies unabhängig vom Schnittermin (Leisen, 2003). Die Rohproteingehalte lagen im Mittel von 7 Jahren im 1. und 2. Schnitt bei 14,3 %, in späteren Schnitten bei 15,9 %. Damit enthielten ökologisch erzeugte Silagen weniger Protein als in der Praxis vielfach noch vermutet.

Klee grassilagen (Tabelle 1, untere Hälfte) fielen meist weniger trocken aus, bedingt vor allem durch einen meist stärkeren Wuchs und teilweise auch grobstängeligere Futterpflanzen. Allerdings lagen auch die Aschegehalte bei den späteren Schnitten relativ hoch. In Verbindung mit hohen Proteingehalten und schwacher Anwelkung kann dies den Gärverlauf beeinträchtigen. Die Energiegehalte fielen bei den Folgeschnitten unterschiedlich aus. Es ist allerdings unsicher, inwieweit die Energiegehalte richtig eingeschätzt wurden. Zur Anwendung kamen Eichkurven für Acker gras. Spezielle Eichkurven für Klee gras liegen nicht vor und lassen sich aufgrund der großen Bandbreite beim Kleeanteil (0 – 100 % Ertragsanteil im Aufwuchs) kaum erstellen. Die Proteingehalte zeigen beim Klee gras eine große Spannweite mit Extremen zwischen 5,6 und 24,5 %. Grünlandsilagen variieren dagegen deutlich weniger im Proteingehalt. Besonders niedrig waren die Rohproteingehalte in klee armen Welsch-Weidel-

gras-dominierten Beständen und dies auch bei frühem Schnittermin Anfang Mai. Bei Herbstschnitten lagen die Proteingehalte bei Klee gras dagegen fast durchweg hoch, die Bestandeszusammensetzung hatte zu diesem Zeitpunkt nur einen geringen Einfluss.

Tabelle 1: Energetischer Futterwert von Grünland- und Klee grassilagen

	Anzahl Proben	T-Gehalt (%)	Rohasche (% in T)	Rohprotein (% in T)	nxP ¹⁾ (g/kg T)	RNB ²⁾ (g/kg T)	Zucker (% in T)	Energie (MJ NEL /kg T)
Grünlandsilagen; Erntejahre: 1. und 2. Schnitt: 1997 – 2003; weitere Schnitte: 2001 – 2003								
1. Schnitt	185	43,1	10,5	14,3	134	+ 1,5	6,3	6,1
2. Schnitt	103	48,1	11,4	14,2	129	+ 2,3	7,4	5,7
3.+4. Schnitt	28	44	11,5	15,9	132	+ 4,9	5,6	5,8
Klee grassilagen; Erntejahre: 1. und 2. Schnitt: 1997 – 2003; weitere Schnitte: 2001 – 2003								
1. Schnitt	146	41,8	10,7	14,6	134	+ 1,6	6,3	6
2. Schnitt	98	41,4	11,3	15,6	132	+ 3,3	4,6	5,9
3. Schnitt	22	41,6	12,2	17,6	135	+ 6,6	5,1	6,1
4.+5. Schnitt	27	41	13,9	18,8	127	+ 8,2	5,1	6,1
Grünland- und Klee grassilagen 1997 – 2003								
Minimum		15,9	5,5	5,6	110	-8,2	0,5	4,8
Maximum		75,5	24,5	24,5	156	14,5	22,4	7,1
Ziel- und Orientierungswerte³⁾		35 – 40	< 10		> 135	< + 6	3-8	> 6,1

1) nxP = nutzbares Protein am Darm; 2) RNB: Stickstoffbilanz im Pansen

3) Ziel- und Orientierungswerte der LUFA Münster für Milchkühe

Silomais (Tabelle 2, obere Hälfte) war energiereich, enthielt aber wenig Protein. Silomais eignet sich auch im ökologischen Landbau zur energetischen Ergänzung. Von Vorteil ist vor allem der hohe Gehalt an pansenbeständiger Stärke.

Ganzpflanzensilagen (Tabelle 2, untere Hälfte) aus Getreide- und Getreideleguminosengemenge enthielten wenig Protein und meist auch wenig Energie. Die Praxis berichtet bei diesen Silagen allerdings von einer guten Futteraufnahme.

Tabelle 2: Energetischer Futterwert von Mais- Getreide-/Getreideleguminosen-Ganzpflanzensilagen

	T-Gehalt (%)	Rohasche (% in T)	Rohprotein (% in T)	nxP ¹⁾ (g/kg T)	RNB ²⁾ (g/kg T)	Stärke	Energie (MJ NEL / kg T)
Maissilage 1999 – 2003 (78 Proben)							
Mittelwert	32,5	3,7	7,6	132	-8,5	29,6	6,6
Minimum	25	2,4	5,9	123	-11	11,7	5,8
Maximum	40,4	5,2	10	136	-4,7	42,6	7
Ziel- und Orientierungswerte³⁾	30 - 35	< 5	8-Sept	> 130	- 7 bis	> 30	> 6,4
Getreide-/Getreideleguminosengemenge-Ganzpflanzensilage 1999–2003 (29 Proben)							
Mittelwert	37,2	6,5	9,6	119	-3,9	-	5,5
Minimum	25,2	4,2	6,5	110	-8	-	4,8
Maximum	47,7	20,6	15,2	132	4	-	6

1) nxP = nutzbares Protein am Darm; 2) RNB: Stickstoffbilanz im Pansen

3) Ziel- und Orientierungswerte der LUFA Münster für Milchkühe

3.2. Gärqualität

Die Gärqualität fiel bei Grünland- und Kleegrassilagen in den letzten Jahren meist gut bis sehr gut aus (Tabelle 3). 1997 waren allerdings auch noch 20 Prozent der Grünland- und Kleegrassilagen als schlecht bis sehr schlecht bewertet worden und zwar vor allem aufgrund höherer Buttersäuregehalte. Die Essigsäuregehalte waren häufig relativ niedrig, vor allem bei trockeneren Silagen. Hier besteht bei Luftzutritt die Gefahr der Nacherwärmung.

Bei höheren Rohproteingehalten von mehr als 20 Prozent (11 Proben) wurden gute Gärqualitäten festgestellt (mittlere DLG-Note 1,8). Viele dieser Silagen fielen im Herbst bei schon niedrigeren Temperaturen an. Bei diesen Temperaturen werden die Buttersäurebildner möglicherweise gehemmt. So wurden beispielsweise bei 4 Silagen die witterungsbedingt erst im November geschnitten werden konnten, kaum angewelkt waren und viel Asche und Protein enthielten hohe Milchsäuregehalte, aber nur wenig Buttersäure und NH₄-N gemessen.

Tabelle 3: Gärqualität von Grünland- und Kleegrassilagen 1997 - 2003

	Milchsäure (% in T)	Buttersäure (% in T)	Essigsäure (% in T)	Ammoniak N-Anteil (% in Gesamt-N)	pH-Wert	Gesamtpunkte nach DLG	DLG-Note ¹⁾
Grünland- und Kleegrassilagen (378 Proben)							
Mittelwert	6,3	0,2	1,8	7,2	4,7	81	1,9
Minimum	0,3	0	0,2	1,9	3,7	4	1
Maximum	13,4	8,9	9,3	19,8	6,2	100	5
Anzustrebender Wert nach DLG-Schlüssel	> 3,0	keine	2,0 - 3,5	< 10,0	4,1 - 4,7 ²⁾		

1) DLG-Bewertung der Gärqualität: Note 1: sehr gut, Note 3: mäßig, Note 5: sehr schlecht

2) pH-Wert je nach T-Gehalt

Bei Ganzpflanzensilagen aus Getreide und Getreideleguminosengemenge (18 Proben) sowie Maissilage (12 Proben) wurde die Gärqualität fast durchweg als gut bis sehr gut bewertet. Die Gefahr von Nacherwärmung besteht vor allem bei Maissilagen mit mehr als 35 % T und Ganzpflanzensilagen mit mehr als 40 % T, weil das Futter nicht mehr ausreichend verdichtet wird.

Schlussfolgerung

Silagen aus ökologischem Landbau zeigten meist einen zufriedenstellenden bis guten Futterwert und eine gute Vergärung. Sie enthielten weniger Protein als vielfach vermutet, Kleegrassilagen im Herbst häufig allerdings auch viel Protein. Die Bandbreite der Untersuchungsergebnisse zeigt, dass die angegebenen Mittelwerte für den Einzelbetrieb nicht als Basis der Rationsberechnung dienen können. Hier sind Einzelanalysen notwendig. Die Gärqualität gibt Hinweise, wie stabil die Silage ist, ob mit Nacherwärmung zu rechnen ist und wann sie am besten verfüttert werden soll (Winter oder Sommer).

Literatur

LEISEN, E., 2003: Ertrags- und Qualitätsentwicklung beim 2. Aufwuchs von Klee gras und Grünland auf Ökobetrieben. AG Grünland und Futterbau d. Ges. Pflanzenbauwiss. Bericht 47. Jahrestagung Braunschweig, 39 - 42.

WEIßBACH, F., 2003: Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit von Grünfutter für die Silagebereitung. Zitiert bei Pahlow, 2003: Konservierung von Futterleguminosen. AG Grünland und Futterbau d. Ges. Pflanzenbauwiss. Bericht 47. Jahrestagung Braunschweig, 23 - 29.

Danksagung: Die Untersuchungen wurden durchgeführt mit finanzieller Unterstützung durch die beteiligten Landwirte, der Biomolkerei Söbbeke, dem Land NRW und der EU.

Differenzen der Energiedichte (MJ NEL) von Grünlandfutter bodenständiger Gräser und Kräuter bei Verwendung einer Cellulasemethode im Vergleich zur Rohnährstoffmethode

Renate Bockholt

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

1. Problemstellung

Nach nasschemischer Untersuchung werden die Metabolische Energie (MJ/kg TS) und die Energiedichte (MJ NEL/kg TS) von Grasproben bei der LUFA nach einer einheitlichen Formel über die Rohnährstoffe Rohfaser (RF), Rohprotein (RP) und Rohasche (RA) berechnet, die in g/kg TS in die entsprechenden Formeln für Frischgras, Grassilage oder Heu eingehen (DUNKER, 2004).

Frischgras, 1. Aufwuchs: ME (MJ/kg TS) = +14,06 - 0,01370.XF + 0,00483.XP - 0,0098.XA

Frischgras, 2. Aufwuchs: ME (MJ/kg TS) = +12,47- 0,00686.XF+ 0,00388.XP - 0,01335.XA

Frischgras: NEL (MJ/kg TS) = ME . (0,48 + 10,37 ME / (1000 - XA)

Andererseits ist bekannt, dass mittel- und minderwertige Futterpflanzen, die bei halbintensiver oder extensiver Nutzung von Dauergrünland zu den dominierenden Arten gehören können, von hochwertigen Futterpflanzen abweichende Energiewerte aufweisen.

Durch die zusätzliche Einbeziehung einer Verdaulichkeitsuntersuchung, welche mit dem Enzym Cellulase oder direkt mit Pansensaft (Hohenheimer Futterwerttest) erfolgen kann, wird der spezielle energetischen Futterwertmittel - oder minderwertiger Pflanzenarten des extensiv bewirtschafteten Dauergrünlandes besser erfasst. Es bestand die Zielstellung, auftretende Differenzen zwischen den nach verschiedenen Methoden berechneten Energiewerten zu quantifizieren sowie überzeugend und anschaulich darzustellen.

2. Lösungsweg

Die Berechnung wurde an 1500 Datensätzen auf der Basis von 43 Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes (BOCKHOLT, 2001; BUSKE, 1998) aus dem 1. Aufwuchs (1. – 11. Woche nach 1. Mai) vorgenommen, die im Labor des Instituts für umweltgerechte Tierhaltung nach der Weender Futteranalyse und der Methode Cellulasemethode von FRIEDEL (1990) untersucht worden sind.

3. Ergebnisse in MJ NEL/ kg TM nach der Cellulasemethode

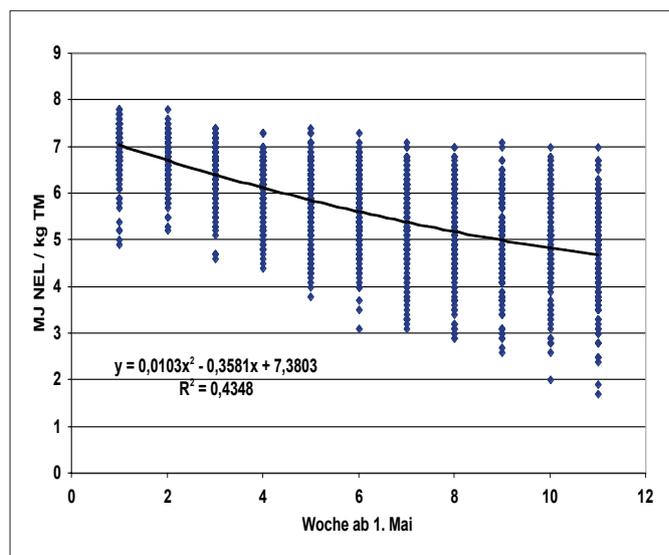


Abb.1: Variationsbreite und Trend der Energiedichte (MJ NEL/kg TM)

Die Energiedichte variiert unter Berücksichtigung aller Ergebnisse zwischen 8 und 2 MJ Nettoenergie Laktation je kg Trockenmasse. Im Mittel der auf 43 Pflanzen, 4 Standorte und 3 Jahre bezogenen Ausgangswerte wird der Grenzwert von 6 MJ NEL, der für Leistungsrinder gilt, zwischen 4. und 5. Woche nach dem 1. Mai unterschritten. Bemerkenswert ist, dass sowohl positive als auch negative Extremwerte jeweils von Kräutern stammen.

3.1. Pflanzen – und zeitabhängige Differenzen der Energiedichte

Die bodenständigen Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes bekommen nach Bewertung mit der einheitlichen Rohnährstoffformel, die für hochwertige Grünlandgräser gilt, im Durchschnitt eine um 0,55 MJ NEL/ kg TM bessere Energiebewertung als sie verdienen (Abb. 2, Abb.3), was zu fehlerhaften Rationsberechnungen führen kann. Die Differenzen sind artspezifisch verschieden und erhöhen sich bei allen Spezies im Verlaufe der Vegetationszeit. Im Extrem erhalten einzelne Pflanzenarten nach der Rohnährstoffformel eine bis zu 2 MJ NEL zu gute Bewertung. Es wird nach der Rohnährstoffmethode ein nicht artenspezifischer, in der Regel viel zu hoher Futterwert ausgewiesen, der in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, dass bei anderen Grünlandtypen wie Flussauegrünland oder Hanggrünland mit weiteren bodenständigen Gräsern und Kräutern ähnliche Differenzen auftreten.

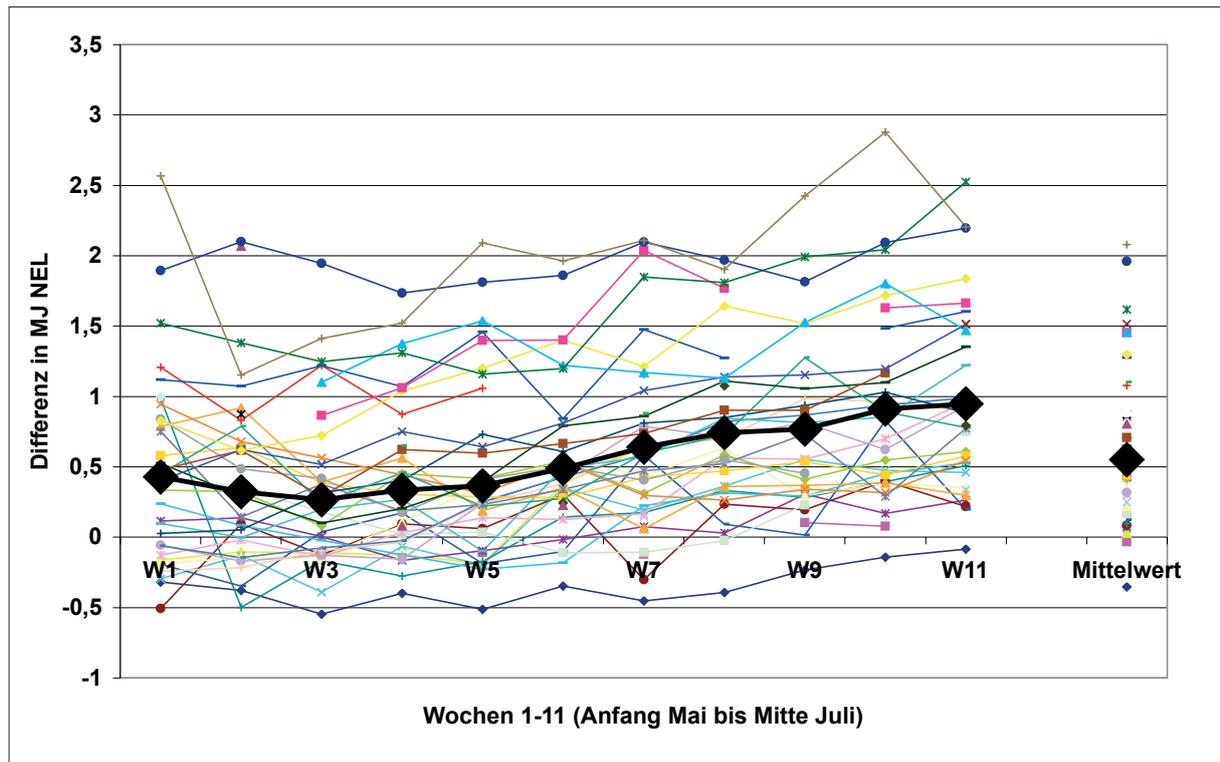


Abb.2: Wöchentliche Mittelwerte der Differenz der Energiedichte nach Pflanzenarten (MJ NEL Rohnährstoffmethode – MJ NEL Cellulasemethode)

Die zusätzliche Untersuchung von je 2 Proben der Spezies zum Schnitttermin Ende Mai nach dem Hohenheimer Futterwerttest (RADEMACHER, Universität Bonn) ergab eine gute Übereinstimmung beider Methoden unter der Voraussetzung, dass kein Befall mit Blattpilzen oder Fäulnisregnern an abgestorbenen Blättern vorlag. Aus der Untersuchung von Winterweidefutter ist aber bekannt, dass im gegenteiligen Fall, bei Befall mit Blattpilzen und Fäulnisregnern an nekrotischen Gewebeteilen weitere Differenzierungen zwischen der enzymatischen Cellulasemethode und dem Hohenheimer Futterwerttest auftreten.

Während das Enzym Cellulase nicht in der Lage ist, auf Pilzgifte zu reagieren, kann der Pansensaft mit lebenden Mikroorganismen eine über die artspezifische Verdaulichkeit hinausgehende weitere Qualitätsverschlechterung durch Pilzbefall oder Fäulnis erkennen.

4. Rangfolge der Differenz von Pflanzen des Niedermoorgrünlandes

Nach artenspezifischer Differenz ergibt sich eine Rangfolge der Pflanzenarten (Abb.3, Tabelle 1), die im Falle einiger Pflanzenarten von den Futterwertzahlen 8 bis -1 nach KLAPP, BOEKER, STÄHLIN (1953) abweicht und somit der allgemeinen Wertschätzung einzelner Gräser und Kräuter widerspricht (z. B. Kriechender Hahnenfuß, Behaarte Segge, Sumpfhornklee). Die teilweise auftretende Widersprü-

chlichkeit wird verständlich, wenn man weiß, dass bei den Futterwertzahlen nach KLAPP nicht nur der energetische Futterwert, sondern der Nährstoffgehalt, die Massenleistung und die Schmackhaftigkeit zugleich berücksichtigt werden. Besonders im Falle starker Abweichung vom Futterwert hochwertiger Grünlandpflanzen wird jedoch eine gute Übereinstimmung mit den aus der Grünlandliteratur bekannten schlechten Futterwertzahlen und den praktischen Erfahrungen der Grünlandwirte erreicht. Als Pflanzen mit den geringsten Abweichungen zu hochwertigen Futtergräsern können *Glyceria maxima* (Wasserschwaden), *Poa annua* (Jährige Rispe), *Poa pratensis* (Wiesenrispe) und *Glyceria fluitans* (Fluten der Schwaden) hervorgehoben werden. Als Pflanzen mit den größten Abweichungen zu hochwertigen Futtergräsern müssen *Juncus effusus* (Flutterbinse), *Rumex obtusifolius* (Stumpfbblätteriger Ampfer), *Filipendula ulmaria* (Echtes Mädesüß) und *Rumex crispus* (Krauser Ampfer) herausgestellt werden.

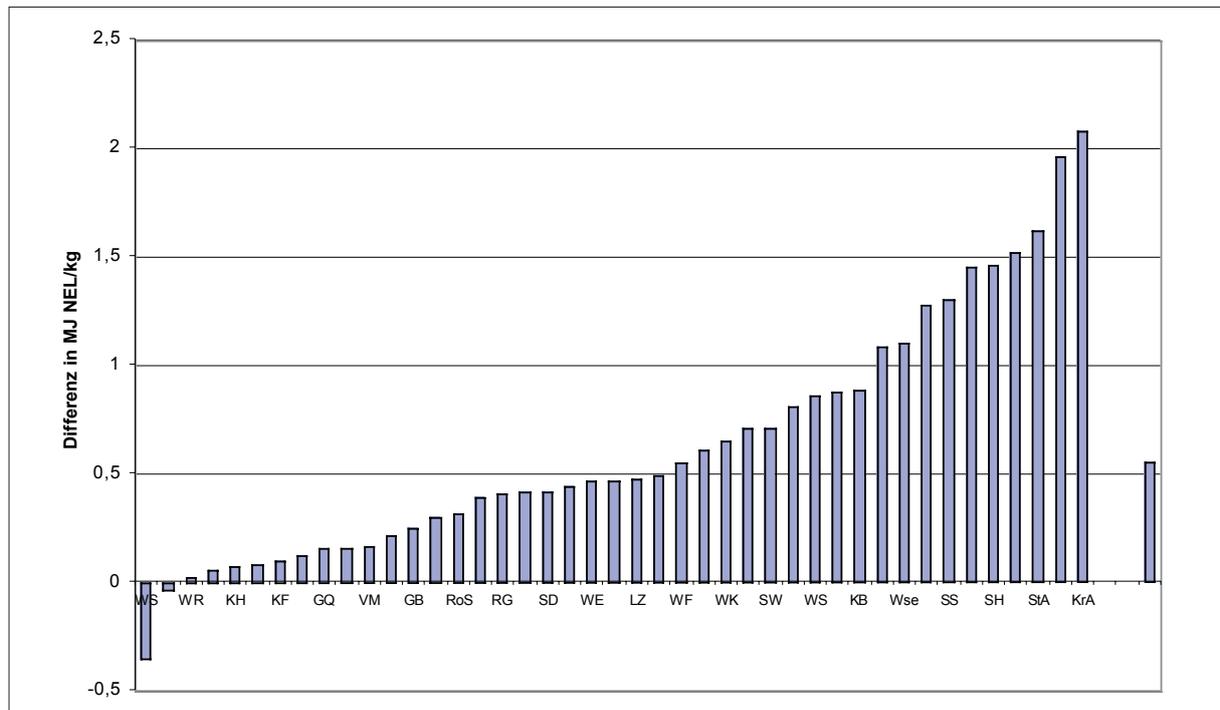


Abb.3: Differenz der Energiedichte nach Pflanzenarten (MJ NEL Rohnährstoffmethode – MJ NEL Cellulosemethode)

5. Schlussfolgerungen

Um eine fehlerhafte Überbewertung von Grünlandfutter zu vermeiden, muss dringend davon abgeraten werden, Grünlandfutter mit bodenständigen Pflanzenarten bei der LUFA allein nach der Rohnährstoffformel bewerten zu lassen. Die zusätzliche Überprüfung der Verdaulichkeit nach einer Cellulosemethode (ELOS) oder einer Pansensaftmethode (Hohenheimer Futterwerttest), gibt den tatsächlichen energetischen Futterwert besser wieder. Wenn die botanische Zusammensetzung der Grünlandflächen bekannt ist, besteht auch die Möglichkeit, den Futterwert von Grünlandflächen mit Hilfe von Nährstofftabellen der bodenständigen Pflanzenarten über ein Kalkulationsschema zu prognostizieren, die zur Zeit mit Hilfe von Studenten des Wahlpflichtfaches Grünlandbewirtschaftung an der Universität Rostock getestet werden.

6. Literaturverzeichnis:

- BOCKHOLT, R., 2001: Futterwert und Siliereignung der häufigsten autochthonen Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes. - Arch. Acker – Pfl. Boden, Vol.47, S. 183 bis 199
- BUSKE; F., 1998: Zu Futterwertparametern extensiv genutzter Niedermoore. - Promotionschrift Rostock
- DUNKER, M., 2004: Formeln zur Schätzung des Energiegehaltes von Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes der LUFA Rostock. - Mitteilung 2004

FRIEDEL, K., 1990: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulosemethode. - Wiss. Zeitschrift Univ. Rostock, Naturw. Reihe 39, 78 bis 86

KLAPP, E., BOEKER, P., STÄHLIN, A., 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen, „Das Grünland“, Nr. 5, Hannover 1953, Beilage zur Zeitschrift „Der Tierzüchter“

RADEMACHER, I., 2000: Unveröffentlichte Ergebnisse des Hohenheimer Futterwerttestes

ROTHMALER, W., 1988: Exkursionsflora von Deutschland, Atlas der Gefäßpflanzen, Stuttgart, 8. Auflage

Tabelle 1: Futterwertzahlen der bodenständigen Grünlandpflanzen sowie Differenz und Standard – Abweichung der MJ NEL im Methodenvergleich (MJ NEL/ kg TM der Rohnährstoffmethode – MJ NEL /kg TM der Cellulosemethode nach FRIEDEL)

Rang	Lateinischer Name	Deutscher Name	Futterwertzahl	Anzahl Werte	Differenz MJ NEL/kg TM	Standard - Abweichung
1	<i>Glyceria maxima</i>	Wasser - Schwaden	4	74	-0,35	0,32
2	<i>Poa annua</i>	Jährige Rispe	5	5	-0,03	0,11
3	<i>Poa pratensis</i>	Wiesen - Rispe	8	13	0,03	0,36
4	<i>Glyceria fluitans</i>	Futender Schwaden	4	17	0,06	0,38
5	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	2	44	0,07	0,23
6	<i>Festuca rubra</i>	Rot - Schwingel	5	28	0,08	0,34
7	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Knick- Fuchsschwanz	4	28	0,10	0,57
8	<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge	2	24	0,12	0,41
9	<i>Heracleum sphondylium</i>	Bärenklau	6	57	0,16	0,31
10	<i>Elytrigia repens</i>	Gemeine Quecke	6	84	0,16	0,42
11	<i>Stellaria media</i>	Vogelmiere	(?)	57	0,17	0,31
12	<i>Poa trivialis</i>	Gemeine Rispe	7	80	0,22	0,46
13	<i>Juncus articulatus</i>	Glieder - Binse	(?)	5	0,25	0,15
14	<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras	7	19	0,30	0,39
15	<i>Festuca arundinacea</i>	Rohr - Schwingel	4	28	0,32	0,48
16	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	4	91	0,39	0,56
17	<i>Phalaris arundinacea</i>	Röhr - Glanzgras	5	97	0,41	0,53
18	<i>Deschampsia caespitosa</i>	Rasenschmiele	3	31	0,41	0,46
19	<i>Caltha palustris</i>	Sumpf - Dotterblume	-1	23	0,42	0,19
20	<i>Urtica dioica</i>	Große Brennessel	(?)	101	0,44	0,23
21	<i>Angelica sylvestris</i>	Wald - Engelwurz	(?)	24	0,46	0,25
22	<i>Cirsium oleraceum</i>	Kohl - Kratzdistel	4	49	0,47	0,28
23	<i>Taraxacum officinale</i>	Löwenzahn	5	46	0,47	0,43
24	<i>Lamium album</i>	Weißes Taubnessel	(?)	22	0,49	0,29
25	<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen - Fuchsschwanz	7	62	0,55	0,41
26	<i>Achillea millefolium</i>	Gemeine Schafgarbe	5	29	0,61	0,32
27	<i>Anthriscus sylvestris</i>	Wiesen - Kerbel	4	96	0,65	0,49
28	<i>Juncus conglomeratus</i>	Knäuel - Binse	1	5	0,70	0,43
29	<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz - Wegerich	6	23	0,71	0,29
30	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Wiesen - Ruchgras	3	5	0,81	0,79
31	<i>Scirpus silvaticus</i>	Wald - Simse	2	23	0,86	0,35
32	<i>Cirsium arvense</i>	Acker - Kratzdistel	0	5	0,87	0,31
33	<i>Juncus bufonius</i>	Kröten - Binse	2	5	0,88	0,28
34	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Hirten - Täschelkraut	1	7	1,08	0,17
35	<i>Carex fusca</i>	Wiesen - Segge	1	5	1,10	0,59
36	<i>Symphytum officinale</i>	Gemeiner Beinwell	(?)	25	1,28	0,46
37	<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf - Segge	1	46	1,30	0,53
38	<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen - Sauerampfer	4	19	1,45	0,55
39	<i>Lotus uliginosus</i>	Sumpf - Hornklee	7	20	1,46	0,35
40	<i>Juncus effusus</i>	Flatter - Binse	1	5	1,51	0,34
41	<i>Rumex obtusifolius</i>	Stumpfblättriger Ampfer	1	89	1,62	0,61
42	<i>Filipendula ulmaria</i>	Mädesüß	3	29	1,96	0,37
43	<i>Rumex crispus</i>	Krauser Ampfer	1	37	2,08	0,75
	Mittelwert	Gesamtergebnis		1571	0,55	0,69

Using ^2H signature to identify water status in grassland close to groundwater

Jiří Šantrůček¹⁾ and Karl Auerswald²⁾

¹⁾ Department of Plant Physiol., South Bohemian University, České Budějovice, Czech Rep.

²⁾ Lehrstuhl für Grünlandlehre, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, 80350 Freising

1. Introduction

Stable isotopes signature of water can be used to identify possible sources of water (e.g. soil water vs. groundwater) of a plant and to quantify the water stress within the plant. The first can be assessed from vein water while according to the Craig-Gordon model (Craig & Gordon, 1965) the latter is reflected by the signature gradient along the leaf:

$$\delta_{\text{SS}} = \delta_{\text{S}} + \varepsilon^* + \varepsilon_{\text{K}} + h \times (\delta_{\text{a}} - \varepsilon_{\text{K}} - \delta_{\text{S}})$$

δ_{SS} isotopic composition of leaf water

δ_{S} isotopic composition of source water

ε^* equilibrium fractionation factor (84 ‰)

ε_{K} kinetic fractionation factor (26 ‰)

δ_{a} isotopic composition of vapor

h ratio of air humidity to saturated humidity at leaf temperature

The source of water of a plant can then be identified from a possible set of sources with contrasting isotopic signatures by measuring h , δ_{SS} and δ_{a} . We used this technique on two grassland sites with contrasting soils and different depth to the groundwater.

2. Material and methods

Sampling sites: The Grünschaibe experimental farm (130 ha) is situated on the northern edge of the Munich gravel plain, which is about 50 km in diameter. The coarse gravel of the Munich gravel plain decreases in depth and altitude to the north. This causes the groundwater, which is also flowing to the north, to approach the surface to the northern edge. Two permanent pastures at the Grünschaibe experimental farm (Germany) were sampled, which differed in soil type and water availability. One pasture (K8) was on mineral soil (plant available water capacity 60 mm), with the groundwater table 2.0 ± 0.2 m below the soil surface while the second pasture (K6) had organic (peat) soil (plant available water capacity 165 mm) and a groundwater table at 1.5 ± 0.2 m depth. All sampling was conducted in mid October after an extraordinary dry summer (Fig. 1 left), which may have induced root formation down to the groundwater, but the mineral soil was again close to field capacity after some rain at the end of September (Fig. 2 right).

Sampling of soil and plant material: Soils were sampled using a soil corer. Soil samples (ca. 0.5 g, 3 samples) from 1–10 cm depth were transferred into holes of an aluminum heating block. The holes were closed immediately by glass vials with O-rings. Sampling was repeated twice at both sites. Plant discs were cut with a cork borer from leaf tip and petiole in case of *Taraxacum off.* and from leaf tip and base in case of *Dactylis glomerata*. Three leaves of each species were sampled at both sites.

Sampling of water: Groundwater was taken from a watering well for the livestock. Atmospheric vapor was collected as follows: ambient air at 1 m above canopy was sucked through glass tube spiral cooled to -80°C in ethanol using a small membrane pump (3 min, flow rate 800 ml/min). Then the trapped water was transferred to the cooled glass vial using

a closed loop system. Humidity was estimated from the amount of trapped water, flux through the cool trap and trapping time.

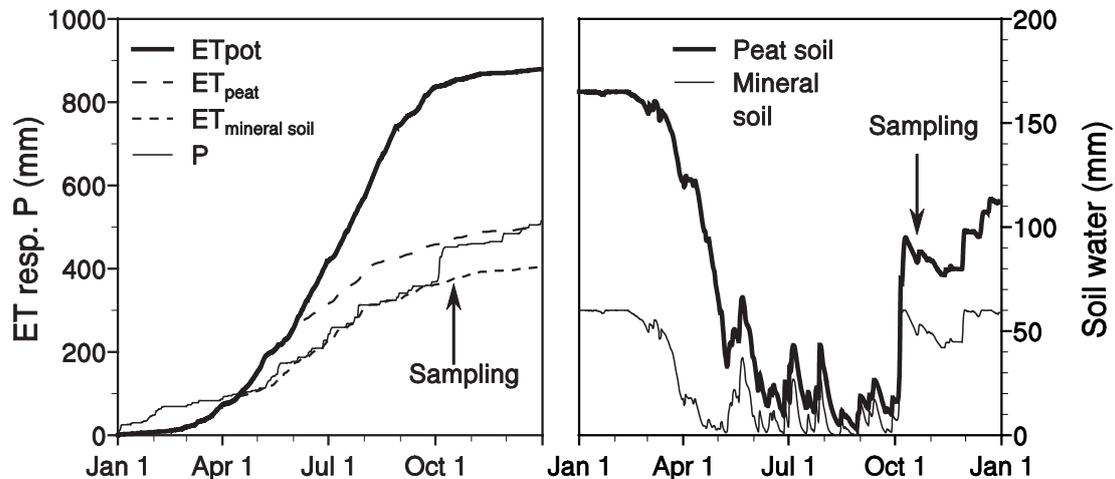


Fig. 2: Climatic situation prior to sampling

Left: Totals of precipitation, potential evapotranspiration and real evaporation on peat and mineral soil

Right: Plant available soil water on peat and mineral soil

In addition, fresh dung patches and leaf and petiole of a deep-rooted tree (*Fraxinus excelsior*) were sampled analogously. Rain water data were taken from two neighboring stations, one about 30 km to the SW (Neuherberg, <http://isohis.iaea.org>), the other about 30 km to the NW (Scheyern, unpublished data).

Water extraction from soil and plant samples: The aluminum block containing the samples was heated to 80°C for 4 h, while the glass vials were cooled by liquid N₂. A vertical temperature gradient from 80°C to -20°C was created, which enabled water collection in vials without losses. Then the vials were sealed with caps. The isotopic signal ($\delta^2\text{H}$) of water was measured by IRMS versus V-SMOW standard and expressed in δ -notation.

3. Results and discussion

Isotopic signals of ²H of water extracted from different samples in soil-plant-atmosphere continuum are summarized in Table 1. No water was extracted for the missing data, probably due to small amount of plant material sampled for the extraction or because of leakage or another problem during this procedure.

Groundwater is a mixture of excess rain from different seasons. The $\delta^2\text{H}$ of -73.0 ‰ for groundwater exactly matches the average value of rain (-73.0 ‰; Fig. 2), which is not surprising due to the shallow soils and the high groundwater recharge in the catchment area (>> 300 mm/yr). The topsoil water was enriched in comparison to groundwater and average rain water by discrimination of "heavier" water during evaporation. This discrimination seems to be stronger in the peat soil than in the mineral soil. We may speculate that this is either due to higher transpiration losses of a more productive sward, or due to higher evaporation losses from this dark soil, or due to less capillary rise in the aerated peat.

Uptake of water by plant roots and its transport in xylem do not change isotopic signal of water (Wang and Yakir, 2000). Therefore, the $\delta^2\text{H}$ of -67‰ in petiole of *Taraxacum* (in peat) indicates that it takes water from soil deeper than 10 cm. Water from grass leaf as well as from *Taraxacum* leaf tip showed a marked enrichment because of transpiration (Wang and

Yakir, 2000). In peat soil, the $\delta^2\text{H}$ difference between leaf and soil water was smaller (30-50‰ in average) in comparison to the difference on mineral soil (50-60 ‰ in average), which may indicate a better water supply of the plants on the peat soil.

Table 1. Isotopic signal of $\delta^2\text{H}$ (‰) in water extracted from soil and plant material at two different pastures, groundwater and atmosphere. Means and standard deviations are given (n=2 or 3).

Water origin	$\delta^2\text{H}$ (‰)	
	Pasture on mineral soil	Pasture on peat soil
Groundwater	- 73.0 ± 0.2	- 73.0 ± 0.2
Bulk soil (top 10 cm)	- 60.3 ± 13.9	- 44.1 ± 15.8
Leaf petiole (<i>Taraxacum off.</i>)	-	- 66.5 ± 3.5
Leaf tip (<i>Taraxacum off.</i>)	- 19.6 ± 4.9	- 20.3 ± 0.0
Leaf base (<i>Dactylis gl.</i>)	- 36.9 ± 0.9	-
Leaf tip (<i>Dactylis gl.</i>)	+ 5.1 ± 1.3	- 15.1 ± 0.0
Atmosphere	-145.0 ± 5.0	-145.0 ± 5.0

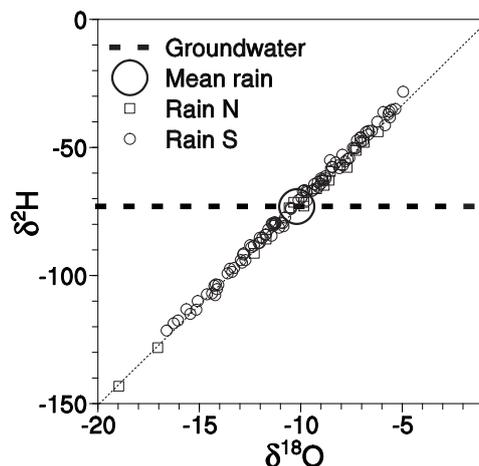


Fig. 2: Isotopic composition of rain water at two stations about 30 km north and south of the Grünschwaike compared to groundwater signature

Vapor collected from atmosphere was depleted in comparison to groundwater as well as soil and plant water, which agrees with the predictions of the Craig-Gordon model.

Water collected from the petiole of *Fraxinus excelsior* surprisingly was even more depleted ($\delta^2\text{H}$ of -104.4 ‰) than groundwater sampled from the drinking well ($\delta^2\text{H}$ of -73 ‰). It was even more depleted than average winter precipitation at the research site (average Nov.-Feb.: -92 ‰). As the petiole water should have a similar isotopic signal as the water source, we can assume that the root system of this tree does not take water from the groundwater or from rain. This is rather surprising in the coarse gravel filling of the Munich gravel plain. It would indicate a second groundwater story, which is not recharged by present rain. Water from the *Fraxinus* leaves was considerably enriched in ^2H ($\delta^2\text{H}$ of -27‰ and -48‰) again indicating high transpiration losses.

The cattle dung, sampled at the pasture on peat soil had an isotopic composition closed to that of groundwater ($\delta^2\text{H}$ of -73 ‰ and -72 ‰, respectively) indicating that the dung was fresh and no discrimination due to evaporation had occurred. Furthermore, it indicated that the water demand of the animal was mostly covered by groundwater drinking, with negligible gain of vegetation water at that particular time. Mass balance calculations using the average

leaf water signature and groundwater signature show that plant water contributed only about 10% to the total water uptake of the cattle at that time.

4. Conclusions

On both pastures ^2H in soil water was more enriched as compared to groundwater. In peat soil, difference in $\delta^2\text{H}$ between leaf and soil water was smaller in comparison to mineral soil, indicating less water stress on peat soil than on mineral soil. Cattle dung did not reflect the grass signature but the signature of the groundwater, which was the source of drinking water for the cattle. The vein water of a deep-rooting tree suggested a more complicated groundwater situation, presumably with another groundwater story of completely different isotopic composition, which seems not to be charged by present rain.

Literature

- CRAIG H., GORDON L. (1965): Deuterium and oxygen-18 variations in the ocean and marine atmosphere. In: TONGIORGI E. (ed.): *Stable Isotopes in Oceanographic Studies and Paleo-Temperatures*, pp. 9–130. Pisa: Lab. Geol. Nucl.
- WANG X.-F., YAKIR D. (2000): Using stable isotopes of water in evaporation studies. *Hydrological processes* 14: 1407-1421.

Ecological fingerprints of production systems retrieves from stable isotope signatures of cattle hair

Michael Schwertl, Karl Auerswald, Hans Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

Introduction

The authenticity of food is a hot issue in the food quality and safety debate. In response to scandals traceability systems were set up in the EU beef sector. However, traceability systems provide no proof of authenticity, and animal welfare and environmental quality attributes of production systems. Such information may be retrieved from carbon and nitrogen stable isotope signatures ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) of animal tissues, which are influenced by feed sources (DE NIRO & EPSTEIN 1978; DE NIRO & EPSTEIN 1981).

The stable isotope signatures of animals are determined by their diet ("you are what you eat"). Maize (C4) is an important component of cropland-based cattle production systems in the temperate zone of Europe, and its $\delta^{13}\text{C}$ ($-13 \pm 1\text{‰}$) differs strongly from that of C3 grassland ($-27 \pm 2\text{‰}$). Accordingly, the $\delta^{13}\text{C}$ of animal products should be related to the proportion of maize in the diet, and hence, reveal an important characteristic of the production system on which it is based. The $\delta^{15}\text{N}$ of animal products is determined by the $\delta^{15}\text{N}$ of feeds, which depend on that of N sources, such as fertilizers and soil N. The latter may be affected by losses of N from the system, such as volatilisation of ammonia and leakage of nitrate, as is suggested from observations in forest ecosystems (HÖGBERG & JOHANNISSON 1993) and rangeland (FRANK et al. 2000).

Here we investigate the stable isotope signatures of contrasting ruminant livestock systems in Upper Bavaria, and its relationship to maize feeding and farm gate balances of nitrogen. Isotope signatures were retrieved from tail switch hair, which is a useful integrator and recorder of the isotopic history of an animal's diet (SCHWERTL et al. 2003).

2. Material and Methods

Thirteen farms representing the range of cattle farming systems in Upper Bavaria, Germany were chosen for the study. This included bull fattening, conventional confinement dairy, pasture based organic and conventional dairy, and suckler cow systems.

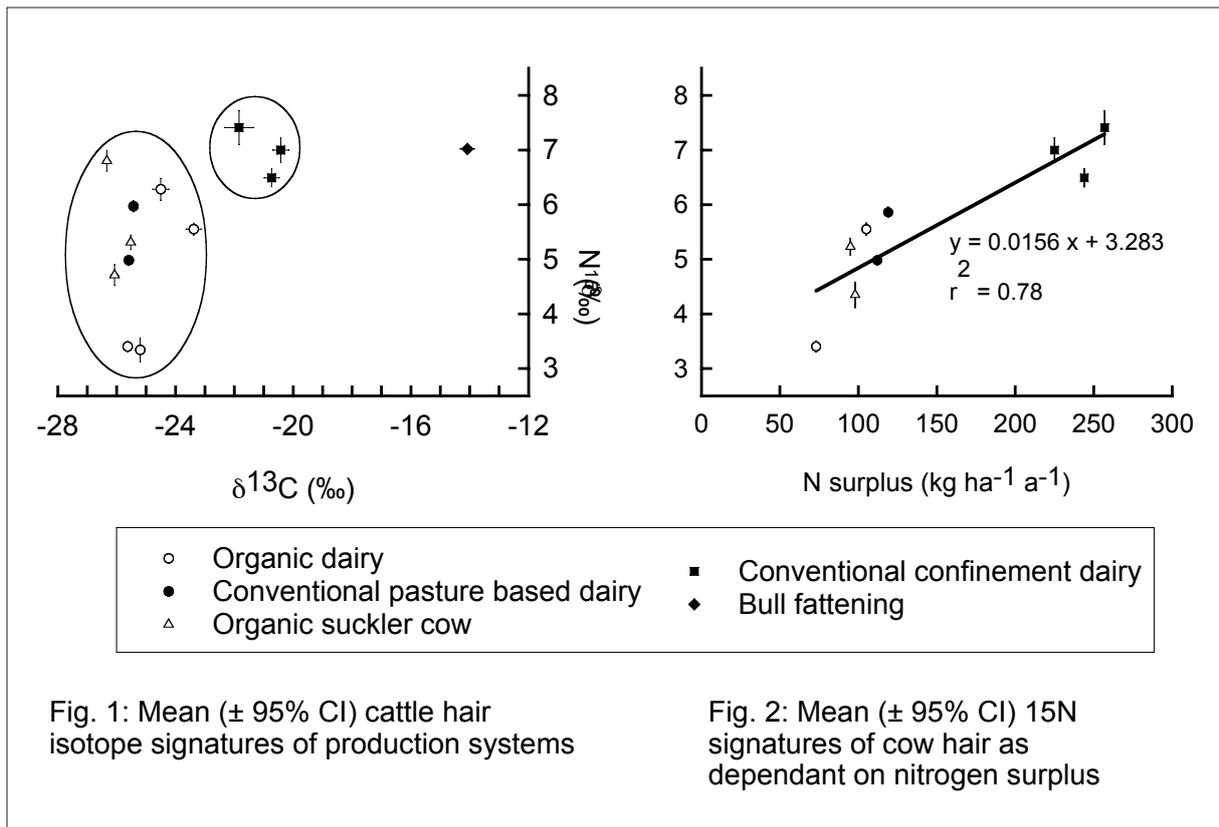
Hairs were collected from 3-5 animals per farm. From each animal two hairs were sectioned and alternate 1-cm-sections analysed for $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ signatures. For details of sampling, sample treatment and analysis see SCHWERTL et al. (2003). Mean signatures of production systems are reported.

In addition detailed information about nitrogen inputs and outputs, and of diet composition of each farm for the year before sampling was obtained by interviews of farmers and extension services.

Isotope signatures are presented in the conventional form, i.e. as $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$, where $\delta^{13}\text{C}$ (or $\delta^{15}\text{N}$) = $[(R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}})-1] \cdot 10^3$, with R the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ or $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ratio in the sample or standard (V-PDB and N^2 in air).

3. Results and discussion

$\delta^{13}\text{C}$ varied between -26.3‰ and -14.1‰ with highest (that is, least negative) values for the bull fattening farm, followed by conventional confinement systems and pasture based production systems (Fig. 1). The mean maize content of diets varied between 0 and 75% in the different production systems, and explained 96% of the total variation of $\delta^{13}\text{C}$ signatures in tail switch hair of the different production systems (not shown).



Consistently high $\delta^{15}\text{N}$ signatures were found for conventional confinement dairy and bull fattening farms (6.5‰ to 7.4‰), while $\delta^{15}\text{N}$ signatures in pasture based systems varied considerably (3.3‰ to 6.8‰).

The surplus of nitrogen input over output (farm gate balance) varied between 60 and 260 kg N ha⁻¹ a⁻¹ in the different production systems. If maintained over long periods, such surpluses will result in equal losses. Hair $\delta^{15}\text{N}$ signatures were closely correlated with the N surplus ($r^2 = 0.78$) for cows (Fig. 2). The correlation was reduced to $r^2 = 0.58$, when signatures of growing animals were included in the data set. This was possibly due to differences in the ¹⁵N diet-hair enrichment between growing and adult animals (ROTH & HOBSON 2000), introducing additional variation not related to the N surplus.

The $\delta^{15}\text{N}$ signatures of major input fluxes, like atmospheric deposition, biological fixation, mineral fertilizer and purchased legume forage were close to 0‰ (data not shown, and AMBERGER 1987; HÖGBERG 1997). Thus, import fluxes could not explain the variation in $\delta^{15}\text{N}$ signatures between production systems. Likely, the elevated $\delta^{15}\text{N}$ was (at least partially) caused by the ¹⁵N-depletion in nitrogen compounds lost from the systems in the form of nitrate (NO₃⁻) leaching, ammonia (NH₃) volatilisation, and denitrification losses (HÖGBERG 1997). Especially ammonia is strongly depleted in ¹⁵N compared to its aqueous NH₄⁺ source (UREY 1947), and may contribute greatly to total N losses in animal production systems. However, other factors may also contribute to the ¹⁵N enrichment of hair, such as variation in diet-hair enrichment of ¹⁵N (trophic level shift) which may increase with excess protein in the diet and – consequent – higher urea excretion (SPONHEIMER *et al.* 2003). Also, within-system heterogeneity of N fluxes and cycling could lead to variation between hair $\delta^{15}\text{N}$ signatures and farm gate balances of N.

4. Conclusions

Stable isotope signatures of cattle hair have a great potential as indicators of the ecology of cattle farming systems: the $\delta^{13}\text{C}$ provides an accurate measure of the proportion of maize in the diet, and $\delta^{15}\text{N}$ seems to be related to N leakage from the system. However, more needs to be learnt about within-system N fluxes, associated ¹⁵N discrimination, and their effects on the $\delta^{15}\text{N}$ of animal products.

Literature

- AMBERGER, A. (1987): Natürliche N-15 und O-18 Gehalte als Indikatoren für die Herkunft von Nitrat in Boden und Grundwasser. Dissertation. TU München
- DE NIRO, M.J. & EPSTEIN, S. (1978): Influence of diet on distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42, 495-506
- DE NIRO, M.J. & EPSTEIN, S. (1981): Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 341-351
- FRANK, D.A., GROFFMAN, P.M., EVANS, R.D. & TRACY, B.F. (2000): Ungulate stimulation of nitrogen cycling and retention in Yellowstone Park grasslands. *Oecologia* 123, 116-121
- HÖGGER, P. (1997): Tansley review No 95 - N-15 natural abundance in soil-plant systems. *New Phytologist* 137, 179-203
- HÖGGER, P. & JOHANNISSON, C. (1993): N-15 abundance of forests is correlated with losses of nitrogen. *Plant and Soil* 157, 147-150
- ROTH, J.D. & HOBSON, K.A. (2000): Stable carbon and nitrogen isotopic fractionation between diet and tissue of captive red fox: implications for dietary reconstruction. *Canadian Journal of Zoology* 78, 848-852
- SCHWERTL, M., AUERSWALD, K. & SCHNYDER, H. (2003): Reconstruction of the isotopic history of animal diets by hair segmental analysis. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 17, 1312-1318
- SPONHEIMER, M., ROBINSON, T., AYLIFFE, L.K., ROEDER, B., HAMMER, J., PASSEY, B.H., WEST, A.G., CERLING, T.E., DEARING, M.D. & EHLERINGER, J.R. (2003): Nitrogen isotopes in mammalian herbivores: hair delta-15-N values from a controlled feeding study. *International Journal of Osteoarchaeology* 12, 80-87
- UREY, H.C. (1947): The thermodynamic properties of isotopic substances. *Journal of the Chemical Society*, 562-581

Leaf elongation in *Lolium perenne* in relation to growth zone phosphorus status affected by P-supply and mycorrhizal colonization

M. Kavanová, A. Grimoldi, F.A. Lattanzi, & H. Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

1. Introduction

Phosphorus (P) is an essential macronutrient required for growth and development of all plants. It is well known that under P-deficiency shoot growth rate decreases relatively more than root growth (MARSCHNER, 1995). Low P-availability affects shoot expansion by several mechanisms, one of them decreasing leaf area expansion rate (PLENET et al., 2000; RODRIGUEZ et al., 1998). However, little is known about how P-status is sensed and whether growth processes respond directly to changes in tissue P-concentration.

Plants have to cope with limiting P-availability in soils of most terrestrial ecosystems (SCHACHTMAN et al., 1998). A common adaptive response that evolved in approximately 80% of vascular herbaceous plant species is symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF; SMITH & READ, 1997). Beneficial effects of AMF are manifested, particularly at limiting P-availability, as an improvement of plant P-status, and thus increased growth rate, reduced root:shoot ratio and increased P-concentration in plant biomass (SMITH & READ, 1997). However, indirect effects have also been proposed (BARKER & TAGU, 2000).

The effect of P-deficiency on leaf growth can be analysed conveniently in grass leaves, where leaf elongation rate can be understood as the product of the length of the growth zone (basal part of growing leaves where cells expand) and the average relative elemental growth rate. We hypothesised that (i) leaf expansion rate is related to growth zone P-status, and (ii) mycorrhizal colonization affects leaf elongation by improving it. Thus, the effect of growth zone P-status and mycorrhizal colonization on leaf elongation rate and its components were studied in *Lolium perenne*.

2. Materials and methods

Seeds of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L. cv Condesa) were surface-sterilized and sown on a mixture of quartz sand and P_2O_5 (0.172 g kg^{-1} sand) in plastic tubes. Half of the tubes was filled with the same substrate inoculated with AM fungus *Glomus hoi*, originating from single spore pot culture of *Glomus hoi* BEG104 propagated on *Plantago lanceolata* L. Tubes with (AMF+) and without (AMF-) inoculation were placed in separate plastic boxes (560 mm x 760 mm x 370 mm). Two different experiments were performed:

Experiment 1. During four weeks after sowing, plants were irrigated with modified half-strength Hoagland solution without P. Thereafter, four levels of soluble P-supply in form of KH_2PO_4 were applied in both mycorrhizal (AMF+) and non-mycorrhizal (AMF-) treatment: 0 mM, 0.02 mM, 0.1 mM and 0.5 mM.

Experiment 2. Two levels of soluble P-supply were applied from the third week onwards in both mycorrhizal (AMF+) and non-mycorrhizal (AMF-) treatment: 0.02 mM and 1 mM. In order to minimize plant size differences at sampling (see Results) the seeds of the low P treatment were germinated 14 days in advance. All treatments were irrigated with distilled water during the first week and received nutrient solution containing 0.02 mM KH_2PO_4 during the following two weeks.

The extent of AMF colonization of the roots was determined on trypan blue stained roots by the gridline intersect method (GIOVANETTI and MOSSE, 1980). Control treatments showed null colonization. The average root length colonization of AMF+ treatments in experiment 1 was 45% (0 mM and 0.02 mM P), 19% (0.1 mM P) and 8% (0.5 mM P). In experiment 2, the average root length colonization was 30% (0.02 mM P) and 2% (1 mM P).

Leaf elongation rate (LER, $mm\ h^{-1}$) was determined as the rate of change of the distance between the tip of elongating blade and the ligule of the youngest fully expanded leaf. The same set of tillers was used

to determine the spatial distribution of growth within the leaf growth zone by the pin-pricking method (SCHNYDER et al., 1987). Briefly, a fine needle was used to pin holes at 3 mm distances along the basal 40-70 mm of the tiller. Distances between the holes both along the base of the growing leaf and along the non-growing sheath of the first mature leaf were measured. Velocity of displacement of a segment (VD_i , mm h⁻¹) was calculated as:

$$VD_i = (L_B - L_S) * dt^{-1} * LER_{control} * LER_{pierced}^{-1} \quad (1)$$

where L_B is the length of a segment in the growing blade and L_S is the length of the same segment in the sheath of a non-growing leaf, corrected by the ratio between LER of a non-pierced and LER of the pierced leaf. The length of the leaf growth zone (L_{LGZ}) was defined as the distance from the base to the midpoint of the last segment that elongated. The average relative elemental growth rate (REGR, mm mm⁻¹ h⁻¹) was then determined as:

$$REGR = LER_{control} * L_{LGZ}^{-1} \quad (2)$$

Leaf growth zones comprising elongation ($1 * L_{LGZ}$) and maturation zone (estimated as $0.7 * L_{LGZ}$) were sampled in experiment 1. In experiment 2, leaf growth zones comprising only elongation zone were sampled. Phosphorus concentration was determined by nitric-peroxide acid digestion followed by molybdenum-ascorbic acid colorimetry (OLSEN & SOMMERS, 1982).

3. Results and discussion

3.1 Effect of growth zone P status on LER

Increasing P-supply significantly increased growth zone P-concentration in both experiments ($P < 0.001$). AMF increased growth zone P-concentration only at the highest P-supply level.

LER of the growing leaf increased linearly with increasing growth zone P-concentration in both control and mycorrhizal plants in experiment 1 (Fig. 1, $P < 0.05$). The slope and intercept values were higher for mycorrhizal than non-mycorrhizal plant. Although the effects could not be detected as statistically significant, they suggest a P-independent effect of AMF on LER. In experiment 2, LER increased with increasing P in both control and mycorrhizal plants (P-supply $P < 0.001$, mycorrhizal treatment $P > 0.10$; Fig. 1). In this experiment, no P-independent effect was evident.

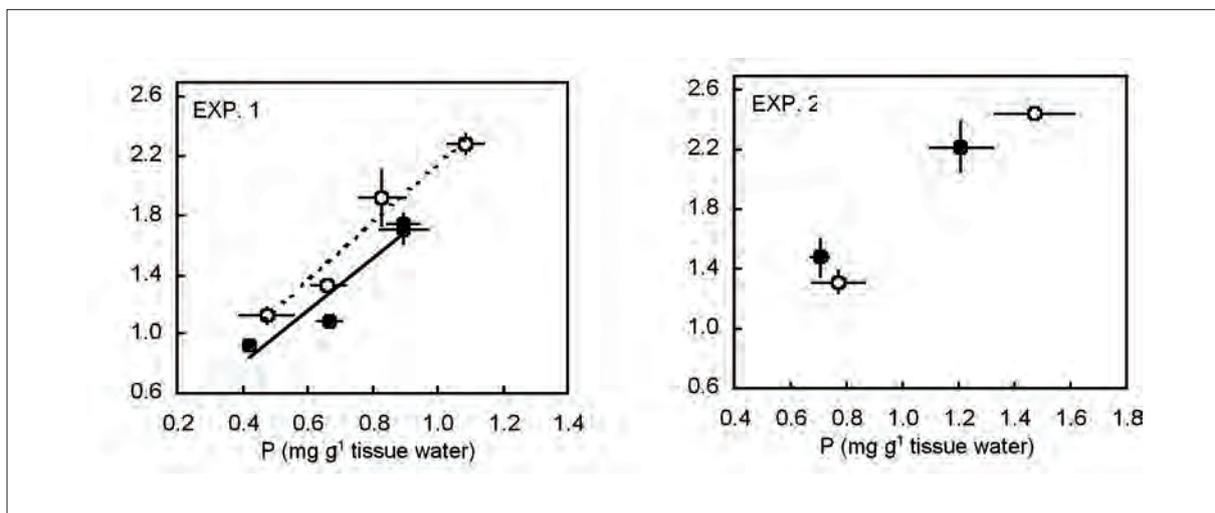


Figure 1. Leaf elongation rate (LER) in relation to leaf growth zone P-concentration in non-mycorrhizal (full symbols) and mycorrhizal (open symbols) perennial ryegrass. Linear regressions: non-mycorrhizal: $y = 0.083 + 1.782x$, $r^2 = 0.91$, $P < 0.05$; mycorrhizal plants: $y = 0.127 + 2.012x$, $r^2 = 0.94$, $P < 0.05$. Data points are means, bars indicate SE.

3.2 Effect of growth zone P status on components of LER: experiment 1

Both L_{LGZ} and REGR presented positive linear relationship with growth zone P-concentration in control and mycorrhizal treatments (Fig. 2). Compared at a similar growth zone P-concentration, mycorrhizal and non-mycorrhizal plants had the same REGR. However, L_{LGZ} was consistently longer in mycorrhizal plants, which means that the same relative expansion rate was maintained over a longer distance.

Both L_{LGZ} and REGR presented positive linear relationship with growth zone P-concentration in control and mycorrhizal treatments (Fig. 2). Compared at a similar growth zone P-concentration, mycorrhizal and non-mycorrhizal plants had the same REGR. However, L_{LGZ} was consistently longer in mycorrhizal plants, which means that the same relative expansion rate was maintained over a longer distance.

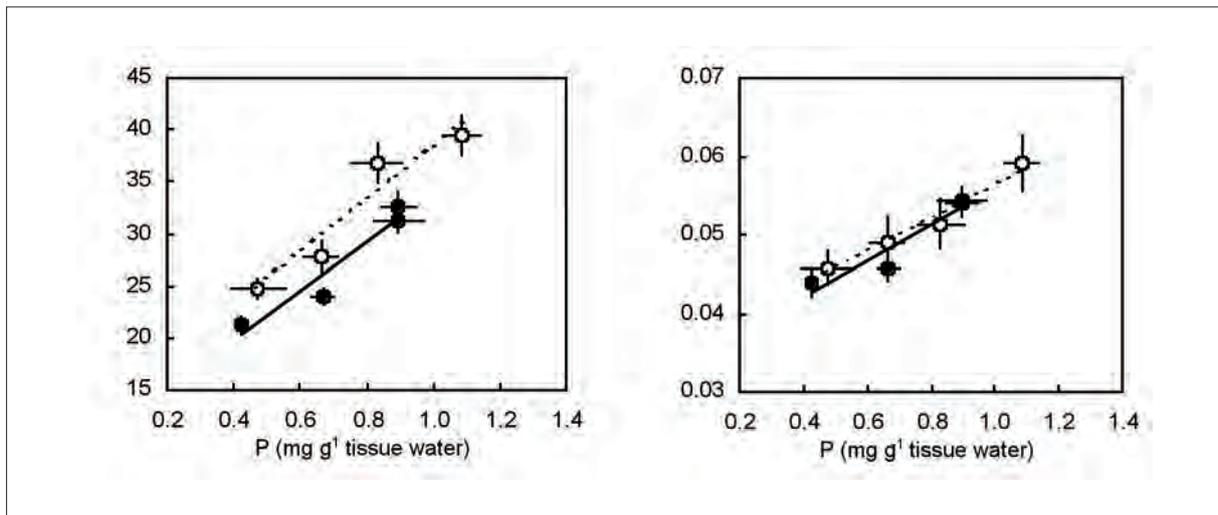


Figure 2. Leaf growth zone length (L_{LGZ}) and average relative elemental growth rate (REGR) in relation to leaf growth zone P-concentration in non-mycorrhizal (full symbols) and mycorrhizal (open symbols) perennial ryegrass (experiment 1). Data points are means, bars indicate SE. Linear regression for L_{LGZ} : non-mycorrhizal: $y = 9.9 + 24.1x$, $r^2 = 0.93$, $P < 0.05$, mycorrhizal: $y = 12.3 + 26.0x$, $r^2 = 0.92$, $P < 0.05$; for REGR: non-mycorrhizal: $y = 0.034 + 0.0217x$, $r^2 = 0.87$, $P < 0.05$, mycorrhizal: $y = 0.035 + 0.0214x$, $r^2 = 0.97$, $P < 0.05$.

The larger L_{LGZ} was probably due to bigger tiller size of mycorrhizal plants. Plants grown at low P-supply and/or in absence of AMF in experiment 1 were substantially smaller (expressed here as sheath length of the last expanded leaf) than plants at high P-supply rate and/or in presence of AMF. A positive correlation between sheath and leaf growth zone length has been observed in ryegrass (ARREDONDO & SCHNYDER, 2003). Therefore, the tiller size effect in this study had to be analysed separately. LER under non-limiting soluble P-supply and with similar P-status of leaf growth zone in experiment 1 (0.83-0.90 mg P g⁻¹ tissue water) was positively correlated with tiller size ($r^2 = 0.51$, $P < 0.05$). Regression analyses of the two components of LER showed significant positive linear relation of growth zone length (L_{LGZ}) with the size of the measured tiller, whereas REGR was independent of the size. Therefore, the P-independent AMF effect on LER in exp. 1 was due to differences in plant size, which affected L_{LGZ} . Interestingly, the relation L_{LGZ} : sheath length was roughly constant (0.3-0.4) over a wide range of plant size and also between the experiments, independently of P-supply and mycorrhizal treatment. Therefore, it was necessary to conduct a second experiment with plants of similar size ($\pm 10\%$), so that measured growth parameters were not affected by tiller size.

3.3 Effect of growth zone P status on components of LER: experiment 2

In this experiment, size effects were obviated since selected plants had similar size in all treatments. Therefore, the pure effect of P-status on growth parameters could be studied.

Interestingly, no effect of growth zone P nor of mycorrhizal treatment on L_{LGZ} were observed (P-concentration $P > 0.1$, mycorrhizal treatment $P > 0.1$; Fig. 3). But, similar to experiment 1 (Fig. 2), REGR increased with increasing growth zone P (P-concentration $P < 0.001$, mycorrhizal treatment $P > 0.1$; Fig. 3). Therefore, the difference in LER observed between treatments was entirely explained by P-effects on REGR.

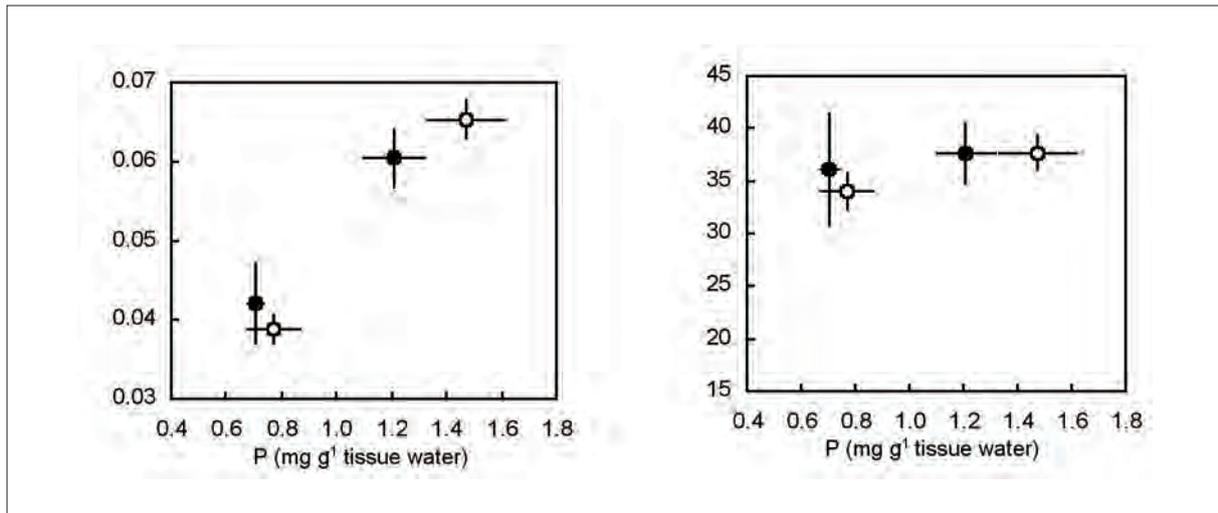


Figure 3. Leaf growth zone length (L_{LGZ}) and average relative elemental growth rate (REGR) in relation to leaf growth zone P-concentration in non-mycorrhizal (full symbols) and mycorrhizal (open symbols) perennial ryegrass (experiment 2). Data points are means, bars indicate SE.

4. Conclusions

Leaf elongation rate of perennial ryegrass was linearly related to P-status of the leaf growth zone. Presence of AMF increased leaf elongation rate only when growth zone P-status was improved. No P-independent effect of mycorrhiza on leaf elongation rate was observed when the size effect was taken into account. There was a direct effect of growth zone P-status on average relative elemental growth rate (REGR). But leaf growth zone length (L_{LGZ}) was strictly related to tiller size, independent of P-status.

5. References

- ARREDONDO, J.T. and SCHNYDER, H. (2003): Components of leaf elongation rate and their relationship to specific leaf area in contrasting grasses. *New Phytologist* 158 (2),305-314.
- BARKER, S.J. and TAGU, D. (2000): The roles of auxins and cytokinins in mycorrhizal symbioses. *Journal of Plant Growth Regulation* 19 (2),144-154.
- GIOVANETTI, M. and MOSSE, B. (1980): An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist* 92, 489-500.
- MARSCHNER, H. (1995): *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- OLSEN, S.R. and SOMMERS, L.E. (1982): Phosphorus. In: PAGE, A.L., MILLER, R.H. and KEENEY, D.R. (eds.): *Methods of Soil Analysis, Part 2*. American society of agronomy and soil science society, Madison, pp 403-430.
- PLENET, D., ETCHEBEST, S., MOLLIER, A. and PELLERIN, S. (2000): Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency - I. Leaf growth. *Plant and Soil* 223, 117-130.
- RODRIGUEZ, D., KELTJENS, W.G. and GOUDRIAAN, J. (1998): Plant leaf area expansion and assimilate production in wheat (*Triticum aestivum* L.) growing under low phosphorus conditions. *Plant and Soil* 200, 227-240.
- SCHACHTMAN, D.P., REID, R.J. and AYLING, S.M. (1998): Phosphorus uptake by plants: From soil to cell. *Plant Physiology* 116, 447-453.
- SCHNYDER, H., NELSON, C.J. and COUTTS, J.H. (1987): Assessment of spatial distribution of growth in the elongation zone of grass leaf blades. *Plant Physiology* 85, 290-293.
- SMITH, S.E. and READ, D.J. (1997): Growth and carbon economy of VA mycorrhizal plants. In: SMITH, S.E. and READ, D.J. (eds.): *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London. pp 105-123.

Isotopic Signatures in Vegetation and Hair of Grazing Animals Along Aridity Gradients in the Steppe of Inner Mongolia

T. T. Männel¹, K. Auerswald¹, X.L. Qing², Y.F. Bai², H. Schnyder¹

¹Lehrstuhl für Grünlandlehre
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

²Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology
Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

1. Introduction

The steppe of Inner Mongolia extends over 87 Mio. ha and encompasses a large precipitation gradient. Almost the whole area from the tall grass (semi-arid) to the short grass steppe (arid) is used for small ruminant livestock production.

Several studies have shown, that arid ecosystems exhibit high gaseous losses of nitrogen (WEST & SKUJINS 1977; KLUBEK & SKUJINS 1981; AGGARWAL *et al.* 1987), but this has not been verified for the Grassland of Inner Mongolia. Effects of aridity on nitrogen cycling in Inner Mongolian grassland could be further modified by the intensification of grassland use which has taken place in the last half-century. The processes which are associated with the formation and loss of volatile nitrogen are associated with isotope fractionation, causing an enrichment of ¹⁵N in the soil-plant-animal system (HÖGBERG 1997). Thus, eventual effects of management and climate on nitrogen losses from grassland systems might be assessed by N isotope analysis.

Precipitation and management may also affect the C₃-C₄ composition of grassland (EPSTEIN *et al.* 1997; LIANG *et al.* 2002). It is known that some of the grasses and dicots in the steppe of Inner Mongolia exhibit the C₄ photosynthetic pathway (PYANKOV *et al.* 2000; WANG 2003). Although the current global distribution of C₄ plants is mainly determined by day-time temperature during the vegetation period (BOUTTON *et al.* 1980), drought and disturbance may also have an effect (COLLATZ *et al.* 1998; PYANKOV *et al.* 2000). C₄ plants have a higher water use efficiency. Also, they may be more drought tolerant than C₃ plants (TANG *et al.* 1999). Accordingly, the proportion of C₄ plants in the vegetation of Inner Mongolia may also follow the precipitation gradient. This should be reflected in the C isotope composition ($\delta^{13}\text{C}$) of vegetation, soil organic matter, and animals, since C₄ and C₃ plants differ in $\delta^{13}\text{C}$. ¹³C discrimination is much larger in C₃ plants (O'LEARY 1988). However, it is not a constant. In general, it decreases with drought (due to a larger reduction of stomatal conductance than of photosynthetic capacity), causing an increase of the $\delta^{13}\text{C}$ of photosynthate. Thus, drought would increase the $\delta^{13}\text{C}$ of vegetation due to two effects: an increase of the proportion of C₄ plants and a decreased ¹³C discrimination of C₃ plants.

The primary aim of this work was to test the hypotheses, that the isotopic composition of N and C in the grassland of Inner Mongolia depends on the precipitation gradient. This was verified by sampling a precipitation gradient. We sampled vegetation and hair, since the C and N isotope signature of vegetation is translated to and recorded in the hair of the animals which graze on it (SCHWERTL *et al.* 2003). Also, hair can be collected with relative ease and it reflects the isotopic signature of the whole area on which the animal has grazed. Thus, it integrates small-scale spatial and temporal variation in isotope signatures which are of small interest in (the larger-scale) geo-ecological studies.

2. Materials and Methods

We chose 48 sites for the sampling of vegetation and hair. Sites were situated between 112 to 117° longitude and 41 to 45° latitude. Mean annual precipitation ranged from 130 - 420 mm. Together with

bulk samples of the vegetation during the sampling period we took wool samples of 80 sheep and tail hair samples of 15 goats. All animal samples in this study derived from 1998 – 2003 and thus reflected recent conditions.

Wool and hair samples were cut into 1cm pieces, and pieces assigned to periods of the year as shown by SCHWERTL *et al.* (2003). Vegetation and hair samples were combusted in an elemental analyzer interfaced to an isotope ratio mass spectrometer. Carbon and nitrogen isotopic data are presented in the conventional $\delta^{13}\text{C}$ (‰) and $\delta^{15}\text{N}$ (‰) notation.

3. Results and Discussion

The $\delta^{15}\text{N}$ of vegetation increased by 0.81‰ ($\pm 0.16\%$ SE) per 100mm precipitation decrease (Fig. 1a). In total, the regression explained 84% of the variation in $\delta^{15}\text{N}$. This result is consistent with the prediction, that aridity causes significant ^{15}N enrichment in grassland due to a stimulation of N losses via volatilization.

The slope of the relationship was the same for vegetation and animals, but the intercept differed by 5.1‰. The latter effect was due to the trophic level shift of ^{15}N , which is commonly observed with each step along the trophic chain (FRY 1988; HOBSON & WELCH 1992). However, the trophic level shift was high when compared with commonly observed values (DE NIRO & EPSTEIN 1981; MINAGAWA & WADA 1984). The reason for this is unclear at present. But, as the slope did not differ between vegetation and hair, it seems that humidity had no effect on ^{15}N discrimination by the animals.

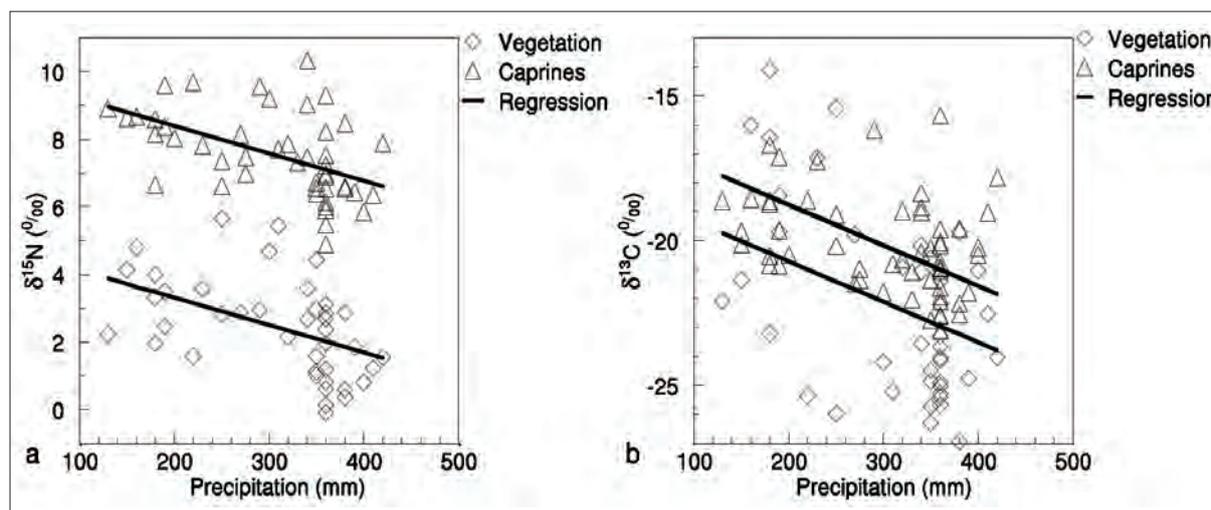


Fig. 1: Average signatures of $\delta^{15}\text{N}$ (a) and $\delta^{13}\text{C}$ (b) in the hair of caprines and vegetation for different sites as dependent on the mean annual precipitation

Hair samples exhibited less scatter around the regression than vegetation samples, confirming that local and temporal ‘noise’ in isotope signatures of vegetation is absorbed by the animal.

The $\delta^{13}\text{C}$ also increased (became less negative) with a decrease in precipitation. This increase averaged 1.40‰ ($\pm 0.31\%$ SE) per 100 mm decrease in precipitation (Fig. 1b). However, only 29% of the variation in $\delta^{13}\text{C}$ was explained by the regression, indicating that precipitation was not the only force driving the distribution of C_4 plants in the study area.

The range of the $\delta^{13}\text{C}$ values of vegetation was very large (-27‰ to -14‰), suggesting a patchwork of pastures containing from almost nil to 100% C_4 . Clearly, C_4 plants formed a significant – but highly variable – fraction of the grassland vegetation in the region.

Again, hair samples exhibited significantly less scatter around the regression than vegetation samples, reinforcing the fact that hair samples are a better indicator of zonal (and annual) variation in $\delta^{13}\text{C}$ of vegetation, which is typically short-lived and may exhibit large local variation.

It is presently unclear which other factor(s) contributed to the $\delta^{13}\text{C}$ variation of vegetation and hair. Temperature is the most important climatic factor driving the global distribution of C_4 grasses (EHLERINGER *et al.* 1997), but temperature differences in the study area during the vegetation period appear to be low

and decrease only slightly with latitude. No correlation existed between $\delta^{13}\text{C}$ of vegetation or hair and temperature (data not shown). It has been suggested that disturbance is a major factor facilitating the spread of many C_4 dicots (WANG 2002). Further studies will investigate the relationship between grazing intensity and stable isotope signatures of vegetation, soil and hair.

4. Conclusions

This study demonstrates the potential of isotope signatures in the hair of grazers for geo-ecosystem investigations. This is the first study demonstrating a close relationship between $\delta^{15}\text{N}$ signature of vegetation (and hair) and precipitation in an arid environment. The observations confirm the view that gaseous losses of nitrogen increase significantly with increasing aridity.

Literature

- AGGARWAL R.K., RAINA P., PRAVEEN-KUMAR (1987): Ammonia Volatilization Losses from Urea and Their Possible Management for Increasing Nitrogen Use Efficiency in An Arid Region. *Journal of Arid Environments* 13,163-168
- BOUTTON T.W., HARRISON A.T., SMITH B.N. (1980): Distribution of Biomass of Species Differing in Photosynthetic Pathway Along An Altitudinal Transect in Southeastern Wyoming Grassland. *Oecologia* 45, 287-298
- COLLATZ G.J., BERRY J.A., CLARK J.S. (1998): Effects of climate and atmospheric CO_2 partial pressure on the global distribution of C_4 grasses: present, past, and future. *Oecologia* 114, 441-454
- DE NIRO M.J., EPSTEIN S. (1981): Influence of Diet on the Distribution of Nitrogen Isotopes in Animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 341-351
- EHLERINGER J.R., CERLING T.E., HELLIKER B.R. (1997): C_4 photosynthesis, atmospheric CO_2 and climate. *Oecologia* 112, 285-299
- EPSTEIN H.E., LAUENROTH W.K., BURKE I.C., COFFIN D.P. (1997): Productivity patterns of C_3 and C_4 functional types in the US Great Plains. *Ecology* 78, 722-731
- FRY B. (1988): Food Web Structure on Georges Bank from Stable C, N, and S Isotopic Compositions. *Limnology and Oceanography* 33, 1182-1190
- HOBSON K.A., WELCH H.E. (1992): Determination of Trophic Relationships Within A High Arctic Marine Food Web Using Delta- C_3 and Delta- N_5 Analysis. *Marine Ecology-Progress Series* 84, 9-18
- HÖGBERG P. (1997): Tansley review No 95 - N_5 natural abundance in soil-plant systems. *New Phytologist* 137, 179-203
- KLUBEK B., SKUJINS J. (1981): Gaseous Nitrogen Losses from Ammonium- N_5 and Plant-Material Amended Great-Basin Desert Surface Soils. *Geomicrobiology Journal* 2, 225-236
- LIANG C., MICHALK D.L., MILLAR G.D. (2002): The ecology and growth patterns of Cleistogenes species in degraded grasslands of eastern Inner Mongolia, China. *Journal of Applied Ecology* 39, 584-594
- MINAGAWA M., WADA E. (1984): Stepwise Enrichment of N_5 Along Food-Chains - Further Evidence and the Relation Between Delta- N_5 and Animal Age. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48, 1135-1140
- O'LEARY M.H. (1988): Carbon Isotopes in Photosynthesis. *Bioscience* 38, 328-336
- PYANKOV V.I., GUNIN P.D., TSOOG S., BLACK C.C. (2000): C_4 plants in the vegetation of Mongolia: their natural occurrence and geographical distribution in relation to climate. *Oecologia* 123, 15-31
- SCHWERTL M., AUERSWALD K., SCHNYDER H. (2003): Reconstruction of the isotopic history of animal diets by hair segmental analysis. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 17, 1312-1318
- TANG H.P., LIU S.R., ZHANG X.S. (1999): The C_4 plants in Inner Mongolia and their eco-geographical characteristics. *Acta Botanica Sinica* 41, 420-424
- WANG RZ (2002): Photosynthetic pathways, life forms, and reproductive types for forage species along the desertification gradient on Hunshandake desert, North China. *Photosynthetica* 40, 321-329
- WANG R.Z. (2003): Photosynthetic pathway and morphological functional types in the steppe vegetation from Inner Mongolia, North China. *Photosynthetica* 41, 143-150
- WEST N.E., SKUJINS J. (1977): Nitrogen Cycle in North-American Cold-Winter Semi-Desert Ecosystems. *Oecologia Plantarum* 12, 45-53

Functional heterogeneity within grass roots systems

1. Growth, and nitrogen accumulation and mobilisation

F.A. Lattanzi, B. Thornton and H. Schnyder

Lehrstuhl für Gründlandlehre
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

1. Introduction

Defoliation is an ubiquitous factor shaping vegetation state in both natural and agricultural grassland ecosystems. It affects species composition, and fluxes of carbon, nutrients and water. Knowledge about fate and physiology of leaves of different age underpins the current understanding of the effects of particular defoliation regimes on carbon acquisition and above-ground tissue fluxes (PARSONS, JOHNSON & HARVEY 1988; PARSONS, JOHNSON & WILLIAMS 1988). Conversely, little information exists with which to formulate a description of the functional heterogeneity within root systems (WELLS & EISSENSTAT 2002).

We tested whether defoliation effects upon growth and nitrogen cycling are different for growing and mature roots of *Lolium perenne* plants. In order to do this, a method for the categorisation of root ages was developed based on the segmental morphology of grasses.

2. Materials & Methods

Plants material & Growth conditions

Seeds of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L. cv Condesa) were germinated in plastic trays, in darkness, at 25°C. After three days, lights went on (12 h photoperiod, 500 mmol m⁻² s⁻¹ photosynthetically active photon flux). Growth chamber air temperature was set to 21.5°C/22°C (day/night), and vapor pressure deficit was controlled at 6/5 mbar (day/night).

After twelve days, ryegrass plants with two fully expanded leaf were transplanted from the platters to individual pots (Ø 22 mm, length 500 mm) filled with coarse quartz sand at a density of one plant per pot. A total of 68 plants were arranged on plastic boxes (132 x 270 mm) giving simulated stands with a density of 1920 plants m⁻².

The stands were watered daily by flooding the boxes with half-strength Hoagland's solution (2 mM KNO₃, 2 mM Ca(NO₃)₂, 1 mM MgSO₄, 0.5 mM KH₂PO₄, 0.5 mM NaCl, 0.125 mM Fe-EDTA, 23 mM H₃BO₃, 4.5 mM MnSO₄, 0.38 µM ZnSO₄, 0.16 µM CuSO₄, 0.05 µM Na₂MoO₄) three times during the light period and one more time during the dark period. Water remained in the boxes about half an hour each time.

Defoliation treatments & Nitrogen labelling

After 65 days of uninterrupted growth, half the plants in each stand were defoliated at the beginning of the light period at a height of 80 mm. Defoliation removed 70% of shoot mass and virtually all leaf area.

At defoliation, the stands were flushed three times with distilled water. Afterwards, irrigation was as before but the ¹⁵N enrichment of the nutrient solution was increased to 2,07 atom %. Thus, all post-defoliation N uptake was labelled.

Measurements

Five destructive harvests were made at 0, 2, 4, 8 and 15 days after defoliation. Harvests always started at the beginning of the light period and were completed within 4 h. At each harvest, three defoliated plants and three intact controls were sampled. Daughter tillers were separated, including their root system, from the parent tiller. The shoot of parent and daughter tillers was separated into "new growth" (tissue produced after the defoliation event) and "old growth" (tissue present at day 0).

The root system of the parent tiller was dissected under a 10x magnification glass into root-age categories defined by the phytomer to which each root axis was attached. Thus, roots classified as “1, 2 & 3” comprised root axes attached to the first three phytomers (*i.e.* the oldest ones). Roots “4” corresponded to those attached to the fourth phytomer, roots “5”, to the fifth one, and so on for all phytomer presenting roots (Fig. 1).

All samples were dried during 72 h at 65°C, weighed and ground. N content (on a dry weight basis), and ¹⁵N content were determined by isotope mass ratio spectrometry.

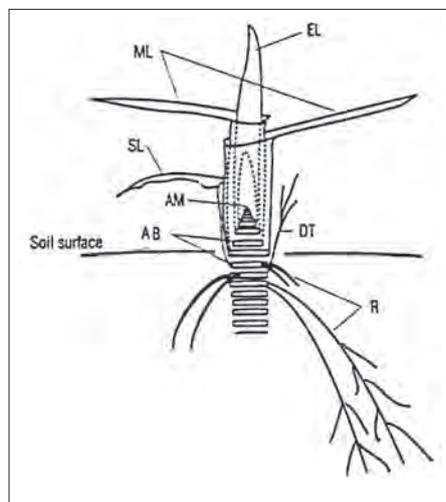


Figure 1. The segmental structure of a grass tiller, indicating the successive events along the life-story of a phytomer: the appearance (EL), maturation (ML) and senescence of leaves (SL), followed by the appearance, and development and branching of root axes (R). Apical (AM) and axillary meristems (AB), and new daughter tillers (DT) are also shown (after MATTHEW *ET AL.* 2001).

3. Results & Discussion

Defoliation had contrasting effects on the growth of (older) mature and (younger) growing roots. Accumulation of dry mass virtually stopped in mature roots of defoliated plants. On the contrary, growing roots continued accumulating mass, although at lower rates than in intact plants (Table 1).

Table 1. Defoliation effects on the mass of roots (mg plant⁻¹) of different age of *L. perenne* plants over a 15 d regrowth period (*n* = 3). Root category “1 to 3” correspond to the oldest roots, category “8”, to the younger ones, “Total” includes daughter tiller roots (see Fig.1).

Root categ.	Intact					Defoliated					SE
	0	2	4	8	15	0	2	4	8	15	
1 to 3	61.0	66.1	73.4	82.1	85.6	61.0	63.8	56.1	49.8	52.1	6.7
4	5.5	10.0	17.7	23.2	35.5	5.5	10.2	11.9	15.9	24.0	2.8
5	4.1	6.5	6.0	12.1	15.5	4.1	4.5	6.3	8.5	11.9	1.8
6	1.4	1.5	3.1	6.1	9.6	1.4	1.9	2.5	3.67	3.7	1.1
7	0.3	0.3	2.4	2.9	6.6	0.3	1.2	1.2	1.3	1.7	1.0
8	0.0	0.0	0.6	0.7	1.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2
Total	83	96	124	161	197	84	91	93	97	118	9.5

Decreases in root growth is a typical response to defoliation (BRISKE & RICHARDS 1995; RICHARDS 1993). Our results suggest this is due to the response of mature roots, not the whole root system. Evidence for continued (localized) root growth following defoliation has been recently reported (DE VISSER, VIANDEN & SCHNYDER 1997). This indicates a continued, though smaller, supply of substrates to the roots in defoliated plants. The reason why growing roots were less affected by defoliation may be associated with their closer proximity to carbon sources, and/or to a sustained/greater demand for carbon, for these roots were actively elongating.

The contrasting responses of roots of different age in dry weight accumulation were paralleled by responses in nitrogen accumulation. Nitrogen stopped accumulating, and actually began to decrease, in mature roots of defoliated plants. N accumulation continued in growing roots at a rate 50% lower than in intact plants (Fig. 2)

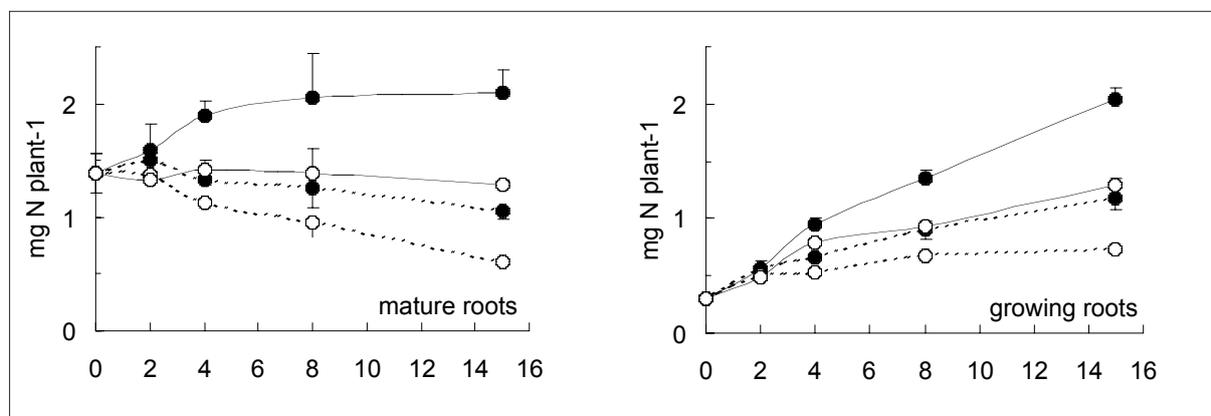


Figure 2. Nitrogen accumulation in mature and growing roots of defoliated (---) and intact (—) *L. perenne* plants over a 15 d growth period. Total (○) and pre-defoliation nitrogen (●) were separated by ¹⁵N labelling. Bars indicate 1 SE ($n=3$).

Steady-state labelling of N uptake allowed to differentiate the dynamics of pre- and post-defoliation absorbed N. In growing roots, accumulation of pre- and post-defoliation nitrogen were very similarly affected by defoliation. But in mature roots, defoliation effected a loss of pre-defoliation nitrogen. Post-defoliation nitrogen actually accumulated in mature roots (Fig. 2). Mobilisation of nitrogen out of the roots in response to defoliation has been repeatedly shown (THORNTON *ET AL.* 2002; THORNTON & MILLARD 1997). Our results indicate this is entirely due to an enhanced mobilisation of nitrogen from older roots. Further, the supply of mobilised nitrogen from roots to regrowing shoots is due to both increased mobilisation, and reduced use of mobilised nitrogen by growing roots.

4. Conclusions

Defoliation effects on the growth of mature roots were far more drastic than for growing roots. Further, defoliation enhanced the loss of nitrogen from mature roots, while growing roots still accumulated some of this mobilised nitrogen. These results indicate responses of whole-root system should be carefully interpreted for they are integrated by quite contrasting responses of mature and growing roots.

5. Literature cited

- BRISKE D.D. & RICHARDS J.H. (1995): Plant responses to defoliation: a physiological; morphological and demographical evaluation. In: *Wildlands plants: physiological ecology and developmental morphology* (eds D.J. Bedunah & R.E. Sosebee), pp. 635-710. Society Rangelands Management, Denver, USA.
- DE VISSER R., VIANDEN H. & SCHNYDER H. (1997): Kinetics and relative significance of remobilized and current C and N incorporation in leaf and root growth zones of *Lolium perenne* after defoliation: Assessment by C-13 and N-15 steady-state labelling. *Plant, Cell and Environment* 20, 37-46.
- MATTHEW C., VAN LOO E.N., THOM E.R., DAWSON L.A. & CARE D.A. (2001): Understanding shoot and root development. In: *Proceedings of the 19th International Grassland Congress* pp. 19-27.
- PARSONS A.J., JOHNSON I.R. & HARVEY A. (1988): Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science* 43, 49-59.
- PARSONS A.J., JOHNSON I.R. & WILLIAMS J.H.H. (1988): Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. *Grass and Forage Science* 43, 1-14.

- RICHARDS J.H. (1993): Physiology of plants recovering from defoliation. In: Proceedings of the 17th International Grassland Congress pp. 85-93. SIR Publishing, Wellington, New Zealand.
- THORNTON B. & MILLARD P. (1997): Increased defoliation frequency depletes remobilization of nitrogen for leaf growth in grasses. *Annals of Botany* 80, 89-95.
- THORNTON B., PATERSON E., KINGSTON-SMITH A.H., BOLLARD A.L., PRATT S. & SIM A. (2002): Reduced atmospheric CO₂ inhibits nitrogen mobilization in *Festuca rubra*. *Physiologia Plantarum* 116, 62-72.
- WELLS C.E. & EISSENSTAT D.M. (2002): Beyond the roots of young seedlings: the influence of age and order on fine root physiology. *Journal of Plant Growth Regulation* 21, 324-334.

Functional heterogeneity within grass roots systems

2. Nitrate influx rates

F.A. Lattanzi, B. Thornton and H. Schnyder

Lehrstuhl für Gründlandlehre
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

1. Introduction

However, uniform physiological activity among all roots is a common assumption in most studies on root responses to defoliation. It is almost certainly grossly inaccurate, but there is little information with which a more accurate description of the functional heterogeneity within root systems could be made (WELLS & EISSENSTAT 2002).

Defoliation has strong and immediate effects on nutrients uptake rates (RICHARDS 1993). In a companion paper, we showed defoliation exert contrasting effects upon growth of roots of different age (LATTANZI, THORNTON & SCHNYDER 2004). Here, we tested whether nitrate influx rate of mature and growing roots are also differently affected by defoliation.

2. Materials & Methods

Plants material & Growth conditions

Seeds of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L. cv Condesa) were germinated in plastic trays, in darkness, at 25°C. After three days, lights went on (12 h photoperiod, 500 mmol m⁻² s⁻¹ photosynthetically active photon flux). Growth chamber air temperature was set to 21.5°C/22°C (day/night), and vapor pressure deficit was controlled at 6/5 mbar (day/night).

After twelve days, ryegrass plants with two fully expanded leaf were transplanted from the platters to individual pots (Ø 22 mm, length 500 mm) filled with coarse quartz sand at a density of one plant per pot. A total of 68 plants were arranged on plastic boxes (132 x 270 mm) giving simulated stands with a density of 1920 plants m⁻².

The stands were watered daily by flooding the boxes with half-strength Hoagland's solution (2 mM KNO₃, 2 mM Ca(NO₃)₂, 1 mM MgSO₄, 0.5 mM KH₂PO₄, 0.5 mM NaCl, 0.125 mM Fe-EDTA, 23 mM H₃BO₃, 4.5 mM MnSO₄, 0.38 µM ZnSO₄, 0.16 µM CuSO₄, 0.05 µM Na₂MoO₄) three times during the light period and one more time during the dark period. Water remained in the boxes about half an hour each time.

Defoliation treatments & Nitrate influx measurements

After 65 days of uninterrupted growth, half the plants in each stand were defoliated at the beginning of the light period at a height of 80 mm. Defoliation removed 70% of shoot weight and virtually all leaf area.

Four destructive harvests were made at 0, 2, 8 and 15 days after defoliation. Harvest always started at the beginning of the light period and were completed within 4 h. At each harvest, three defoliated plants and three intact controls were sampled.

Roots were washed out of sand under water during 5 to 10 minutes. Then, the whole root system (still attached to the shoot) was dipped for 5 minutes in 10 mM MES buffer (pH 5.5 - 7) held at 22°C containing 5 mM KNO₃ with a ¹⁵N enrichment of 99,1 atom %. Plants were always kept at the same temperature and irradiance level.

Immediately after, roots were dipped for 30 seconds in 1 mM CaSO₄ kept at 6°C, and then blotted on tissue paper. The shoot was cut out, and daughter tillers' roots separated from those of the parent tiller. Parent tiller's roots attached to phytomers 1, 2, 3 and 4 (oldest) were separated from those attached to higher level phytomers (see Fig. 1 in LATTANZI ET AL. 2004). The complete separation was made in less than 6 minutes.

All samples were dried during 72 h at 65°C, weighted and ground. N content (on dry weight basis), and ¹⁵N content were determined on a IRMS.

3. Results & Discussion

Defoliation had contrasting effects on the nitrate influx capacity of mature (older) and growing (younger) roots. Influx rates were drastically decreased in mature roots of defoliated plants, and did not recover pre-defoliation levels. On the contrary, growing roots were able to maintain an unaltered influx of nitrate during the first week of regrowth, and thereafter increased as that of intact plants (Fig. 1).

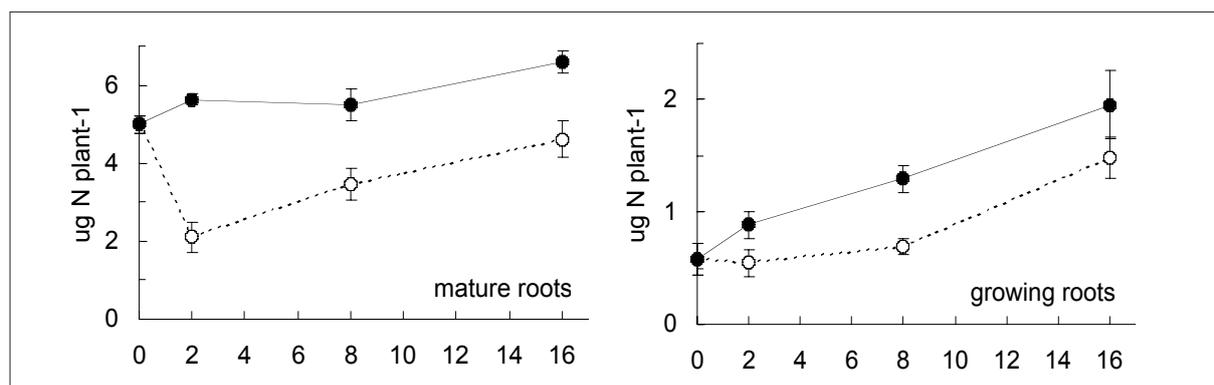


Figure 1. Nitrate influx rate (5') into mature and growing roots of defoliated (...) and intact (___) *L. perenne* plants. Bar indicate \pm SE ($n=3$).

Often reported defoliated-induced decreases in nitrate uptake (e.g. CLEMENT ET AL. 1978; JARVIS & MACDUFF 1989) seem therefore to be due to effects exerted only upon influx of mature roots.

Growth rates of mature and growing roots were differentially affected by defoliation (LATTANZI ET AL. 2004). Therefore, it is necessary to disentangle the effects of root size from those on specific uptake rates (i.e. influx per unit root mass). Specific influx rates were decreased only in mature roots, and only during the first week of regrowth. Growing roots kept specific influx rates similar to those of intact plants (Fig. 2)

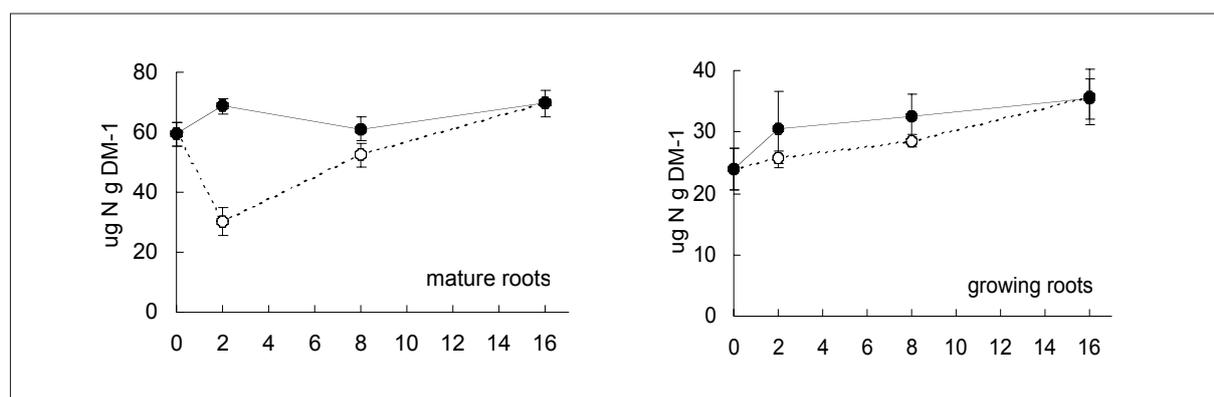


Figure 2. Specific nitrate influx rate (5') into mature and growing roots of defoliated (...) and intact (___) *L. perenne* plants. Bar indicate \pm SE ($n=3$).

Defoliation affected nitrate influx rates by two different mechanisms. First, the drastic initial decrease was associated with a reduction in the ability of existing mature roots to take up nitrate. This capacity was completely restored to control levels after one week. Second, the 50% lower growth rate of roots of defoliated plants (LATTANZI ET AL. 2004) determined a smaller root system, which was responsible for lower uptake rates during the second week of regrowth. Notably, no evidence for compensation in specific uptake rates of defoliated plants was found.

4. Conclusions

Defoliation effects upon nitrate influx rates were different in mature than in growing roots. Both the size and specific uptake of these root categories were affected differently. These results indicate responses of whole-root system should be carefully interpreted for they are integrated by quite contrasting responses of mature and growing roots.

5. Literature cited

- CLEMENT C.R., HOPPER M.J., JONES L.H.P. & LEAFE E.L. (1978): The uptake of nitrate by *Lolium perenne* from flowing nutrient solution. 2. Effect of light, defoliation and relationship to CO₂ flux. *Journal of Experimental Botany* 29, 1173-1183.
- JARVIS S.C. & MACDUFF J.H. (1989): Nitrate nutrition of grasses from steady-state supplies in flowing solution culture following nitrate deprivation and/or defoliation. I. Recovery of uptake and growth and their interactions. *Journal of Experimental Botany* 40, 965-975.
- LATTANZI F.A., THORNTON B. & SCHNYDER H. (2004): Functional heterogeneity in grass root systems. 2. Nitrate influx rates. (*this volume*).
- RICHARDS J.H. (1993): Physiology of plants recovering from defoliation. In: Proceedings of the 17th International Grassland Congress pp. 85-93. SIR Publishing, Wellington, New Zealand.
- WELLS C.E. & EISSENSTAT D.M. (2002): Beyond the roots of young seedlings: the influence of age and order on fine root physiology. *Journal of Plant Growth Regulation* 21, 324-334.

Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus supply on the growth of *Lolium perenne*

by

Agustín A. Grimoldi, Monika Kavanová, Fernando A. Lattanzi and Hans Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre
Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

1. Introduction

Soil phosphorus availability has been recognized as an important factor limiting production in many grassland ecosystems. Symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can increase the nutritional status of grassland plants, specially with respect to phosphorus. In this way, one may expect beneficial effects of AMF on growth, and on resistance to stress, pathogens and disturbance. But, since the AMF draws carbon from the host for its maintenance and function, the overall effect of AMF on the growth of the plant is dependent on the cost-benefit relationship of the symbiosis (Smith & Smith, 1996; Johnson *et al.*, 1997).

In this contribution, we report about the interactive effect of arbuscular mycorrhiza and phosphorus supply on morphological traits and allocation patterns of *Lolium perenne* (perennial ryegrass) under undisturbed growth conditions. Little is known about the specific effects of AMF colonization and phosphorus nutrition on leaf growth and leaf area expansion in grasses. Our specific aim here was to describe and evaluate the basic effects of the AMF colonization on leaf area expansion, nutrient uptake and plant growth of individual plants of *Lolium perenne* over a wide phosphorus gradient.

2. Material and methods

Seeds of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L. cv. Condesa) were sown into tubes filled with quartz sand, that were previously fertilized with 0.564 g kg sand⁻¹ of Hyperphos (30.5 % P₂O₅) as a phosphorus source of low plant availability. In half of the pots, plants were inoculated with the AMF *Glomus hoi*. The inoculum, consisting of roots and soil material, was mixed thoroughly with the quartz sand used as substrate. After four weeks growing at low P conditions, treatments were applied consisting of four soluble P concentrations (null, low: 0.02mM, intermediate: 0.1mM and high: 0.5mM), which were delivered as KH₂PO₄ in the nutrient solution.

Biomass harvests were carried out at three moments: 1) at the beginning of the eleventh week of growth (day 0), 2) six days later (day 6) and 3) 14 days later (day 14). At harvest five plants from each treatment combination (P supply; AMF) were selected and separated into root and shoot. Tillers were dissected into different compartments: dead leaves, sheaths and blades. Mycorrhizal colonization, fresh and dry weights, leaf area, C and P concentration were determined for each plant. Leaf area ratio (LAR, cm² gC⁻¹) was calculated as leaf area divided by root biomass, leaf mass ratio (LMR, gC gC⁻¹) as dry mass of leaf blades divided by the dry mass of the rest of the plant and specific leaf area (SLA, cm² gC⁻¹) as leaf area divided by dry mass of leaf blades. Leaf density (gC cm⁻³) was estimated as the ratio of leaf dry mass to leaf fresh mass, and mean leaf thickness as the ratio of leaf volume (cm³) to leaf area under the assumption that leaf volume is approximately equal to leaf fresh weight.

Plant growth and nutrient uptake data were analysed by two-way ANOVA (n=5), with phosphorus and AMF inoculation as main factors. Shoot:root ratio, LAR and leaf parameters data were analysed by one-way ANOVA on plants of similar size of the three harvests (in a 20% similarity interval) within each P treatment.

3. Results and discussion

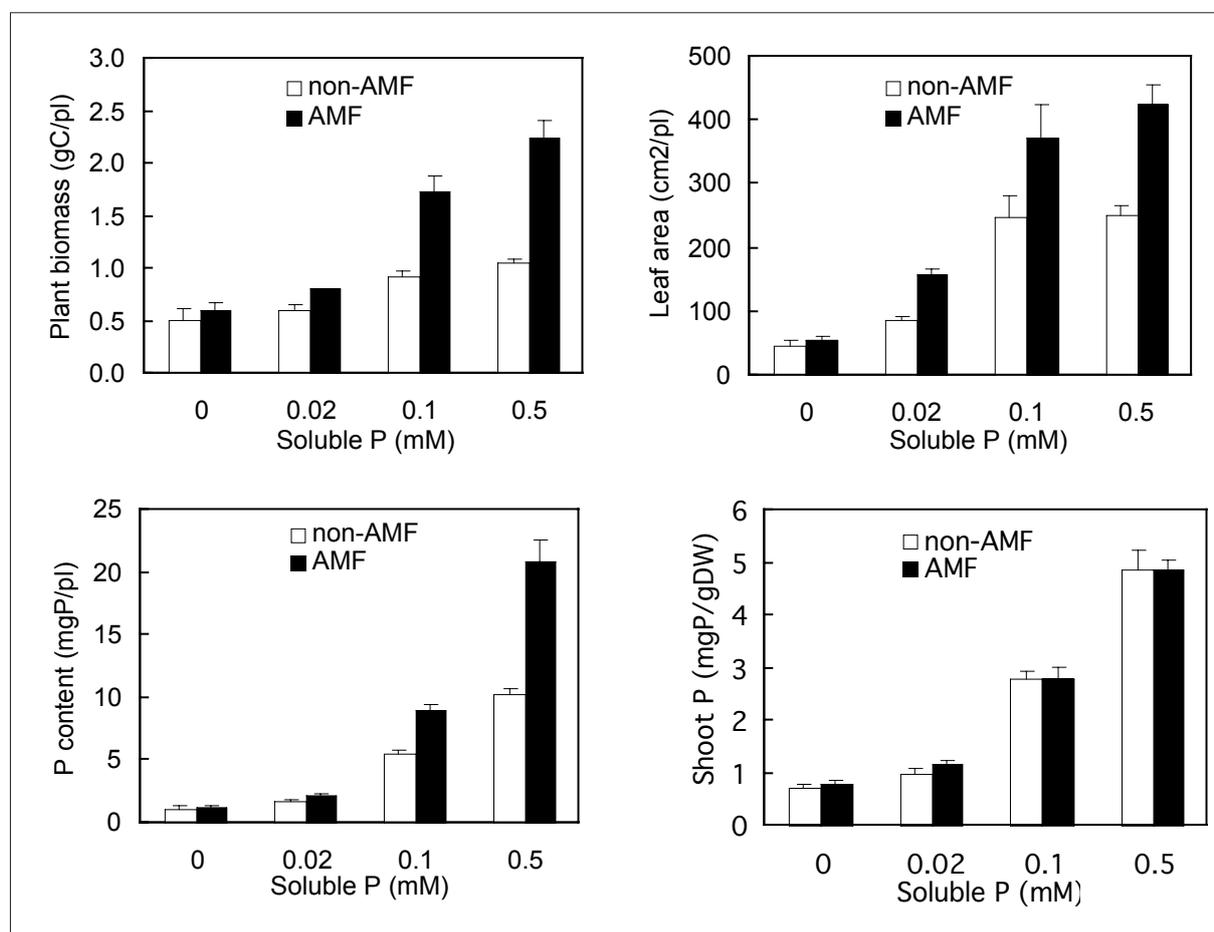
3.1 Plant growth and mycorrhizal colonization

Mycorrhizal colonization of the plants growing under null (0 mM) and low soluble P supply (0.02 mM) were close to 50%, under intermediate P supply (0.1 mM) it was 18.7 ± 3.6%, and under high

P supply (0.5 mM) $7.6 \pm 0.7\%$. As expected, phosphate treatment had a significant effect ($P < 0.001$) on the percentage of AMF colonization, indicating that root colonization is relatively inhibited under high P availabilities (Smith & Smith, 1996). Any of the non-AMF plants observed were contaminated with AMF.

Phosphorus treatment and AMF inoculation caused a significant increase in plant biomass, leaf area and phosphorus uptake, clearly showing that AMF had a positive effect on the growth of *Lolium perenne* plants growing in undisturbed conditions all along the P gradient (Figs 1a, b, c). Two-way ANOVA showed significant effects of phosphorus treatment ($P < 0.0001$) and AMF inoculation ($P < 0.0001$) on those variables. Despite the differences in AMF colonization between P treatments, there was no significant phosphorus x AMF interaction effect ($P > 0.05$), showing that the AMF effect was constant along the phosphorus gradient. As expected, phosphorus treatment increased ($P < 0.0001$) the P concentration of the plants (Fig 1d). But, there was no significant AMF inoculation effect for plant P concentration ($P = 0.461$), indicating that in this case extra P is used for extra growth and not to increase plant P concentration (de Groot *et al.*, 2001).

Figure 1. Effects of P supply and arbuscular mycorrhizal inoculation on plant biomass, leaf area and phosphorus nutrient uptake in *Lolium perenne* plants grown for eleven weeks under different treatments. Values are means \pm 1 SE of five replications corresponding to day 6 harvest.



3.2 Effects of AMF on dry mass allocation

Interestingly, the major effect of mycorrhizal colonization on the growth parameters of the plant was a substantial increase in the leaf area ratio (LAR, here: leaf area per unit of root biomass) at low P supply (Table 1). At low light or C stress situation, it is important to maximize the photosynthetic capacity by increasing LAR (Lambers *et al.*, 1989). Our results showed that at low P supply, where the AMF colonization was near 50% of the root length, formation of mycorrhiza resulted in a further increase of LAR ($P = 0.0001$). At high P, where the root colonization was less than 10%, no effects in any allocation patterns or leaf trait were apparent (all variables $P > 0.05$) (Table 1). The increment in LAR can be a

result of the increase of specific leaf area (SLA) and/or increasing the carbon partitioning to blades (LMR) (Lambers *et al.*, 1989). The presence of AMF also affected the shoot:root ratio under low P supply (nearly 20%) ($P=0.0093$) (Table 1), a situation that may indicate a partitioning of C to the fungus at the expense of root production while maintaining an overall neutral effect on C allocation of the whole plant (Wright *et al.*, 1998). In this way, this effect seemed to play a minor role defining the leaf area ratio of the plants while AMF inoculation has no significant effect on the leaf mass ratio (LMR) ($p=0.0848$). Thus, at low P supply, specific leaf area was the main factor explaining the increase of the leaf area ratio in AMF plants ($P=0.0159$); and this response was associated with a lower blade tissue density ($P=0.0158$) rather than changes in blade thickness ($P=0.1350$) (Table 1).

Table 1. Effect of P supply and arbuscular mycorrhizal inoculation on biomass parameters and leaf traits in *Lolium perenne* plants grown for eleven weeks under different treatments. Values are mean \pm 1 SE of plants of similar size of the three harvests (in a 20% similarity interval) within each P treatment.

	Low P supply (0.02 mM)		High P supply (0.5 mM)	
	Non-AMF	AMF	Non-AMF	AMF
Shoot:root ratio (g g^{-1})	2.5 \pm 0.1	3.0 \pm 0.1	4.2 \pm 0.2	4.4 \pm 0.3
Leaf area ratio ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	501 \pm 38	825 \pm 38	1407 \pm 98	1494 \pm 170
Leaf mass ratio (g g^{-1})	0.93 \pm 0.04	1.07 \pm 0.05	1.20 \pm 0.03	1.14 \pm 0.04
Specific leaf area ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	325 \pm 24	430 \pm 30	500 \pm 32	445 \pm 34
Leaf density (mg cm^{-3})	126 \pm 8	99 \pm 5	80 \pm 4	90 \pm 6
Leaf thickness (μm)	342 \pm 21	302 \pm 15	319 \pm 17	328 \pm 17

The advantage of a high SLA attained by a low tissue density is a higher photosynthetic capacity per unit of leaf weight (Ryser & Lambers, 1995). At low P supply, AMF plants sustained a higher leaf expansion rate (Figure 1b) being able to increase light intercepting area with less investment of dry biomass. On the contrary, on plants lacking mycorrhiza leaf expansion was much restricted (Figure 1b), perhaps due to an increase of carbohydrate storage or a decrease in cell size that altered the proportion of cell walls per unit of cell volume; and thus increased leaf density and specific leaf area (Garnier & Laurent, 1994).

4. Conclusion

Arbuscular mycorrhiza colonization enhanced phosphorus status, leaf and plant growth of *Lolium perenne* over a wide P gradient. Therefore, no evidence of a trade off between C available for growth and C for AMF maintenance was detected. Any additional C demand by AMF was likely compensated by changes in the C use efficiency of leaf area production.

5. Literature cited

- DE GROOT CC, MARCELIS LFM, VAN DEN BOOGARD R, LAMBERS H (2001) Growth and dry-mass partitioning in tomato as affected by phosphorus nutrition and light. *Plant, Cell & Environment* 24: 1309-1317.
- GARNIER E, LAURENT G (1994) Leaf anatomy, specific mass and water content in congeneric annual and perennial grass species. *New Phytologist* 128: 725-736.
- JOHNSON NC, GRAHAM JH, SMITH FA (1997) Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism-parasitism continuum. *New Phytologist* 135: 575-585.

- LAMBERS H, CAMBRIDGE ML, KONINGS H, PONS TL (1989) Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- RYSER P, LAMBERS H (1995) Root and leaf attributes accounting for the performance of fast- and slow-growing grasses at different nutrient supply. *Plant and Soil* 170: 251-265.
- SMITH SE & SMITH FA (1996) Mutualism and parasitism: Diversity in function and structure in the "arbuscular" (VA) mycorrhizal symbiosis. *Advances of Botanical research* 22:1-43.
- WRIGHT DP, SCHOLES JD, READ DJ (1998) Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens*. *Plant, Cell & Environment* 21 (2): 209-216.

Mikrobielle Verunreinigungen in Quellrohwsässern. – Sind Trinkwasserschutz und Weidewirtschaft vereinbar?

A. Homm-Belzer und M. Bahr

(Arbeitsgemeinschaft Gewässerschutz und Landwirtschaft in der Region Starkenburg)

1. Einleitung und Problemstellung

Um mikrobiellen Verunreinigungen vorzubeugen werden bei der Ausweisung von Wasserschutzgebieten engere Schutzzonen (Zone II) eingerichtet (ANONYMUS 1995). Bislang galt in vielen dieser Schutzzonen lediglich ein Lagerungs- und Ausbringungsverbot organischer Düngemittel. Seit neuerer Zeit wird bei der Neuausweisungen von Wasserschutzgebieten oder der Novellierung der Verordnungen gerade für Quellgebiete in Mittelgebirgslagen häufig ein Beweidungsverbot in der Schutzzone II ausgesprochen.

Als Nachweis für mikrobielle Verunreinigungen und Indikation für mögliche Krankheitskeime werden nach Rohwasseruntersuchungsverordnung (ANONYMUS 1991) die leicht nachweisbaren coliformen Keime und Escherichia Coli verwendet. Dabei handelt es sich um eine reine qualitative Analyse. Da das hier analysierte Rohwasser zur Trinkwassergewinnung verwendet werden soll, gilt gemäß Trinkwasserverordnung der Grenzwert Null (ANONYMUS 2001). Das Vorkommen von coliformen Keimen ist ubiquitär, Escherichia Coli ist hingegen ein Bakterium, das nur im Magen-Darm-Trakt warmblütiger Organismen vorkommt.

Die Effizienz eines Beweidungsverbots in Hinblick auf die Eindämmung der Keimbelastung wird von Wasserversorgern, Landwirten und den zuständigen Behörden kontrovers diskutiert. Diese Nutzungseinschränkungen stellen für die Landwirtschaft existenzgefährdende Restriktionen dar und können zu Regressansprüchen an die Wasserversorger führen.

Es soll daher untersucht werden:

- Gibt es Unterschiede in Abhängigkeit von der Art der Trinkwassergewinnungsanlage (TWA)?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Landnutzung und Auftreten mikrobieller Verunreinigungen?
- Führt Weidenutzung zu einem verstärkten Auftreten mikrobieller Verunreinigungen?
- Welche Lösungsansätze kommen in Frage?

2. Standortbeschreibung

Das Untersuchungsregion befindet sich im hessischen Odenwald und umfaßt ca. 270 km², davon sind über ein Drittel Wasserschutzgebiete.

Sie läßt sich nach DIEDERICH et al. (1991) folgendermaßen charakterisieren: Der hydrogeologische Untergrund ist überwiegend Kristallin des Odenwaldes. Nur wenige Wasserschutzgebiete liegen im Buntsandsteingebiet des Odenwaldes. Über dem kristallinen Grundgebirge befinden sich mehrere Meter mächtige Grusschichten, im nördlichen Odenwald auch mit Lößüberdeckungen. Das in dieser Schicht gespeicherte Porengrundwasser speist viele Quellen in relativ kleinräumigen Wassereinzugsgebieten. Die langjährigen, mittleren Niederschlagshöhen erreichen im Kristallin des Odenwaldes 700 –1100 mm/a.

Die landwirtschaftlichen Flächen in den Wasserschutzgebieten werden überwiegend von Futterbetrieben genutzt. Einige Flächen können aufgrund ihrer Exposition oder wegen erhöhtem Steinbesatz nur als Weideland genutzt werden. Wo Grünland befahrbar ist, wird es als Wiese oder als Mähweide mit 3 bis 4 Nutzungen bewirtschaftet.

3. Material und Methodik

Für den Untersuchungszeitraum 1998 bis 2003 wurden für 97 TWA, 15 (Flach-)Brunnen (< 10 m Tiefe) und 82 Quellen insgesamt 951 Analysen nach Rohwasseruntersuchungsverordnung ausgewertet. Mittels Chi²-Test wurde die Homogenität der Verteilung der Befunde in Abhängigkeit von der Landnutzung und in Abhängigkeit vom Beprobungszeitpunkt überprüft. Korrelationen sollten mögliche Zusammenhänge

zwischen der Landnutzungsform in der Schutzzone II, Niederschlagsmenge, Schüttungsintensität, Beweidungszeitraum einerseits und dem Auftreten von coliformen Keimen und Escherichia Coli andererseits aufzeigen.

4. Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1: Mikrobielle Verunreinigungen in TWA

	TWA	RUV	TWA mit Befund	coliforme Keime		Escherichia Coli	
				TWA	Befunde	TWA	Befunde
Brunnen	15	123	13	11	31	4	6
Quellen	82	828	67	64	272	15	72
Gesamt	97	951	80	75	303	19	78

Das Rohwasser von über 80 % der TWA ist während des Untersuchungszeitraumes mindestens einmal zu beanstanden. Dabei sind keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Art der TWA zu erkennen. Coliforme Keime sind in allen TWA signifikant häufiger als Escherichia Coli.

Im Folgenden wird lediglich auf die Indikation mit Escherichia Coli eingegangen, da nur für diese eine mögliche Beziehung zu Weidetieren vermutet werden kann.

Die Auswertung der Landnutzungsformen im Bereich der engeren Schutzzone zeigt, dass unabhängig von der Landnutzung mit mikrobiellen Verunreinigungen zu rechnen ist (Abbildung 1). Hervorzuheben ist, dass sowohl in TWA, deren engere Schutzzonen komplett bewaldet sind, als auch in TWA deren engere Schutzzonen nur aus Grünland bestehen, positive Befunde festgestellt werden. In keinem Fall konnte ein gesicherter Zusammenhang zwischen einer Nutzungsform und dem Auftreten von Escherichia Coli bzw. coliformen Keimen festgestellt werden. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch TSCHIRSICH et al. (2002) für Trinkwassergewinnungsanlagen im ostthessischen Bergland.

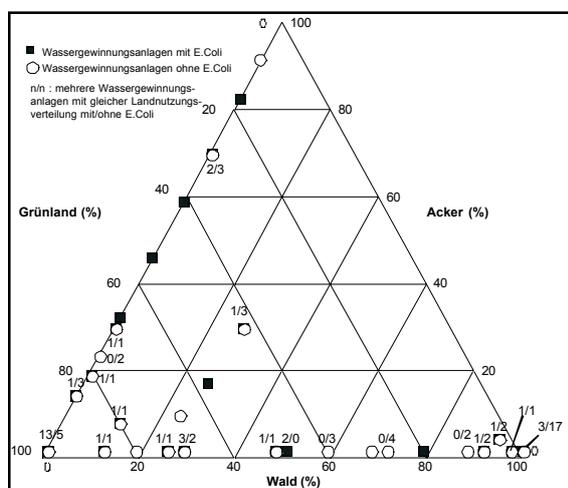


Abb.1: Auftreten von Escherichia Coli im Rohwasser von TWA in Abhängigkeit von der Landnutzungsverteilung in der Schutzzone II

Auch die Gegenüberstellung der RUV-Ergebnisse von TWA, in denen das Grünland der Schutzzone II zu 100 % als Wiese genutzt wird, gegenüber den TWA, in denen das Grünland zu 100 % beweidet oder als Mähweide (Weide nach dem 1. Schnitt) genutzt wird, lassen keine Zusammenhänge erkennen. Selbst der Verzicht der Beweidung in der Schutzzone II im Rahmen eines 20-monatigen Monitorings (März 1999 bis November 2000) in den Wasserschutzgebieten der Gemeinde Modatal, hatte keinen nachweisbaren Einfluss auf das Auftreten mikrobieller Verunreinigungen

Als Ursache für den Eintrag von Escherichia Coli müssen daher andere Faktoren in Frage kommen. Nach PATNI et al. (1984, 1985) ist die Gefahr einer Verlagerung von Fäkalkeimen dann besonders groß, wenn Starkregenereignisse und höhere Niederschläge in eine Zeit mit hoher Bodenfeuchte fallen. Nach heftigen Niederschlägen sind Oberflächengewässer, unabhängig von möglichen Faktoren aus der Tierproduktion, immer stark mit fäkalen Indikatorkeimen belastet, d.h. die Niederschlagsintensität hat einen größeren Einfluss auf deren Auftreten als die Zufuhr aus der Tierproduktion.- TSCHIRSICH et al. (2002) können weder für das Winter- noch für das Sommerhalbjahr einen Zusammenhang zwischen den Niederschlagssummen der vorangegangenen 50 Tage und dem Auftreten von Escherichia Coli feststellen. Setzt man allerdings voraus, dass das Niederschlagswasser erst die Deckschichten über den Grundwasserleiter passieren muss, ist zu erwägen ob eine größerer Zeitraum zu berücksichtigen ist.

Eine Verrechnung mit den Vormonatsniederschlägen zeigt auch für die Odenwaldregion keine Zusammenhänge mit dem Auftreten positiver Befunde. Allerdings läßt sich eine Korrelation zwischen den Jahresquartalen und der Häufigkeit bakterieller Belastungen mit Escherichia Coli und coliformen Keimen feststellen (Abbildung 2). Als Ursache können die vermehrten Starkniederschläge im 3. Quartal vermutet werden. Im 4. Quartal ist der Boden oft wassergesättigt. Niedrigere Bodentemperaturen führen außerdem zu einer geringeren Abbaurrate der Mikroorganismen (PATNI et al. 1984, RÜPRICH 1994)

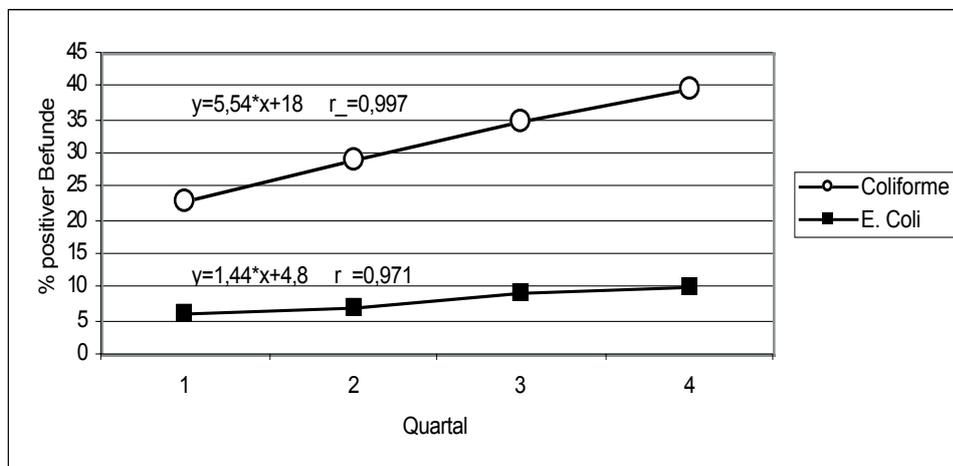


Abb. 2: Anteil positiver Befunde in Abhängigkeit vom Quartal

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Kot von Weidetieren zur mikrobiellen Verunreinigung des Wassers beiträgt. Er stellt jedoch keinesfalls die alleinige Ursache für eine derartige Belastung dar. Aus Sicht der den Grundwasserschutz vertretenden Behörden sind dennoch die Beweidung betreffende präventive Maßnahmen zur Minimierung möglicher Einträge mit mikrobiellen Verunreinigungen unumgänglich.

5. Lösungsansätze

Die hessische Musterwasserschutzgebietsverordnung enthält eine Öffnungsklausel zum Abschluss privat-rechtlicher Vereinbarungen (Kooperation) zwischen Wasserversorger und Landwirten (ANONYMUS 1996). Mit Billigung der Aufsichtsbehörde werden Beweidungsverbote in der Schutzzone II seit 1999 unter den folgenden Auflagen für Kooperationen im Untersuchungsgebiet aufgehoben:

- Verkürzung des Beweidungszeitraumes bis Ende September.
- Vorzeitiger Abtrieb der Tiere bei Schlechtwetterperioden.
- Die Flächen sind innerhalb von 10 Tagen abzuweiden, ggfs. Portionierung.
- In allen Wasserschutzgebieten muß der letzte Weideumtrieb eines Jahres mit der Teilfläche begonnen werden, die die höchste Austragsgefährdung aufweist.
- Teilstücke der Grünlandflächen, die besonders schnell und stark vernässen, sind von der Beweidung auszugrenzen.
- Weidereste (Geilstellen) sind nach der Beweidung unverzüglich nachzumähen.
- Weideflächen dürfen nach dem 1. August nicht mehr mit stickstoffhaltigen Düngemitteln gedüngt werden.
- Narbenschäden sind unverzüglich nachzusäen. Unabhängig von Narbenschäden erfolgt jedoch mindestens eine Übersaat mit Deutschem Weidelgras im Jahr.

6. Fazit

- Unter Berücksichtigung der vorausgegangenen Erhebung ist es fraglich, ob die aufgeführten Maßnahmen tatsächlich zu einer Minimierung der mikrobiellen Belastung führen.
- Unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit scheinen die hier beschriebenen Lösungsansätze und erst recht ein Beweidungsverbot nicht akzeptabel.
- Weiterführende Untersuchungen zum Ursache –Wirkungskomplex bakterieller Verunreinigungen sind notwendig.

Literatur

- ANONYMUS (1991): Verordnung über die Untersuchung des Rohwassers in Wassergewinnungsanlagen (Rohwasseruntersuchungsverordnung – RUV). – Gesetz- und Verordnungsblatt des Landes Hessen 1991, 200-206.
- ANONYMUS (1995): Richtlinie für Trinkwasserschutzgebiete: Schutzgebiete für Grundwasser. – DVGW Arbeitsblatt W-101.
- ANONYMUS (1996): Musterwasserschutzgebietsverordnung. – Staatsanz. Hessen 1996, 985-1003.
- ANONYMUS (2001): Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung. – Bundesgesetzblatt 2001, 959-980.
- DIEDERICH, G., FINKENWIRTH, A., HÖLTING, B., KAUFMANN, E., RAMBOW, D., SCHARPF, H-J., STENGEL-RUTKOWSKI, W. und WIEGAND, K. (1991): Hydrogeologisches Kartenwerk – Hessen 1:300000. – Geolog. Abhandlungen Hessen 95.
- PATNI, N.K., TOXOPEUS, H.R., TENNANT, A.D. & HORE, F.R. (1984): Bacterial quality of tile drainage water from manured and fertilized cropland. - Water Research 18, 127-132.
- PATNI, N.K., TOXOPEUS, H.R. & JUI, P.Y. (1985): Bacterial quality of runoff from manured and non-manured cropland. - Transactions of the American Soc. of Agric. Engineers 28, 1871-1877.
- RÜPRICH, A. (1994): Felduntersuchungen zum Infiltrationsvermögen und zur Lebensfähigkeit von Fäkalkeimen im Boden nach Gülledüngung. - Diss., Hohenheim.
- TSCHIRSICH, C., PFISTERER, A. und GEBAUER, W-G. (2002): Einfluss von Landnutzung und Niederschlag auf das Vorkommen von Escherichia Coli im Grundwasser. – Wasser & Boden 54/11, 40-43.

Milchproduktionspotential des Vollweidesystems

P. Thomet

Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft,
3052 Zollikofen

1. Einleitung und Problemstellung

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 Mitteleuropa übertragbar ist. Bei diesem Ansatz geht es darum, den Anteil Weide als mit Abstand kostengünstigstem Futter in der Jahresfütteration einer Milchviehherde zu maximieren und gleichzeitig eine hohe Flächenproduktivität zu erzielen. In der Schweiz sind die Vollkosten bis und mit Futtervorlage für konserviertes Futter 3- bis 4-mal und für Krafffutter 7-mal höher als für Weide (STETTLER und VETSCH, 2004). Bisher herrschte die Meinung vor, dass vor allem die Steigerung der Milchleistung pro Kuh und Stallplatz der Schlüssel zum wirtschaftlichen Erfolg sei. Die Milchproduktion auf der Weide wurde allgemein von den Milchproduzenten und Milchviehzüchtern als extensiv und wenig produktiv eingestuft. In unserer Arbeit wollten wir untersuchen, ob es im graswüchsigen Alpenvorraum möglich ist, eine Netto-Flächenleistung von 14'000 kg ECM (=energiekorrigierte Milch) pro Hektare zu erreichen. Dieser Wert wurde in Irland bei vergleichbaren Grünland-Erträgen mit saisonaler Vollweide-Milchproduktion erreicht und diente als Zielgrösse (DILLON et al., 1995).

2. Material und Methoden

Die hier präsentierten Ergebnisse beziehen sich auf den Versuchsbetrieb Waldhof bei Langenthal (Tab. 1,2).

Tab. 1: Angaben zu Standort, Weideflächen und Kuhherde

Standort	
Geographische Lage	Berner Mittelland, östlicher Stadtrand von Langenthal; 487 m ü.M.; 1021 mm Jahresniederschläge
Boden	Schwach gleyige Braunerde mit guter PK-Versorgung
Versuchsjahre/Witterung	2001: sehr wüchsig; nasser Frühling, warmer Herbst; 2002: nasskalter Herbst; 2003: extrem heiss und trocken im Sommer; Niederschläge von Mai bis Sept. in den Jahren 2001, 2003, 2003: 643, 535, 344 mm
Weideflächen	
Pflanzenbestände	Grünland; 2.5 ha alte Dauerweide mit 33% <i>Agrostis stol.</i> , 20% <i>Lolium perenne</i> , 15% <i>Poa spp.</i> , 13% Weissklee; 4 ha Gras-Weissklee-Mischung SM 480, im August 2000 angesät
Düngung	50m ³ Vollgülle (1:1); 105 kg N und 40 kg P ₂ O ₅ /ha <u>Kurzrasenweide</u> (Intensive Standweide)
Nutzung	<u>Konservierungsschnitte</u> : 50% der gesamten Fläche Mitte Mai; 35% anfangs Juli, 20% Mitte August
Versuchsherde	
Versuchsherde/ Fütterung Haltung	14-15 Fleckviehkühe (FT), 2 Jersey; jedes Jahr 20-25% Erstlaktierende Nur während den ersten 90-100 Laktationstagen Krafffutter, sonst keine Ergänzungsfütterung zur Weide von Ende April bis Ende Oktober; Weidetetanie-Prävention mit Mg-Zugabe in Form von Boli Freilaufstall mit 75 % der Liegeboxen auf der Gebäudeaussenseite; Ende April bis Ende Oktober Tag- und Nachtweide (bei Hitzetagen, >35 °C, ab Mittag im Stall)

Es handelt sich um einen kombinierten Ackerbau/Milchviehbetrieb des nordwestlichen Berner Mittellandes mit durchschnittlichen Standortverhältnissen. Die Milchmengen wurden täglich und die Milchgehalte (Fett, Eiweiss, Laktose) alle 14 Tage gemessen. Die Milcherträge wurden konsequent umgerechnet auf Kilogramm energiekorrigierte Milch (= kg ECM), um eine gute Vergleichsbasis für die Produktivität zu haben. Während der Vegetationsperiode wurden die Weideflächen jede Woche abgeschnitten und auf vier festgelegten Strecken die Bestandeshöhe mit dem Doppelmeter (THOMET et al., 1999) und dem Rising-Plate-Meter gemessen. Aufgrund der Resultate wurde die Weideführung der Kurzrasenweide optimiert (Ziel-Bestandeshöhe im Sommer von 7-8 cm; HODGSON et al. 1990). Gleichzeitig wurde die jeweilige Besatzstärke erfasst. Pro Jahr wurde auf je zwei ausgezäunten Flächen die Graszuwachskurve nach der modifizierten Methode CORRALL & FENLON (1978) ermittelt (alle 14 Tage Schnitt von 3 Parzellen mit 4-wöchigem Aufwuchs).

Die Berechnung der Flächenproduktivität Milch erfolgte einerseits nach der Methode der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus, wie sie im entsprechenden Wettbewerb von 2002 als Grundlage verwendet wurde (AGFF, 2002). Dabei wurde angenommen, dass 1 kg Kraftfutter 2.1 kg Milch ergibt. Andererseits wurde über die Schätzung des gesamten Netto-Energiebedarfs der Herde für Milchproduktion, Erhaltungsbedarf, Lebendgewichtszuwachs und wachsendes Kalb ermittelt, welcher Anteil der NEL von der Versuchsfläche und welcher aus Kraftfutter stammt. So konnte die Netto-Flächenproduktivität pro Hektare Grasland berechnet werden. Aufgrund der Zahlen von WÜEST (1995) wurde dabei angenommen, dass für die Milchproduktion 59% des gesamten Jahres-NEL-Bedarfes der Herde benötigt werden.

3. Ergebnisse und Diskussion

Futterbedarf wurde dem Graswuchs angepasst

In allen drei Versuchsjahren kalbten die Kühe wie beabsichtigt schwerpunktmässig Mitte Februar ab (Tab. 2). Infolge der Umstellung war die Abkalbeperiode im ersten Jahr mit 35 Wochen noch zu lang, konnte aber dann bis auf neun Wochen verkürzt werden. Damit ergab sich eine Verbesserung der Synchronisation des Herdenbedarfes mit dem Graswachstum. Ab Mitte April begann die Phase mit dem höchsten Weideverzehrbedarf der Kuhherde (grösster Herdenumfang, höchster Bedarf pro Kuh, absetzen der Ergänzungsfütterung).

Tab. 2: Charakterisierung der Vollweide-Versuchsherde am Waldhof

Jahre	Herdenstruktur				Lebendgewicht (kg/Kuh) (Körperzustand; BCS-Punkte)		
	Herden- grösse (n)	Mittleres Abkalbe- datum	Abkalbe- periode (Tage)	Anzahl Erstlak- tierende	Frühjahr	Sommer	Herbst
2001	15,1	11. Feb.	254	4	609 (3,55)	590 (3,35)	586 (3,33)
2002	16,1	20. Feb.	137	4	592 (3,39)	567 (3,25)	584 (3,02)
2003	14,9	13. Feb.	65	3	616 (3,32)	(3,30)	

Der Graswuchs war während den drei Versuchsjahren in Abhängigkeit der Witterung sehr unterschiedlich (Abb. 1). Zwischen Mitte April und Mitte Mai wurden jeweils der maximale Zuwachs erreicht. Das Jahr 2001 war im Sommer und Herbst ein speziell wüchsiges Jahr und es gelang nicht, den optimalen Viehbesatz zu finden. Die Zielgrösse von 7,0 cm Bestandeshöhe auf der Kurzrasenweide wurde ständig überschritten. Das Produktionspotential wurde deshalb leider nicht ausgeschöpft. Eine bessere Übereinstimmung zwischen Futterbedarf und Graszuwachs in den zwei folgenden Jahren führte zu einer höheren Futterkonvertierungseffizienz (Abb.2, Tab.4).

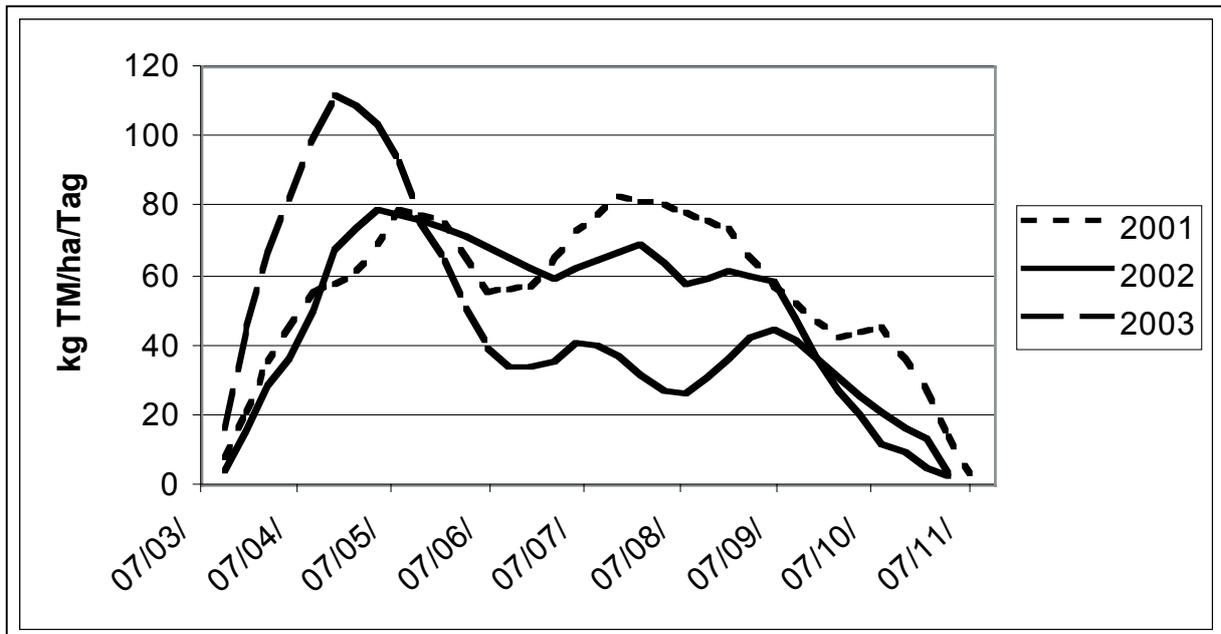


Abb. 1: Graszuwachskurven nach CORRALL & FENLON am Waldhof(Mittel von je zwei Standorten; 200 kg N/ha/Jahr)

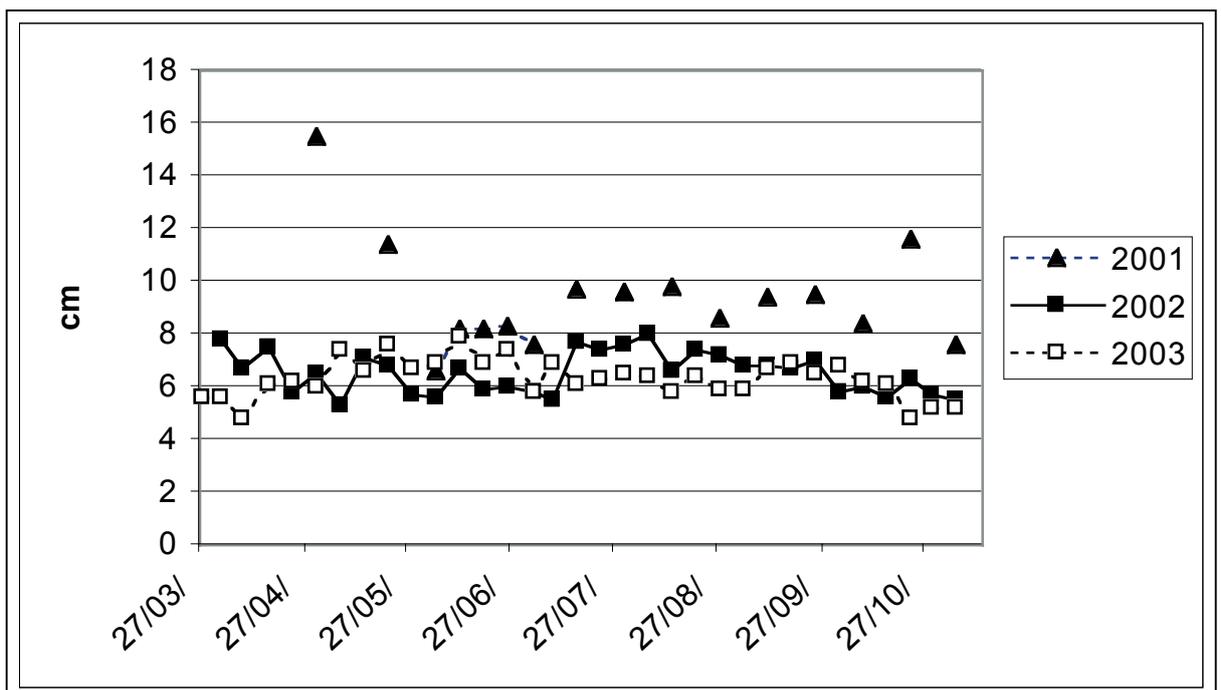


Abb. 2: Bestandeshöhe der Kurzrasenweide im Verlaufe der Weidesaison (Zielwert: im Frühjahr 6.0 - 6.5 cm; ab Ende Mai 7.0 - 7.5 cm)

Das dritte Jahr war sehr trocken und aussergewöhnlich heiss. Die für die Futterkonservierung im Sommer vorgesehenen Flächen wurden für die Weide benötigt. Entsprechend musste die gesamte Futterfläche für den Jahresbedarf der Herde durch den Einbezug von zusätzlichen Flächen für die Futterkonservierung um neun auf insgesamt 50 Aren pro Kuh erweitert werden. Erstaunlich war, dass die Kühe auf dem im Juli/August sehr kurzen, vertrockneten Weiderasen (Bestandeshöhen um 6 cm) ihre Milchleistung halten konnten, obwohl im Stall keine Ergänzungsfütterung erfolgte. Offenbar konnten die Tiere in dieser Trockenperiode dank des hohen TS-Gehaltes im Gras trotzdem genügend Futter aufnehmen.

In allen Versuchsjahren wurde die Herde jeweils gegen Ende der Weidesaison um drei bis vier Kühe abgebaut, einerseits um den Futterbedarf dem nachlassenden Graswuchs anzupassen und andererseits um Platz zu machen für die Remonten, die im Januar neu in die Herde kamen. In der graswüchsigsten Phase im Frühjahr genügte eine Weidefläche von 20-22 a/Kuh. Zu diesem Zeitpunkt enthielt das Weidegras 6.8-7.2 MJ NEL/kg TM. Der hohe Weidedruck im Frühjahr ist wichtig, damit der Grasbestand rasch auf das vegetative Wachstum umgestellt wird und später nicht übermässig Geilstellen entstehen. Je nach Witterung wurde dann die Flächenzuteilung im Verlaufe des Sommers nach und nach erhöht (Tab. 3).

Tab. 3: Weideflächenbedarf der Kühe im Verlaufe der Vegetationsperiode

		Frühjahr	Früh-sommer	Hoch-sommer	Herbst
		15.4.-20.5.	21.5.-10.7.	11.7.-31.8.	1.9.-20.10.
<i>Milchleistung der Kühe (kg ECM/Tag)</i>		30-34	24-26	20-24	15-20
<i>NEL-Gehalt Weidegras (MJ/kgTM)</i>		6,8-7,2	± 6,5	± 6,6	± 6,6
Flächenzuteilung (a/Kuh)	2001	(20)	23	32	42
	2002	22	29	32	42
	2003	22	36	42	45

Hohe Milchleistungen pro Fläche

Im Durchschnitt der ersten beiden Versuchsjahre wurden auf dem 6 ha grossen Versuchsbetrieb 100'104 kg ECM produziert (Tab. 4). Diese Milchmenge wurde mit Ausnahme der Zufütterung von 400 kg TM Krafftutter (inklusive Futterkartoffeln) ausschliesslich von Grünland erzeugt. Der entsprechende nach CORRALL & FENLON gemessene TM-Ertrag betrug 127.4 dt/ha. Die gezielte Direktveredelung von Weidegras zu Milch erwies sich somit als hochproduktiv. Bei gutem Management kann eine hohe Futterkonvertierungseffizienz von mehr als 1,2 kg ECM/kg TM gewachsener Biomasse auf den Grünlandflächen erreicht werden. Dabei ist das von den Weideflächen konservierte Futter für die Winterfütterung der Herde und die Krafftutterergänzungsfütterung mitberücksichtigt. Der Zielwert einer Nettoleistung (nur vom Grünland allein, nach Abzug der Krafftutterleistung) von 14'000 kg ECM/ha/Jahr wurde übertroffen. Die allgemeine Meinung, dass die Weide-Milchproduktion mehr Fläche benötige, wird damit widerlegt. Die Hauptproduktion erfolgte jeweils in der Periode April bis Juni, mit dem Ziel möglichst viel Weidefutter direkt zu Milch zu veredeln (Abb. 3). Im Trockenjahr 2003 konnte trotz dem Engpass im Sommer die Jahres-Milchproduktion auf hohem Niveau gehalten werden. Lediglich eine Einbusse der Flächenleistung von 6.7% musste in Kauf genommen werden. Der Weidenanteil in der Jahresration der Kuhherde wurde im Verlaufe der Versuchsdauer konsequent weiter gesteigert von anfangs 62% auf 70%. Im Frühjahr produzierten die Kühe auf der Weide durchschnittlich Milchmengen von 30-33 kg ECM pro Tag. Die Leistungen gingen dann im Verlaufe des Sommers mit fortschreitendem Laktationsstadium allmählich zurück.

Die Fett- und Eiweissgehalte der Milch schwankten im Verlaufe der Laktation erheblich. Besonders tiefe Werte wurden im Frühsommer gemessen. In dieser Periode wurde der Gehalt von 7,2 % Fett und Eiweiss 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 angenommen Wert von 40 mg/l Milch, was darauf hindeutet, dass die 100%-ige Weideration nicht ausgeglichen war. Wie auf den übrigen Pionierbetrieben (BLÄTTLER et al., 2004; KOHLER et al., 2004) hatte dies jedoch kaum Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit, da die Tiere zu diesem Zeitpunkt bereits trächtig waren. Nur 1 von 16 Kühen musste im Durchschnitt der drei Jahre auf dem Waldhof ausgemerzt werden, weil sie anfangs Juli noch nicht trächtig war. Weitere Belege für die ausgezeichnete Fruchtbarkeit sind der Erstbesamungserfolg von 65% und der Besamungsindex von 1,3.

Tab. 4: Charakterisierung und Ergebnisse des saisonalen Vollweide-Milchproduktionssystems am Waldhof (Schweizer Mittelland)

	2001/02	2002/3	2003/04
Jahres-Besatzstärke (Kühe/ha)	2,44	2,48	1,99
Jahresertrag C&F ¹ (dt TM/ha)	134,7	120,2	109,2
Menge konserviertes Futter (dt TM/ha)	43,7	40,0	30,5
Krafftutter & Kartoffeln (kg TM/Kuh/Jahr)	349+72	298+80	297+118
Geschätzter Weideverzehr (kg TM/ha)	87,6	92,6	92,1
%-Anteil Weide an Jahresration der Herde	62	65	70
Milchleistungen (kg ECM)			
- pro Kuh	6'737	6'826	7'818
- pro ha inklusive Krafftutter & Kartoffeln	16'461	16'907	15'574
- pro ha netto (AGFF-Methode ²)	14'175	14'849	13'849
- pro ha netto (NEL-Methode)	14'859	15'451	14'301
Futterkonvertierungseffizienz des Systems (kg ECM/kg TM C&F plus Krafftutter)			
	1,05	1,24	1,27

¹ C & F = nach der Methode CORRALL & FENLON (1978) gemessenen Erträge (8-9 Schnitte/Jahr)

² AGFF 2002 (1kg Krafftutter = 2,1 kg Milch)

³ Berechnung aufgrund des Energiebedarfes der Herde (Milchbildung, Gewichtsänderungen, Kalb)

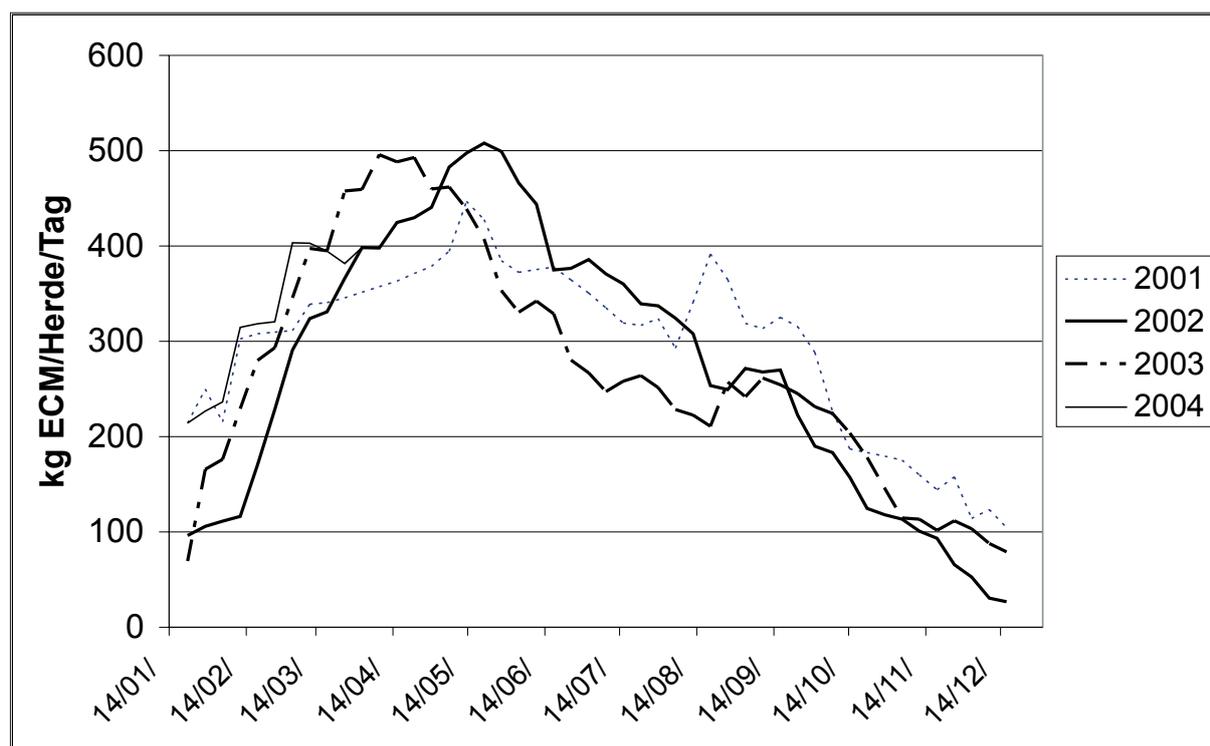


Abb. : 3: Milchproduktionskurve auf dem Waldhof (täglich von der Herde produzierte Milchmenge; kg ECM)

Flächenleistungen sind noch steigerbar

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, wenn wir Vollweidesysteme in die Betrachtung mit einbeziehen (THOMET et al., 2002). Hochleistungsbetriebe (> 9000 kg ECM/Kuh/Jahr) mit einer so hohen Flächenproduktivität wie am Waldhof wurden bisher noch keine gefunden. Der beste Hochleistungsbetrieb aus dem Opti-Milch-Projekt wies in den Jahren 2001

& 2002 eine Flächenleistung von 13'446 kg ECM/ha, während auf dem Waldhof der Vergleichswert bei 14'512 kg lag (Tab. 5).

Tab. 5. Vergleichswerte der Jahres-Milchleistung pro Kuh und Fläche aus verschiedenen Untersuchungen (Berechnung nach der Methode AGFF, 2002)

	kg ECM/Kuh	kg ECM/ha
Teilnehmer AGFF-Wettbewerb aus dem Talgebiet ¹ Bezugsjahr 2001; N=98; (Huguenin und Gassner, 2003)	7'222	10'695
Projekt Opti-Milch: Bezugsjahre 2001&2002 ²		
- Hochleistungsbetriebe (N=9)	8'969	11'113
- Vollweidebetriebe (N=6; ohne Bio- und Bergbetriebe)	5'804	10'119
<i>Saisonale Vollweide-Milchproduktion in Moorepark (IRL); Bezugsjahre 1990-92; TM-Ertrag 126 dt/ha/J (Dillon et al., 1995)</i>	5'444	14'001
<i>Saisonale Vollweide-Milchproduktion am Waldhof; Bezugsjahre 2001&02; TM-Ertrag 127.5 dt/ha/J</i>	6'782	14'512

¹ Nationaler Wettbewerb, in welchem die Betriebe mit den höchsten Flächenleistungen Milch mit einem Preisgeld ausgezeichnet wurden

² von den Opti-Milch Pionierbetrieben liegen nur die Daten aus den Jahre 2001 & 2002 vor

Der Vergleich der Ergebnisse der Vollweide-Pionierbetriebe im Opti-Milch-Projekt mit Werten aus Irland und mit den Ergebnissen vom Waldhof legt die Vermutung nahe, dass das Milchproduktionspotential bezogen auf die Fläche noch nicht voll ausgeschöpft wird. Die Analyse der Weideführung der Betriebe auf den besten Standorten ergab, dass die Besatzstärke während der Weidesaison wesentlich zu tief war, um eine optimale Flächenproduktivität zu erzielen. Die Schweizer Landwirte sind gewohnt, in erster Linie dafür zu sorgen, dass die Einzelkühe eine hohe individuelle Leistung erbringen können. Entsprechend grosszügig handhaben sie die Weideflächenzuteilung. Bezüglich Flächenproduktivität ist dies der falsche Ansatz. Bei der Milchproduktion auf der Weide wird nämlich die höchste Leistung pro Hektare mit einem hohen Viehbesatz erreicht, welcher der einzelnen Kuh nicht mehr erlaubt, ihren Futterbedarf voll zu decken, weil Futterkonkurrenz herrscht (McMEEKAN, 1963, STAKELUM, 1996). Die Leistung und Futterverwertung der Einzelkuh wird wegen des höheren Erhaltungsbedarfsanteils zwar etwas verschlechtert, dafür wird von der grösseren Herde mehr von der vorhandenen Biomasse auf der Weide verwertet. Die hohe potentielle Flächenleistung der weidebasierten Milchproduktion kann mit Ergebnissen des Systemversuchs „Saisonale Vollweidemilchproduktion“ in Irland belegt werden (Tab. 5). Im Versuch von Moorepark konnte im Mittel von 3 Jahren mit Frühjahrsabkalbung eine ausserordentlich hohe Nettoflächenleistung von 14'001 kg ECM Milch/ha realisiert werden, obwohl die mittlere Jahresleistung der genetisch durchschnittlichen Kühe der Rasse British Friesian nur 5'444 kg/Kuh betrug (DILLON et al., 1995). Dieses Beispiel ist für die Schweiz insofern interessant, als die langjährige Graswachstumskurve von Moorepark ziemlich genau jener des Schweizerischen Mittellandes entspricht (THOMET und BLÄTTLER, 1998). Es zeigt auch auf, dass die individuelle Jahres-Milchleistung von Kühen ein ungenügendes Kriterium ist, um eine Aussage bezüglich Produktivität des Gesamtsystems zu machen.

Verzicht auf Jahres-Höchstleistungen pro Kuh

Die durchschnittliche Milchleistung der Vollweidebetriebe lag bei knapp 6000 kg/Kuh/Jahr, jene der Hochleistungsbetriebe bei 8900 kg (BLÄTTLER et al., 2004). Der bewusste Verzicht auf Jahres-Höchstleistungen pro Kuh ist ein zentraler Punkt bei der Vollweide-Milchproduktion. Dies bereitet vielen Milchproduzenten besondere Mühe, denn die meisten verstehen sich auch als erfolgreiche Züchter und möchten als solche wahrgenommen werden. Ein wichtiges allgemein anerkanntes Kriterium für diesen Erfolg ist der erreichte Stalldurchschnitt (kg Milch/Kuh/Jahr). Bei Vollweide-Milchproduktion ist die erreichbare Jahres-Milchleistung deutlich tiefer. Der Trockenmasse-Tagesverzehr auf der Weide ist gegenüber einer optimierten Stallfütterung tiefer. Besonders Hochleistungskühe (> 9000 kg/Kuh/

Jahr) können nicht genügend Futter aufnehmen, um den hohen Energiebedarf zu decken. So ergab ein Vergleichsversuch mit amerikanischen Hochleistungskühen der Rasse Holstein einen deutlichen Unterschied im Tagesverzehr (KOLVER und MÜLLER, 1998). Die amerikanischen Holstein Kühe vermochten auf der Weide pro Tag nur 19 kg TS aufzunehmen, während die Vergleichsgruppe im Stall 23,4 kg TS verzehrte. Entsprechend ergab sich ein Milchleistungsunterschied von 14.5 kg/Kuh/Tag. Erste Ergebnisse eines schweizerischen Forschungsprojektes, in welchem grosse und kleine Kühe der Rassen Braun- und Fleckvieh bezüglich ihrer Futterkonvertierungseffizienz auf der Weide verglichen werden, deuten darauf hin, dass grosse Kühe weniger effizient sind, weil der Futterverzehr auf der Weide pro 100 kg Körpergewicht tiefer ist (STEIGER et al., 2004). Zu einer ähnlichen Erkenntnis führt ein laufender neuseeländischer Genotyp-Fütterungssystem-Versuch. Dabei wird amerikanische und neuseeländische Holstein-Genetik bei Vollweide- und TMR-Fütterung miteinander verglichen (KOLVER et al., 2000; ROCHE, 2003). Die um 100 kg schwereren amerikanischen Kühe erreichten im Stall mit TMR-Fütterung Leistungen von über 10'000 kg/Kuh/Jahr, bei Weidehaltung aber nur 6000 kg. Der neuseeländische Genotyp produzierte mit TMR rund 8000 kg Milch, auf der Weide auch 6000 kg, jedoch durchwegs mit deutlich höherem Fett- und Eiweissgehalt. Um die Effizienz der beiden Kuytypen zu beurteilen, verglich man die Produktionsmenge Fett- und Eiweiss pro kg Lebengewicht. In diesem Punkt erwiesen sich die Neuseeländer Kühe auf der Weide besser als die amerikanischen. Umgekehrt veredelten die amerikanischen Kühe eine TMR effizienter zu Milch. Ein grosser Unterschied ergab sich aber in der Fruchtbarkeit. Generell hatte die amerikanische Holstein-Genetik diesbezüglich Probleme. Dramatisch waren die Fruchtbarkeitsprobleme bei Vollweidehaltung ohne Ergänzungsfütterung. Über die Hälfte der amerikanischen Kühe wurde nicht rechtzeitig trüchtig, während es bei den neuseeländischen Holstein nur 7% waren. Ein ähnlicher Unterschied wurde zwischen Holsteinkühen irischen und amerikanischen Ursprungs festgestellt (DILLON et al., 2003).

Die Ergebnisse aus dem Opti-Milch-Projekt der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft, in welchem die Milchproduktion von je 9 Pionierbetrieben mit der Strategie Hochleistung bzw. Vollweide untersucht wurde, zeigen, dass die Umstellung auf konsequente saisonale Vollweide-Milchproduktion mit den vorhandenen Kühen der Rassen Braun- und Fleckvieh möglich ist. Eine wichtige Voraussetzung ist die Energie-Ergänzungsfütterung der Vollweidekühe in der Startphase zur Vermeidung eines Energiedefizites. Der Body Condition Score darf nicht zu stark abfallen. Aus diesem Grund wurde den Betriebsleitern empfohlen, während den ersten 90 Laktationstagen gezielt etwa 400 kg Krafftutter einzusetzen. Insgesamt war die Tiergesundheit und Fruchtbarkeit auf den Vollweidebetrieben tendenziell besser (KÖHLER et al., 2004).

4. Zusammengefasste Aussagen

- Die potentielle Flächenleistung ist bei Vollweide-Milchproduktion sehr hoch. Sowohl im Schweizer Mittelland wie in Irland können in Regionen mit Grünlanderträgen um 125 dt TM/ha Milchleistungen von 14'000 kg ECM/ha erreicht werden. Die Futterkonvertierungseffizienz des Vollweidesystems mit Blockabkalbung Ende Winter liegt bei 1.2 kg ECM (=energiekorrigierte Milch) pro kg TM auf der Weide (bezogen auf den nach der Methode Corral und Fenlon 1978 gemessenen Ertrag).
- Die Jahresmilchleistung je Kuh ist als alleinige Kennzahl für die Effizienz der Milchproduktion bei Systemvergleichen nicht geeignet, weil sie abhängig ist vom Lebendgewicht und dem gewählten Produktionssystem. Bei Vollweide verzichtet man bewusst auf das Ausreizen des genetischen Leistungspotentials, um die Milch mit dem kostengünstigen Weidegras zu produzieren. Die Futteraufnahme auf der Weide ist begrenzt, die Jahres-Milchleistung pro Kuh somit tiefer als bei TMR-Fütterung.
- Das Vollweide- und das Hochleistungs-Milchproduktionssystem erfordern unterschiedliche Kuytypen. Für die Vollweide werden Kühe benötigt, die viel Trockenmasse über den Erhaltungsbedarf aufnehmen können und diese effizient zu Milch veredeln. Kleinere Kühe scheinen pro 100 kg Lebengewicht mehr Futter auf der Weide aufnehmen zu können.

Literatur

AGFF, 2002. Formular und Wegleitung zur Berechnung der Flächenproduktivität Milch. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus, Zürich-Rechenholz. www.agff.ch.

- BLÄTTLER T., DURGIAI B., KOHLER S., KUNZ P., LEUENBERGER S., MÜLLER R., SCHÄUBLIN., SPRING P., STÄHLI R., THOMET P., WANNER K., WEBER A. und MENZI H., 2004. Projekt Opti-Milch: Zielsetzung und Grundlagen. *Agrarforschung*, 11, 80-85.
- CORRALL A.J. and FENLON J.S., 1978. A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 91, 61-67.
- DILLON P., BUCKLEY F., O'CONNOR P., HEGARTY D. and RATH M., 2003. A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. *Livestock Production Science*, 83, 21-42.
- DILLON P., CROSSE S., STAKELUM G. and 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.
- HODGSON J., 1990. *Grazing Management. Science into Practice*. Blackwell Science Ltd, Oxford, 203pp.
- KOLVER E.S. and MULLER L.D., 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 81, 1403-1411.
- KOLVER E.S., NAPPER A.R., COPEMAN P.J.A., MULLER D., 2000. A comparison of New Zealand and overseas Holstein Friesian heifers. *Proc. New Zealand Soc. of Animal Prod.*, 60, 265-269.
- Kohler S., Blättler T., Wanner K., Schäublin H., Müller C. und Spring P., 2004. Projekt Opti-Milch: Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe. *Agrarforschung*, 12, im Druck.
- McMeekan C.P. and Walsh M.J., 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilisation by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 61, 147-166.
- Stakelum G., 1996. Practical grazing management for dairy cows. *Irish Grassland and Animal Production Association Journal*, 30, 33-45.
- Steiger Burgos M., Petermann R., Kunz P., Thomet P., Kohler S., Münger A., and Hofstetter P., 2004. Influence of body size of dairy cows on their performance in a pasture based production system. *Grassland Science in Europe*, 9. In press.
- Stettler M. und Vetsch A., 2004. Vollkosten bis vors Kuhmaul unter der Lupe. Dossier Grundfutterkosten, *Schweizer Bauer* vom 8.5.04, Bern, S.21.
- Thomet P. und 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, 404-409.
- Thomet P., Hadorn M., Jans F., Troxler J., Perler O. und Meile E., 1999. Kurzrasenweide. *AGFF-Merkblatt 1b*, 2. Auflage, Zürich-Reckenholz.
- Wüest A., 1995. Aufwand und Ertragsverhältnisse von Holstein, Jersey und Simmentaler Fleckvieh. *Diss ETH*, Nr. 11133, Zürich.

Lenkung des Futterangebotes auf Weiden mittels N-Düngung

M. Stettler und P. Thomet

Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft in Zollikofen

1. Einleitung und Problemstellung

Eine Chance für die Schweizer Milchproduktion ist das gute Graswachstum. Dank reichlichen und sommerbetonten Niederschlägen und leistungsfähigen Pflanzenbeständen gehört die Schweiz zu den Ländern mit den höchsten Wiesenerträgen. Um diese Erträge und die Futterqualität zu sichern, ist eine effiziente und gezielte Stickstoffdüngung ein entscheidender Faktor. Dies gilt umso mehr, als der Einsatz von Stickstoff in der Schweiz gegenüber dem Ausland stark eingeschränkt ist.

Ein Landwirt kann im Rahmen seiner Möglichkeiten gemäss Nährstoffbilanz das Graswachstum mit Stickstoff gezielt beeinflussen und auf seine Bedürfnisse auf dem Betrieb abstimmen. Eine solche taktische N-Düngung kann unterschiedliche Ziele haben:

1. Stickstoffeinsatz bei maximaler Wirkung zur Steigerung der Effizienz: eher frühlingsbetonte N-Düngung
2. Gezielte Stickstoffverteilung übers Jahr zur Harmonisierung von Futterangebot und Futterbedarf: eher sommerbetonte N-Düngung
3. Verlängerung der Wachstums-, resp. Weideperiode: eher herbstbetonte N-Düngung
4. Stickstoffeinsatz angepasst an Kleewachstum zur Schonung wertvoller Kleeanteile: zurückhaltender N-Einsatz im Frühling und Sommer

Ausländische Untersuchungen haben gezeigt, dass mit taktischer Stickstoffdüngung der Verlauf des Futterzuwachses beeinflusst werden kann: Eine Stickstoffdüngung im Herbst kann die Vegetationszeit und damit die Weideperiode bis zu einem Monat verlängern (BINNIE *et al.*, 2001).

In dem im Jahr 2002 gestarteten Projekt „taktische Stickstoffdüngung von Grünland“ sollen mittels Feldversuchen folgende zwei Problemstellungen untersucht werden:

- Wachstumskurvenversuche: Möglichkeiten und Grenzen, den Zuwachsverlauf von Wiesen über die Düngungsstrategie (N-Düngung) zu beeinflussen.
- Zeitpunktversuche: Vergleich der Wirkungen von praxisüblichen N-Gaben bei unterschiedlichen Düngungszeitpunkten während eines Jahres auf Weiden (inkl. Winter zur Simulation von Güllegaben).

2. Material und Methoden

Wachstumskurvenversuche

Auf je einer Naturwiese und einer Ansaatwiese im Schweizer Mittelland werden die Wachstumskurven von Weiden in je drei Wiederholungen nach einer adaptierten Methode von Corral & Fenlon (1978) für 5 verschiedene Düngungsvarianten gemessen.

Die untersuchten Düngungsvarianten (unterschiedliche Verteilung von total 150 kg/ha N als Ammonsalpeter, siehe auch Abb. 1):

1. Kontrolle: keine mineralische Düngung
2. Standard: Düngung regelmässig von April bis September (6 x 25 kg N/ha)
3. Frühling: Düngung im Frühjahr und Sommer (5 x 30 kg N/ha)
4. Sommer: Düngung im Sommer (Mai bis September, 5 x 30 kg N/ha)
5. Herbst: Düngung im März, Mai, Juni und September (5 x 30 kg N/ha)

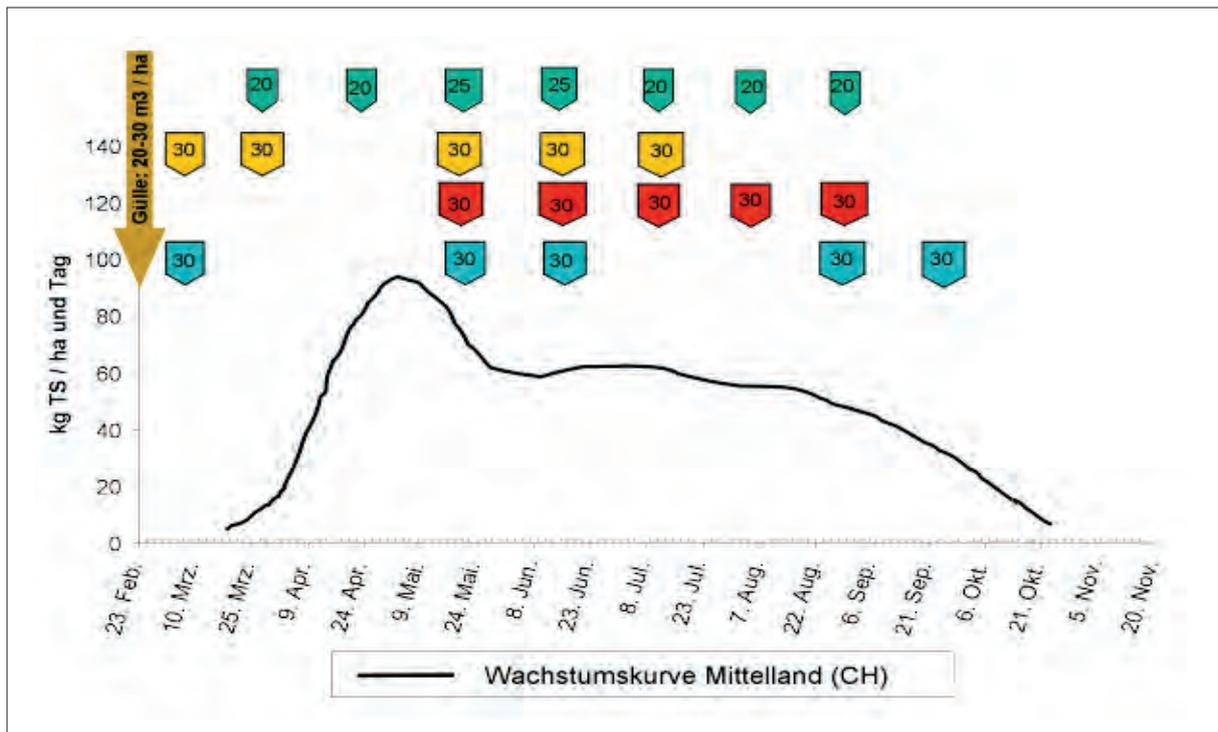


Abb. 1: Wachstumskurve im Schweizer Mittelland im Durchschnitt der letzten Jahre und untersuchte Düngungsvarianten (ausser Kontrolle ohne Mineraldüngung).

Zeitpunktversuche

Im Sommer (April - Oktober) wurde zu Beginn jedes Monats auf je einer Kunst- und einer Naturwiese im Schweizer Mittelland eine neue Versuchsfläche ausgezäunt und in 3 Düngungsstufen (0, 30, 60 kg N/ha als Ammonsalpeter, 4 Wiederholungen) gedüngt. Nach jeweils 5 Wochen wurde die Versuchsfläche geerntet.

Im Winter (Oktober – März) wurde auf einer festen Versuchsfläche auf je einer Kunst- und einer Naturwiese im Schweizer Mittelland zu Beginn jedes Wintermonates Stickstoff in zwei Stufen (30, 60 kg N/ha als Ammonsalpeter, 4 Wiederholungen) gedüngt. Pro Wiederholung bleiben zwei Parzellen ungedüngt (Kontrolle). Im Frühjahr (Anfang Mai) wird die gesamte Versuchsfläche in einem Tag geerntet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Wachstumskurvenversuche 2003

Der Gesamtertrag lag im aussergewöhnlich trockenen Jahr 2003 mit durchschnittlich 108 dt TM/ha/Jahr 10% unter dem langjährigen Mittel verschiedener Standorte von 120 dt TM/ha/Jahr.

Die unterschiedliche Verteilung von 150kg N während der Weidesaison beeinflusste den Gesamtertrag kaum. Stickstoff, der wegen Trockenheit nicht kurzfristig zur Wirkung kommen konnte, zeigte einen deutlichen Nacheffekt (insbesondere die Variante ‚Sommer‘, siehe Abb. 2). Stickstoff in Form von Ammonsalpeter geht auf Weiden offenbar kaum verloren, auch wenn der Zeitpunkt nicht ideal ist und keine kurzfristige Wirkung erzielbar ist. Auf Ansaatwiese mit durchschnittlich 30% Klee betrug der Ertrag der Nullvariante 109 dt TM/ha, die gedüngten Varianten kamen auf rund 122 dt TM/ha. Der durch die Stickstoffdüngung erzielte Mehrertrag betrug nur 10%. Auf Naturwiese mit durchschnittlich 5% Klee betrug der Ertrag der Nullvariante 76dt TM/ha, die gedüngten Varianten kamen auf rund 100 dt TM/ha (Sommer). Der durch die Stickstoffdüngung erzielte Mehrertrag betrug 25%. Es zeigte sich aber, dass die unterschiedliche Verteilung der Stickstoffgaben den Wachstumsverlauf beeinflusste, insbesondere im Frühling und Herbst.

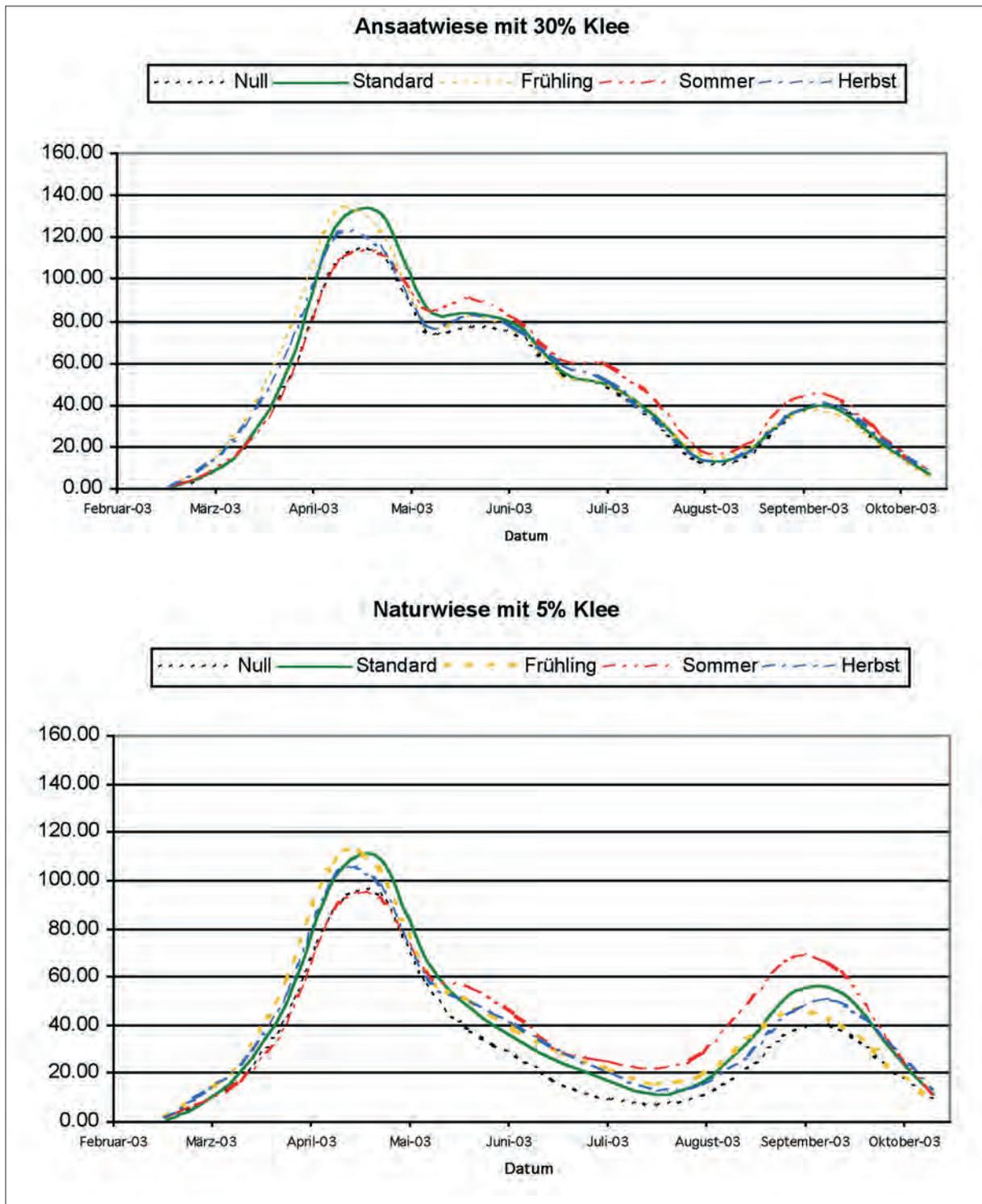


Abb. 2: Wachstumskurven von Weiden im Schweizer Mittelland im Jahre 2003 bei unterschiedlichen N-Düngungsverfahren

Zeitpunktversuch im Sommerhalbjahr 2003

Die Wiesenerträge und kurzfristigen Stickstoffwirkungen variierten wegen der extremen Klimaverhältnisse sehr stark. Die N-Wirkung war im trockenen Sommer deutlich tiefer als im wüchsigen Frühling. Im Herbst war die Wirkung auch eher schwach, da offenbar im Boden sehr viel organischer N mineralisiert wurde, so dass der gedüngte Stickstoff keine markanten Mehrerträge bewirkte. Die einzelnen Resultate können untenstehender Tabelle entnommen werden.

Tab. 1: Mittlere Erträge und Stickstoffwirkungen bei 5-Wochen-Aufwüchsen im Schweizer Mittelland im Sommerhalbjahr 2003.

Aufwuchsperiode	Mittlerer Ertrag (dt TS/ha)	Mittlere N-Wirkung (kg TS/kg N _{gedüngt})
25.3. – 29.4.	34.2 ^b	11.4 ^{a,b}
22.4. – 27.5.	45.4 ^a	15.0 ^a
20.5. – 24.6.	34.0 ^b	18.0 ^a
17.6. – 22.7.	10.9 ^d	10.9 ^{a,b}
15.7. – 19.8.	2.7 ^e	1.5 ^b
12.8. – 16.9.	6.6 ^{d,e}	1.4 ^b
9.9. – 14.10.	18.6 ^c	7.9 ^{a,b}

Die Buchstaben kennzeichnen Gruppen, die sich signifikant voneinander unterscheiden ($\alpha = 5\%$).

Zeitpunktversuch im Winterhalbjahr 2002/2003

Ohne Stickstoffdüngung erreichten die Wiesenerträge des ersten Schnittes im Frühjahr im Durchschnitt 37.7 dt TM/ha. Der Ertragszuwachs bei einer einmaligen Stickstoffgabe von 30 kg N/ha betrug 6,9dt TM/ha oder 18%. Dies kommt einer mittleren Stickstoff-Wirkung von 22.7 kg TM/kg N_{gedüngt} gleich. Der Ertragszuwachs bei einer einmaligen Gabe von 60 kg N/ha betrug 9.2 dt TM/ha oder 24%. Die mittlere Stickstoff-Wirkung lag bei 15.3 kg TM/kg N_{gedüngt}. Der Düngungszeitpunkt hatte keinen signifikanten Einfluss. Tendenziell wirkten die Gaben im Oktober und November etwas schlechter als die Gaben im Dezember, Januar, Februar oder März. Auf leistungsfähigen Wiesen haben Stickstoffgaben im Winter (in der Praxis in Form von Gülle) also gute bis sehr gute Ertragswirkungen auf den 1. Schnitt, ohne die Nährwerte oder die Kleeanteile negativ zu beeinflussen. Gute äussere Bedingungen und eine vernünftige Applikationstechnik bleiben vorausgesetzt, um Umweltbeeinträchtigungen (Gewässerverschmutzung) zu verhindern.

4. Schlussfolgerungen

Die Resultate des ersten (sommertrockenen) Versuchsjahres im Projekt „taktische Stickstoffdüngung von Grünland“ deuten darauf hin, dass die Stickstoffdüngung ein wichtiges Management-Instrument für die Weidewirtschaft sein kann.

Das Futterangebot von Weiden lässt sich mit der N-Düngung steuern, insbesondere auf Weiden mit tiefem Kleeanteil. Besonders interessant für die Vollweide-Milchproduktion ist die gute Wirkung im Frühjahr (z. B. mit einer Güllegabe im Winter) und Herbst (z. B. mit einer Handelsdüngergabe Ende August). Mit Hilfe der gezielten N-Düngung kann die Weideperiode im Frühjahr und Herbst ausgedehnt werden.

Literatur

- BINNIE R.C., MAYNE C.S. UND LAIDLAW A.S., 2001: The effects of rate and timing of application of fertilizer nitrogen in late summer on herbage mass and chemical composition of perennial ryegrass swards over the winter period in Northern Ireland. *Grass and Forage Science*, 56 46-56
- CORRAL A.J. UND FENLON J.S., 1978: A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grass. *J. Agri. Science Cambridge*, 91, 61-67

Effekte hoher Kalium-Einträge in Grünlandnarben auf Ca- und Mg-Gehalte in Boden, Pflanzen und Sickerwasser

M. Kayser, J. Müller und E. Sieglerschmidt

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft
der Universität Göttingen in Vechta

1. Einleitung und Problemstellung

Kalium als einer der ertragsbegrenzenden Hauptnährstoffe gilt als wenig umweltrelevant. Sowohl aus ökonomischen Gründen als auch aus Sicht der Pflanzenernährung ist jedoch ein gewissenhafter Umgang mit diesem Nährstoff geboten. Durch Wechselwirkungen mit anderen Mineralstoffen kann es zu Nährstoffimbilanzen im Boden und in der Pflanze kommen (WILKINSON et al., 2000). Insbesondere die Überversorgung von Kalium gewinnt im Zusammenhang mit der Milchviehhaltung an Bedeutung. Verschiedene Studien weisen darauf hin, dass hohe Kaliumgehalte im Grundfutter nicht nur die Gefahr der Tetanie durch eine verschlechterte Magnesiumversorgung erhöhen, sondern insbesondere im Grundfutter trockenstehender Kühe eine größere Auswirkung auf die Entstehung von Milchfieber haben als hohe Calciumgehalte (HORST et al., 1997). In diesem Zusammenhang ist es wichtig, die Wechselwirkungen zwischen Kalium, Calcium und Magnesium im Boden und in der Pflanze sowie deren Austräge aus der durchwurzelten Zone mit dem Sickerwasser zu betrachten.

2. Material und Methoden

Ein Mähgrünlandversuch mit verschiedenen Düngungsvarianten bildete die Basis für einen Kleinlysimeterversuch (Tab. 1). Nach sechs Jahren unterschiedlicher Bewirtschaftung wurden aus ausgewählten Varianten Bodenmonolithe (19 cm Durchmesser und 22 cm Tiefe) entnommen und in eine oberirdische Lysimeteranlage über einen 20 cm tiefen Unterboden eingesetzt. Der Oberboden ist ein humoser Sand mit einem Gesamt-C-Gehalt von 2.4-2.8 %, einem Gesamt-N-Gehalt von 0.14-0.16 % und einem pH-Wert von 5.1-5.5.

In einem zweifaktoriellen Design wurde der Einfluss des Bestandes und der Applikation von Kuhharn auf die Austräge von N, P, K⁺ sowie Ca²⁺ und Mg²⁺ mit dem Sickerwasser, auf die Nährstoffträge und die Gehalte im Boden geprüft. Die Versuchsvarianten waren in sechsfacher Wiederholung angelegt.

Tab. 1: Beschreibung der vier ausgewählten Düngungssysteme: Input von Nährstoffen über Düngung und Harn in die Kleinlysimeter und Nährstoffgehalte zu Versuchsbeginn

Düngung	Nährstoffinput [g m ⁻²]								Gehalte pflanzenverfügbarer Nährstoffe im Boden [mg kg ⁻¹]		
	N		K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
	0	+	0	+	0	+	0	+			
NULL	0	60	16.6	90.6	0	0.7	1.8	5.0	53.6	38.3	181
WKL	16*	76	16.6	90.6	0	0.7	1.8	5.0	23.4	34.8	192
KAS 320	32	92	16.6	90.6	6.1	6.8	3.2	6.4	38.3	37.9	174
RGL 320	32		35.5		-		3.9		201.0	36.0	197

NULL = Gras ohne N; WKL = Weißkleeegras; KAS = Gras gedüngt mit 320 kg N ha⁻¹ als Kalkammonsalpeter; RGL = Gras gedüngt mit 320 kg N ha⁻¹ über Rindergülle.

*) geschätzt mittels Differenzmethode über sechs Jahre

Alle Nährstoffangaben für Pflanzen und Boden beziehen sich auf 105°C Trockenmasse. Die Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden wurden aus einem DL-Auszug (K⁺), einem CaCl₂-Auszug (Mg²⁺) und einem Wasser-Auszug (Ca²⁺) bestimmt. Die Pflanzenaufwüchse wurden vor der ersten

Harngabe im Sommer dreimal beerntet, dann noch dreimal bis zum Herbst sowie zweimal im folgenden Frühjahr. Der Ertragsanteil des Weißkleees im Weißklee gras (WKL) betrug 35-45 %, die hoch mit N versorgten Bestände (KAS 320) hatten Grasanteile von >95 %. Bestände, die hohe Güllegaben erhielten, wiesen neben den dominierenden Gräsern mittlere Gehalte an Kräutern auf, während die Nullvariante (ohne N) nur einen Grasanteil von ca. 60 % hatte.

3. Ergebnisse und Diskussion

Boden

Durch hohe Einträge an K^+ , wie hier mit Kuhharn oder Rindergülle, nehmen die Gehalte an austauschbaren K^+ im Boden zu. Damit verbunden sind leicht verminderte Gehalte an austauschbaren Ca^{2+} und Mg^{2+} (Abb.1). Dieser Effekt ist für Mg^{2+} nur gering ausgeprägt, was unter anderem durch die relativ hohen Gehalte an Mg^{2+} im Boden und die im Vergleich zu anderen Untersuchungen relativ hohen Mg-Konzentrationen im ausgebrachten Kuhharn erklärt werden kann. Harn weist generell hohe K^+ -Konzentrationen, in der Regel aber geringe Gehalte an Ca^{2+} und Mg^{2+} auf, da diese hauptsächlich mit dem Dung ausgeschieden werden.

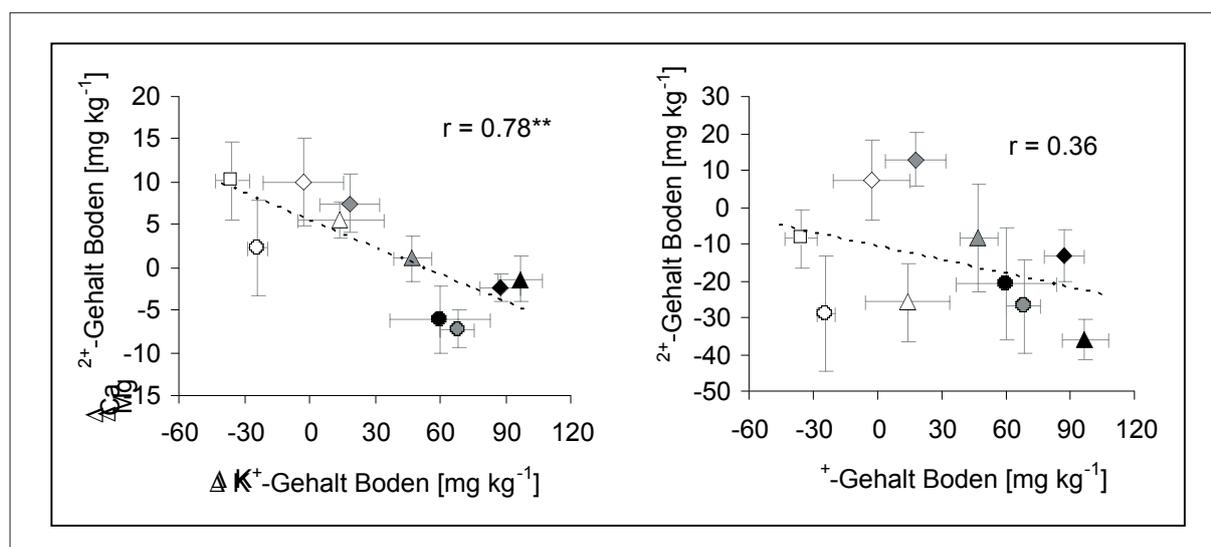


Abb. 1: Beziehung zwischen dem Ausmaß der Veränderungen von K^+ (DL) während des Versuchzeitraums und den Ca^{2+} (Wasser) bzw. Mg^{2+} ($CaCl_2$) Bodengehalten nach Applikation von Kuhharn auf unterschiedliche Bestände. Mittelwerte mit Standardfehler. \bullet = NULL; \blacktriangle = WKL; \blacklozenge = KAS 320; \blacksquare = RGL 320. Leer = ohne Kuhharn; grau = Kuhharn im Sommer; schwarz = Kuhharn im Herbst.

Die großen Mengen K^+ und H^+ Ionen aus dem Kuhharn verdrängen die leichter gebundenen Ca^{2+} und Mg^{2+} von den Austauschern (EARLY et al., 1998). In Neuseeland untersuchten CARRAN und THEOBALD (2000) den Einfluss einer 23-jährigen Beweidung auf die Bodengehalte verschiedener Nährstoffe. Entgegen der Annahme, dass die Einträge von Ca^{2+} und Mg^{2+} mit dem Dung weidender Tiere die Verluste unter Harnflecken ausgleichen können, fanden sie unter Beweidung höhere Gehalte an K^+ , entsprechend geringere Gehalte an Ca^{2+} und in tieferen Bodenschichten verminderte Mg^{2+} -Gehalte.

Sickerwasser

Eng verbunden mit den Veränderungen der Bodengehalte sind die Auswaschungsverluste der drei Kationen. Hohe Einträge von K^+ mit langfristig hohen Güllegaben oder an Harnflecken werden zwar durch die Retention in Boden und Pflanzen gepuffert, führen aber zu erhöhten Auswaschungsverlusten an K^+ namentlich in tonarmen oder organischen Böden (Abb. 2). Die Verluste an Ca^{2+} und Mg^{2+} sind jedoch oftmals höher. Werden mobile Anionen, wie besonders NO_3^- , aber auch Cl^- und SO_4^{2-} verlagert, kommt es zu einer entsprechenden Verlagerung von Kationen. Hiervon sind insbesondere die in größeren Mengen in der Bodenlösung vorliegenden und unter Umständen von den Austauschern verdrängten Ca^{2+} und Mg^{2+} betroffen (DI und CAMERON, 2004; TINKER und NYE, 2000).

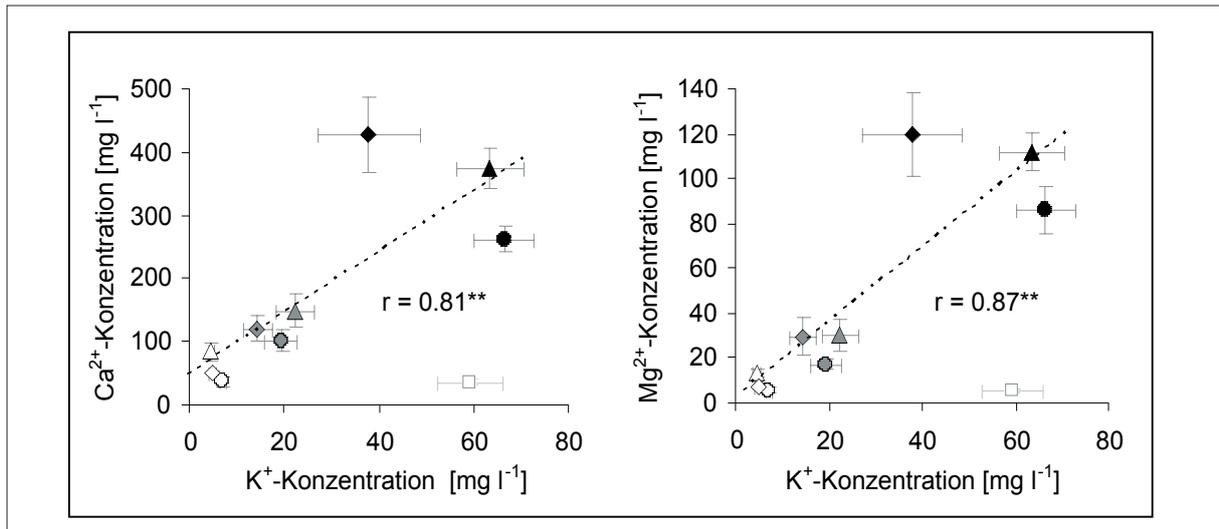


Abb. 2: Beziehung zwischen den Konzentrationen von K^+ und Ca^{2+} und Mg^{2+} während des Versuchszeitraumes im Sickerwasser von Kleinlysimetern nach Applikation von Kuhharn auf unterschiedliche Bestände. Mittelwerte mit Standardfehler. ● = NULL; ▲ = WKL; ◆ = KAS 320; ■ = RGL 320. Leer = ohne Kuhharn; grau = Kuhharn im Sommer; schwarz = Kuhharn im Herbst. Bei der Berechnung wurde RGL 320 nicht berücksichtigt.

Ähnliche, durch hohe K^+ -Einträge in Verbindung mit einer NO_3^- -Verlagerung induzierte, hohe Konzentrationen und Auswaschungsverluste an Ca^{2+} und Mg^{2+} fanden sich auch in neuseeländischen Untersuchungen: auf die beweidete Fläche bezogen, betrug die Verluste bei DI und CAMERON (2004) (3 Kühe ha^{-1}) 48 kg K^+ , 213 kg Ca^{2+} und 17 kg Mg^{2+} ha^{-1} und bei Beweidung mit Bullen (STEELE et al., 1984), gedüngt mit 172 kg N und 118 kg K^+ ha^{-1} , 21 kg K^+ , 216 kg Ca^{2+} und 44 kg Mg^{2+} . Die Austräge aus den Kleinlysimetern würden bei einer Beweidung im Sommer und im Herbst (25 % Harnflecken) Verlusten von etwa 17 kg K^+ , 158 kg Ca^{2+} und 27 kg Mg^{2+} entsprechen.

Pflanze

In der Pflanze führen hohe Einträge an K^+ zu einem Luxuskonsum und, vor allem bei ausreichender N-Versorgung, zu relativ verminderten Gehalten an Ca^{2+} und Mg^{2+} (Abb. 3).

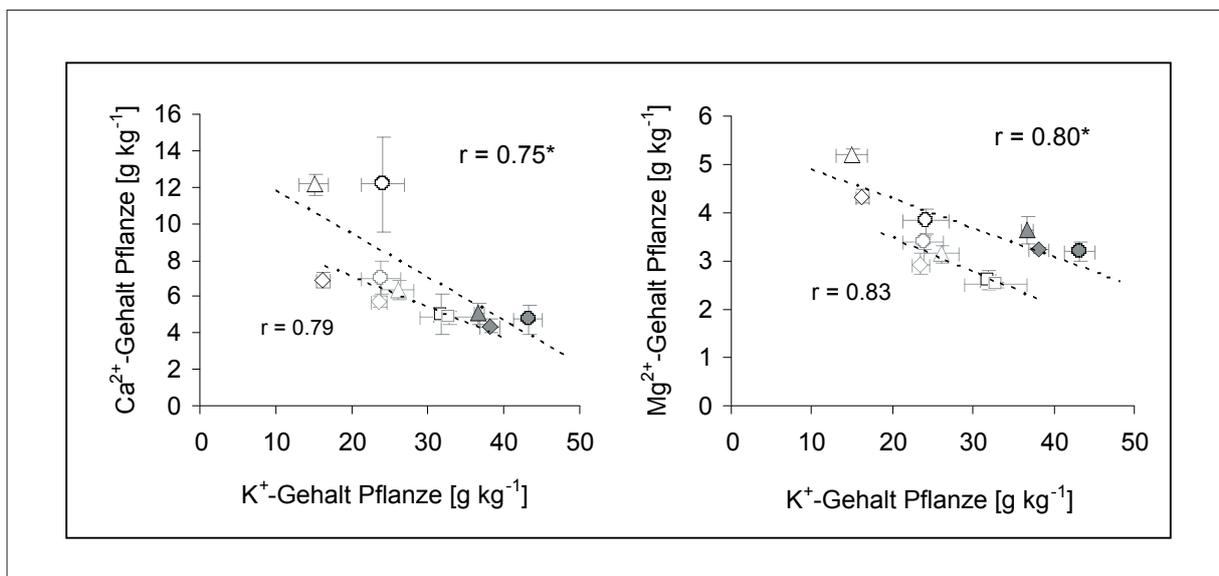


Abb. 3: Beziehung zwischen den Gehalten an K^+ sowie Ca^{2+} und Mg^{2+} im Erntematerial von drei Aufwüchsen nach der Applikation von Kuhharn im Sommer auf unterschiedliche Bestände. Mittelwerte mit Standardfehler. ● = NULL; ▲ = WKL; ◆ = KAS 320; ■ = RGL 320. Leer = ohne Kuhharn; grau = Kuhharn im Sommer. Die grau umrandeten Symbole und die unteren Trendlinien stehen für Ergebnisse aus dem Mähgrünlandversuch (zwei Aufwüchse ab Sommer) im Jahr vor der Entnahme der Monolithe.

Zusätzlich behindert K^+ aktiv die Aufnahme von Ca^{2+} und Mg^{2+} in die Pflanze (WILKINSON *et al.*, 2000). Tiere haben an Mg^{2+} , im Gegensatz zu K^+ , einen deutlich höheren Bedarf als Pflanzen. Im vorliegenden Versuch liegen alle Gehalte trotz der hohen K^+ -Gaben über den für die Tierernährung als ausreichend angesehenen Werten von 7-9 g K^+ , 3-6 g Ca^{2+} und 1.6-2.1 g Mg^{2+} kg^{-1} Trockenmasse, wobei der untere Wert für Milchkühe bei 2 g Mg^{2+} kg^{-1} liegt (WHITEHEAD, 2000). Dies kann zum Teil mit den für Sandboden relativ hohen Gehalten an pflanzenverfügbaren Mg^{2+} im Boden erklärt werden (Tab. 1). Die hohen K^+ -Gehalte in den hoch mit Gülle (RGL 320) oder Kuhharn versorgten Bestände und die erhöhten K:(Ca+Mg)- Verhältnisse zeigen dennoch ein Potenzial auf, das unter ungünstigeren Bedingungen negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit haben kann.

4. Ausblick

Im Bereich der Milchviehfütterung gilt die Aufmerksamkeit hohen Kaliumgehalten im Grundfutter, da sie die Entstehung der Weidetetanie und des Milchfiebers begünstigen (HORST *et al.*, 1997). Mit steigender Leistungsbereitschaft der Milchkuh steigt auch ihre Anfälligkeit für Stoffwechselstörungen wie der Gebärpause, die zunehmend an ökonomischer Bedeutung gewinnt (JAKOB und DISTL, 1998). Hohe Gehalte an Kationen, insbesondere Kalium, in der Ration verhindern die *ante partum* gewünschte, leichte metabolische Acidose, die Milchfieber entgegenwirkt. Zwar kann der Nachteil hoher Kaliumgehalte durch die Fütterung Saurer Salze ausgeglichen werden (BLOCK, 1984), doch muss aus Gründen der Ökonomie und der Tiergerechtigkeit die vorrangigste Maßnahme die Minderung der Alkalinität der Ration und somit die Reduktion der Kaliumgehalte im Grundfutter bleiben.

Langfristig gilt es, zu hohe K^+ -Gehalte im Boden zu vermeiden und die aktuelle Düngung anzupassen. Gerade auf leichteren Standorten sollte der Mg-Versorgung des Bodens, der Bestände und damit der Ernährung der Tiere besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Literatur

- BLOCK, E. (1984): Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *Journal of Dairy Science* 67, 2939.
- CARRAN, R.A. und THEOBALD, P.W. (2000): Effects of excreta return on properties of a grazed pasture soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56, 79-85.
- DI, H.J. und CAMERON, K.C. (2004): Effects of the nitrification inhibitor dicyandiamide on potassium, magnesium and calcium leaching in grazed grassland. *Soil Use and Management* 20, 2-7.
- EARLY, M.S.B., CAMERON, K.C. und FRASER, P.M. (1998): The fate of potassium, calcium, and magnesium in simulated urine patches on irrigated dairy pasture soil. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 41, 117-124.
- HORST, R.L., GOFF, J.P., REINHARDT, T.A. und BUXTON, D.R. (1997): Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 80, 1269-1280.
- JAKOB, H. und DISTL, O. (1998): Tierarztkosten beim Milchvieh. *Züchtungskunde* 70, 29-42.
- STEELE, K.W., JUDD, M.J. und SHANNON, P.W. (1984): Leaching of nitrate and other nutrients from a grazed pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 27, 5-11.
- TINKER, P.B. und NYE, P.H. (2000): *Solute Movement in the Rhizosphere*. Oxford University Press, Oxford.
- WILKINSON, S.R., GRUNES, D.L. und SUMNER, M.E. (2000): Nutrient interactions in soil and plant nutrition. In: Sumner, M.E. (ed.): *Handbook of Soil Science*, D89-D112. CRC Press, Boca Raton.
- WHITEHEAD, D.C. (2000): *Nutrient Elements in Grassland. Soil-Plant-Animal Relationships*. CAB International, Wallingford.

Untersuchungen zur Variabilität des potentiellen Nitrataustrages beim Anbau von *Zea mays*

T. Schiermann, J. Müller und J. Isselstein

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft
der Universität Göttingen in Vechta

1. Einleitung und Problemstellung

Parallel zur steigenden Anbaufläche des Maises hat sich die Nitratproblematik in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen trotz umfangreicher Bemühungen eher verschärft als entspannt (HILMES et al., 1998; BISCHOFF et al., 1999). Seit den 80er Jahren beschäftigen sich zahlreiche Forschungsprojekte mit der Erarbeitung von Maßnahmen zur Verminderung der Nitratauswaschung beim Maisanbau (ANTONY et al., 2001). Obwohl viele dieser Verfahren für die landwirtschaftliche Praxis verfügbar sind, ist deren Wirksamkeit selbst in Wasserschutzgebieten nicht immer gegeben (KRÄMER et al., 1999).

Ein plausibler Erklärungsansatz für diese widersprüchlichen Befunde zur Wirksamkeit produktionstechnischer Maßnahmen wäre die nicht hinreichende Beachtung von Interaktionen zwischen Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, durch die Zusammenführung und gemeinsame Verrechnung einer großen Anzahl von Feldversuchen sowie von Daten, die im Rahmen der Wasserschutzgebietsberatung erhoben wurden, die Bedeutung wichtiger produktionstechnischer und standortbezogener Faktoren für die Nitrataustragsgefahr im Maisanbau zu untersuchen.

2. Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden Daten aus dem N_{mon} -Projekt des Bundesarbeitskreises Düngung und des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, dem Vergleichsflächenprogramm der LUFA Augustenberg und dem Nitratrasterprogramm der Landwirtschaftskammern Weser-Ems und Hannover dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt. Die Daten umfassten Angaben zum Ertrag, zur Düngung, zur Ackerzahl, zur Bodenart, zum Gehalt des Bodens an Humus und Grundnährstoffen sowie zu dessen C/N-Verhältnis, zum Frühjahrs- und Herbst N_{min} -Gehalt des Bodens, zur Fruchtfolge und zur täglichen Witterung. Insgesamt konnten Angaben von 414 Flächen aus unterschiedlichen Erhebungsjahren in die Untersuchung einbezogen werden. Bei Auswertungen zur Rolle des Standortes ging von jeder mehrjährig beprobten Fläche nur ein zufällig ausgewähltes Jahr in die Verrechnung ein. Nicht von allen 414 Flächen lagen vollständige Merkmalsangaben vor. Aus beiden Gründen unterschritt die Anzahl der im Ergebnisteil dargestellten Fälle die Flächenanzahl 414 zum Teil deutlich.

Die statistische Datenauswertung wurde mit Hilfe des Softwarepakets SPSS (Version 11.5) durchgeführt. Die Anforderungen an die Prüfmerkmale nach Normalverteilung und Homogenität der Varianzen sind nach WEBSTER (2001) geprüft worden. Als strukturentdeckendes Verfahren ist die Faktorenanalyse eingesetzt worden. Zur Prüfung von Zusammenhängen zweier normalverteilter Variablen wurden die Korrelationskoeffizienten nach PEARSON und bei nicht-normalverteilten nach KENDALLS-TAU-B berechnet. Bei vorliegendem metrischem Skalenniveau kam zusätzlich die schrittweise multiple lineare Regressionsanalyse zum Einsatz.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die in 414 Fällen aufgelisteten Erhebungsdaten sind einer faktoranalytischen Prüfung unterzogen worden. Mit der Faktorenanalyse wird das Ziel verfolgt, die hohe Anzahl an erhobenen und berechneten Variablen zu reduzieren und damit die Überschaubarkeit und Interpretation der komplexen Datenstrukturen zu erleichtern. Die in die Faktorenanalyse eingeflossenen Variablen wurden anhand des KMO-Maßes

und des MSA-Wertes ausgewählt. Aus Tabelle 1 geht hervor, dass die ersten beiden Komponenten (Faktoren) bereits mehr als zwei Drittel (68 %) der Gesamtvarianz des Datenmaterials beschreiben.

Tabelle 1: Eigenwerte und erklärte Varianzen der Faktorenanalyse

	Komponente 1	Komponente 2
Eigenwert	2,18	1,91
% der Varianz	36,36	31,77
Kumulierte %	36,36	68,13

Aus welchen Variablen sich diese gewonnenen Komponenten zusammensetzen, zeigt die rotierte Komponentenmatrix (siehe Tab. 2). Die Faktorladung entspricht der Korrelation zwischen einer Variablen und einem Faktor. Je höher die Ladung ist, desto besser misst dieses Item den Faktor (Fettdruck=hoher Erklärungsanteil). Die Gesamtdüngeremenge, der N-Saldo und die Ackerzahl sind in die Komponente 1 eingeflossen. Die Komponente 2 hingegen wird durch den Frühjahrs N_{min} -Gehalt, den Gesamt-N Gehalt des Bodens und die organische Düngung charakterisiert.

Tabelle 2: Rotierte Komponentenmatrix mit den entsprechenden Faktorladungen

Variablen	Komponente	
	1	2
N_{min} Frühjahr (0-90cm)	0,006	0,878
Gesamt-N (Boden)	0,140	0,647
N-Düngung (min.+org.)	0,768	0,458
N-Düngung (org.)	0,553	0,675
N-Saldo	0,848	0,219
Ackerzahl	-0,741	0,060

Inhaltlich kann die Komponente 1 als „Ertragskomponente“ angesehen werden, da sie durch Merkmale bestimmt wird, die eine enge Beziehung zum Ertrag an Biomasse aufweisen. Analog läßt sich Komponente 2 als „Mineralisationskomponente“ beschreiben.

Aus den Komponenten sind anschließend mittels Regression Faktorwerte für die 61 Fälle geschätzt worden, von denen Angaben zu allen in die Faktorenanalyse eingegangenen Variablen vorlagen. Diese Faktorwerte dienten als Variablen in einer weitergehenden Untersuchung, die den Einfluß der beiden Hauptkomponenten auf die Höhe des Herbst- N_{min} -Gehaltes zum Inhalt hat. Der partielle Korrelationskoeffizient zwischen Komponente 1 und dem Herbst- N_{min} -Gehalt, kontrolliert von Komponente 2, ist 0,10 und nicht signifikant (siehe Abb. 1). Komponente 2 wird durch Komponente 1 kontrolliert und steht in einem signifikanten Zusammenhang ($p < 0,001$) zum Herbst N_{min} -Gehalt ($r = 0,53$).

Beide Befunde können zur Interpretation der Ursachen für überhöhte N_{min} -Gehalte vor Eintritt der Sickerwasserperiode genutzt werden. So scheint die Mineralisationsfreudigkeit eines Standortes, die sich insbesondere in hohen Frühjahrs- N_{min} -Gehalten ausdrückt, unter praktischen Bedingungen einen wesentlich stärkeren Einfluss auf die Menge potentiell auswaschungsgefährdeter Stickstoffs zu haben als die den Nährstoffentzug des Maises widerspiegelnden ertragsbezogenen Variablen der Komponente 1. Diese Variablen, wie beispielsweise der N-Saldo der vereinfachten Flächenbilanz, werden in klassischen Versuchsanstellungen häufig zur alleinigen Erklärung von N_{min} -Überschüssen im Boden nach Beendigung der Vegetationsperiode herangezogen. Viele Autoren vermochten jedoch auf diese Art und Weise keinen engen Zusammenhang zwischen dem N-Saldo und den Herbst- N_{min} -Werten unter Maisflächen herzustellen (ANTONY, 1993; KETELSEN, 2001).

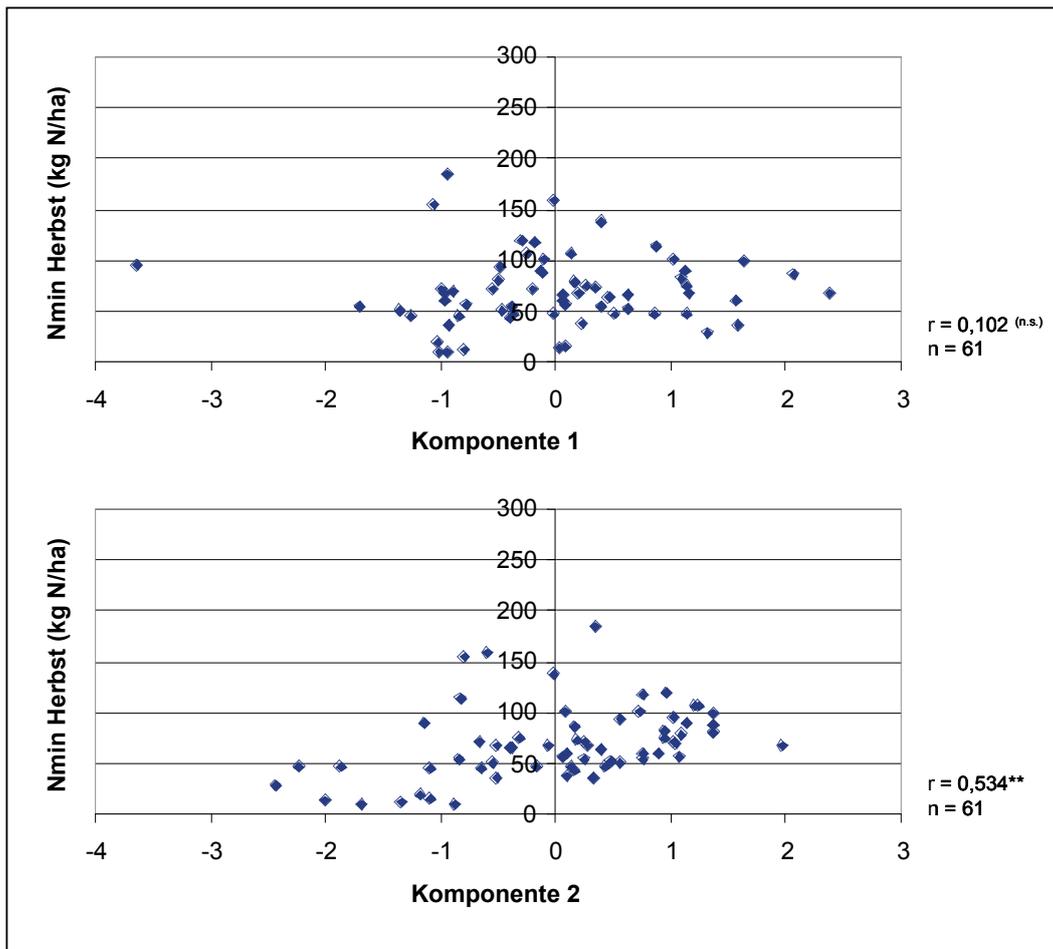


Abbildung 1: Beziehung zwischen dem Herbst N_{\min} -Gehalt (Vegetationsende) und den Komponenten der Faktorenanalyse (partielle Korrelation)

Dass die Düngermenge noch weniger als der N-Saldo der Flächenbilanz geeignet ist, den Herbst- N_{\min} -Gehalt zu erklären, zeigt Abbildung 2. Dort wird die insgesamt ausgebrachte N-Düngermenge von 258 Maisflächen dem Herbst N_{\min} -Gehalt zum Vegetationsende gegenübergestellt. Zwischen der Düngermenge und dem Herbst N_{\min} -Gehalt besteht keine Beziehung.

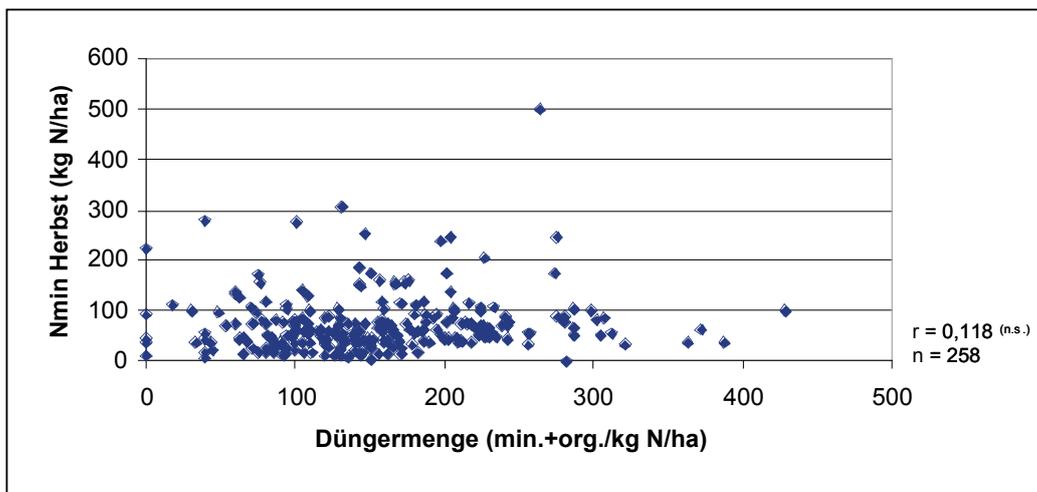


Abbildung 2: Beziehung zwischen der Höhe der N-Düngung und dem Herbst N_{\min} -Gehalt

Dieser aus den Erhebungsdaten abgeleitete Befund widerspricht den Ergebnissen einzelner Versuchsansteller (LORENZ et al., 1991; JOKELA, 1992; WIEKER und LÜTKE ENTRUP, 1995). Nach WANTULLA et al. (1988) sowie KETELSEN (2001) ist es auf Grund der sehr komplexen Dynamik des Stickstoffs im Boden jedoch keinesfalls ungewöhnlich, dass die N_{\min} -Gehalte nach der Ernte weder mit der Menge noch dem Zeitpunkt der N-Düngung in unmittelbarem Zusammenhang stehen.

4. Schlussfolgerungen

Die wichtigste Erkenntnis aus der Erhebung besteht in der Bestätigung der These, dass die Höhe der Stickstoffdüngung unter praktischen Anbaubedingungen einen geringeren Anteil der N-Überhänge vor Eintritt der Sickerwasserperiode erklärt, als bislang angenommen. Da die Höhe der Düngung im Bereich von 0-200 kg N/ha standortübergreifend keinen gesicherten Einfluß auf die Höhe der N_{\min} -Gehalte im Herbst aufweist, kann eine pauschale Absenkung des Düngenniveaus auch kein alleiniger Garant für die angestrebte Reduzierung des Nitrataustragspotentials nach dem Maisanbau sein.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen es als sehr sinnvoll erscheinen, in zukünftigen Untersuchungen neben der Höhe der N-Düngung und dem N-Entzug weitere Standort- und Witterungsdaten einzubeziehen, um das Ausmaß der auswaschungsgefährdeten N_{\min} -Vorräte im Herbst besser erklären zu können. Besonderes Augenmerk ist dabei auf Parameter zu legen, die das Mineralisationspotential des Standortes charakterisieren.

Literatur

- ANTONY, F., (1993): Die N-Belastung landwirtschaftlicher Flächen als Grundlage der Quantifizierung und Optimierung des N-Haushaltes von Agrar-Ökotope. Dissertation, Universität Göttingen
- ANTONY, F., C. VON BUTTLAR, L. FIEDLER, B. GÖDECKE, J.HÖLSCHER, A. LÖLOFF, H. SCHÜLTKEN, H. WACKER, (2001): Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim
- BISCHOFF, W.-A., J. SIEMENS, M. KAUPENJOHANN, (1999): Stoffeintrag ins Grundwasser – Feldmethodenvergleich unter Berücksichtigung von preferential flow. Wasser und Boden, 51. Jahrg.12/99, S. 37-42
- HILMES, G., H. BÖCKLER, J. ILSEMANN, U. MÜLLER, R. VAN DER PLOEG, (1998): Abschätzung und Darstellung des Nitratauswaschungsrisikos aus landwirtschaftlich genutzten Böden im Winter am Beispiel von Niedersachsen. Wasser und Boden, 50. Jahrg. 10/98, S. 57-61
- JOKELA, W. E., (1992): Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 56, p. 148-154
- KETELSEN, H., (2001): Der N_{\min} -Herbstwert als Instrument der Erfolgskontrolle in der Zusatzberatung Wasserschutz. Tagung des NLÖ / NLFB am 26.04.2001 in Hannover
- LORENZ, F., G. STEFFENS, H. VETTER, (1991): Der Einfluß gestaffelter Schweinegüllegaben und unterschiedlicher Ausbringungszeitpunkte auf Ertrag und Rest-N-Gehalte im Boden. VDLUFA-Schriftenreihe 33, S. 111-116
- KRÄMER, R., E. KÜMHOF, M. SCHMIDT, (1999): Düngeplanung nach der N_{\min} -Methode - Sinn oder Unsinn? Wasser und Boden, 51 Jahrg. 4/99, S. 30-35
- WANTULLA, A., F. J. VOLLMER, W. KÜHBAUCH, (1988): Ganzjährige Bodenwasseruntersuchungen zur Bestimmung von Mineralisation und Nitrataustrag in einem schwach gedüngten Löß-Boden. Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 29, S. 140-147
- WEBSTER, R., (2001): Statistics to support soil research and their presentation. European Journal of Soil Science, June 2001, 52, p. 331-340
- WIEKER, H., N. LÜTKE ENTRUP, (1995): Verbesserung der Maisdüngung nach N_{\min} und Sollwert. VDLUFA-Schriftenreihe 40, S. 993-996

Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle den Einrichtungen, die Daten für diese Untersuchung zur Verfügung gestellt haben.

Graseverhalten von Ochsen auf extensiver Standweide

Röver, K.-U., Sahin, N., Hofmann, M., Isselstein, J.

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,

Universität Göttingen

Einleitung

Extensive Beweidung wird als eine gute Möglichkeit der landwirtschaftlichen Nutzung von ertragsschwachem Grünland angesehen. Extensive Systeme der Weidetierhaltung, etwa der Fleischrinderhaltung, bewirken eine heterogene Struktur der Grasnarbe. Über den Einfluss des Weidens auf die Narbenstruktur steuert das Weidetier das Futterangebot und letztlich auch die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe. Welche Beziehungen zwischen dem Graseverhalten und unterschiedlichen Beweidungsintensitäten auf extensiv bewirtschaftetem Grünland bestehen, ist ein Teilaspekt des EU-Projektes ‚FORBIOBEN‘. Im Rahmen dieses Projektes wird geprüft, ob durch eine extensive Beweidung, die den Grünlandaufwuchs nicht maximal nutzt, eine größere Artenvielfalt erreicht werden kann, und wie sich das Graseverhalten im Vergleich zu intensiver Beweidung verändert (ROOK et al. 2004). Es wurde ein mehrjähriger Weideversuch mit Ochsen auf extensiv bewirtschaftetem Grünland eingerichtet. Neben Erhebungen zur Produktivität und Artenvielfalt des Grünlandes sowie zur Weideleistung der Ochsen werden Untersuchungen zum Graseverhalten der Tiere durchgeführt, über die hier berichtet wird.

Material und Methoden

Im Frühjahr 2002 wurde auf einer Dauergrünlandfläche des Versuchsgutes der Universität Göttingen in Relliehausen/Solling (51°N 9°E, 250 m ü. NN), die langjährig ungedüngt war und als Standweide genutzt wurde, ein Weideversuch (Standweide) mit den folgenden drei Varianten bei drei Wiederholungen als Blockanlage angelegt (Parzellengröße ein ha):

1. Fleckvieh/intensiv (FV int): Ochsen der Rinderrasse Fleckvieh 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, 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.

Die Beweidung erfolgte im Jahr 2002 vom 16. Mai bis zum 26. September. Die Zielnarbenhöhe wurde durch Anpassen des Tierbesatzes an die wöchentlich mit dem Diskmeter (CASTLE, 1976) an 50 Punkten je Parzelle gemessene Narbenhöhe erreicht. Wenigstens drei sogenannte Kerntiere je Parzellen blieben von Weidebeginn bis Abtrieb auf den Versuchspartellen.

Im Jahr 2003 wurde am 24. April (FV int) bzw. am 7. Mai (FV ext, DA ext) aufgetrieben. Der Herbst-Abtrieb erfolgte am 14. Oktober. Wegen der Trockenheit im Verlaufe der Vegetationsperiode mussten die Ochsen im Zeitraum vom 8. Juli bis zum 29. September die Versuchspartellen verlassen. In Tabelle 1 sind die Weideperioden, sowie GV-Besatz während der Weidephase und die durchschnittlichen Gewichte der Ochsen dargestellt.

Tabelle 1: Besatzstärke sowie durchschnittliche Auf- und Abtriebsgewichte in den Versuchsjahren 2002 und 2003

Weideperiode	16.5.-26.9.2002			24.4.-14.10.2003			
Variante	Besatzstärke	Auftriebsgewicht	Abtriebsgewicht	Besatzstärke 1. Phase	Besatzstärke 2.Phase	Auftriebsgewicht	Abtriebsgewicht
	GV / ha	kg / Tier	kg / Tier	GV / ha	GV / ha	kg / Tier	kg / Tier
FV int	5,9	263,8	343,0	5,5	4,3	279,6	376,2
FV ext	3,4	261,6	371,2	2,0	3,0	299,5	376,9
DA ext	3,5	340,2	444,7	2,6	3,0	315,1	421,0

Graseverhalten der Ochsen: Das Verhalten der Weidetiere wurde an drei Terminen in der Weidesaison (Frühjahr, Früh- und Spätsommer) jeweils über einen Lichttag erfasst. Je Termin wurde an drei aufeinander folgenden Tagen jeweils ein Block untersucht, wobei je Parzelle die drei Kerntiere beobachtet wurden. Im Abstand von 5 Minuten wurden die Verhaltensweisen „Grasen“, „Gehen“ und „Wiederkauen“, sowie „Trinken“, „Schlafen“, „Soziale Kontakte“ notiert. „Sonstiges Verhalten“ ergibt sich als Residualgröße aus der Beobachtungszeit minus der Zeit für die genannten Verhaltensweisen. Insgesamt wurden in den drei Tagen 27 Tiere von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang beobachtet.

Bisstypen beim Gras: Um die Futteraufnahme genauer zu untersuchen, wurde zusätzlich bei der Verhaltensweise „Grasen“ der sogenannte „Bisstyp“ erfasst, d.h., das im Moment der Beobachtung aufgenommene Futter wurde anhand visueller Beurteilung der Grasnarbe an der Fraßstelle einer der 4 Bisstyp-Kategorien „nur Gras, kurz“, „nur Gras, hoch“, „gemischt, kurz“ und „gemischt“ hoch zugeordnet. Bestand der Bissen zu über 90% aus Gras, wurde er der Kategorie „nur Gras“, andernfalls „gemischt“ zugeordnet. Narbenbereiche bis 6 cm wurden als „kurz“ bezeichnet, höhere Bereiche als „hoch“.

Angebotene Bisstypen: Um das angebotene Futter in Form von Bisstypen darzustellen, wurden Daten, die aus Erhebungen zur Botanik stammen, ausgewertet. Bei diesen Erhebungen wurde an 500 zufällig ausgewählten Punkten je Parzelle mit einem Sward-Stick gemessen. Der Sward-Stick ist ein Metallstab mit einer Skala an dem ein kleines Plexiglas-Fenster (1 cm x 2 cm) heruntergeschoben wird, bis zum ersten Kontakt mit einer Pflanze (BARTHAM, 1986). Die Art der Pflanze, die Höhe des Kontaktpunktes und die unterhalb des Plexiglas-Fensters dominierende Art werden erfasst. Aus Höhe und Pflanzenarten-Kombinationen konnte nachträglich der Bisstyp gebildet werden.

Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Verhaltensbeobachtungen an den Terminen Spätsommer 2002 und Frühjahr 2003 dargestellt.

Tabelle 2: Verhaltensweisen in Prozent des Beobachtungszeitraumes an den Terminen Spätsommer 2002 und Frühjahr 2003

Variante	Beobachtungszeit	Grasen	Wiederkauen	Gehen	sonstiges Verhalten
	h	%	%	%	%
10.-12. September 2002					
FV int	13,0	55,2	13,4	4,9	26,5
FV ext	13,1	59,7	16,2	4,9	19,2
DA ext	13,0	55,3	20,3	2,3	22,2
26.-28. Mai 2003					
FV int	16,2	41,1	21,7	6,2	31,0
FV ext	16,2	40,3	25,2	6,8	27,6
DA ext	16,2	33,6	22,2	5,7	38,5

Von den Ochsen wurde etwas mehr als ein Drittel (Frühjahr 2003) bis über die Hälfte (Spätsommer 2002) der Beobachtungszeit für die Verhaltensweise Grasen aufgewendet. Ein Sechstel (2002) bis ein Viertel (2003) des Lichttages wurde zum ‚Wiederkauen‘ benötigt, das ‚Gehen‘ nimmt einen Anteil von unter 10% ein. Für das ‚Sonstige Verhalten‘ wurde etwa ein Viertel bis ein Drittel der Beobachtungszeit verwendet.

Aus den bisherigen Analysen ergab sich lediglich in der Variante DA ext ein tendenziell höherer Zeitbedarf für die Verhaltensweise ‚Wiederkauen‘ als in Variante FV int.

In Tabelle 3 sind die bei den Verhaltensbeobachtungen erfassten, tatsächlich ‚gefressenen‘ sowie die ‚angebotenen‘ Bisstypen an den oben genannten Terminen in Prozent aller Bisstypen dargestellt.

Tabelle 3: Beim ‚Grasen‘ tatsächlich gefressene sowie angebotene Bisstypen an den Terminen 2002 und 2003 (in % aller erfassten Bissen)

Bisstyp-Kategorie	Jahr	2002			2003		
	Termin	Spätsommer			Frühjahr		
	Variante	FV int	FV ext	DA ext	FV int	FV ext	DA ext
gefressen	nur Gras, hoch	5,1	13,6	27,5	11,2	18,2	26,4
	nur Gras, kurz	10,0	3,9	2,9	6,9	5,4	2,4
	gemischt, hoch	11,2	28,1	33,0	51,0	61,8	53,6
	gemischt, kurz	73,7	54,4	36,6	31,0 a ¹⁾	11,9 b	13,9 b
angeboten	nur Gras, hoch	20,1	51,6	48,6	48,9	58,2	55,6
	nur Gras, kurz	26,3 a	12,1 ab	7,6 b	5,8 a	0,9 b	0,6 b
	gemischt, hoch	13,2	20,6	27,1	34,4	39,1	41,2
	gemischt, kurz	40,4 a	15,7 b	16,8 b	10,9 a	1,8 b	2,6 ab

¹⁾ Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander (Bonferroni, 5%). Es wurde die Unterschiede innerhalb eines Termins und innerhalb einer Bisstyp-Kategorie untersucht.

Es fällt auf, dass im Spätsommer 2002 deutlich mehr ‚kurze‘ Bisstypen (ca. 40-80 %) gefressen wurden als im Frühjahr 2003 (ca. 16-38 %). Eine Ursache ist sicherlich das erhöhte Angebot ‚hoher‘ Bisstypen am Frühjahrstermin (ca. 83-97 % gegenüber ca. 33-75 % im Spätsommer) und damit die verringerte Möglichkeit, ‚kurze‘ Bissen aufzunehmen.

Im Spätsommer 2002 wurden im Beobachtungszeitraum nur etwa 16-60 % ‚hohe‘ Bissen gefressen, während im Frühjahr 2003 60-80 % ‚hohe‘ Bissen gefressen wurden. Der Anteil der ‚hohen‘ Bissen am Futterangebot war also an beiden Terminen höher als die tatsächlich gefressenen ‚hohen‘ Bissen. Entgegengesetzt verhält es sich mit den ‚kurzen‘ Bissen. Hier war der Anteil der ‚kurzen‘ Bissen am Futterangebot jeweils (2002: ca. 25-66 %; 2003: ca. 2,7-16 %) geringer als der Anteil der ‚kurzen‘ Bissen an den tatsächlich gefressenen Bissen (2002: ca. 40-83 %; 2003: ca. 16-37 %).

Der Anteil tatsächlich gefressener Bissen, die aus ‚nur Gras‘ bestehen ist deutlich geringer als der Anteil der ‚gemischten‘ Bissen. Beim Futterangebot hingegen ist das Verhältnis von ‚gemischten‘ Bissen zu ‚nur Gras‘-Bissen etwa ausgewogen.

Bei den tatsächlich gefressenen Bisstypen konnte im Frühjahr 2003 in der Kategorie ‚gemischt, kurz‘ eine signifikant häufigere Aufnahme durch die Tiere der Variante FV int gegenüber den beiden anderen Varianten festgestellt werden. Beim Futterangebot zeigten sich in der intensiven Variante signifikant bzw. tendenziell höhere Anteile der Bisstypen ‚nur Gras, kurz‘ und ‚gemischt, kurz‘ gegenüber den beiden extensiven Varianten (Tabelle 3).

Die Ergebnisse zeigen ein deutliches Selektionsverhalten der Weidetiere. Sie bevorzugen ‚gemischte‘ und ‚kurze‘ Bissen. Den Einfluss des Besatzes zeigen die Anteile der angebotenen Bisstypen in den Varianten. Durch höheren Tierbesatz wird der Anteil der kurzen Bisstypen am Futterangebot erhöht. Die Konsequenz ist eine erhöhte „Nachfrage“ nach diesen Bisstypen in der intensiven Variante, da die Tiere hier im Gegensatz zu den extensiven Varianten die Möglichkeit haben, vermehrt ‚kurze‘ Bissen aufzunehmen. Es besteht somit eine wechselseitige Beziehung zwischen dem Verhalten des weidenden Tieres und dem Futterangebot bzw. der Graslandnarbe. Die häufigere Aufnahme von ‚hohen‘ Bissen im Frühjahr 2003 hängt mit dem insgesamt höheren Frühjahrsaufwuchs im Vergleich zum vorangegangenen Spätsommer zusammen.

Literatur

- BARTHAM, G.T. 1986. Experimental techniques: The HFRO sward stick Biennial Report. Hill Farming Research Organisation, 1984-85, 29-30.
- CASTLE, M.E., 1976: A simple disc instrument for estimating herbage yield. Journal of the British Society 31, 37-40.
- ROOK, A.J., Dumont, B., Isselstein, J., Osoro, K., WallisDeVries, M.F., Parente, G., Mills, J., 2004: Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. Biological Conservation 119, 137-150.

Konservierungseignung und Gärqualität von klee- und kräuterreichen Grünlandaufwüchsen

von

S. Bonorden und J. Isselstein

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen

1. Einleitung

Grassilage wird auch in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen (KEADY 2000). Das Ziel ist es, eine Futterkonserve mit einem Minimum an Nährstoffverlusten und einem hohen Futterwert zu erhalten (MCDONALD et al. 1991). Die Qualität der Silage unterliegt dabei einer großen Variation, deren wesentliche Einflußgrößen in den Unterschieden der botanischen Zusammensetzung des zu silierenden Ausgangsmaterials und dessen Gäreignung liegen (HAIGH 1996, KAISER et al. 2000). Besonders für ökologisch wirtschaftende Betriebe sind hohe Grundfutterleistungen in Form von Silagen aus dem Grünland von großer Bedeutung. Die Bewirtschaftungsbedingungen der ökologischen Grünlandwirtschaft mit dem Verzicht auf mineralische N-Düngung sowie auf Herbizidanwendung führen jedoch dazu, dass *Trifolium repens* und Grünlandkräuter in der Grasnarbe eine wesentliche größere Rolle spielen als in der konventionellen Praxis. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung bestand darin, klee- und kräuterreiche Modellbestände aus ökologischer Grünlandbewirtschaftung hinsichtlich ihrer Konservierungseignung und Gärqualität zu untersuchen, und mit einem reinen Weidelgras-bestand, der intensiv bewirtschaftet wird, als Kontrollvariante zu vergleichen. Neben *Lolium perenne* und *Trifolium repens* wurden die verstärkt anzutreffenden Grünlandkräuter *Taraxacum officinale* und *Plantago lanceolata* in die Untersuchung einbezogen.

2. Material und Methoden

Zur Bestimmung der Konservierungseignung und Gärqualität wurden der 1. und der 4.

Schnitt eines als Lateinisches Rechteck mit vier Feldwiederholungen angelegten Versuches mit folgenden Varianten untersucht:

Tab.1: Faktoren und Stufen des Experiments

Faktor	Stufe
1. Botanische Zusammensetzung	1.1 Gras-Reinbestand ^{*)} , 200 kg N/ha u. Jahr (G)
	1.2 Gras-Klee-Mischbestand ^{*)} , ungedüngt (GC)
	3.3 Gras-Klee-Kräuter-Mischbestand ^{§)} , ungedüngt (GCF)
2. Aufwuchs	2.2 Frühjahr (1.Schnitt)
	2.3 Spätsommer (4.Schnitt)
3. Zusatz von Siliermittel	3.1 ohne
	3.2 mit Milchsäurebakterienpräparat

^{*)} *Lolium perenne*

^{*)} *Lolium perenne*+*Trifolium repens*

^{§)} *Lolium perenne*+*Trifolium repens*+*Taraxacum officinale*+*Plantago lanceolata*

Zur Charakterisierung der Konservierungseignung wurde an Frischproben des Ausgangsmaterials die Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate mit der Anthronmethode (wK) (YEMM u. WILLIS 1954) sowie die Pufferkapazität nach WEISSBACH (1967) bestimmt. Aus der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate und der Pufferkapazität (PK) wurde der Z/PK-Quotient berechnet. Zusätzlich wurde der Vergärbarkeitskoeffizient (VK) nach SCHMIDT et al. (1971) ermittelt. Das frische Erntegut wurde vorgewelkt. Dabei wurde ein Trockensubstanzgehalt von 30 % angestrebt. Unter standardisierten Bedingungen wurde das Erntegut in Modellsilos (2 L Volumen) einsiliert. Je Variante wurde parallel ein weiterer Silo mit dem Milchsäurebakterienpräparat Silabac® als Siliermittel versetzt. Nach 60 Tagen wurden die Silos geöffnet und zur Analyse entnommen. Die Beurteilung der Gärqualität erfolgte über den pH-Wert (ANONYMUS 1997), den Trockensubstanz-Gehalt (T), korrigiert nach WEISSBACH und BERG (1977), und den NH_3 -N-Anteil (HONOLD und HONOLD 1991) am Rohproteingehalt (ANONYMUS 1997). Mit Hilfe der Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) wurde die Konzentration an Milchsäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure und Ethanol ermittelt. Die Ergebnisse wurden getrennt nach Aufwüchsen varianzanalytisch ver-rechnet. Die Mittelwerte wurden durch den mutiplen t-Test (Bonferroni) mit einer Sicherheitsgrenze von 5 % verglichen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Silagen der Gras-Klee-Kräuter-Variante weisen im Frühljahrsaufwuchs mittlere Z/PK-Quotienten auf (vgl. Tab. 2), die auf vergleichsweise mittlere Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten zurückzuführen sind. Im Sommeraufwuchs ist der Z/PK-Quotient wie auch der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten im Vergleich mit der Gras- und der Gras-Klee-Variante sogar erhöht und signifikant höher als bei der Gras-Variante. Im Frühljahrsaufwuchs liegen die Z/PK-Quotienten aufgrund höherer Gehalte an löslichen Kohlenhydraten insgesamt höher als im Sommeraufwuchs. Der Z/PK-Grenzwert von 2,0 bei 30 % TS (WEISSBACH et al. 1977) wird bei allen drei Varianten nur im Frühljahrsaufwuchs erreicht. Als besonders positiv zu bewerten sind jedoch die hohen Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten bei der Gras-Klee-Kräuter-Variante im Spätsommeraufwuchs. Sie sind signifikant höher als bei der reinen Grasvariante und sind ein Hinweis darauf, dass kräuterreiche Aufwüchse auch in späteren Schnitten qualitativ hochwertige Silagen ermöglichen. Aus diesem Grunde weist auch der Z/PK-Quotient im Spätsommeraufwuchs bei der Gras-Klee-Kräuter-Variante mit 1,0 im Vergleich zur reinen Grasvariante mit 0,6 den signifikant höheren Wert auf. Je höher der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten ist, desto sicherer ist die Silierung (LANG et al. 1972). Alle Varianten wiesen im Frühljahrsaufwuchs einen erhöhten Vergärbarkeitskoeffizienten im Vergleich zum Sommeraufwuchs auf. Die Gras-Klee-Variante zeigte hierbei die höchsten Werte von 50,3. Ist der Vergärbarkeitsquotient größer als 45, sind nach WEISSBACH et al. (1977) die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Gärverlauf günstig. Die Silagen des Sommeraufwuchses waren insgesamt durch eine geringere Einsäuerung gekennzeichnet (vgl. Tab. 3). Dieses lässt sich auf den niedrigeren Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten zurückführen. Ohne den Zusatz eines Milchsäurebakterienpräparates blieb in der Grasvariante der pH-Wert nach 60 Tagen bei 5,7 und damit oberhalb eines Wertes, der für eine stabile Silage erforderlich ist (WEISSBACH und HONIG 1996). Die Gras-Klee- und die Gras-Klee-Kräuter-Variante im Sommeraufwuchs säuerten dagegen stärker ein und erreichten pH-Werte nach 60 Tagen von 4,9 bzw. 4,7. Beurteilt an der Konzentration von Milchsäure und Buttersäure ergab die Klee-Gras-Kräuter-Variante des Sommeraufwuchses eine deutlich bessere Silage als die Gras- bzw. Gras-Klee-Variante. Letztere waren nicht frei von Buttersäure. Beim NH_3 -N-Anteil am Rohprotein-Gehalt wies bei beiden Aufwüchsen die Gras-Variante erhöhte Werte auf, die oberhalb 8% liegen (PINOSA et. al 1995). Es hat ein relevanter Eiweißabbau stattgefunden. Im Frühljahrsaufwuchs wiesen die Silagen aller drei Varianten eine deutlich besser Qualität auf als im Sommeraufwuchs. Die pH-Werte lagen in einem Bereich, der bei den gegebenen Trockensubstanzgehalten als stabil gekennzeichnet werden kann. Sämtliche Silagen waren weitgehen frei von Buttersäure und wiesen mit 62,3 g/kg T in der Gras-Klee-Variante bis zu 86,5 g/kg T in der Gras-Klee-Kräuter-Variante vergleichsweise hohe Gehalte an Milchsäure auf, wobei letztere Variante die signifikant höchsten Gehalte an Milchsäure zeigte. Durch den Zusatz eines Milchsäurebakterien-präparates konnte sowohl im Frühjahr als auch im Sommeraufwuchs die Qualität der Silagen deutlich verbessert werden. Dies galt insbesondere für die reinen Grasvarianten, die durch die Zugabe des Siliermittels ein Qualitätsniveau erreichten, wie es in der Gras-Klee-Kräuter-Variante ohne Siliermittelzusatz festgestellt wurde.

Tab. 2: Parameter der Konservierungseignung des Frühjahrs- und Sommeraufwuchses, G = Gras, GC = Gras-Klee, GCF = Gras-Klee-Kräuter

	Frühjahr			Spätsommer		
	G	GC	GCF	G	GC	GCF
wIK (g/kg T)	139	173	145	44 ^a	60 ^{ab}	77 ^b
PK (g MS/kgTS)	47,9	48,2	57,8	79,6	77,4	76,3
Z/PK	2,9	3,7	2,6	0,6 ^a	0,8 ^{ab}	1,0 ^b
VK	43,8 ^{ab}	50,3 ^a	36,9 ^b	32,2 ^a	30,7 ^{ab}	29,4 ^b

^{a,b,c} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Bonferroni, $\alpha = 0,0$

Tab. 3: Parameter der Gärqualität anhand der 60-Tage-Silagen des Frühjahrs- und Sommeraufwuchses

G = Gras, GC = Gras-Klee, GCF = Gras-Klee-Kräuter

	Tage	Frühjahr			Spätsommer		
		G	GC	GCF	G	GC	GCF
T (g/kg FM)	60	223	228	200	243 ^a	273 ^b	249 ^{ab}
	60+MSB	224	321	200	260	275	266
pH	60	4,3	4,2	4	5,7 ^a	4,9 ^b	4,7 ^b
	60+MSB	3,9	3,8	3,9	4,4	4,2	4,1
XP (g/kg T)	60	191 ^{ab}	150 ^a	123 ^b	166 ^a	161 ^{ab}	144 ^b
	60+MSB	205 ^a	148 ^b	127 ^b	180 ^a	158 ^{ab}	145 ^b
Milchsäure	60	67,7 ^{ab}	62,3 ^a	86,5 ^b	52,2 ^a	64,4 ^{ab}	83,4 ^b
	60+MSB	87,3 ^a	94,3 ^{ab}	102 ^b	79,5	92,9	115,4
Essigsäure	60	13,8	14,2	13,7	17,4 ^{ab}	8,7 ^a	9,6 ^b
	60+MSB	11,5	10,4	10,2	20,4	15	9
Propionsäure	60	0,9	1,1	1,2	5,3	4,1	2,6
	60+MSB	1,4	1,2	0,5	10,7 ^a	8,4 ^b	1,6 ^c
Buttersäure	60	0,7 ^a	0,6 ^b	0,3 ^c	14,9 ^a	11,0 ^{ab}	0,8 ^b
	60+MSB	0,6 ^a	0,4 ^{ab}	0,2 ^b	3,9	3,6	0,3
Ethanol	60	7,3	7,2	5,6	9,5 ^a	5,6 ^{ab}	4,7 ^b
	60+MSB	6,8	7	4,7	3,2	2,7	2,9
NH ₃ -N (g/kg ges-N)	60	126	78	70	392 ^a	131,3 ^b	95 ^b
	60+MSB	48	62	49	184 ^a	66 ^b	59 ^b

^{a,b,c} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Bonferroni, $\alpha = 0,05$

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Silagen der Gras-Klee-Kräuter-Variante haben die höchste Einsäuerung im Vergleich zur Gras- und Gras-Klee-Variante im Frühjahrs- und Sommeraufwuchs gezeigt und wiesen damit in Bezug zum Trockensubstanzgehalt die stabilsten Silagen auf. Die Silagen des Sommeraufwuchses waren insgesamt durch eine geringere Einsäuerung gekennzeichnet.

Die Gras- und die Gras-Klee-Varianten waren nicht frei von Buttersäure.

Die Gras-Klee-Kräuter-Variante wies die vergleichsweise höchste Milchsäurekonzentration auf und ließ sich insgesamt durch eine gute Silagequalität kennzeichnen.

Durch den Zusatz eines Milchsäurebakterienpräparates konnte die Qualität der Silagen deutlich verbessert werden, dies galt insbesondere für die reinen Gras-Varianten, die durch die Zugabe des Siliermittels das Qualitätsniveau der Gras-Klee-Kräuter-Varianten erreichten.

Als besonders positiv zu bewerten sind die erhöhten Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten bei der Gras-Klee-Kräuter-Variante im Spätsommernaufwuchs. Sie sind signifikant höher als bei der reinen Grasvariante und sind ein Hinweis darauf, dass kräuterreiche Aufwüchse auch in späteren Schnitten qualitativ hochwertige Silagen ermöglichen. Die Silagen der Kräutervariante säuern stärker an als die Gras- und die Gras-Klee-Variante. Sie weisen höhere Konzentrationen an Milchsäure und geringere an Buttersäure auf. Sie zeichnen sich durch geringere Gehalte an Ammoniak und einen geringeren Proteinabbau bei der Vergärung aus.

Es konnte gezeigt werden, dass die Konservierungseignung und die Gärqualität von klee- und kräuterreichen Aufwüchsen nicht grundsätzlich schlechter ist als die grasreicher Bestände, insbesondere, wenn es sich um futterbaulich als wertvoll erachtete Arten wie Weissklee, Löwenzahn und Spitzwegerich handelt. Ein besonderes Ergebnis dieser Untersuchung ist es, dass die Silierfähigkeit solcher Bestände im Vergleich zu Grasbeständen vor allem im Sommernaufwuchs gut ist.

Literatur

ANONYMUS (1997): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Bd. 3, Verl. ,VDLUFA Darmstadt

HONIG, H. und WOOLFORD, M.K. (1980): Changes in silage on exposure to air. Proceedings British Grassland Society, Hurley, 76-87

HONOLD, F. und HONOLD, B. (1991): Ionenselektive Elektroden: Grundlage und Anwendung in Biologie und Medizin. Verl. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin

KAISER, E., WEISS, K. und KRAUSE, R. (2000): Zur Beurteilung der Gärqualität von Grassilagen. Proceedings AG Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Kiel, 44, 253-257

KEADY, T. W. J. (2000): Beyond the science: what the farmer looks for in the production of silage. Proceedings Alltech's Symposium, Nottingham 6, 439-452

SCHMIDT, L., WEISSBACH, F., WERNECKE und HEIN, E. (1971): Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufes bei der Grünfuttersilierung, Forschungsbericht Oskar-Kellner Institut für Tierernährung, Rostock

PINOSA, M., MAFFAL, M., D'AGARO, E. und BERALDO, P. (1995): Festuca arundinacea: A chemical and nutritive value of fresh fodder, silage and hay. Zoot. Nutr. Anim. 21, 3-12

WEISSBACH, F. (1967): Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Dt. Akad. Landwirtschaftswissenschaften, Berlin 92, 211-220

WEISSBACH, F., SCHMIDT, PETERS, P., HEIN, E., BERG, K., WEISE, G. und KNABE, O. (1977): Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Empfehlungen für die Praxis, Akad. Landwirtschaftswissenschaften DDR, Berlin

WEISSBACH, F. und BERG, K. (1977): Untersuchung zur vollständigen Erfassung des Trockensubstanzgehaltes von Silagen. Arch. Tierernährung, Bd. 27, Berlin, 69-84

WEISSBACH, F., HONIG, H. (1996): Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. Landbauforschung Völkenrode, Heft 1, 10-17

YEMM, E. W. und A. J. WILLIS (1954): The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Bioch. J. 54, 508-514

Effekte langjährig differenzierter Bewirtschaftung auf die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes einer Winterweide

P. Golinski und B. Golinska

Lehrstuhl für Grünlandlehre, August-Cieszkowski Agraruniversität Poznan

1. Einleitung und Problemstellung

Ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen und Fleischrindern gewinnt auch in Polen immer mehr Bedeutung. Für die Leistung der Tiere sind die Erträge und Qualität des Futters von Winterweide besonders wichtig (OPITZ VON BOBERFLED, 1997). Differenzierte Bewirtschaftung von Winterweide, insbesondere Wachstumszeit der Aufwüchse und der Nutzungstermin im Winter, hat einen grossen Einfluss auf das Futter (OPITZ VON BOBERFLED und WOLF, 2002). Die Winternutzung einer Weidefläche ändert die Konkurrenzverhältnisse zwischen Bestandsbildner, die die Zusammensetzung der Pflanzenbestand bedingt. Ziel dieses Beitrages ist die Ermittlung von Effekten der langjährig differenzierten Bewirtschaftung auf die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes einer Winterweide.

2. Material und Methoden

In 2000-2004 in Versuchsstation „Brody“ von Lehrstuhl für Grünlandlehre der Agraruniversität Poznan (50 km westlich von Poznan, 92 m über NN, 590 mm Niederschlag, 8,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur) wurde ein simulierter Weideversuch durchgeführt, in dem die quantitative und qualitative Merkmale vom Pflanzenbestand in den Bedingungen von Winterweidenutzung analysiert wurde. Der Versuch wurde im Komplex von Dauerkoppelweide in der Pflanzengesellschaft *Lolium-Cynosuretum* mit überwiegend Anteil von *Poa pratensis* (übliche Nutzung - 4-5maliger Weidegang) auf Morschboden als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen angelegt. Die Parzellengröße betrug 20 m² (2 m × 10 m). Die chemischen Bodenwerte in 0-10 cm betragen pH 6,5 (0,01 M CaCl₂), 16,5 mg P₂O₅, 12,1 mg K₂O sowie 5,1 mg Mg je 100 g Boden. Die Faktoren waren: 1/ der Termin von Schonung des Bestandes – Vornutzung (Juni, Juli, August) und 2/ der Termin von Ernte des Aufwuchses im Winter – Winternutzung (Anfang November, Mitte Dezember, Ende Januar). Zur Vegetationsperiode wurden die Bestände entweder als Einmahdbestände (Juni) oder als Zweimahdbestände (Juni + Juli und Juni + August) ausgenutzt. Die Varianten sind in Tab.1 dargestellt.

Tab. 1: Winterweideversuchsvarianten

Variante	Vornutzung	Winternutzung
1.1	Anfang Juni	Anfang November
2.1	Anfang Juni + Anfang Juli	Anfang November
3.1	Anfang Juni + Anfang August	Anfang November
1.2	Anfang Juni	Mitte Dezember
2.2	Anfang Juni + Anfang Juli	Mitte Dezember
3.2	Anfang Juni + Anfang August	Mitte Dezember
1.3	Anfang Juni	Ende Januar
2.3	Anfang Juni + Anfang Juli	Ende Januar
3.3	Anfang Juni + Anfang August	Ende Januar

Einheitlich wurde allen Varianten Mitte August 50 kg/ha Stickstoff als Kalkammonsalpeter verabreicht, um den Nährstoffrückfluss der Tiere zu simulieren. In Rahmen von Untersuchungsarbeiten wurde in jedem Jahr, unter anderem, die Bonitur der Pflanzenbestände im Frühjahr und Herbst gemacht. Aus den mittleren Teilen der Parzellen wurden die Pflanzenbestandsproben (ca. 1 kg) entnommen. Die

Arten aus den Proben wurden getrennt fraktioniert und bei 103 °C getrocknet. Der TS-Ertrag dieser Proben diente der Ermittlung der Ertragsanteile. Die Beobachtungsdauer betrug vier Jahre. Im Beitrag sind die Jahresdurchschnittswerte dargestellt. In 2004 wurden Ergebnissen nur aus dem 1. Aufwuchs berücksichtigt.

3. Ergebnisse und Diskussion

In Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Frühjahr 2000 waren *Poa pratensis* (31,8%), *Agropyron repens* (18,3%), *Lolium perenne* (14,5%), *Poa trivialis* (9,8%), *Festuca pratensis* (5,5%), *Trifolium repens* (2,4%), *Taraxacum officinale* (3,7%) und sonstige (14,0%). Die Entwicklung des Pflanzenbestandes, der im November geerntet wurde, in Zeitraum des Versuchslaufes als Ertragsanteile bestandgeprägten Arten in Abhängigkeit von Vornutzungstermin wurde auf Abb.1 dargestellt. Der Hauptbestandbilder *Poa pratensis* nimmt in der Variante (1.1) mit Einmahd im Juni von 31,8% in 2000 bis 21,0% in 2004 ab. Bei dieser Bewirtschaftungsweise wurde im Bestand auch die starke Zunahme der Quecke bis 65,0% und Ausfall von Leguminosen und Futtergräsern, z.B. *Lolium perenne*, im letzten Untersuchungsjahr festgestellt. In der Variante mit Vornutzung im Juli (2.1) wurde ähnliche Entwicklung des Pflanzenbestandes beobachtet. Auch in der Variante (3.1) mit Zweimahd (Juni + August) war der Pflanzenbestand mit erhöhtem Ertragsanteil von Quecke gekennzeichnet. Jedoch der Anteil der Quecke in drei letzten Jahren ist auf dem Niveau von 35% bis 38% stabilisiert. Im Vergleich zu Ausgangssituation *Poa pratensis* nahm in dieser Variante leicht zu, aber andere Futtergräser haben die Anteile wesentlich vermindert. In Pflanzenbestand zeichneten sich darüber hinaus *Taraxacum officinale* und *Cirsium arvense* aus.

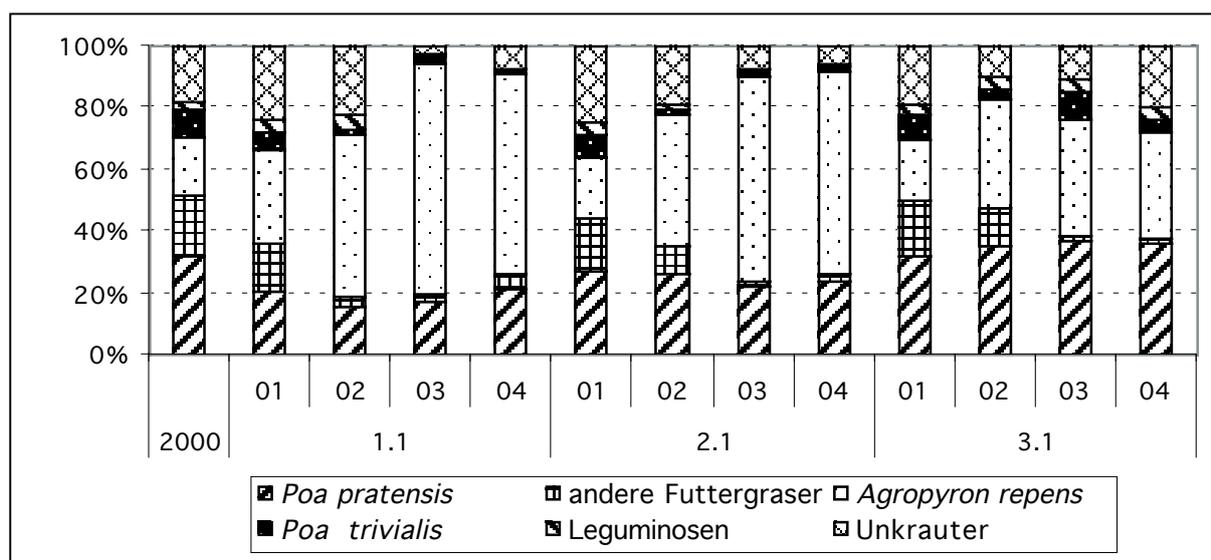


Abb. 1: Ertragsanteile (%) bestandgeprägten Arten von im November genutzten Winterweide in Abhängigkeit von Vornutzungstermin im Zeitraum 2000-2004

In den anderen Bewirtschaftungsweisen von der Winterweide, und zwar mit Winternutzung im Dezember und Januar, wurde ebenso die Ausbreitung von *Agropyron repens* in den Pflanzenbeständen im Verlauf der Untersuchungsjahre beobachtet (Abb. 2-3).

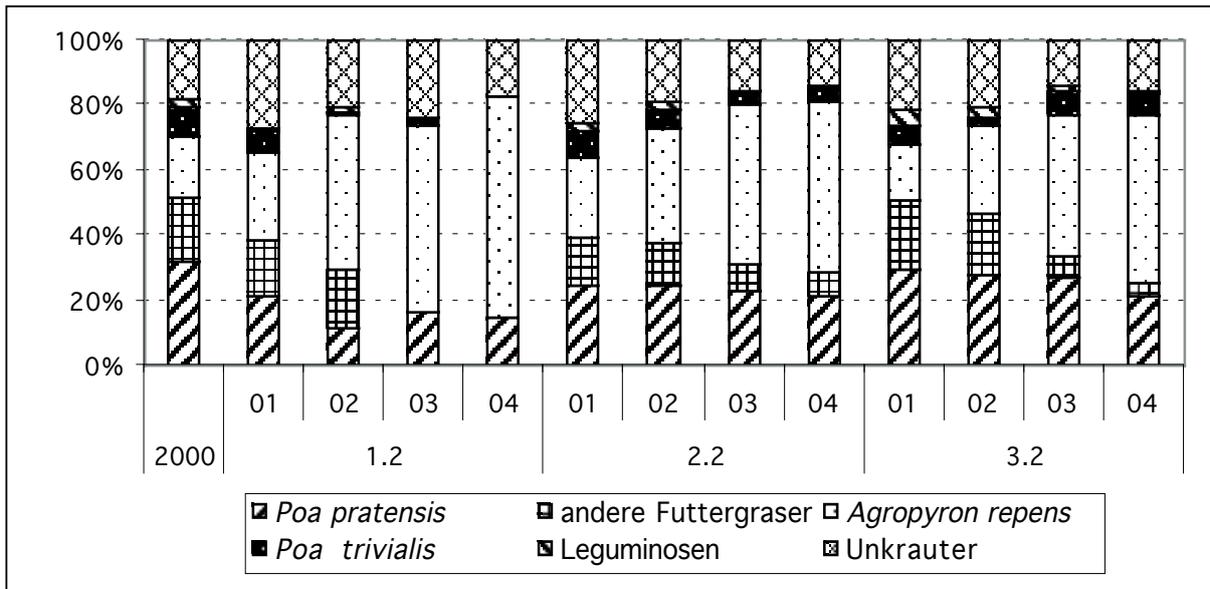


Abb. 2: Etragsanteile (%) bestandgeprägten Arten von im Dezember genutzten Winterweide in Abhängigkeit von Vornutzungstermin im Zeitraum 2000-2004

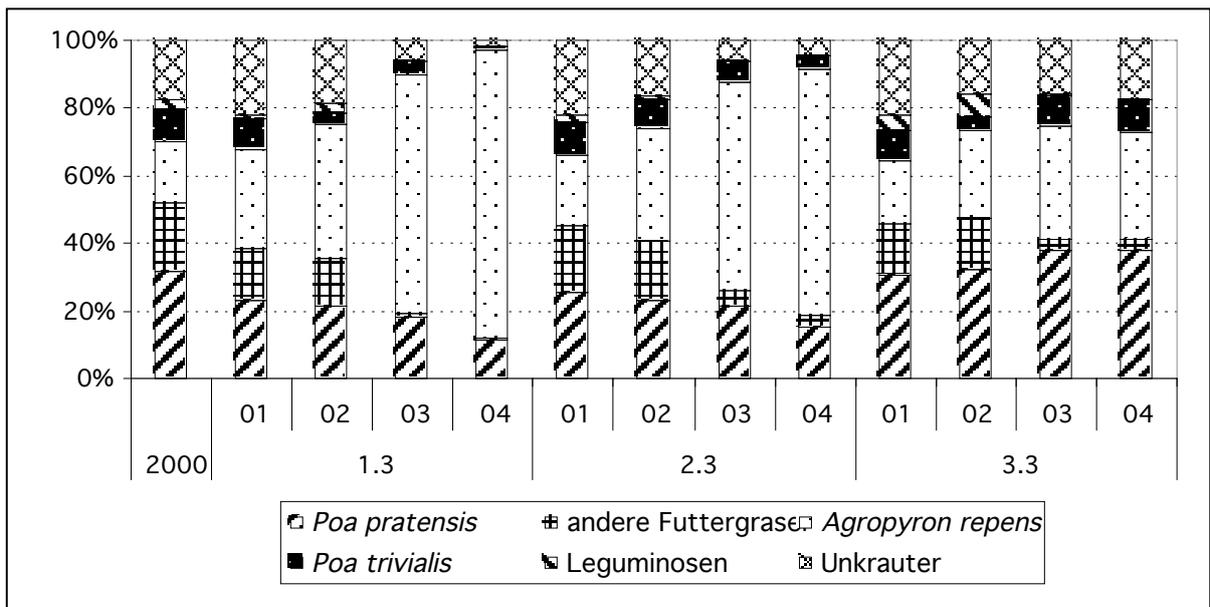


Abb. 3: Etragsanteile (%) bestandgeprägten Arten von im Januar genutzten Winterweide in Abhängigkeit von Vornutzungstermin im Zeitraum 2000-2004

Besonders hoher Anteil von konkurrenzstarker Quecke wurde in der Variante mit Einmäh im Juni und Winternutzung im Januar (1.3) festgestellt. In Frühjahr 2004 hat es das Niveau von 85,3% erreicht. Die Zunahme von *Agropyron repens* wurde durch die Vornutzung im August begrenzt, besonders in der Variante 3.3. In dieser Bewirtschaftungsweise wurde auch der erhöhte Anteil von *Poa pratensis* bis zu 38,0% und krautige Pflanzen (ca. 17%) beobachtet. Die Leguminosen und Futtergräsern, z.B. *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, nahmen stark die Etragsanteile im Verlauf von Untersuchungsjahren in jeden Varianten ab. Die Arten kommen nach OPITZ VON BOBERFELD (1997) für die Winterweide nicht in Betracht wegen der mangelnden Winterhärte und minderer Futterqualität bei längerer Schonung. WOLEDGE et al. (1990) zeigen einen deutlichen Rückgang in der Biomasse bei *Trifolium repens* im Winter, die auf die hohe Rate absterbender Blätter zurückzuführen hat.

Die festgestellten Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes unter differenzierter Bewirtschaftung von der Winterweide sind erheblich. Die Umstellung von der Bewirtschaftung der Weidefläche von der 4-5maligen genutzten Umtriebsweide zu extensiv genutzten Winterweide hat die Konkurrenzverhältnisse im Pflanzenbestand so verändert, dass nach vier Jahren die Zusammensetzung der Narbe völlig umgebaut war. *Lolium perenne*, die im Bestand in der Ausgangssituation festgestellt wurde, ist an eine hohe Nutzungsfrequenz angepasst. Die notwendige Schonung vor der Winternutzung setzt allerdings die Zahl der möglichen Nutzungen herab. Aufgrund der kurzen Winterruhe nach WILMAN et al. (1999) besteht die Gefahr der Auswinterung. In der Situation der Versuchsfelder der höchsten Konkurrenzkraft zeichnet die Quecke aus. Es wurde behauptet, dass die Vornutzung im August die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes im Rahmen der Winterweidenutzungsbedingungen am besten sichert.

4. Schlussfolgerungen

Die Verlängerung von Vegetationsperiode des letzten Aufwuchses sowie die Verzögerung vom Erntetermin im Winter haben einen großen Einfluss auf Zunahme von Quecke- und Unkräuteranteil und Abnahme vom Futtergräseranteil. Die Sicherung von der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes der Winterweide ist in der Pflanzengesellschaft *Lolio-Cynosuretum* mit überwiegend Anteil von *Poa pratensis* auf Morscboden nur bei Berücksichtigung in der Bewirtschaftung der Zweimahdschonung (Juni + August) möglich.

Literatur

- OPITZ VON BOBERFELD, W. (1997): Winteraussenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. *Berichte über Landwirtschaft* 75, 604-618.
- OPITZ VON BOBERFELD, W. & WOLF, D. (2002): Zum Effekt pflanzenbaulicher Massnahmen auf Qualität und Ertrag von Winterfutter „auf dem Halm“. *Pflanzenbauwissenschaften* 6 (1), 9-16.
- WILMAN, D., DONG, K.H. & JIN, Z.L. (1999): Persistence of a range of grasses in a continental climate. *Expl. Agriculture* 35, 55-62.
- WOLEDGE, J., TEWSON, V. & DAVIDSON, I.A. (1990): Growth of grass/clover mixtures during winter. *Grass and Forage Science* 45, 191-202.

Einfluss langjähriger Mutterkuhhaltung auf den Gehalt an Phosphor und Kalium im Boden sowie die Entwicklung der Pflanzenbestände und die Tierleistung

H. Giebelhausen, K. Richter und R. Priebe *

Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Grünlandssysteme und Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg, Referat Grünland- und Futterwirtschaft Paulinenaue *

1. Einleitung und Problemstellung

Mit steigender Milchleistung pro Kuh nimmt der Trend zur Freisetzung von Grünlandflächen durch zunehmende Abkehr von der Weidehaltung der Milchrinder zu. Im Interesse des Erhaltes des Grünlandes als ein tragendes Element der Kulturlandschaft hat die Mutterkuhhaltung in Deutschland an Bedeutung gewonnen (ADLER 1999, PRIEBE et al. 2002). Durch Mutterkuhhaltung besteht die Chance zur Verbindung der Erzeugung von hochwertigem Rindfleisch mit Aspekten der Landschaftspflege (GOLTZE et al. 1997). Der Verzicht oder die Reduktion des Mineraldüngereinsatzes lässt geringere Grünlanderträge erwarten, so dass je Mutterkuh mehr Futterfläche benötigt wird und das selektive Gras der Tiere gefördert werden kann (EBEL 2002). Welchen Einfluß die Intensität der Grünlandnutzung mit Mutterkühen auf den Phosphor- und Kaliumgehalt im Boden sowie die Pflanzenbestände und die Tierleistung hat, soll anhand von Ergebnissen eines Weideversuches dargestellt werden.

2. Material und Methoden

Die Ergebnisse wurden aus einem im Jahr 1995 angelegten Weideversuch mit Mutterkühen der Rasse Fleckvieh im Mähstandweideverfahren gewonnen. Als Standort dienten grundwasserbeeinflusste Flächen des Versuchs- und Demonstrationbetriebs des Deutschen Grünlandverbandes e.V. im Landkreis Havelland. Er weist ein wechselndes Relief mit großer Substratheterogenität auf. Sandige Teilflächen und Senken mit Niedermoorboden existieren eng nebeneinander, wobei die Bodenarten Sand bis lehmiger Sand dominieren. Der mittlere Jahresniederschlag liegt im Untersuchungsgebiet bei 502 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur bei 9,2 °C. In der Periode von 1995 bis 2001 betragen die Besatzstärken auf Koppel a₁ 1,4, auf Koppel a₂ 1,1 und auf Koppel a₃ 1,8 GV ha⁻¹, die ab 2002 an die aktuelle Ertragslage der Versuchskoppeln angepasst worden sind (Tab. 1).

Tab. 1: Stufen der Bewirtschaftungsintensität des Weideversuches

Stufen (Koppel)	Besatzstärke (GV ha ⁻¹)	Bewirtschaftung	
		Nachsaat *	Düngung
a ₁ # (extensiv)	1,0	ohne	ohne
a ₂ # (semi-extensiv)	1,4	mit	PK-Düngung (26/80 kg ha ⁻¹)
a ₃ (intensiv)	2,2	mit	NPK-Düngung (120/26/80 kg ha ⁻¹)

*) 18 kg ha⁻¹ Lolium perenne L., 2 kg ha⁻¹ Trifolium repens L. im April 1995

#) bewirtschaftet nach Biopark-Richtlinien

Die Bodenproben zur P- und K-Bestimmung wurden von Dauerbeobachtungsflächen (10 x 10 m) der Koppeln entnommen und mit der Doppellaktat-Methode untersucht. Der Einfluss der Bewirtschaftung auf die Narbe wird anhand der Artenanzahl und des Biodiversitätsindex Evenness (%) beschrieben. Die Evenness charakterisiert den erreichten Grad (%) der maximal möglichen Gleichverteilung der

Arten im Bestand (DIERSSSEN 1990). Der Weideertrag ist die Summe von Mahdertrag und Futterverzehr der Weidetiere beim Grasens. Der Mahdertrag wurde durch ausschnittsbezogene Beprobung (5 x 2 m² Koppel⁻¹) ermittelt. Dabei sind 5 % unvermeidbare Verluste abgezogen. Als Verzehr wurden je GV-Vollweidetag 10 kg TM Weidefutter unterstellt. Die Tiere ernährten sich in der Weidesaison allein durch Weidefutter und erhielten kein Zufutter. Das nicht zur Weide benötigte Futter wurde gemäht und als Heu konserviert. Die Lebendmasseentwicklung der Tiere wurde durch Wägung beim Auf- und Abtrieb ermittelt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 P- und K-Gehalte im Boden

Zu Versuchsbeginn 1995 lagen die Bodengehalte für P und K auf der semi-extensiv und intensiv bewirtschafteten Koppel auf einem mittleren bis hohen Niveau, während auf der Extensivkoppel bereits P-Gehalte unter 1 mg 100 g⁻¹ Boden auftraten (Tab. 2). Dieser Status ist noch nicht variantenbedingt, sondern er resultiert aus der vorherigen Grünlandnutzung.

Tab. 2: Gehalte an Phosphor und Kalium bis 10 cm Bodentiefe (mg 100 g⁻¹ lufttro. Boden) von Mähstandweiden bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität. Mittelwerte von jeweils 5 Dauerquadraten

Stufen (Koppel)	Jahr	Phosphor			Kalium		
		Weidefläche		Mähfläche	Weidefläche		Mähfläche
extensiv, a ₁	1995*		0,4			10,6	
	1998/99**	1,0		1,9	14,9		6,3
	2001	1,1		0,8	35,4		18,8
semi- extensiv, a ₂	1995		5,1			20,0	
	1998/99	1,0		2,5	18,8		17,1
	2001	1,7		3,2	46,9		35,5
intensiv, a ₃	1995		6,1			26,0	
	1998/99	3,3		4,1	30,6		10,6
	2001	2,5		3,3	41,8		43,1

* Beprobung aller Koppeln ohne Differenzierung nach Weide- und Mähteilflächen

** Mittelwert der Jahre 1998 und 1999

Die P-Gehalte im Boden der Versuchsflächen mit extensiver (a₁) und intensiver (a₃) Bewirtschaftung weisen eine rückläufige Tendenz auf. Die K-Gehalte der Weideareale der semi-extensiv sowie der intensiv bewirtschafteten Koppeln nahmen dagegen stark zu, so dass ein K-Luxuskonsum der Pflanzen anzunehmen ist. Die K-Düngung wurde seit 2002 auf diesen Koppeln ausgesetzt und nur noch mit P gedüngt, wobei bisher kein Rückgang der Erträge zu verzeichnen ist. Der zwischen 1995 bis 1999 eingetretene Rückgang der K-Gehalte im Boden der Mähteilflächen aller Koppeln wird auf erhöhte K-Entzüge mit dem Mähfutter zurückgeführt. Der Anstieg der K-Gehalte im Boden der Mähteilflächen im Jahr 2001 könnte daraus resultieren, dass zwischen dem Tierabtrieb der im Sommer wieder beweideten Mähflächen und der Probenahme nur vier Wochen Abstand lagen und Kalium aus Exkrementen miterfasst worden ist. Um ein Luxuskonsum der Pflanzen an Kalium auf den Weidearealen sowie Umweltbelastungen zu vermeiden, erscheint eine Bodenuntersuchung alle 3 bis 4 Jahre im Frühjahr sinnvoll. Ergänzend dazu sind die P-, K- und auch die Mg-Gehalte im Futter zu untersuchen, um bei Defiziten mit entzugsorientierter Düngung und Mineralstoffzufütterung ausgleichend reagieren zu können.

3.2 Entwicklung der Pflanzenbestände

Durch Nachsaat und Düngung der Koppeln a_2 und a_3 trat gegenüber der Extensivkoppel (a_1) eine Ertragszunahme und -stabilisierung ein (Tab. 3).

Tab. 3: TM-Erträge (dt ha⁻¹) von Mähstandweiden bei unterschiedlicher Bewirtschaftung im Zeitraum von 1995 bis 2003

Intensität	extensiv, Stufe a_1			semi-extensiv, Stufe a_2			intensiv, Stufe a_3		
	gesamt	Weide	Mahd	gesamt	Weide	Mahd	gesamt	Weide	Mahd
1995	69	36	33	56	28	28	65	43	22
1996	56	36	20	58	27	31	80	39	41
1997	58	36	22	70	30	40	83	43	40
1998	52	34	18	64	28	36	94	45	49
1999	50	36	14	62	29	33	98	47	51
2000	55	35	20	68	31	37	95	44	51
2001	61	37	24	62	30	32	85	49	36
2002	48	26	22	64	32	32	93	49	44
2003	28	18	10	43	23	20	62	33	29
Mittel	53	33	20	61	29	32	84	44	40

Mit durchschnittlich 61 bzw. 84 dt TM ha⁻¹ wird der Futterbedarf der Weidetiere auf der semi-extensiv und intensiv bewirtschafteten Koppel gut abgedeckt, während auf der Extensivkoppel der Ertrag nur für eine Besatzstärke von 0,8 bis 1,0 GV ha⁻¹ ausreicht. Im Trockenjahr 2003 betrug die Weideperiode nur 136 Tage gegenüber 185 Weidetagen im Versuchsmittel. Der Ertragsabfall durch Wassermangel im Weidesystem ohne Nachsaat und Düngung fiel gegenüber jenen mit narbenverbessernden Maßnahmen stärker aus und verdeutlicht die verminderte Stabilität des Extensivweidesystems.

Die Dominanz von Carex-Arten, Rohrglanzgras, Wiesenfuchsschwanz sowie Kriechendem Hahnenfuß auf den Mähteilflächen der Extensivkoppel 2/ a_1 verzögerte die Entwicklung einer artenreicheren Narbe, während die Narben der Vergleichskoppeln eine größere Mannigfaltigkeit zeigten (Abb. 1).

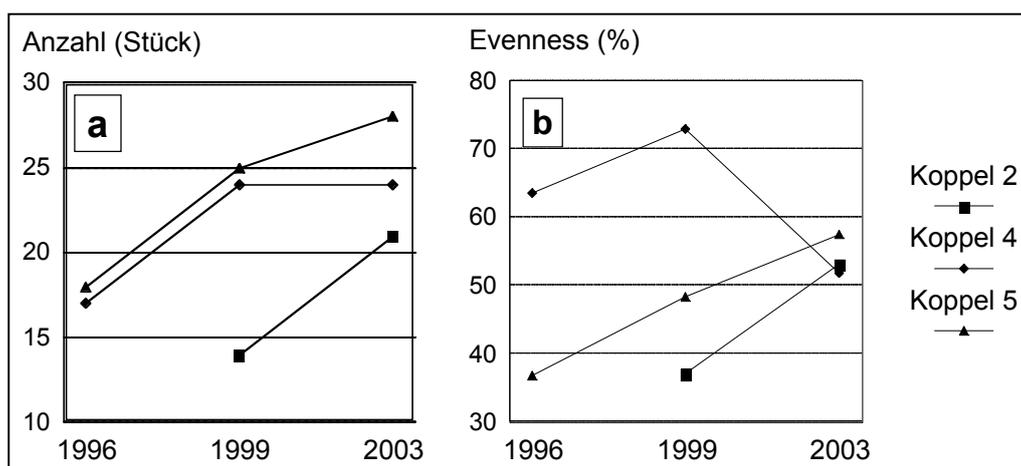


Abb. 1: Veränderung der a) Pflanzenanzahl und b) Evenness auf den Mähteilflächen, 1. Aufwuchs; Koppel 2/ a_1 : ohne Düngung, Koppel 4/ a_2 : PK-Düngung, Koppel 5/ a_3 : NPK-Düngung

Auf den Weideteilflächen der Versuchskoppeln zeichneten sich gegenläufige Entwicklungen ab, da durch die Möglichkeit des selektiven Weidens der Tiere auf der Extensivkoppel die Artenanzahl größer

und ihre Gleichverteilung im Bestand besser waren als auf den Koppeln mit Nachsaat und Düngung (MILIMONKA et al. 2002). Durch den schwächeren Narbenverbiss auf Koppelp a_1 stieg jedoch der Anteil an *Cirsium arvense* L. deutlicher als auf der Intensivkoppel a_3 an, so dass sich hier ohne Nachmahd ab Mitte Juni die Narbenzusammensetzung und die Qualität des Weidefutters verschlechterten und die Weidereste zunahmen.

3.3 Tierleistungen

Aus den mittleren Körpermassezunahmen der Mutterkühe von 35 (Stufe a_1 und a_3) bis 50 kg (Stufe a_2) kann abgeleitet werden, dass auf der Weide kompensatorisches Wachstum der Muttertiere stattfand, und die Tiere die im Winter abgebaute Körpermasse gut reproduzierten (Tab. 4).

Tab. 4: Lebendmasse der Mutterkühe (LM in kg) bei Auf- und Abtrieb und tägliche Lebendmassezunahmen der Kälber (TLMZ in g) während der Weideperiode in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität im Zeitraum von 1995 bis 2003

Intensität	extensiv, Stufe a_1			semi-extensiv, Stufe a_2			intensiv, Stufe a_3		
	Kühe		Kälber TLMZ	Kühe		Kälber TLMZ	Kühe		Kälber TLMZ
	Auftrieb	Abtrieb		Auftrieb	Abtrieb		Auftrieb	Abtrieb	
1995	510	532	1120	502	577	1326	503	567	1070
1996	590	580	1312	553	621	1497	553	607	1300
1997	555	618	1338	556	656	1285	556	635	1270
1998	602	634	1450	592	647	1272	602	581	1106
1999	562	616	1328	563	645	1187	569	624	1239
2000	551	651	1461	554	527	1301	552	609	1350
2001	521	594	1317	510	574	1218	516	549	1116
2002	598	562	1436	596	642	1597	596	586	1076
2003	577	606	1066	534	517	1089	578	576	853
Mittel	563	599	1314	551	601	1364	558	593	1153

Bei der Lebendmasseentwicklung der Kälber zeigte sich, dass auf den extensiv und semi-extensiv bewirtschafteten Koppeln höhere Tageszunahmen realisiert wurden als auf der Intensivkoppel. Auf der Extensivkoppel konnten die Tiere aus einem hohen Weidefutterangebot selektieren, da das Weidesystem auf maximalen Weidefuttermverzehr und Futterzukauf für den Winter konzipiert ist. Demgegenüber sollen die Tiere der Koppeln a_2 und a_3 ganzjährig von den Flächen ernährt werden. Futterknappheit herrschte bisher erstmals im Trockenjahr 2003 ab Mitte Juli auf allen Koppeln, was auf der Intensivkoppel mit zu geringeren Zunahmen der Kälber führte und die Weideperiode am 1. Oktober beendet werden musste. Nach der nach WEISSBACH (1993) ermittelten Weideleistung je Hektar liegt die Intensivkoppel mit durchschnittlich 36.022 MJ NEL an der Spitze, gefolgt von der semi-extensiv genutzten Weide mit 26.259 MJ NEL und der Extensivkoppel mit 22.376 MJ NEL.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Aus einem Weideversuch mit Mutterkühen werden Ergebnisse zum Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität (extensiv, semi-extensiv, intensiv) auf die P- und K-Gehalte im Boden, die pflanzlichen Erträge sowie die tierischen Leistungen mitgeteilt. Ohne PK-Düngung (Stufe a_1) sank der P-Gehalt im Boden der Mäheteilflächen am stärksten, während die K-Gehalte aller Weideteilflächen deutlich anstiegen. Um Bilanzdefizite oder -überschüsse zu vermeiden, erscheinen Bodenuntersuchungen im Abstand von 3 bis 4 Jahren geboten, wobei die Gehaltsklasse C anzustreben ist. Am Versuchsstandort wurden unter Extensivbedingungen im Mittel 53 dt TM ha⁻¹, bei semi-extensiver Bewirtschaftung 61 dt TM ha⁻¹ sowie bei intensivem Management 84 dt TM ha⁻¹ erzeugt. Die selektivere Futteraufnahme auf den extensiv bewirtschafteten Koppeln hatte positive Einflüsse auf die Narbenvielfalt, sie erforderte jedoch die

rechtzeitige Nachmahd der distelreicher werdenden Weidereste. Die täglichen Lebendmassezunahmen der Kälber waren bisher auf den extensiv und semi-extensiv bewirtschafteten Koppeln höher als auf der Intensivkoppel. Die Weideleistung pro Hektar war dagegen auf der intensiv bewirtschafteten Koppel mit Abstand am höchsten.

Die zitierte Literatur liegt bei den Autoren vor.

Abhängigkeit zwischen Schwefel und Selen im System Boden/Pflanzenbestand

H. Laser

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

1. Einleitung und Problemstellung

Im Gegensatz zu S ist Se für Pflanzen offenbar nicht essentiell; bezogen auf die Gesundheit von Wiederkäuern sind in Futterpflanzen aber die Gehalte beider Elemente von Bedeutung. Die Prozesse im Boden, die die Pflanzenverfügbarkeit von Se und S bestimmen (= Redox-Vorgänge, Absorption, Umsatz durch Mikroorganismen, etc.) sowie Aufnahme und pflanzlicher Metabolismus beider Elemente weisen aufgrund ähnlicher chemischer Eigenschaften offenbar Gemeinsamkeiten auf. In der Literatur finden sich überwiegend Hinweise, dass antagonistische Beziehungen zwischen Se und S im System Boden/Pflanze bestehen (ALLAWAY, 1970, MURPHY & QUIRKE, 1997). Anhand der Se- und S-Konzentrationen in 83 Grünlandaufwüchsen und einer Zeitreihenanalyse über zwei Vegetationsperioden wurde getestet, ob relevante Abhängigkeiten zwischen beiden Elementen vorliegen.

2. Material und Methoden

Für die Bestimmung der S- und Se-Konzentrationen in Aufwüchsen des extensiv bewirtschafteten Grünlandes in Abhängigkeit von Standort und Pflanzengesellschaft wurden 83 Flächen im Westerwald und Lahn-Dill-Bergland mit möglichst unterschiedlichen Standorteigenschaften ausgewählt und die Mitte Mai geernteten Primäraufwüchse zweier Jahre untersucht. Zur Bewertung der Dynamik der Se-Konzentrationen im Verlauf der Vegetationsperiode wurden in den Jahren 1999 und 2000 jeweils sechs aufeinander folgende Aufwüchse (= Erntetermine in der 20., 24., 28., 32., 38. und 42. Woche) analysiert. Der Bestand (= Hauptbestandsbildner: *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*) wurde 1985 e-tabliert und seit diesem Zeitpunkt einheitlich mit 120 kg N ha⁻¹ a⁻¹ gedüngt (= vier Gaben à 30 kg N ha⁻¹ als Kalkammonsalpeter) und mit konstanter Frequenz genutzt. Es wurden jeweils Proben von drei 4 x 5 m großen Parzellen genommen, wobei es sich zu jedem Erntetermin um dieselben Flächen handelte. Die Schnitthöhe betrug 7 cm. Der Boden (= pH 6,3, 22 mg P₂O₅ 100 g⁻¹ Boden-TS, 11 mg K₂O 100 g⁻¹ Boden-TS) des sechs Kilometer südöstlich von Gießen in 160 m über NN gelegenen Versuchsstandorts ist ein Pseudogley aus periglazialen Fließerdern über reliktschem Rotlehm. Die Se-Analysen erfolgten mittels AAS-Hydrid Technik nach mikrowellengestütztem Hochdruckaufschluss. Die S-Konzentrationen wurden nach Hochtemperaturverbrennung (= Elementaranalyse nach Dumas) gemessen.

3. Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 1 sind die Se- und S-Konzentrationen in den Aufwüchsen extensiv bewirtschafteter Grünlandflächen dargestellt. Die mittleren Se-Konzentrationen der einzelnen Pflanzengesellschaften liegen zwischen 27 und 48 µg Se kg⁻¹ TS im ersten und zwischen 30 und 35 µg Se kg⁻¹ TS im zweiten Untersuchungsjahr. Im Durchschnitt aller Aufwüchse betragen die Se-Konzentrationen 38 bzw. 33 µg Se kg⁻¹ TS. Die höchsten Einzelwerte werden jahresabhängig im Aufwuchs einer *Arrhenatherion elatioris* (= 121 µg Se kg⁻¹ TS) bzw. einer *Bromion-racemosi*-Fläche (= 113 µg Se kg⁻¹ TS) gemessen. Alle anderen Werte (= 99%) betragen < 100 µg Se kg⁻¹ TS und liegen damit unter der vom National Research Council der USA empfohlenen Mindestkonzentration für Fleischrinder (ANONYMUS, 1996). Im ersten Jahr sind 78 % der Se-Konzentrationen < 50 µg Se kg⁻¹ TS, im zweiten Jahr 87 %. Die Se-Konzentrationen in *Lolio-Cynosuretum*-Aufwüchsen sind im ersten Jahr einheitlich < 50 µg Se kg⁻¹ TS.

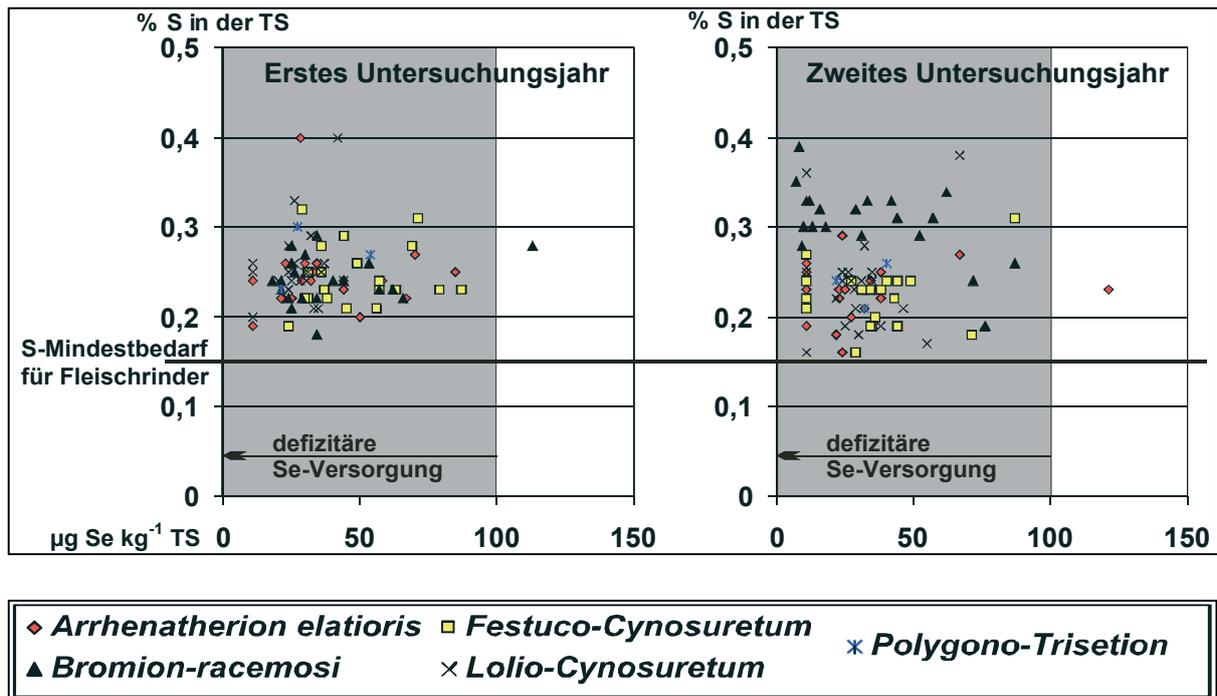


Abb. 1: Se- und S-Konzentrationen im Primäraufwuchs verschiedener Grünlandpflanzengesellschaften (n = 83) im ersten und zweiten Untersuchungsjahr

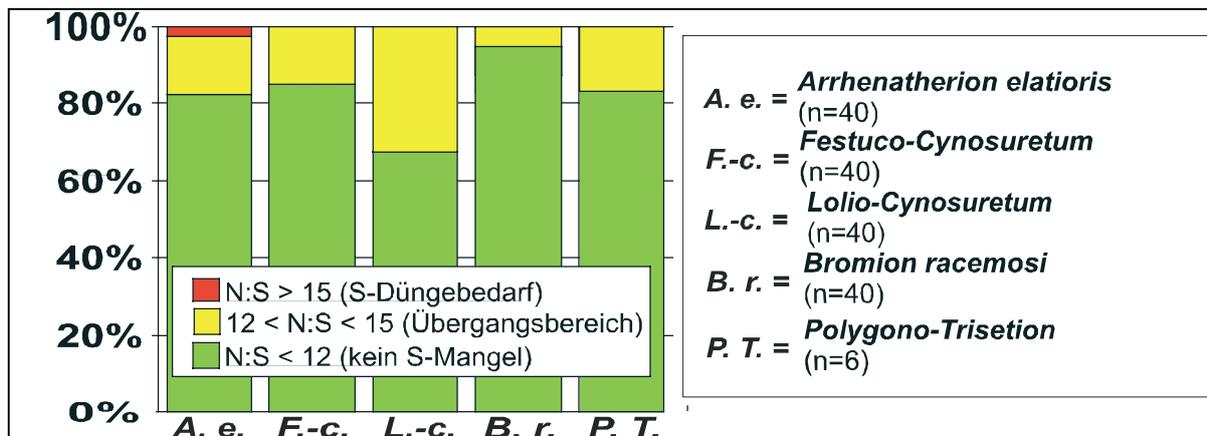


Abb. 2: Häufigkeit des Über- und Unterschreitens des kritischen Bereichs für N/S - Quotienten im Aufwuchs zweier Untersuchungsjahre

Aussagen über den S-Versorgungsstatus lassen sich über den N/S-Quotienten ableiten (SAALBACH, 1972), der für die untersuchten Pflanzenproben beider Untersuchungsjahre in Abb. 2 wiedergegeben ist; hier sind die Häufigkeiten des Auftretens kritischer Werte abgebildet. Die Angaben über Quotienten, die die Wirksamkeit zusätzlicher S-Gaben anzeigen, variieren in der Literatur zwischen > 12 und > 15 (SAALBACH, 1972; WHITEHEAD, 2000). Ein Wert von > 15, tritt nur in einem einzigen Fall im zweiten Untersuchungsjahr in einem *Arrhenatherion elatioris* auf (N/S=15,6). S-Mangelsituationen sind beim Wiederkäuer offenbar ebenfalls erst zu erwarten, wenn der N/S-Quotient von 15 in der Ration deutlich überschritten wird (UNDERWOOD und SUTTLE, 1999). Demzufolge ist das Risiko eines Schwefelmangels bei extensiven Tierhaltungsformen auf Dauergrünland weder bezogen auf die Versorgung des Pflanzenbestands noch auf die Versorgung der Weidetiere als hoch einzustufen. Bei intensiver Bewirtschaftungsweise mit hohen N-Gaben sind N/S-Quotienten > 15 häufiger anzutreffen (TAUBE et al., 2000).

Abb. 3 zeigt den Verlauf der S-Konzentration im Vergleich zu den Se-Konzentrationen. Die durchschnittlichen Jahreserträge betragen 55,9 dt ha⁻¹ im Jahr 1999 bzw. 69,5 dt ha⁻¹ im Jahr 2000. In beiden Jahren nehmen die TS-Erträge ab dem zweiten Nutzungstermin ab und nach dem dritten wieder zu. Im Jahr 2000 ergibt sich eine schwach gesicherte positive Korrelation zwischen den S- und Se-Konzentrationen, vgl. Tab. Für eine einseitige Abhängigkeit der Se-Aufnahme von der S-Konzentration in der Pflanze bei den hier vorliegenden Größenverhältnissen spricht der Umstand, dass sowohl die Sulfat- als auch die Selenataufnahme über die Wurzel durch die Sulfatpermease beeinflusst wird, deren Aktivität von der S-Konzentration in der Pflanze abhängig ist (TERRY et al., 2000).

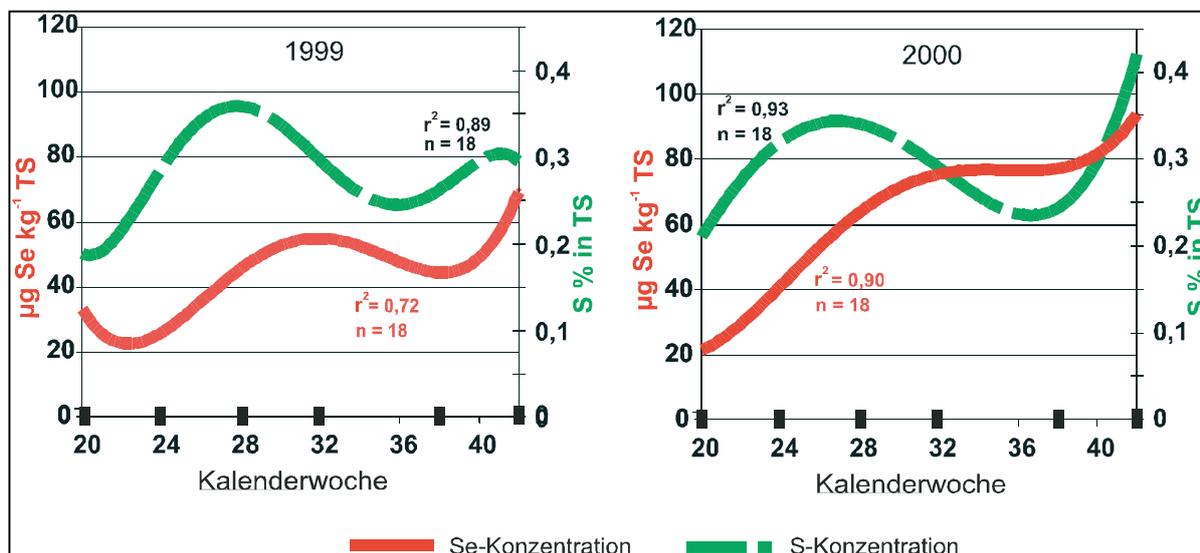


Abb. 3: Jahreszeitliche Dynamik der S- und Se-Konzentrationen im Aufwuchs bei sechsmaliger Nutzung

Tab.: Korrelation im Zeitreihenexperiment (n = 18)

1999	Se-Konzentration	S-Konzentration
S-Konzentration	0,28	-
TS-Ertrag	-0,40	-0,85**
2000	Se-Konzentration	S-Konzentration
S-Konzentration	0,57*	-
TS-Ertrag	-0,32	-0,81**

Im Vergleich der 83 Standorte, vgl. Abb. 1 lässt sich jedoch keine derartige Beziehung zwischen Se- und S-Aufnahme belegen. Deutlich fällt die negative Korrelation zwischen S-Konzentration und TS-Ertrag aus (= Verdünnungseffekt). In keinem Jahr besteht dagegen eine signifikante Beziehung zwischen der TS-Ertragsentwicklung und dem Verlauf der Se-Konzentrationen. Wachstumsphasen mit anhaltend mäßigen Zuwachsraten wirken sich offenbar jedoch günstig auf die Se-Konzentrationen im Aufwuchs aus. Hingegen unterscheiden sich die Se-Konzentrationen nicht, wenn lediglich die Nutzung des Primäraufwuchses verschoben wird. OPITZ V. BOBERFELD (2001) vergleicht die Se-Konzentrationen zum Nutzungstermin Mitte Mai mit den Werten Mitte Juli und stellt dabei keine Unterschiede zwischen den physiologisch jüngeren und älteren Aufwüchsen fest. Mit einer Ausnahme im Oktober 2000 liegen alle im Zeitreihenexperiment gemessenen Se-Konzentrationen deutlich < 100 µg Se kg⁻¹ TS und reichen demzufolge zu keiner Jahreszeit zur sicheren Versorgung von Wiederkäuern mit diesem Spurenelement aus. Das Risiko von Se-Mangelercheinungen ist gerade im futterbaulich bedeutsamen Monat Mai am größten.

4. Schlussfolgerungen

Nahezu flächendeckend niedrige Se-Gehalte in Grünlandaufwüchsen sind anscheinend nicht auf einen Se/S-Antagonismus zurückzuführen. Angesichts einer offenbar ausreichenden S-Versorgung von Tier und Pflanzenbestand in extensiv bewirtschaftetem Grünland sollte hier jedoch auf S-Gaben verzichtet werden; eine Weitung des S/Se-Verhältnisses im Futter könnte zu einer Beeinträchtigung der Se-Aufnahme im Verdauungstrakt der Wiederkäuer führen (ARDÜSER et al., 1986) und zur Verschärfung des Se-Mangels beitragen. Systemkompatible Methoden der Se-Supplementierung müssen etabliert werden. In diesem Zusammenhang bieten sich die Se-Anreicherung von Siliergut oder Saatgut für Nachsaatzwecke an (LASER, 2003).

Literatur

- ALLAWAY, W.H., 1970: Sulphur-selenium relationships in soils and plants. J. Sulphur Inst. 6, 3-5.
- ANONYMUS, 1996: *Nutrient requirements for beef cattle*. 7th ed. – Publ. National Res. Council, National Academic Press, Washington D.C.
- ARDÜSER, F, S. WOLFFRAM, E. SCHARRER & B. SCHNEIDER, 1986: Transport of selenate and selenite across the brush border membrane of rat and sheep small intestine. Biol. Trace Elem. Res. 9, 281-290.
- SAALBACH, E. 1972: Über den Schwefelbedarf landwirtschaftlicher Nutzpflanzen. Landw. Forschung, Sonderh. 27, 224-228.
- LASER, H., 2003: Eignung verschiedener pflanzenbaulicher Optionen zur Selenat-Applikation in extensiven Weidesystemen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 15, 198-201.
- MURPHY, M.D. & TW.A. QUIRKE 1997: The effect of sulphur/nitrogen/selenium interactions on herbage yield and quality. Irish J. Agric. Res. 36, 31-38.
- OPITZ V. BOBERFELD, W., 2001: Selenium and sulphur concentrations in primary growths of different plant communities. Proc. 19th Int. Grassl. Congr. Sao Pedro/Sao Paulo, Brazil, 363-364.
- TAUBE, F., U. JAHNS, R. WULFES und K.-H. SÜDEKUM 2000: Einfluss der Schwefelversorgung auf Ertrag und Inhaltsstoffe von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.). German J. Agron. 4, 42-51.
- TERRY N., A.M. ZAYED, M.P. DE SOUZA & A.S. TARUN, 2000: Selenium in higher plants. Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol. 51, 401-432.
- UNDERWOOD, C.B.E. UND N.F. SUTTLE, 1999: *The mineral nutrition of livestock*. 3rd edition, CABI Publishing, Wallingford, UK.
- WHITEHEAD, D.C. 2000: *Nutrient elements in Grassland: soil-plant-animal relationships*. CABI publishing Oxon, New York, 154-180.

Etablierung von *Bromus erectus* und *Bromus hordeaceus* bei abgestufter Konkurrenz

P. Mazur und W. Opitz von Boberfeld

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

1. Einleitung und Problemstellung

Zur Ergänzung und Verifizierung von Keimversuchen im Labor (ZIRON, 2000; KNÖDLER, 2001; OPITZ V. BOBERFELD et al., 2001) wurden Freilanduntersuchungen durchgeführt. Aufgangsraten, Etablierung und Persistenz der Arten in Abhängigkeit abgestufter Konkurrenzbedingungen standen hierbei im Vordergrund. Grundsätzlich stellt sich die Frage, inwieweit Gemeinsamkeiten im Konkurrenzverhalten von Arten gleicher Gattung bestehen, die sonst unter unterschiedlichen Konkurrenzbedingungen wachsen. Stellvertretend für eine derartige Gegenüberstellung stehen *Bromus erectus* (= Festuco-Brome-tea) und *Bromus hordeaceus* (= Molinio-Arrhenatheretea).

2. Material und Methoden

Im Frühling 2002 wurde der Versuch als Lateinisches Rechteck mit *Lolium perenne* – Reinsaat in drei Wiederholungen etabliert. Die Samen der zu untersuchenden Arten wurden 2003 zum Zeitpunkt der arttypischen Reife gesammelt. Zur Prüfung der Konkurrenzbedingungen in Abhängigkeit von Mischungspartner und Nutzungsfrequenz wurden die Zielarten in der 27. Woche (= nach der Nutzung Anfang Juli 2003) in jeder Parzelle (= 1,4 x 6 m) mit Hilfe einer Schablone (= 1,20 x 0,8 m, à 400 Samen, 5 cm Abstand) in einer zentral angeordneten Teilfläche abgelegt, die durch fixe Markierungen begrenzt wurde. Zur getrennten Bewertung der Spross- und Wurzelkonkurrenz wurden Samen mit Hilfe weiterer Schablonen (3 x 20 Samen pro Schablone) in Teilflächen (= 60 x 60 cm) der Parzellen mit niedriger Nutzungsfrequenz ausgesät, die a) zuvor mit einem Totalherbizid behandelt wurden (= ohne Spross- und Wurzelkonkurrenz), auf denen b) die *Lolium perenne*-Pflanzen durch hohe Nutzungsfrequenz auf einer Bestandshöhe < 5 cm gehalten wurde (= mit Wurzel, ohne Sprosskonkurrenz) bzw. c), bei denen die Diasporen innerhalb eines 20 cm tief in der Erde eingebrachten Rohres mit 10 cm Durchmesser (= ohne Wurzel- mit Sprosskonkurrenz) ausgebracht wurden. In den Varianten mit abgestufter Konkurrenz wurden die Keimlinge 16 bzw. 21 Wochen nach der Aussaat gezählt. In den Varianten mit vollständiger Konkurrenz wurde zusätzlich die Anzahl der Individuen nach dem Winter (= März und Mai) erfasst.

Tab.: Varianten des Freilandversuchs mit drei Wiederholungen, angelegt als Lateinisches Rechteck

Faktoren	Stufen
1. Nutzungsfrequenz	1.1 gering (= 2x je Jahr), 26 + 40 Woche 1.2 hoch (= 4x je Jahr), 20, 26, 32 + 40 Woche
2. Interspezifische Konkurrenz *	2.1 ohne Konkurrenz 2.2 ohne Sprosskonkurrenz 2.3 ohne Wurzelkonkurrenz 2.4 mit Konkurrenz
3. Zielart	3.1 <i>Bromus hordeaceus</i> 3.2 <i>Bromus erectus</i>

* nur in den Varianten mit geringer Nutzungsfrequenz

3. Ergebnisse und Diskussion

Abb. 1 zeigt die Aufgangsraten von *Bromus erectus* und *Bromus hordeaceus* im Jahr der Aussaat mit oder ohne Wurzel- bzw. Sprosskonkurrenz. Trotz des deutlich höheren Niveaus ergeben sich ähnliche Abstufungen zwischen den Varianten wie bei der verwandten Art *Bromus erectus*, obwohl die Arten an ausgesprochen unterschiedliche Umwelten angepasst sind. Die besten Keimungsbedingungen werden bei beiden Arten in Teilflächen mit Wurzel- und ohne Sprosskonkurrenz (= W+ S-) erreicht (= 33,3% bzw. 62,8%). Möglicherweise ist hier die Wasserversorgung der Samen aufgrund der Durchwurzelung im Vergleich zu Parzellen ohne Wurzelkonkurrenz günstiger. Zunächst bewirkt die Sprosskonkurrenz ohne Wurzelkonkurrenz (= W- S+) bei *Bromus hordeaceus* ebenfalls gegenüber der ausgeschalteten Konkurrenz (= W- S-) geringfügig höhere Aufgangsraten, im weiteren Verlauf nehmen die Zahlen der gekeimten Individuen mit Sprosskonkurrenz aber durch Absterben - wahrscheinlich in Folge der Beschattung - wieder ab. Ein negativer Einfluss der Sprosskonkurrenz auf die Keimung durch Beschattung ist dagegen bei beiden Grasarten nicht feststellbar.

Unter den Bedingungen vollständiger Konkurrenz durch *Lolium perenne*, vgl. Abb. 2, wird deutlich, dass die Nutzungshäufigkeit (= N4 bzw. N2) keinen signifikanten Einfluss auf die Keimung von *Bromus hordeaceus* (= Bh) oder *Bromus erectus* (= Be) hat. Beide Bromus-Arten zeigen bereits Mitte Oktober (=42. Woche) Aufgangsraten > 35 %. Die zusätzliche Nutzung in der 32. Woche bei hoher Nutzungsfrequenz wirkt sich nicht signifikant auf die Keimergebnisse aus. Bis November (46. Woche) stirbt bei beiden Arten ein erheblicher Teil der Keimlinge ab, doch schon im zeitigen Frühjahr (= 11. Woche 2004) steigt die Individuenzahl beider Samen wieder deutlich an. Offenbar setzt hier eine zweite Phase der Keimung ein. Im Verlauf der Vegetationsperiode nehmen die Individuenzahlen abermals ab, was wiederum auf ein Absterben infolge des Konkurrenzdruckes durch *Lolium perenne* hindeutet, wobei die Nutzungsfrequenz bei *Bromus hordeaceus* offenbar keine wesentliche Rolle spielt:

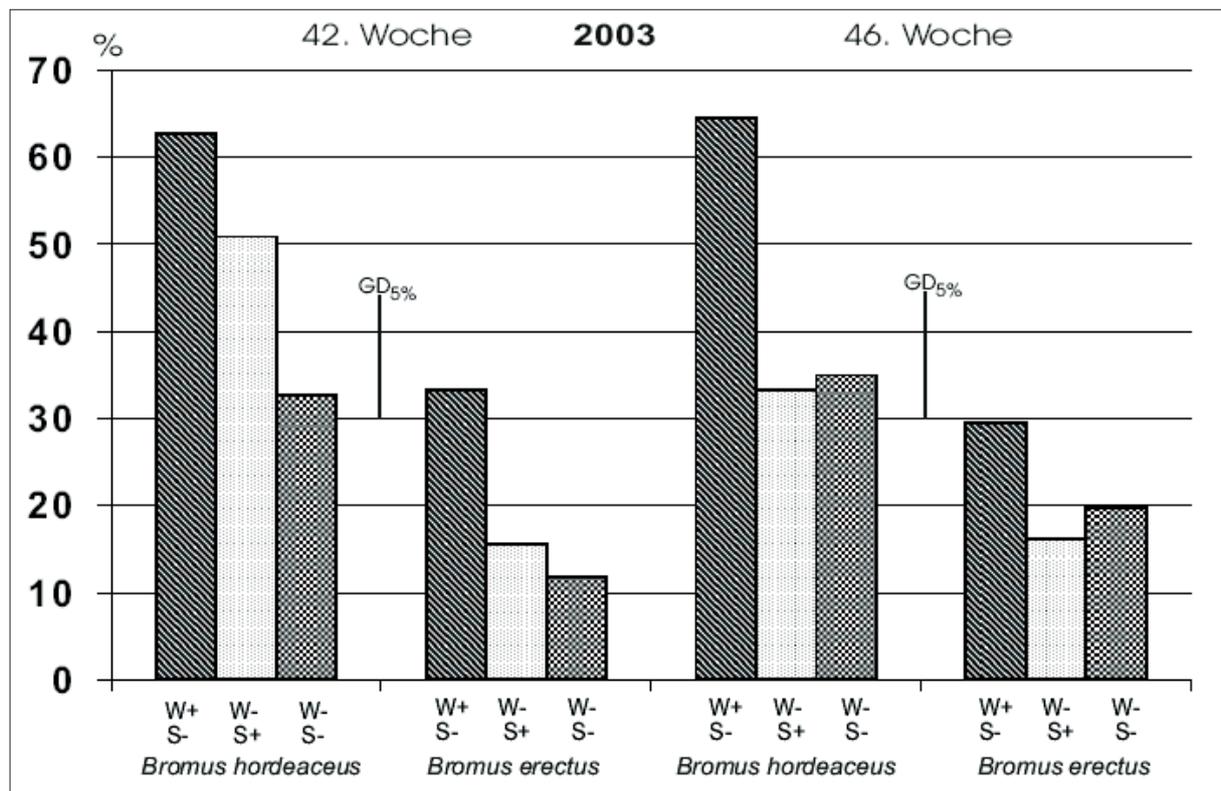


Abb. 1: Aufgangsraten von *Bromus erectus* (links) und *Bromus hordeaceus* (rechts) in der *Lolium perenne* – Narbe bei abgestufter Konkurrenz (= Individuen in % der ausgebrachten Samen)

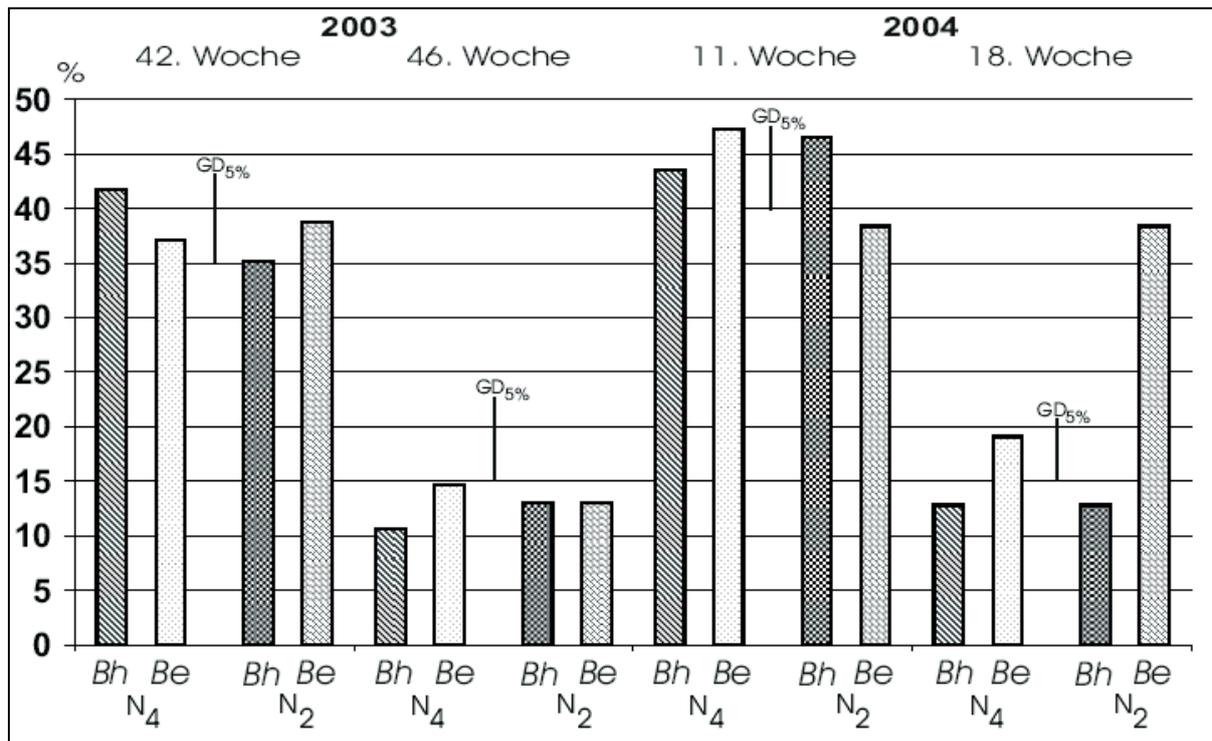


Abb. 2: Aufgang und Etablierung von *Bromus erectus* und *Bromus hordeaceus* im Bestand mit *Lolium perenne* in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz und Erhebungszeitpunkt

Einerseits ist die Beschattung durch *Lolium perenne* bei hoher Nutzungsfrequenz geringer, andererseits verträgt *Bromus hordeaceus* selbst die häufigere Nutzung schlechter. *Bromus erectus* weist dagegen bei niedriger deutlich höhere Individuenzahlen auf als bei hoher Nutzungsfrequenz und kann sich dabei gegenüber *Lolium perenne* zumindest kurzfristig erstaunlich gut behaupten.

4. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieses Feldversuches zeigen, dass:

- ◆ verschiedene Arten einer Gattung trotz unterschiedlicher Pflanzengesellschaftszugehörigkeit oft ähnliche Keimungsmuster aufweisen (= *Bromus erectus* vs. *Bromus hordeaceus*),
- ◆ Wurzelkonkurrenz durch etablierte Arten der Keimung dienlich sein kann,
- ◆ die Keimung bei fehlender Konkurrenz (= vegetationslos) erschwert ist,
- ◆ die Nutzungsfrequenz keinen wesentlichen Einfluss auf die Keimung hat aber von Bedeutung für die Überlebenschancen der Keimlinge sein kann,
- ◆ die verschiedenen Umweltansprüche der Arten haben Einfluss auf die Höhe des Niveaus bezogen auf die Keimung und die Etablierung,
- ◆ *Bromus hordeaceus* in Übereinstimmung mit vorausgegangenen Laboruntersuchungen relativ hohe Keimergebnisse erreicht und sich *Bromus erectus* bezogen auf Keimung und vegetative Entwicklung in der bislang kurzfristigen Betrachtung entgegen bisherigen Befunden im Labor ebenfalls als kampfstärke Art erweist.

Literatur

- KNÖDLER, C., 2001: Keimungsverhalten verbreiteter Festuco-Brometea- und Molinieta- Arten Dissertation, Universität Gießen.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., KNÖDLER, C. und C. ZIRON, 2001: Keimungsstrategien von Arten verschiedener Grünland-Pflanzengesellschaften. Z. Pflanzenbauwiss. 5, 87-95
- ZIRON, C., 2000: Zum Keimverhalten ausgewählter Plantaginetea majoris- und Molinio-Arrhenatheretea-Arten. Dissertation, Universität Gießen.

Effekte langjährig differenzierter N-, P- und K-Gaben auf die Gäreignung von Primäraufwüchsen verschiedener Mähweiden

M. Sterzenbach und W. Opitz von Boberfeld

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

1. Einleitung

Durch eine variierende N-, P- und K-Versorgung können Futterwert und Gärqualität kurzfristig durch die direkte und indirekte Wirkungen der Nährstoffe positiv wie negativ beeinflusst werden. Langfristig gesehen kann eine veränderte Düngungsstrategie zu einer Bestandsumschichtung führen, die Einfluss auf die Qualität der Aufwüchse zur Folge hat. Diese Umschichtungen können umso stärker auftreten, desto geringer die Grundnährstoffversorgung der Böden ist (OPITZ VON BOBERFELD, 1994). So kann eine überzogene Stickstoff- bzw. Kaliumdüngung aufgrund der hohen Salzfracht das verstärkte Auftreten von *Elymus repens* zur Folge haben (OPITZ VON BOBERFELD, 1980). Im Hinblick auf die Gäreignung von Mähweiden spielen dagegen vor allem der Z/Pk-Quotient und bei einem geringen Düngungsniveau die Nitratkonzentration eine entscheidende Rolle. Bei geringen oder fehlenden N-Gaben ist meist die Nitratkonzentration nicht ausreichend, um gärobiologisch einwandfreie Silagen zu erzeugen (STERZENBACH, 2000). Aus diesem Grund sollen hier die langfristigen Wirkungen einer differenzierten N-, P- und K-Versorgung auf die Gäreignung untersucht werden.

2. Material und Methoden

Vier Freilandversuche wurden 1986 als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen auf landwirtschaftlich genutzten Dauernarben unterschiedlicher Höhenlage (= 560, 340, 260 und 220 m ü. NN) mit folgenden Faktoren und Stufen angelegt:

Faktoren	Stufen	
1. N-Düngung	1.1	0 kg N*ha ⁻¹ (= N0)
	1.2	160 kg N*ha ⁻¹ (= N1)
	1.3	320 kg N*ha ⁻¹ (= N2)
2. P-Düngung	2.1	0 kg P ₂ O ₅ *ha ⁻¹ (= P0)
	2.2	120 kg P ₂ O ₅ *ha ⁻¹ (= P2)
3. K-Düngung	3.1	0 kg K ₂ O*ha ⁻¹ (= N0)
	3.2	160 kg K ₂ O*ha ⁻¹ (= N2)

Zur N-Versorgung diente Kalkammonsalpeter (= in vier gleiche Teilgaben); Phosphat wurde als Hyperphosphat (= 60 kg*ha⁻¹ im April) und Superphosphat (= 60 kg*ha⁻¹ im Juli) gegeben. Die K-Düngung erfolgte in Form von Magnesia-Kainit (= 80 kg*ha⁻¹ im April) und 50er Kali (= 80 kg*ha⁻¹ im Juli). Die Ernte der Primäraufwüchse erfolgte 2000, 2001 und 2002 Mitte Mai; nach der Ernte wurden die Flächen betriebsüblich genutzt. Zur Bestimmung der Gäreignung erfolgte eine Kernbeerntung der Parzellen mittels Vollernter bei einer Stoppelhöhe von 7 cm. Alle Proben wurden bei 60° C 48h getrocknet und anschließend auf eine Partikelgröße von < 1 mm vermahlen. Von diesem Material wurde eine repräsentative Probe bei 103° C getrocknet und die TS-Gehalte berechnet. Zur Charakterisierung der Gäreignung wurde die Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate mit der Anthronmethode (YEMM und WILLIS, 1954), die Pufferkapazität nach WEISSBACH (1967) sowie die Nitratkonzentration nach der Maastrichter Xylenolmethode (ANONYMUS, 1997) bestimmt. Aus der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate und der Pufferkapazität wurde der Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient (= Z/Pk-Quotient) berechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Z/Pk-Quotienten erreichen 2000 in den meisten Fällen aufgrund geringer Konzentrationen wasserlöslicher Kohlenhydrate nicht den nach WEISSBACH *et al.* (1977) geforderten Bereich von 2,0 bei Vorwelkegraden auf 30% TS, vgl. Abb. 1. Höhere wLK-Konzentrationen – außer beim Standort 560 m ü. NN – führen dagegen 2001 zu ausreichenden Z/Pk-Quotienten. 2002 liegen die Werte zwischen den beiden ersten Jahren. Eine Erhöhung der N-Düngung führt dabei zu signifikant geringeren Z/Pk-Quotienten, vgl. Abb. 1, die vor allen durch ein schnelleres Absinken der wLK-

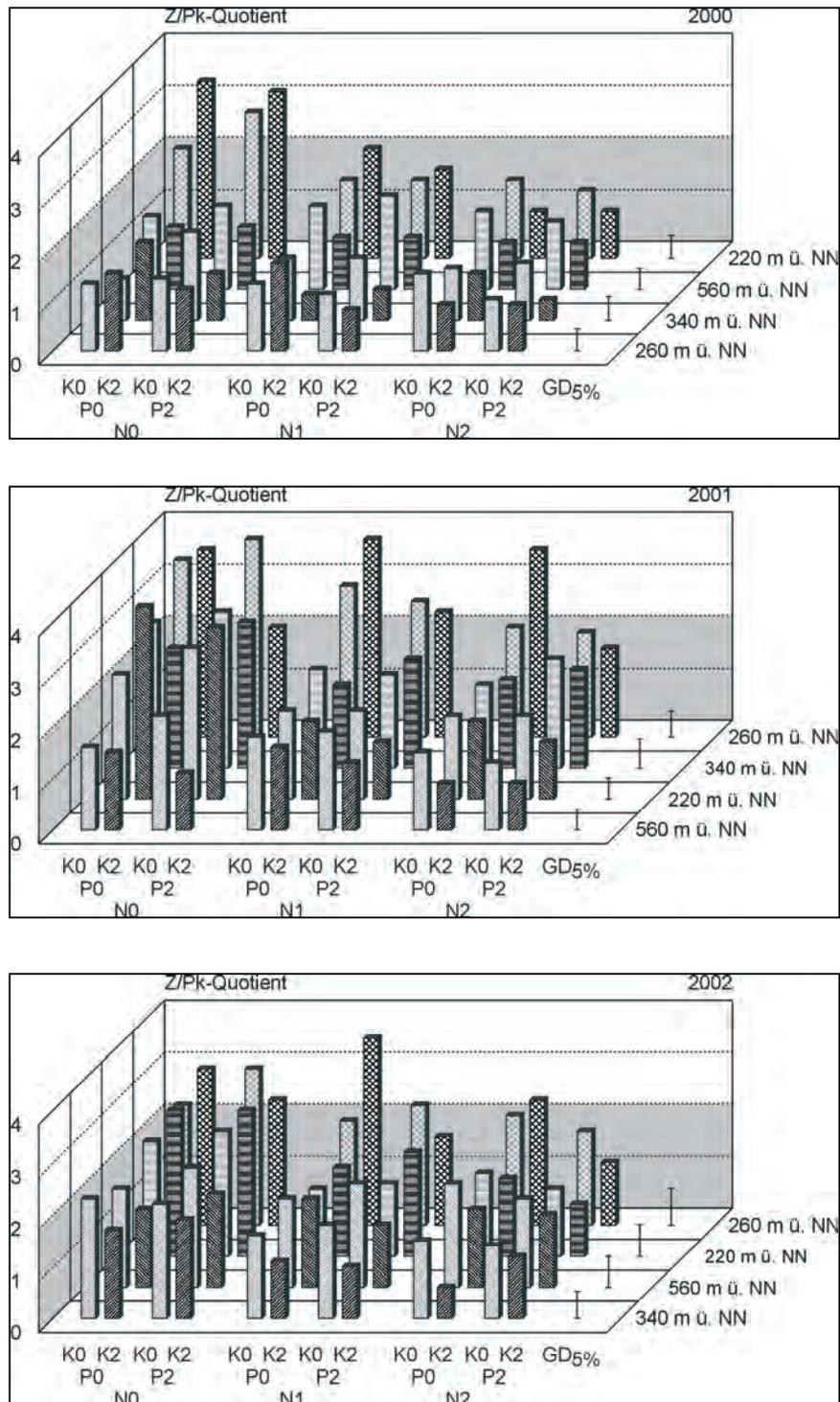


Abb. 1: Zucker/Pufferkapazitäts-Quotienten in Abhängigkeit von Jahr, Höhenlage und N-P-K-Düngung

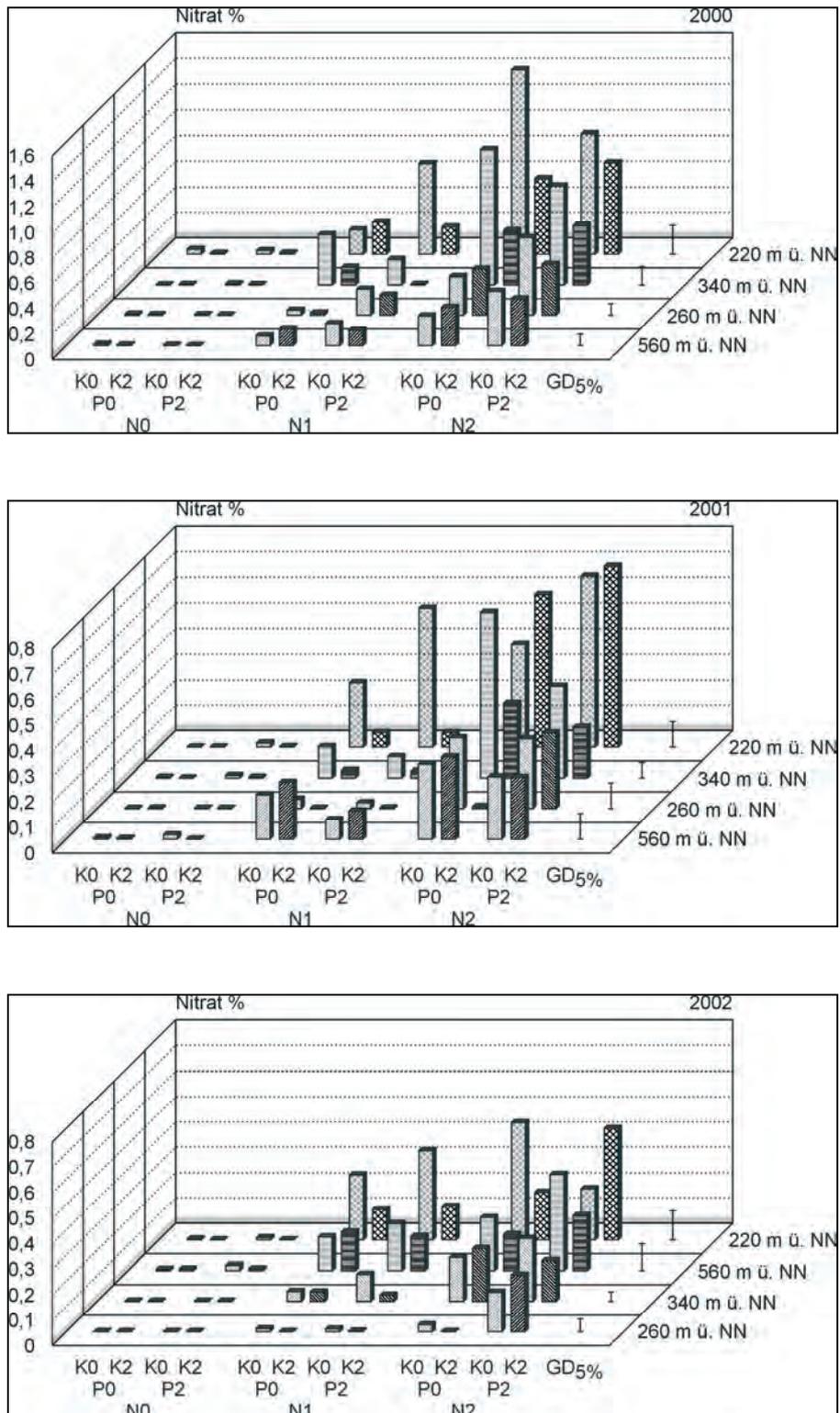


Abb. 2: Nitrat-Konzentrationen in Abhängigkeit von Jahr, Höhenlage und N-P-K-Düngung

Konzentrationen gegenüber der Pufferkapazität hervorgerufen werden. Die gleiche Wirkung ist auch in den meisten Fällen bei einer überzogenen Kaliumdüngung festzustellen. Diese Effekte werden dabei weniger durch die Wirkung der gedüngten Nährstoffe direkt, sondern mehr durch eine Bestandsumschichtung – z. B. Rückgang von *Lolium perenne* und Zunahme von *Elymus repens* – infolge der langjährig differenzierenden Düngung hervorgerufen.

Bei einem Verzicht der N-Düngung wird in allen drei Untersuchungsjahren die zur Erzeugung gärbio-
logisch einwandfreier Silagen zu fordernde Nitrat-Konzentrationen von 0,05 % in der TS (WEISSBACH
UND HONIG, 1996; WEISSBACH, 1998) nicht erreicht, vgl. Abb. 2. Mit Ausnahme des Standortes 260 m ü.
NN bei 160 kg N*ha⁻¹ bewirkt die N-Düngung ausreichende Nitrat-Konzentrationen. Höhere K-Gaben
haben dagegen in den meisten Fällen eine Abnahme der Nitrat-Konzentration zur Folge, vgl. Abb. 2.
Gründe hierfür sind offenbar – wie beim Z/Pk-Quotienten – Bestandsumschichtungen aufgrund der
langjährig differenzierten Nährstoffversorgung.

4. Zusammenfassung

- ◆ Bestandsumschichtungen bei überhöhter N- und K-Düngung führen zu sinkenden Z/Pk-Quotienten
vor allem aufgrund abnehmender wlk-Konzentrationen; somit wird meist ab mittlerem Düngungsni-
veau der geforderte Z/Pk-Grenzwert von 2,0 bei 30 % TS nicht mehr erreicht.
- ◆ Bei einem Verzicht auf die N-Düngung werden die notwendigen Nitrat-Konzentrationen von 0,05
% in der TS nicht erreicht; eine erhöhte K-Düngung bewirkt den gleichen Effekt. Zur Sicherung der
Erzeugung gärbio-
logisch einwandfreier Silagen ist somit in diesen Fällen der Einsatz von nitrat-/ni-
trithaltigen Silierzusätzen notwendig.

Literatur

- ANONYMUS, 1997: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. *Methodenbuch* Bd. 3, Verl. VDLU-
FA, Darmstadt.
- OPITZ V. BOBERFELD, W., 1980: Auswirkungen verschiedener K-Salze auf einige Eigenschaften des
Aufwuchses und des Bodens in Abhängigkeit von K- und N-Aufwand auf Mähweiden. *J. Agron.
Crop Sci.* 149, 137-147.
- OPITZ V. BOBERFELD, W., 1994: *Grünlandlehre*. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- STERZENBACH, M., 2000: Nutzungsmöglichkeiten von Aufwüchsen extensiv bewirtschaften Grünlan-
des durch Mütterkühe. *Dissertation*. Gießen.
- 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 Be-
reitung 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 Silie-
rung von Grünfütter aus extensivem Anbau. *Landbauforsch. Völkenrode* 46, 10-17.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, P. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE & O. KNABE, 1977: Metho-
den und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Aufl., Hrsg.: *Akad. Landwirtschaftswiss.*
DDR, Berlin.
- YEMM, E. W. & A. J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone.
Biochem. J. 54, 508 - 514.

Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensitäten auf die Narbenzusammensetzung von Winterweiden

K. Elsebach und W. Opitz von Boberfeld

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

1. Einleitung

Die Ganzjahresaußenhaltung ist das extensivste Verfahren der agrarischen Landbewirtschaftung und besitzt insbesondere auf Grenzertragsstandorten Bedeutung als kosteneinsparende Möglichkeit zum Arten- und Biotopschutz (OPITZ V. BOBERFELD, 1997). In bereits abgeschlossenen Untersuchungen des Instituts zur Futtermasse und -qualität von Winterweidefutter konnte das Weidetier aufgrund des großen Umfangs an Varianten nicht einbezogen werden (OPITZ V. BOBERFELD & Wolf, 2002; OPITZ V. BOBERFELD & WÖHLER, 2002). Der hier vorgestellte Versuch dient der Validierung der bisherigen Ergebnisse unter Einbeziehung des Faktors Weidetier.

Insbesondere prägen Art und Intensität der Bewirtschaftung sowie der Standort in großem Maße die botanische Zusammensetzung und die Leistungsfähigkeit von Weiden (OPITZ V. BOBERFELD, 1994; ELLENBERG, 1996). Deshalb stellt sich die Frage, welchen Einfluss unterschiedliche Bewirtschaftungsintensitäten auf die Narbenzusammensetzung von Winterweiden haben.

2. Material und Methoden

Es wurde jeweils ein Beweidungsversuch mit Mutterkühen (Elkenroth, Westerwald, 470 m ü. NN) und Schafen (Linden-Forst, Versuchsstation, 160 m ü. NN) im Frühjahr 2001 als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen angelegt. Nach Beendigung der Beweidung fand ein Reinigungsschnitt statt. Im Sommer 2003 wurden Pflanzenbestandsaufnahmen nach der Ertragsanteilschätzung KLAPP & STÄHLIN (KLAPP, 1929) vorgenommen.

Tab. 1: Varianten, angelegt als Lateinisches Rechteck mit drei Wiederholungen

Faktoren	Stufen
1. Narben	1.1 Lolio-Cynosuretum mit Lolium perenne-Fazies
	1.2 Festuca arundinacea-Ansaat ohne Bodenbearbeitung
2. Nachsaaten	2.1 ohne (= Kontrolle)
	2.2 mit (= 20 kg Lolium perenne * ha ⁻¹)
3. Weidetermin	3.1 Ende September [= Standard] (39. – 41. Woche)
	3.2 Ende November (47. – 49. Woche)
	3.3 Ende Dezember (51. – 01. Woche)
4. Besatzdichten	4.1 mittel (= 770 kg metabol. KM * ha ⁻¹ bzw. 14,1 GV * ha ⁻¹)
	4.2 hoch (= 1.510 kg metabol. KM * ha ⁻¹ bzw. 34,6 GV * ha ⁻¹)
5. Beobachtungsjahr	5.1 2001/02 (= Anlagejahr)
	5.2 2002/03 (= 1. Nutzungsjahr)
	5.3 2003/04 (= 2. Nutzungsjahr)
6. Tierart/Standort	6.1 Rind
	6.2 Schaf

3. Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 sind die TS-Erträge in Abhängigkeit von Weidetier, Weidetermin, Besatzdichte und Narbe in 2002 dargestellt. Die TS-Erträge der *Festuca arundinacea*-Ansaat sind insbesondere auf der Schafweide höher als die des *Lolio-Cynosuretum*s. Ende September werden die höchsten Erträge erzielt (bis 60 dt TS*ha⁻¹). Danach fallen die TS-Erträge bei beiden Narben im Verlauf des Winters kontinuierlich bis auf weniger als 15 dt TS*ha⁻¹, was durch fortschreitende Seneszenz und Zersetzung erklärt werden kann (vgl. LAWS & NEWTON, 1987). Die Ertragsabnahme ist bei den Arten des *Lolio-Cynosuretum*s stärker als bei der *Festuca arundinacea*-Ansaat, was darauf zurückgeführt werden kann, dass *Festuca arundinacea* erst bei <1°C das Wachstum einstellt (LEASURE, 1952) und dass sich den ganzen Winter über neue Sprosse zeigen (TEMPLETON et al. 1961). Damit bietet *Festuca arundinacea* ein ertragreiches Winterfutter.

In Abbildung 2 ist die Gesamtartenanzahl in Abhängigkeit von Weidetier, Weidetermin, Besatzdichte und Narbe dargestellt. Des Weiteren werden die Anteile der Trittpflanzen an der Gesamtartenanzahl gezeigt. Beim Trittpflanzenanteil wurde zusätzlich unterschieden zwischen Trittpflanzen mit Ertragsanteilen kleiner ein Prozent und Trittpflanzen mit Ertragsanteilen größer ein Prozent. Die Gesamtartenanzahl schwankt zwischen 15 und 18 Arten auf

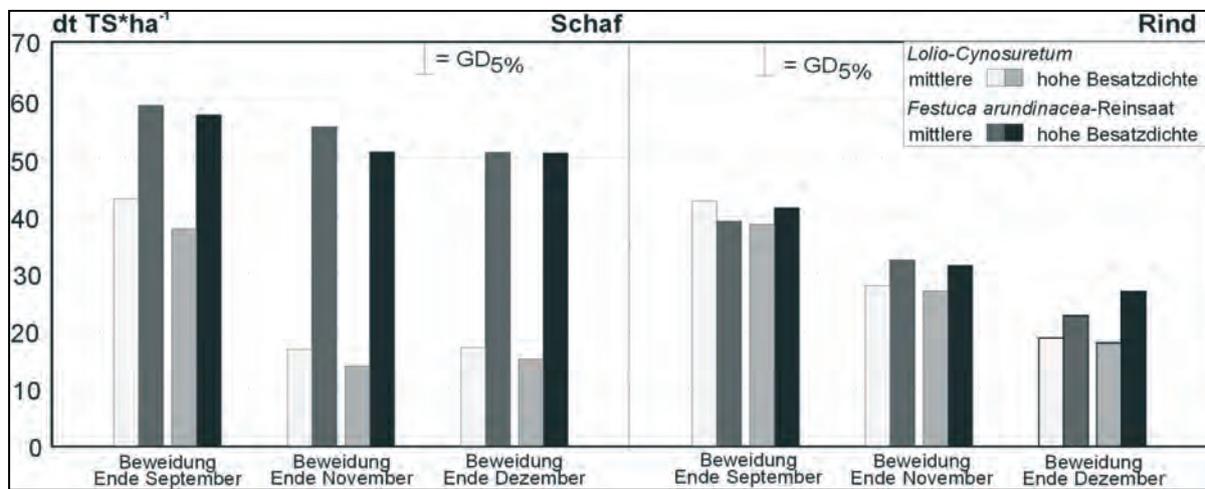


Abb. 1: TS-Erträge in Abhängigkeit von Weidetier, Weidetermin, Besatzdichte und Narbe

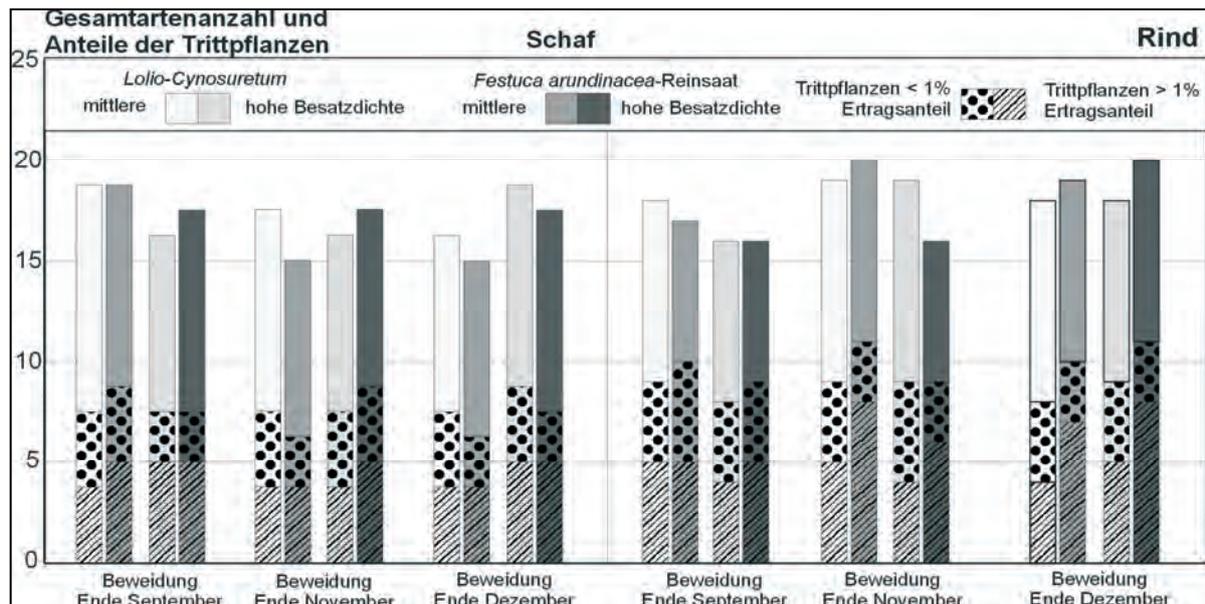


Abb. 2: Gesamtartenanzahl und Anteile der Trittpflanzen in Abhängigkeit von Weidetier, Weidetermin, Besatzdichte und Narbe

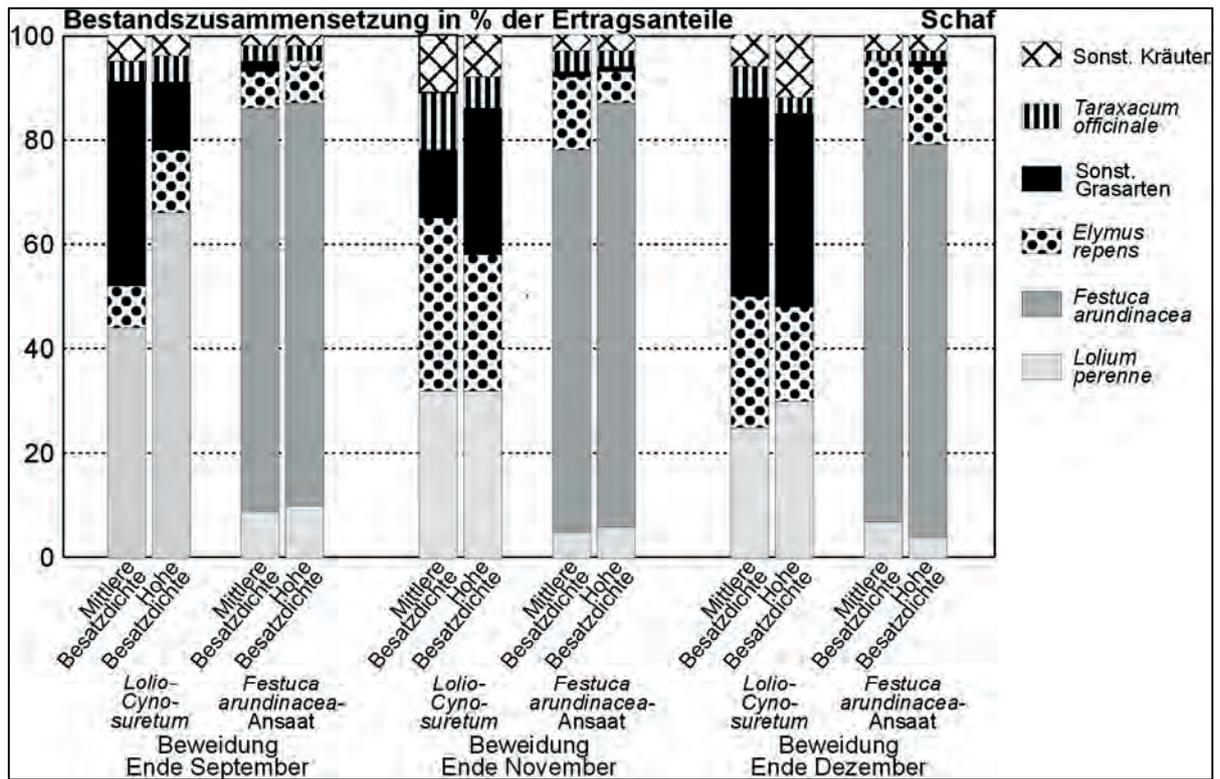


Abb. 3: Bestandszusammensetzung in Prozent der Ertragsanteile in Abhängigkeit von Weidetermin, Besatzdichte und Narbe auf der Schafweide

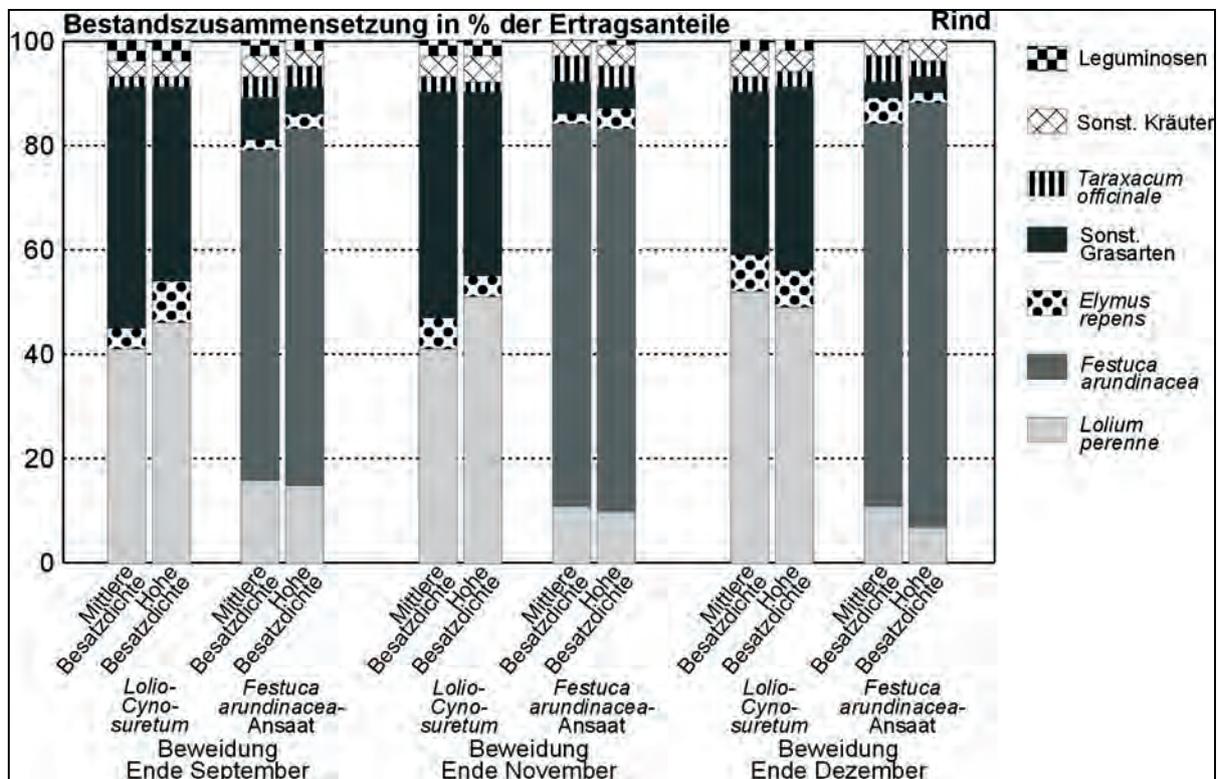


Abb. 4: Bestandszusammensetzung in Prozent der Ertragsanteile in Abhängigkeit von Weidetermin, Besatzdichte und Narbe auf der Rinderweide

Schafweide und 16 bis 20 Arten auf der Rinderweide. Der Anteil der Trittpflanzen an der Gesamtartenfraktion liegt auf der Schafweide im Mittel zwischen 33 und 43 Prozent und auf der Rinderweide zwischen 48 und 57 Prozent. Etwa die Hälfte des Trittpflanzenanteils an der Gesamtartenanzahl wird von Arten verursacht deren Ertragsanteile kleiner als ein Prozent sind, also Arten mit nur wenigen Individuen. Dabei handelt es sich vor allem um annuelle Arten, wie *Capsella bursa-pastoris* und *Poa annua* sowie mehrjährige Arten wie *Plantago major* und *Cerastium holosteoides*. Ertragsanteile über einem Prozent erreichen die Arten *Leontodon autumnalis*, *Lolium perenne*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus repens* und *Trifolium repens*. *Taraxacum officinale* nutzt die Bestandslücken in der *Festuca arundinacea*-Ansaat und erreicht in besonders lockeren Narben Ertragsanteile bis zu zehn Prozent.

Abbildungen 3 und 4 zeigen die Bestandszusammensetzungen auf der Schafweide und auf der Rinderweide in Prozent der Ertragsanteile in Abhängigkeit von Weidetermin, Besatzdichte und Narbe. Zwischen dem *Lolio-Cynosuretum* und der *Festuca arundinacea*-Ansaat bestehen deutlich erkennbare Unterschiede in den Ertragsanteilen der Gräser. Während im *Lolio-Cynosuretum* vor allem Grasarten wie *Lolium perenne*, *Elymus repens*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* u.a. vorkommen, ist der Hauptbestandsbildner der Ansaatflächen *Festuca arundinacea*. Daneben erreicht *Elymus repens*, vor allem in den *Lolio-Cynosuretum*-Varianten der Schafweide, in welche die Art mit ihren unterirdischen Ausläufern einwandert, Ertragsanteile bis zu 15 Prozent. Die Ertragsanteile der Kräuter liegen auf der Schafweide und auf der Rinderweide zwischen einem und 20 Prozent. Die Kräuterfraktion setzt sich überwiegend aus den zuvor genannten trittanzeigenden Arten und weiteren Kräutern, die sich Bestandslücken zunutze machen, wie *Taraxacum officinale*, *Cirsium arvense* und *Rumex obtusifolius*, zusammen. Daneben kommen noch weitere typische Kräuter des *Lolio-Cynosuretums* vor.

4. Fazit

- ◆ Die TS-Erträge der Winternutzungen nehmen von September bis Dezember ab. Auf der Schafweide nehmen die TS-Erträge des *Lolio-Cynosuretums* signifikant stärker ab als die TS-Erträge der *Festuca arundinacea*-Ansaat.
- ◆ Die Anzahl der Trittpflanzen an der Gesamtartenanzahl ist auf der Schafweide und auch auf der Rinderweide hoch, setzt sich aber hauptsächlich aus Arten mit einem Ertragsanteil kleiner ein Prozent zusammen.
- ◆ In der Artenzusammensetzung bestehen auf der Schafweide und der Rinderweide deutliche Unterschiede zwischen dem *Lolio-Cynosuretum* und der *Festuca arundinacea*-Ansaat.

Literatur

- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Ulmer, Stuttgart.
- KLAPP, E. (1929): Thüringische Rhönhutungen, Wiss. Arch. Landw., Abt. A, Arch. Pflanzenbau 2, 704-786.
- LAWS, J. A. und J. E. NEWTON (1987): The effect of stocking rate and grazing management of sheep during winter on liveweight performance and herbage production, Reserarch and Development in Agriculture 4, 141-146.
- LEASURE, J.K. (1952): The growth pattern of mixtures of orchardgrass and tall fescue with ladino clover in relation to temperature, Proc. Assoc. South. Agric. Workers 49, 177-178.
- OPITZ V. BOBERFELD, W. (1997): Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichen Aspekten, Ber. Ldw. 75, 604-618.
- OPITZ V. BOBERFELD, W. und K. WÖHLER (2002): Forage quality of low input winter pastures under varying conditions in central Germany, Grassl. Sci. Europe 7, 222-223.
- OPITZ V. BOBERFELD, W und D. WOLF (2002): Zum Effekt pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Qualität und Ertrag von Winterweidefutter, German J. Agron. 6, 9-16.
- TEMPLETON, W.C., JR., G.O. MOTT und R.J. BULA (1961): Some effects of temperature and light on growth and flowering of tall fescue, *Festuca arundinacea* SCHREB., I Vegetative development. Crop Sci. 1, 216-219

Langfristige Effekte abgestufter N-, P-, K-Gaben auf die Diversität eines *Lolio-Cynosuretum*s

J.F. Oerlemans und W. Opitz von Boberfeld

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

1. Einleitung und Problemstellung

Im letzten Jahrhundert ist es aufgrund einer starken Intensivierung der Landbewirtschaftung zu einer deutlichen Reduzierung der Pflanzendiversität gekommen. Es gibt bislang nur sehr wenig Information über die optimale Nährstoffversorgung für die Erhaltung und Regeneration von artenreichen Grünlandgesellschaften; überwiegend wird jedoch Artenreichtum mit geringer Nährstoffverfügbarkeit in Zusammenhang gebracht (JANSSENS *et al.*, 1997; CHAPMANN, 2001). Bei einer Biodiversitätsmessung ist neben der Ermittlung des Artenreichtums auch die Verteilung der Ertragsanteile einzelner Arten zu berücksichtigen (BEGON *et al.*, 1990). Ziel dieser Untersuchung ist es, festzustellen, wie sich eine langjährig differenzierte N-, P-, K-Düngung auf die Biodiversität eines *Lolio-Cynosuretum*s auswirkt. Die Biodiversität kann mittels der Artenzahl, des Simpson-Evenness (Maß für die Gleichverteilung der Arten) und des Simpson-Index („Mischindikator“ für die Gleichverteilung der Arten und Artenzahl) ausgedrückt werden (MAGURRAN, 1988, BEGON *et al.*, 1990).

2. Material und Methoden

Grundlage des Versuchs ist eine Versuchsfläche auf 340 m über NN, die über 17 Jahre (1986 - 2002) unterschiedlich mit Stickstoff, Phosphat und Kalium versorgt wurde, vgl. Tab. Der Boden des Versuchsstandortes ist eine Braunerde (in ungedüngtem Zustand: pH-Wert 5,6 / 7 mg P₂O₅ * 100 g Boden⁻¹ / 11 mg K₂O * 100 g Boden⁻¹). Die N-Versorgung erfolgte mittels Kalkammonsalpeter, Phosphat wurde in Form von Hyper- und Superphosphat gedüngt. Magnesia-Kainit und 50er Kali wurden zur Kalium-Düngung verwendet. Die Varianten sind nach einem lateinischen Rechteck mit drei Wiederholungen angeordnet. Die Ertragsanteile der vorkommenden Pflanzenarten wurden bei jeder Düngungsvariante vor der Ernte

Faktoren	Stufen	
1. N-Düngung	1.1	0 kg * ha ⁻¹
	1.2	160 kg * ha ⁻¹
	1.3	320 kg * ha ⁻¹
2. P ₂ O ₅ -Düngung	2.1	0 kg * ha ⁻¹
	2.2	60 kg * ha ⁻¹
	2.3	120 kg * ha ⁻¹
2. K ₂ O-Düngung	3.1	0 kg * ha ⁻¹
	3.2	60 kg * ha ⁻¹
	3.3	120 kg * ha ⁻¹

des Primäraufwuchses in 2002 nach KLAPP/STÄHLIN (1929) geschätzt, wobei die Aufnahmeflächen der Düngungsvarianten gleich groß waren. Die Biodiversität wurde mittels der Gesamtartenzahl, des Simpson-Index und des Simpson-Evenness erfasst. Der Simpson-Index und der Simpson-Evenness wurden für jede Düngungsvariante aus den Ertragsanteilen folgendermaßen ermittelt (BEGON *et al.*, 1990):

$$\text{Simpson-Index} = 1 / (\sum P_i^2)$$

$$\text{Simpson-Evenness} = (1 / (\sum P_i^2)) / S$$

Wobei P_i = Ertragsanteil Art_i / 100 und S = Gesamtartenzahl bedeutet

Die oben aufgeführten Diversitäts-Indikatoren wurden mehrfaktoriell varianzanalytisch verrechnet, wobei für die Artenzahl vor der statistischen Verrechnung eine Wurzeltransformation vorgenommen wurde.

3. Ergebnisse und Diskussion

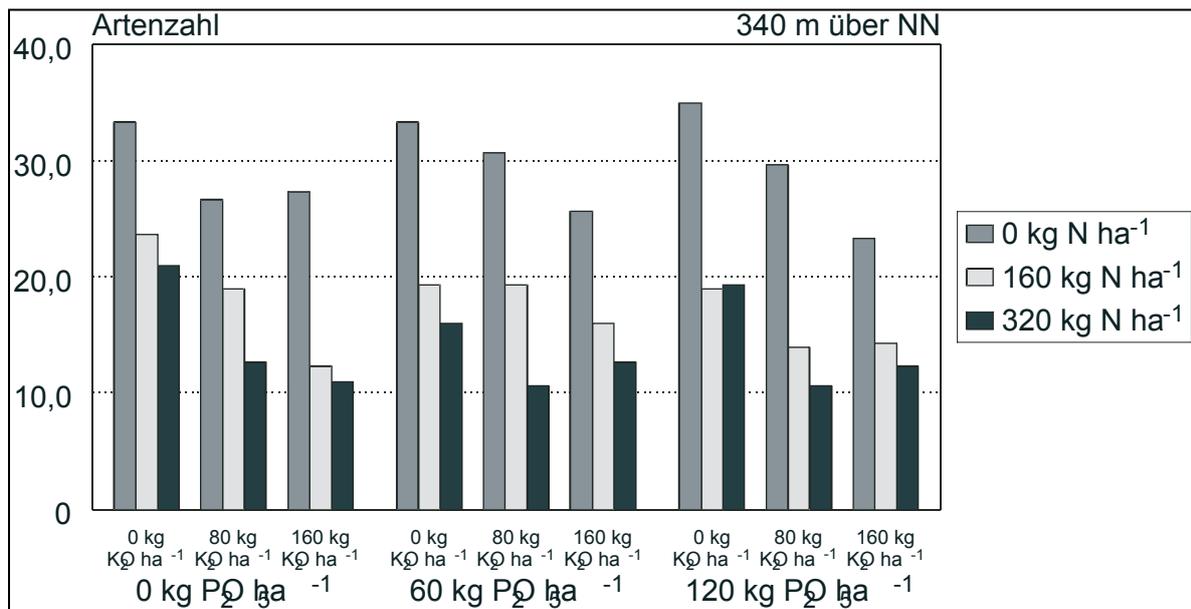


Abb. 1: Artenzahl eines *Lolio-Cynosuretums* in Abhängigkeit langfristiger N-, P-, K-Düngung

Abb. 1 verdeutlicht, dass die höchste Artenzahl bei den Varianten ohne N- und K-Düngung existiert. Nach OPITZ VON BOBERFELD (1994) bedingen steigende N-Gaben aufgrund der artabhängigen Zeitertragskurven infolge wettbewerbsbedingter Mortalität eine Abnahme der Artenvielfalt. Auch in diesem Versuch wurde auf Basis der Wurzeltransformation eine signifikante Abnahme der Artenzahl in Abhängigkeit von der N-Düngung festgestellt. Dabei verringert sich die Anzahl von Leguminosen- und sonstigen Kräuterarten sowie die Anzahl von Gräserarten. Neben der N-Düngung führt auch die K-Düngung zu einer gesicherten Abnahme der Artenzahl, besonders durch einen Rückgang der Kräuterarten. Dies steht im Einklang zu Aussagen von VOIGTLÄNDER (1987). Trotz relativ geringer P-Versorgung im Ausgangszustand des Bodens kann kein Einfluss der P-Düngung auf die Artenzahl festgestellt werden.

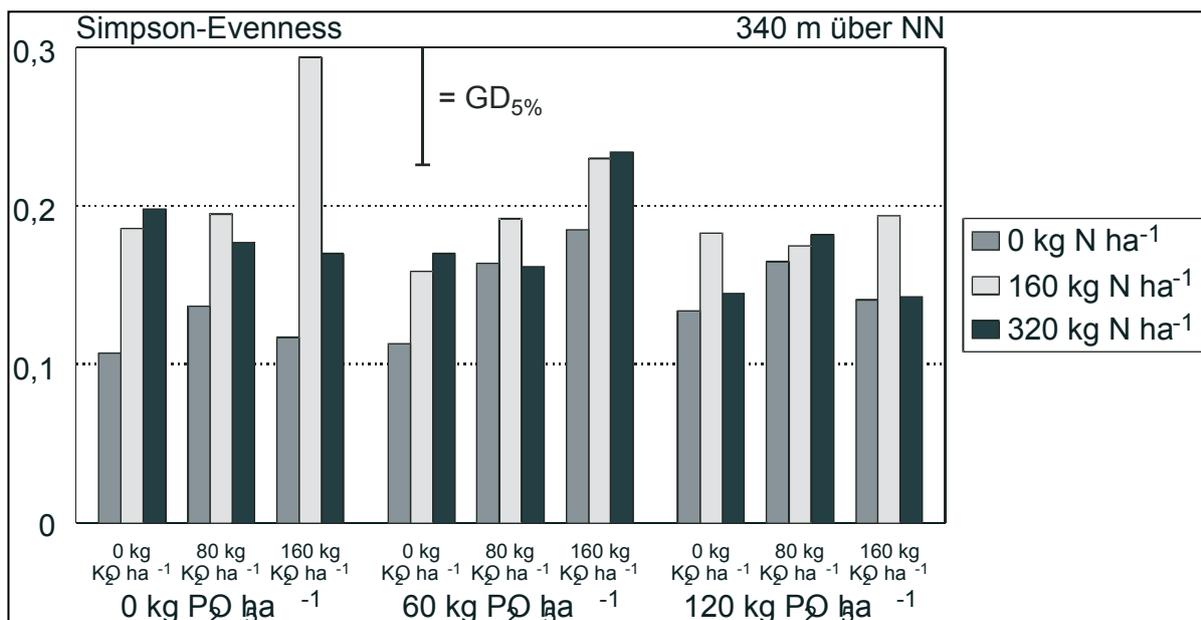


Abb. 2: Simpson-Evenness eines *Lolio-Cynosuretums* in Abhängigkeit langfristiger N-, P-, K-Düngung

Sowohl N als auch K haben eine gesicherte Wirkung auf die gleichmäßige Massenverteilung der Arten, ausgedrückt mittels des Simpson-Evenness. Die ungleichmäßigste Massenverteilung weisen die Varianten ohne N- und K-Düngung auf (= Simpson-Evenness 0,11 – 0,13), die allerdings gleichzeitig die artenreichsten Düngungsvarianten sind. Durch Zufuhr von N und K stellt sich eine gleichmäßigere Massenverteilung der vorkommenden Arten ein. Bei den artenreichen Varianten ohne N- und K-Düngung stellt in der Regel *Lolium perenne* den größten Ertragsanteil dar (= 44% – 51%), während die restlichen Arten (= 30 – 35) nur mittelmäßige (= 25%) bis sehr geringfügige Ertragsanteile (= <0,1%; vor allem Kräuter) ausmachen. Dies hat, gemessen mit dem Simpson-Evenness, eine ungleichmäßige Verteilung der Arten zur Folge. Bei höheren N- und K-Gaben wird die Gesamtartenzahl geringer, wobei schnell wachsende und konkurrenzfähige Arten dominieren (CHAPMANN, 2001). In diesem Versuch nimmt der Ertragsanteil von *Lolium perenne* bei steigender N- und K-Düngung ab und die Masse von vor allem *Elymus repens* und *Alopecurus pratensis* zu. Auch die Artenzahl nimmt bei N- und K-Düngung ab, vor allem Kräuterarten vertreten mit einem Ertragsanteil <0,1% verschwinden. Als Folge stellt sich ein Pflanzenbestand ein, bei dem *Elymus repens* und *Alopecurus pratensis* die größten Ertragsanteile einnehmen (= 30% - 95%), während die restlichen Ertragsanteile nur über eine kleinere Anzahl von Arten (= 10 – 20) verteilt sind. Daraus resultiert ein niedriger Nenner in der Simpson-Evenness Formel, was eine gleichmäßigere Verteilung der Arten zum Ausdruck bringt. Die P-Versorgung hat kein Einfluss auf die Massenverteilung der Arten.

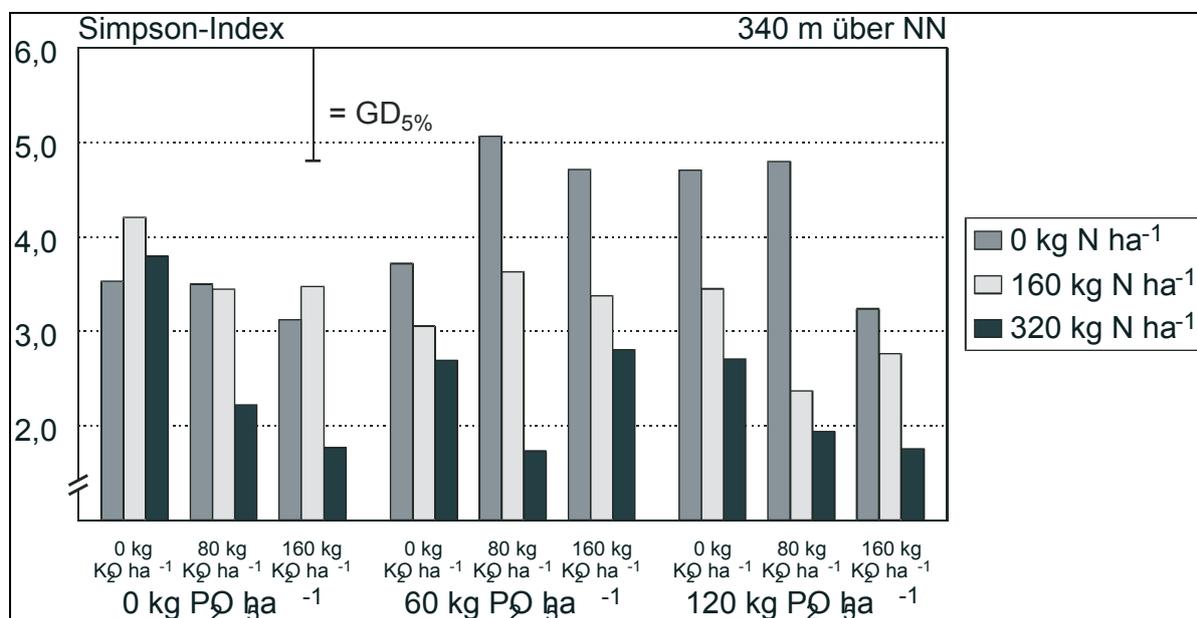


Abb. 3: Simpson-Index eines Lolio-Cynosuretums in Abhängigkeit langfristiger N-, P-, K-Düngung

Im Gegensatz zu der einzelnen Betrachtung der Artenzahl und des Simpson-Evenness spielen nicht nur N und K beim Simpson-Index, bei dem die Gleichverteilung der Arten sowie die Artenzahl berücksichtigt wird, eine signifikante Rolle. Auch die Wechselwirkungen N x P sowie K x P haben einen gesicherten Einfluss auf den Simpson-Index. Die N-Düngung hat wegen der Abnahme in Artenzahl wiederum einen negativen Einfluss auf den Simpson-Index. Eine höhere P- und K-Versorgung kann im Gegensatz dazu den Simpson-Index erhöhen, vermutlich durch eine höhere Gleichverteilung der Arten. Mittels des Simpson-Index wurde die höchste Biodiversität bei der 0 N-Düngung in Kombination mit der 60 kg * ha⁻¹ P₂O₅-Düngung und 80/160 kg * ha⁻¹ K₂O-Düngung sowie bei der Kombination von 0 N-Düngung und 120 kg * ha⁻¹ P₂O₅- und 0/80 kg * ha⁻¹ K₂O-Düngung errechnet.

4. Zusammenfassung

- ◆ Sowohl die N- als auch die K-Düngung haben eine Verringerung der Artenzahl zur Folge. Während bei einer N-Düngung die Anzahl von Leguminosen- und sonstigen Kräuterarten und die Anzahl von Gräserarten abnimmt, wird durch eine K-Düngung besonders die Anzahl der Kräuterarten reduziert.

- ◆ Mit steigender N- und K-Düngung nimmt die gleichmäßige Verteilung der Arten, ausgedrückt durch den Simpson-Evenness, zu. Dies wird vermutlich hauptsächlich durch eine Abnahme der Artenzahl (vor allem von Arten, die nur in Spuren vorkommen) verursacht. Daraus resultiert ein niedriger Nenner in der Simpson-Evenness Formel was einen höheren Evenness-Wert (= gleichmäßigere Massenverteilung) zur Folge hat.
- ◆ Trotz relativ geringer P-Versorgung im Ausgangszustand konnte kein Einfluss der P-Düngung auf die Artenzahl oder die Massenverteilung der Arten (= Simpson-Evenness) festgestellt werden. Allerdings konnte beim Simpson-Index, der sowohl die Artenvielfalt als auch die Massenverteilung der Arten berücksichtigt, ein signifikanter Einfluss von den Interaktionen P x N und P x K ermittelt werden.
- ◆ Eine N- und K-Düngung wirkt sich negativ auf die Artenzahl aus. Wird jedoch in der Biodiversitätsmessung nicht nur die Artenzahl, sondern auch die Verteilung der Ertragsanteile einzelner Arten berücksichtigt, wie z.B. in dem Simpson-Index, dann hat zwar die N-Düngung wiederum einen negativen Einfluss, eine höhere P- und K-Versorgung kann im Gegensatz dazu jedoch die Biodiversität erhöhen.

Literatur

- BEGON, M., HARPER, J.L. und C.R. TOWNSEND, 1990: Ecology: Individuals, Populations and Communities - 2nd ed. Blackwell Science, Cambridge.
- CHAPMANN, R., 2001: Recreated botanical diverse grassland. In: Competition and Succession in Pastures, Eds.: P.G. Tow & A. Lazenby, CAB International, 261 – 282.
- JANSSENS, F., PEETERS, A., TALLOWIN, J.R.B., SMITH, R.E.N., BAKKER, J.P., BEKKER, R.M., VERWEIJ, G.L., FILLAT, F., CHOCARRO, C. und M.J.M. OOMES, 1997: Relationship between soil nutrients and plant diversity in grasslands: definition of limits for the maintenance and reconstruction of species-rich communities. In: Management for grassland biodiversity, Proceedings of the International Occasional Symposium of the EGF, 315-322.
- KLAPP, E., 1929: Thüringische Rhönhutungen. Wissenschaftliches Archiv der Landwirtschaftlichen Abteilung A, Archiv Pflanzenbau 2, 704-786.
- MAGURRAN, A.E., 1988: Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1994: Grünlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- VOIGTLÄNDER, G., 1987: Düngung des Grünlandes. In: Grünlandwirtschaft und Futterbau. G. Voigtländer & H. Jacob, Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 123 – 182.

Bestandsentwicklung von Grünlandaufwüchsen in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität

Kaiser, E. u. K. Weiß

Einleitung und Aufgabenstellung

Für die Durchführung von Untersuchungen zur Abgrenzung und Zuordnung von Gültigkeitsbereichen für einzelne Schätzverfahren zur Bestimmung des energetischen Futterwertes verschiedener Grünlandaufwüchse wurden Grünlandbestände unterschiedlicher botanischer Zusammensetzung verwendet, bei denen sowohl die Stickstoffdüngung als auch die Nutzungsfrequenz variiert worden sind. Das Nutzungsregime für die Bestände war an dem Versuchsvorhaben orientiert, das dem Verbundprojekt „Umwandlung von Intensivgrünland in naturnahe Grasbestände durch extensive Bewirtschaftungsmaßnahmen“ (Kurzbezeichnung: Grünlanddauerquadrate) zu Grunde lag. Es handelte sich dabei um ein Versuchskonzept verschiedener Forschungseinrichtungen, mit dem Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet werden sollte.

In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse zur Veränderung der Pflanzenbestände durch das gewählte Düngungs- und Nutzungsregimes mitgeteilt. Das Erntegut der Aufwüchse wurde für Tierversuche verwendet.

Material und Methode

Die für die Untersuchung genutzten Grünlandbestände befanden sich in der Versuchsstation Blumberg der Humboldt-Universität zu Berlin. Der Standort kann durch den Standorttyp D3a sowie die Bodenart lehmiger Sand bis sandiger Lehm gekennzeichnet werden. Der Niederschlag beträgt im langjährigen Mittel 572 mm, die mittlere Lufttemperatur 8,6 °C.

Es handelte sich um 4 verschiedene Ansaatmischungen, die auf einem einheitlichen, ebenen Schlag nebeneinander mit einer Flächengröße von ca. 1700 m² im Jahre 1990 angesät worden waren. Der 5. Bestand (Fläche 7; keine Neuansaat) befand sich in unmittelbarer Nachbarschaft auf einem anderen Schlag. Alle Bestände hatten bis zum Versuchsbeginn eine einheitliche NPK-Düngung erhalten und waren jeweils in 2-Schnitt-Nutzung abgeerntet worden. Zu Versuchsbeginn wiesen alle Bestände eine relativ dichte Narbe und eine minimale Verunkrautung auf.

Zu Beginn des Versuchsprogrammes wurden für die Hauptbestandbilder folgende Ertragsanteile (%) ermittelt (Tab. 1):

Tab. 1 Ertragsanteil (%) der Hauptbestandbilder zu Beginn des Versuchsprogramms

Pflanzenart	Fläche-Nr.				
	2	4	5	6	7
Wiesenlieschgras	85	80		80	
Rohrschwengel					> 99
Wiesenrispe	5	5	85	5	
Deutsches Weidelgras	10	2		5	
Weißklee		5 ¹⁾	10	7	
Glatthafer				3	
Andere Arten		8	5		

1) mit geringem Rotkleeanteil

Auf jeder der genannten Flächen kamen folgende Nutzungsvarianten zur Anwendung:

- A: Qualitätsorientierte Nutzung, 3 – 4 Schnitte
Nutzungsbeginn bei Weidereife; Folgeschnitte nach Entwicklungsstand
50 kg N/ha zu jedem Aufwuchs; PK-Grunddüngung
- B: Qualitäts- und umweltorientierte Nutzung
Nutzung wie bei Var. A
keine N-Düngung; PK-Grunddüngung
- C: Naturschutzorientierte Nutzung
Nutzungsbeginn nach dem 1. Juli; 2. Schnitt im Spätsommer
keine N-Düngung; PK-Grunddüngung

Die Parzellen jeder Nutzungsvariante (3 Parzellen je Fläche) umfassten ca. 500 m² Erntefläche, von denen das Erntegut für Tierversuche verwendet wurde. Innerhalb jeder Parzelle waren (diagonal angelegt) 3 bzw. 4 Dauerbeobachtungsflächen von ca. 1 m² markiert, die über den gesamten Versuchszeitraum (1996 – 1998) auf der gleichen Stelle verblieben und der Bonitur der Pflanzenbestände dienten.

Jeweils zu Beginn und Ende der Vegetationsperiode wurde eine Bestandaufnahme der einzelnen Pflanzenarten jeder Versuchsparzelle an jeweils einem Tag durchgeführt. Dabei wurde zugleich der Flächendeckungsgrad nach Gräsern, Leguminosen und Kräutern mit Hilfe eines 1 m² großen, in 100 Teile gegitterten Quadratrahmens ermittelt. Die vor der Ernte jeder Nutzungsvariante durchgeführte Ertragsanteilschätzung erfolgte in dreifacher Wiederholung auf jeder Parzelle auf einem Flächenausschnitt von ca. 25 m², in dessen Zentrum sich die markierte 1 m²-Fläche befand. Um den dabei auftretenden subjektiven Fehler einzuschränken, wurde das Vorgehen bei der Ertragsanteilschätzung durch wiederholte Probewägung und -trocknung einzelner Ertragsanteile verschiedener Flächen kontrolliert.

Ergebnisse

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, war zu Versuchsbeginn auf 3 Flächen zunächst das Wiesenlieschgras dominierend. Erwartungsgemäß hat jedoch relativ schnell eine Verschiebung zwischen den Pflanzenarten stattgefunden. Für die Charakterisierung der Pflanzenbestände sollen vor allem die Flächenanteile der einzelnen Pflanzenarten und Pflanzenartengruppen herangezogen werden. Da die Flächenanteile jedoch nur zu Beginn und Ende der Vegetationsperiode erfasst werden konnten, die Ertragsanteile (EA) aber zu jedem Aufwuchs geschätzt wurden, werden die EA ebenfalls einbezogen.

In der Übersicht (Tabelle 2) sind die Flächendeckungsanteile der bestandsbildenden Pflanzengruppen für alle Flächen und Nutzungsvarianten zusammengestellt. Wie daraus ersichtlich ist, hatte das angewendete Nutzungsregime bei allen Varianten deutliche Auswirkungen auf die Bestandzusammensetzung sowie den Gesamt-Deckungsgrad. Während die Bestandesdichte in den A-Varianten im Versuchszeitraum zunahm und der Deckungsgrad in den B-Varianten mit durchschnittlich 91 bis 96 % hoch war, sind die Bestände der C-Varianten meist lückiger geworden, wenn auch festgestellt werden konnte, dass jeweils zu Vegetationsbeginn der Anteil an Lücken etwas kleiner war als beim vorangegangenen Vegetationsende.

Auf den Anteil an Kräutern, bei denen es sich im wesentlichen um solche Arten gehandelt hat, denen kaum ein Futterwert zugeschrieben werden kann, hatte das Düngungs- und Nutzungsregime in dem hier geprüften kurzen Zeitraum von 2 Jahren anscheinend kaum einen Einfluss. Offensichtlich lagen zwischen den Flächen vor allem bestandstypische Unterschiede vor. Allerdings haben im Versuchsverlauf vor allem Löwenzahn (Fläche 7) sowie Schafgarbe (Fläche 4) erheblich zugenommen. Durch den Verzicht auf N-Düngung sind demnach bei 3-Schnitt-Nutzung keine wesentlichen negativen Auswirkungen im Hinblick auf Bestandesdichte und Verunkrautung eingetreten. Demgegenüber hatte die 2-Schnitt-Nutzung doch zu einer Verschlechterung der Narbendichte geführt.

Das Nutzungsregime hatte bei allen Varianten erwartungsgemäß auch deutliche Auswirkungen auf die Anteile an Gräsern und Leguminosen in den Beständen. Während in den A-Varianten der Gräseranteil mit meist mehr als 90 % bestandsbestimmend und der Leguminosenanteil entsprechend gering war,

hatte insbesondere in den B-Varianten der Leguminosenanteil stark zugenommen (mit Ausnahme von Fläche 4 handelte es sich dabei um Weißklee). In den C-Varianten war der Gräseranteil nahezu durchgehend höher und der Leguminosenanteil geringer als in den B-Varianten.

Auch innerhalb jeder Pflanzengruppe sind die Veränderungen, gemessen an den Ertragsanteilen, deutlich. Der Rückgang im Anteil an Wiesenlieschgras erfolgte auf den mit Stickstoff gedüngten Flächen zu Gunsten von Deutschem Weidelgras und Wiesenrispe (Fläche 2 und 6) bzw. von Deutschem Weidelgras und Knaulgras (Fläche 4). Die EA von Deutschem Weidelgras und Wiesenrispe (Fläche 5) veränderten sich offensichtlich weniger gerichtet als mehr im zyklischen Rhythmus während des Vegetationsverlaufes.

Auf den ungedüngten Flächen der 3-Schnitt-Nutzung (Var. B) waren die für die jeweilige Fläche typischen Leitgräser ebenfalls nebeneinander vorhanden. Ihr Anteil war aber zu Gunsten von Weißklee bzw. Rotklee (Fläche 4) zurückgegangen. Im 2. Versuchsjahr kam bei Fläche 4 noch Knaulgras hinzu.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Veränderung der Pflanzenbestände unter dem Einfluss des variierten Nutzungsregimes in erster Linie zu einer Verschiebung zwischen den Anteilen an Gräsern und Leguminosen geführt hat, wobei die Verschiebung innerhalb der Gruppe der Gräser sich in erster Linie auf eine Artenverschiebung zwischen den wertvollen Gräsern erstreckte, die mit dem Wuchsverhalten und der unterschiedlichen Konkurrenzkraft der einzelnen Grasarten erklärt werden kann. Auch bei Unterlassung der N-Düngung und 2-Schnitt-Nutzung ist es während des Versuchszeitraumes nicht zu einer gravierenden Bestandsveränderung gekommen. Das beobachtete Einwandern unerwünschter Kräuter sowie die zunehmende Lückigkeit der Narbe könnten im weiteren Nutzungsverlauf eine merkliche Verschlechterung dieser Bestände zur Folge haben.

Die Arbeit wurde durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, gefördert.

Tab. 2 Flächendeckungsanteile der bestandsbildenden Pflanzengruppen, alle Flächen

[Zum Zeitpunkt Ende d. Vegetationsperiode 1996 (E/96), Beginn d. Vegetationsperiode 1997 (A/97), Ende d. Vegetationsperiode 1997 (E/97) und Beginn d. Vegetationsperiode 1998 (A/98)]

	Nutzungsvariante											
	A				B				C			
	E/96	A/97	E/97	A/98	E/96	A/97	E/97	A/98	E/96	A/97	E/97	A/98
Fläche 2												
Deckungsgrad (gesamt) %	97	95	98	100	99	86	96	95	95	83	94	98
davon Gräser	89	93	95	90	24	63	72	72	75	64	62	70
Leguminosen	8	1	2	3	75	22	15	10	20	18	27	13
Kräuter	0	2	1	7	0	1	9	13	0	1	5	15
Lücken (%)	3	5	2	0	1	14	4	5	5	17	6	2
Fläche 4												
Deckungsgrad (gesamt) %	91	92	91	99	96	85	89	93	82	74	79	92
davon Gräser	86	72	74	42	46	53	52	50	64	50	58	69
Leguminosen	4	4	8	19	47	24	25	23	18	19	18	11
Kräuter	1	16	9	28	3	8	12	20	0	5	3	12
Lücken (%)	9	8	9	1	4	15	11	7	18	26	21	8
Fläche 5												
Deckungsgrad (gesamt) %	97	97	96	98	98	97	97	97	95	96	94	97
davon Gräser	93	94	90	89	42	69	57	63	60	65	76	73
Leguminosen	4	3	5	5	56	28	39	31	35	31	16	20
Kräuter			1	4			1	4			2	4
Lücken (%)	3	3	4	2	2	3	3	3	5	4	6	3
Fläche 6												
Deckungsgrad (gesamt) %	84	96	95	97	94	96	96	98	82	96	84	97
davon Gräser	62	89	83	91	36	80	68	72	34	79	63	78
Leguminosen	22	6	11	3	58	16	25	20	48	17	21	17
Kräuter	0	1	1	3	v	v	3	6	v	v	v	2
Lücken (%)	16	4	5	3	6	4	4	2	18	4	16	3
Fläche 7												
Deckungsgrad (gesamt) %	89	93	94	100	94	89	92	95	87	85	86	82
davon Gräser	89	91	92	96	90	84	84	79	86	81	82	65
Leguminosen	<1	1	1	1	4	4	5	7	1	2	v	1
Kräuter	0	1	1	3	v	1	3	9	v	2	4	16
Lücken (%)	11	7	6	0	6	11	8	5	13	15	14	18#

davon sind 9 % von Moos bedeckt

Datum der Bestandsaufnahmen: E/96: 06.11.1996
A/97: 24.04.1997
E/97: 07.11.1997
A/98: 22.04.1998

Erntezeitprognose von Silomais – ein Modellvergleich

A. Herrmann¹, A. Kornher¹, F. Höppner², J. M. Greef², J. Rath³ und F Taube¹

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

² Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig

³ Deutsches Maiskomitee e.V., Bonn

1. Einleitung und Problemstellung

Sowohl die Sortenwahl als die Terminierung des Erntezeitpunktes von Silomais sollten mit dem Ziel getroffen werden, die höchstmögliche Futterqualität zu erreichen. In der landwirtschaftlichen Praxis sind jedoch oft verfrühte Erntetermine zu beobachten, die zu Problemen im Hinblick auf eine verstärkte Si-ckersaftbildung führen. Daneben wurden in den letzten Jahren auch zunehmend verspätete Erntetermine mit Trockenmasse gehalten über 35 % festgestellt, was in Nachgärungen resultieren kann. In beiden Fällen, d.h. einer zu frühen bzw. zu späten Ernte, wird das genetische Leistungspotential einer Sorte nicht optimal ausgenutzt mit entsprechenden negativen ökonomischen Auswirkungen. Ursachen für eine unsichere Abreifeeinschätzung liegen u.a. in der Einführung weiterentwickelter Sorten (stay-green), die eine weitgehend entkoppelte Abreife von Kolben und Restpflanze aufweisen.

Die in Frankreich und den USA zur Erntezeitprognose eingesetzten Temperatursummenmodelle (BLOC et al., 1983; DWYER et al., 1999a,b) scheinen zufriedenstellende Ergebnisse zu liefern, die Übertragbarkeit auf deutsche Klima- und Bodenverhältnisse bleibt jedoch kritisch zu prüfen. Ziel eines in Kooperation mit der FAL Braunschweig und dem Deutschen Maiskomitee durchgeführten Projektes ist es daher, ein bundeseinheitliches, praxisgerechtes Prognosesystem zur regionalen Vorhersage der Silomaisabreife zu entwickeln. Die Eignung von 3 Modellen wird untersucht: (i) das Temperatursummenmodell nach AGPM mit einer Basistemperatur von 6 °C (GDD-6), (ii) ein modifiziertes Temperatursummenmodell nach DMK unter Verwendung einer Basistemperatur von 8 °C (GDD-8) und (iii) das mechanistische, ursprünglich für Grünland entwickelte Modell FOMAQ (KORNHER et al., 1991), welches neben der Temperatur weitere Erklärungsgrößen berücksichtigt.

2. Material und Methoden

Datenbasis

Die Datenerhebung für die Modellkalibrierung erfolgte während 4 Versuchsjahren (2000-2003) an über 20 repräsentativen Standorten bundesweit, was eine möglichst große Bandbreite verschiedener Umwelten im Hinblick auf die Bodeneigenschaften und die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse gewährleistete. Daten für eine Modellvalidierung werden im Jahr 2004 erhoben. Eine Voraussetzung für die Entwicklung eines bundeseinheitlichen Prognosemodells war weiterhin die hinreichende Erfassung der genotypisch bedingten Variation des Abreifeverhaltens im Maissortenspektrum. Hierzu wurde ein Prüfsortiment von 8 Genotypen ausgewählt, s. Tab. 1, welches das Sortenspektrum hinsichtlich der Reifegruppe und des Abreifeverhaltens (schnelle bzw. langsame Restpflanzenabreife) sowie der zu erwartenden Inhaltsstoffzusammensetzung repräsentiert.

Der Versuch wurde in Form einer Spaltanlage mit 2 Wiederholungen angelegt, wobei die Sorten den Großteilstücken und 7 Erntetermine den Kleinteilstücken zugeordnet wurden. Die Aussaat erfolgte zwischen Ende April und Mitte Mai mit einem Reihenabstand von 0.75 m und einer Bestandesdichte von 7-10 Pflanzen m⁻². Alle weiteren pflanzenbaulichen Maßnahmen erfolgten ortsüblich, um die speziellen regionalen Gegebenheiten zu berücksichtigen, die Stickstoffversorgung sollte jedoch 150 kg N/ha nicht übersteigen. Die Beschreibung des Abreifeverhaltens der Sorten erfolgte primär über den TM-

Gehalt der Gesamtpflanze und wurde durch den TM-Gehalt des Kolbens und den Stärkegehalt der Gesamtpflanze ergänzt. Entscheidend war weiterhin die exakte Ermittlung der Phänologie (Aussaat, Auflaufen, BBCH 53, BBCH 65, BBCH zu jedem Probenahmetermin). Die Ermittlung von Ertrag und TM-Gehalt erfolgte an jeweils 2 x 10 Pflanzen pro Parzelle zu jedem Probenahmetermin, wobei die Pflanzen in Kolben und Restpflanze fraktioniert und gehäckselt wurden. Der TM-Gehalt wurde an einer repräsentativen Unterprobe durch Trocknung bei 105 °C bestimmt. Weitere 2 x 5 Pflanzen wurden als Ganzpflanze aufbereitet, eine Unterprobe bei 65 °C getrocknet, gemahlen und der Stärkegehalt mittels NIRS geschätzt. Die Bestimmung des Stärkegehaltes der Calibrations- und Validations-Subsets erfolgte polarimetrisch (NAUMANN et al., 1997).

Tab. Prüfsortiment

Sorte	Siloreifezahl	Kornreifezahl	Abreifetyp
Arsenal	210	210	normal
Oldham	220	-	normal
Symphony	220	210	(stay green)
Probat	230	240	(dry down)
Attribut	240	250	(dry down)
Fuego	250	220	stay green
Clarica	270	280	(dry down)
Benicia	280	250	stay green

Modellbeschreibung

FOMAQ (Forage Maize Quality) ist eines der wenigen Modelle, welches eine umfassende Simulation von Ertrag und Futterqualitätsparametern erlaubt. Das Modell besteht aus zwei dynamisch interagierenden Teilmodellen für Biomasseproduktion und Qualitätsentwicklung, die durch Bestandes- und Bodencharakteristika sowie Umweltbedingungen gesteuert werden. Erforderliche Wetterdaten umfassen tägliche Werte für Temperatur [°C], Niederschlag [mm], potentielle Verdunstung [mm] und Globalstrahlung [$J\ cm^{-2}\ d^{-1}$]. Die Biomasseakkumulation wird in täglichen Schritten als Funktion der vorhandenen Biomasse und der relativen Wachstumsrate berechnet. Letzere ergibt sich aus dem Produkt des Wachstumspotentials der jungen Pflanze und dem AGE-Index, der den Einfluss der Alterung auf das Wachstumspotential beschreibt. Das Qualitätsmodell unterstellt die Existenz zweier Qualitätslevels, wobei die Qualitätsveränderungen von einem zum anderen Level kontinuierlich erfolgen und durch Umweltbedingungen beeinflusst werden. Umweltfaktoren wie Temperatur, Strahlung und pflanzenverfügbares Bodenwasser werden über geeignete Funktionen in entsprechende Veränderungsrate konvertiert, aufsummiert und zu dem betreffenden Futterqualitätskriterium in Beziehung gesetzt. Eine Optimierungsroutine erlaubt die Minimierung der Abweichung zwischen beobachteten und simulierten Daten auf Basis der Summe der kleinsten Quadrate. Die Kalibrierung der Modellparameter wurde sortenspezifisch vorgenommen.

Für die Temperatursummenmodelle wurde eine 3-parametrische exponentielle Funktion zur Quantifizierung der Beziehung zwischen GDD-Einheiten und dem TM-Gehalt der Gesamtpflanze verwendet. Ein Polynom zweiten Grades erlaubte die Beschreibung des Zusammenhangs zwischen GDD-Einheiten und dem Stärkegehalt bzw. dem TM-Gehalt des Kolbens. Die Güte der Modellanpassungen wurde über das Bestimmtheitsmaß und den root mean square error (RMSE) abgeschätzt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Für die Simulation des TM-Gehaltes der Gesamtpflanze wurden 3 Varianten untersucht, nämlich die Berechnung (i) ab Aussaat, (ii) ab weiblicher Blüte unter Verwendung der bonitierten Blütermine, und (iii) ab mittels Temperatursumme prognostizierter weiblicher Blüte. Während die ersten beiden Varianten keine deutlichen Unterschiede bezüglich der Modellanpassung zeigten, resultierte Variante drei in grossen Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten Daten und wird daher nicht als geeigneter Ansatz für die Entwicklung eines Prognose-Tools betrachtet. Im Ergebnisteil wird für den TM-Gehalt der Gesamtpflanze die Variante ab Aussaat, für den Kolben-TM-Gehalt und den Stärkegehalt die Berechnung ab beobachteter weiblicher Blüte präsentiert.

Sorte	n	FOMAQ	
		r ²	RMSE
Arsenal	379	0.94	181.9
Oldham	378	0.93	198.1
Symphony	379	0.92	201.8
Probat	378	0.94	186.0
Attribut	380	0.93	214.4
Fuego	379	0.93	182.1
Clarica	274	0.93	211.7
Benicia	274	0.93	207.4

Tab. 2. Ergebnisse der FOMAQ Kalibration für den TM-Ertrag (g TM m⁻²), Versuchsjahre 2000-2003.

Tab. 3. Ergebnisse der Kalibrierung für den TM-Gehalt und den Stärkegehalt der Gesamtpflanze und den TM-Gehalt des Kolbens; die Datenbasis der vorläufigen Stärke-Kalibrierung umfasst die Jahre 2000-2002.

	Sorte	n	FOMAQ		GDD-6		GDD-8	
			r ²	RMSE	r ²	RMSE	r ²	RMSE
TM-Gehalt (g kg ⁻¹ FM)	Arsenal	391	0.90	36.2	0.87	40.8	0.87	40.7
	Oldham	391	0.90	34.0	0.87	39.3	0.87	38.3
	Symphony	391	0.92	30.7	0.87	37.8	0.88	36.4
	Probat	391	0.91	31.9	0.88	36.6	0.88	35.8
	Attribut	391	0.91	30.4	0.88	35.4	0.89	33.2
	Fuego	391	0.90	30.6	0.87	34.4	0.88	33.4
	Clarica	280	0.88	33.3	0.85	36.9	0.87	33.7
	Benicia	281	0.88	31.2	0.86	34.1	0.87	32.0
Stärke-Gehalt (g kg ⁻¹ DM)	Arsenal	154	0.77	28.7	0.73	30.7	0.70	31.9
	Oldham	154	0.74	28.4	0.72	29.7	0.69	31.2
	Symphony	154	0.74	28.0	0.65	32.8	0.65	35.5
	Probat	154	0.81	31.1	0.77	34.2	0.75	35.7
	Attribut	156	0.71	38.1	0.75	35.2	0.71	37.6
	Fuego	154	0.77	30.1	0.73	32.5	0.71	33.9
	Clarica	103	0.84	32.3	0.82	33.2	0.82	33.8
	Benicia	103	0.87	30.1	0.84	33.8	0.83	34.7
TM-Gehalt Kolben (g kg ⁻¹ FM)	Arsenal	267	0.94	32.2	0.94	32.4	0.93	33.4
	Oldham	267	0.92	35.7	0.91	39.4	0.91	39.0
	Symphony	267	0.91	36.4	0.90	38.5	0.89	39.0
	Probat	267	0.95	31.9	0.92	39.2	0.91	40.2
	Attribut	266	0.95	32.2	0.94	32.8	0.94	33.7
	Fuego	266	0.92	37.5	0.92	35.8	0.92	37.6
	Clarica	198	0.93	36.4	0.93	36.9	0.94	35.9
	Benicia	198	0.94	36.0	0.93	36.1	0.93	36.7

Die Modellierung von TM-Gehalt und Stärkegehalt mit dem Modell FOMAQ erforderte zunächst eine Optimierung des Ertragsmodells zur Berechnung des Bodenwasserhaushaltes, der eine Steuergröße für das Qualitätsmodell darstellt. FOMAQ umfasst insgesamt 54 Modellparameter, 28 aus dem Wachstums- und 26 aus dem Qualitätsmodell. Sortenspezifische Werte wurden für 3 Parameter des Wachstums- und 6 Parameter des Qualitätsmodells zugewiesen. Zwei weitere Parameter des Wachstumsmodells zur Charakterisierung des Bodenwasserhaushaltes wurden standortspezifisch kalibriert. Alle restlichen Parameter waren identisch für alle Sorten und Standorte.

Die Adaptierung der ‚Grünland-Version‘ von *FOMAQ* erforderte keinerlei Modifikationen der Modellalgorithmen. Der TM-Ertrag wurde zufriedenstellend für alle Sorten abgebildet, mit RMSE-Werten zwischen 10 und 15% des Ertrages zur Siloreife, s. Tab. 2. Für den TM-Gehalt von Gesamtpflanze und Kolben ergaben alle drei Modelle zufriedenstellende Anpassungen, s. Tab. 3. Durch die Berücksichtigung von Strahlung und Bodenwasser in *FOMAQ* konnte jedoch im Vergleich zu GDD-8 eine Reduktion des Prognosefehlers von 9% für den TM-Gehalt der Gesamtpflanze bzw. 6% für den Kolben-TM-Gehalt erzielt werden. Insbesondere die Daten des Versuchsjahres 2003, die durch z.T. deutlichen Trockenstress geprägt waren, belegen die Überlegenheit von *FOMAQ* für problematische Witterungs- und Standortbedingungen. Ein Vergleich beider Temperatursummenmodelle zeigte für den TM-Gehalt der Gesamtpflanze geringfügig bessere Modellanpassungen für GDD-8, während für den Kolben-TM-Gehalt GDD-6 geringere RMSE-Werte aufwies. Für den Stärke-Gehalt konnte der Prognosefehler durch die Verwendung von *FOMAQ* um 6% gegenüber GDD-6 reduziert werden.

Trotz der vielversprechenden Ergebnisse, speziell für *FOMAQ*, kann die Genauigkeit der Modellprognosen durch weitere Modellmodifikationen gesteigert werden. So scheint die Verwendung der Boden- statt Lufttemperatur in frühen Entwicklungsstadien die Genauigkeit der Prognose von Phänologie und Wachstum zu verbessern (JAMIESON et al., 1995; BOLLERO et al., 1996). Weiterhin könnte eine Differenzierung der Temperatur-, Strahlungs- und Bodenwasser-Responsefunktionen nach vegetativer und generativer Entwicklung zu einer Verbesserung der Modellanpassungen führen, wie Untersuchungen von STEWART et al. (1998) andeuten.

4. Schlussfolgerungen

Durch die Einbeziehung der Einstrahlungsintensität, aber insbesondere des Bodenwasserhaushaltes im Modell *FOMAQ* kann der Prognosefehler sowohl für den TM-Gehalt von Gesamtpflanze und Kolben als auch für den Stärkegehalt der Gesamtpflanze reduziert werden. Weitere Modellmodifikation, eine Evaluierung und die Umsetzung des Modells in die landwirtschaftliche Praxis sind zur Zeit in Bearbeitung.

Literatur

- BLOC, D., GAY, J.-P., GOUET, J.P. (1983): Influence de la température sur le développement du maïs. Bull. OEPP 13, 163-169.
- BOLLERO G.A., BULLOCK D.G. and HOLLINGER, S.E. (1996): Soil temperature and planting date effects on corn yield, leaf area, and plant development. *Agronomy Journal* 88, 385-390.
- DWYER, L.M., STEWART, D.W., CARRIGAN, L., MA, B.L., NEAVE, P., BALCHIN, D. (1999a): Guidelines for comparisons among different maize maturity rating systems. *Agronomy Journal* 91, 946-949.
- DWYER, L.M., STEWART, D.W., CARRIGAN, L., MA, B.L., NEAVE, P., BALCHIN, D. (1999b): A general thermal index for maize. *Agronomy Journal* 91, 940-949.
- JAMIESON P.D., BROOKING I.R., PORTER J.R. and WILSON D.R. (1995): Prediction of leaf appearance in wheat: A question of temperature. *Field Crops Research* 41, 35-44.
- KORNHER, A., NYMAN, P., TAUBE, F. (1991): Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Das Wirtschaftseigene Futter* 37, 232-248.
- NAUMANN, K., BASSLER, R., SEIBOLD, R., BARTH, C. (1997): Methodenbuch III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. VDLUFA Verlag, Darmstadt.
- STEWART D.W., DWYER L.M. and CARRIGAN L.L. (1998): Phenological temperature response of maize. *Agronomy Journal* 90, 73-79.

Ertragsentwicklung von Silomais und Deutschem Weidelgras in den letzten Jahrzehnten - Zuchtfortschritt oder Klimawandel ?

A. Herrmann, A. Kornher, und F Taube

Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau,
Christian-Albrechts Universität zu Kiel

1. Einleitung und Problemstellung

Die Produktion von Silomais und vielen kühlgemäßigten Futterpflanzen ist gekennzeichnet durch einen raschen Sortenwechsel. Die Dokumentation des genetischen Fortschritts und dessen Effekte auf die tierische Produktion ist eine wichtige Determinante für die Akzeptanz neuer Genotypen. Für Silomais werden Ertragssteigerungen von 1.3 bis 1.6 dt ha⁻¹ a⁻¹ unter US-amerikanischen Anbaubedingungen berichtet (COORS und LAUER, 2000; LAUER *et al.*, 2001) und scheinen auch für die Silomaisproduktion in Bayern bestätigt werden zu können (EDER und WIDENBAUER, 2003). Im Vergleich zu Mais werden für perennierende Futterpflanzen deutlich geringere Ertragssteigerungen im Bereich von 0.04 bis 4.9 % pro Dekade gefunden (VERONESI, 1991; CASLER *et al.*, 2000). Zurückgeführt wird der Ertragsanstieg auf drei Faktoren: (i) die Steigerung des genetischen Ertragspotentials, (ii) den Einsatz verbesserter pflanzenbaulicher Maßnahmen und (iii) eine verbesserte Stresstoleranz (Genotyp x Management Interaktion). Untersuchungen zum Beitrag der Züchtung an der Entwicklung des Ertragspotentials vernachlässigen jedoch meist die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Klimaänderung. Seit den 70ern, aber insbesondere im Zeitraum von 1981 bis 1990, wurde ein merkbarer Temperaturanstieg festgestellt, der speziell bei Mais aufgrund des relativ hohen Temperaturanspruchs in Ertragssteigerungen resultiert haben müsste. Zur Analyse dieser Effekte stellen Modelle ein geeignetes Instrument dar. Ziel eines aktuellen Projektes war es daher, den Beitrag der Klimaänderung an der Ertragssteigerung von Silomais und Deutschem Weidelgras anhand einer Simulationsstudie mit dem Modell FOPROQ bzw. FOMAQ (KORNHER *et al.*, 1991) abzuschätzen. Hierzu wurde für Silomais eine 25-Jahre umfassende Simulation für je einen Standort in Schleswig-Holstein und Bayern durchgeführt. Die Modellparameterisierungen basieren auf mehrjährigen, mehrortigen Versuchen. Eine entsprechende Simulation für Deutsches Weidelgras, beschränkt auf einen Standort in Schleswig-Holstein, stützt sich auf einen 2-ortigen, mehrjährigen Feldversuch. Ein Vergleich der Simulationen mit Daten aus Landessortenversuchen bzw. Wertprüfungen ermöglicht eine Abschätzung des Züchtungsfortschritts.

2. Material und Methoden

Simulation Silomais

Mit dem Modell FOMAQ wurde eine Simulation unter Verwendung historischer Wetterdaten (1979-2003) des Standortes Kiel (Schleswig-Holstein) für eine Sorte der frühen Reifegruppe (Arsenal; S 210, K210) durchgeführt. Entsprechende Berechnungen für den Standort Augsburg (Bayern) erfolgten für eine Sorte des mittelfrühen Sortimentes (Probat; S230, K240). Als Kriterium für die Siloreife wurde ein TM-Gehalt von 32% angenommen. Falls die Siloreife aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse nicht erreicht werden konnte, wurde der spätest mögliche Erntetermin auf den 10. Oktober festgelegt. Die den Simulationen zugrunde liegenden Modellkalibrierungen basieren auf Daten, die im Rahmen des Projektes ‚Regionale Erntezeitprognose Silomais‘ während 4 Jahren an über 20 Standorten bundesweit erhoben wurden. Für Details bezüglich der Versuchsdurchführung und der Güte der Modellanpassungen siehe HERRMANN *et al.* (2004).

Simulation Deutsches Weidelgras

Die Simulation mit dem Modell FOPROQ umfasst 25 Jahre (1979-2003) für je eine frühe (Gremie) und eine späte Sorte (Vigor) am Standort Schuby (Schleswig-Holstein). Als Nutzungssystem wurde eine

4-Schnittnutzung zur Silagebereitung vorgegeben. Die Stickstoffversorgung von 360 kg N ha⁻¹ (120 kg N ha⁻¹ zum ersten Aufwuchs, 80 kg N ha⁻¹ zum zweiten bis vierten Aufwuchs) stellte sicher, dass die Ertragsleistung im wesentlichen nur durch die Witterung limitiert wurde. Die Nutzungsreife wurde bei einem ADF-Gehalt von 28% für den ersten, 27% für den zweiten und dritten und 30% für den vierten Aufwuchs angenommen.

Die Modellkalibrierungen basieren auf einem Feldversuch (WULFES, 1993), der während drei Jahren (1988-1990) an zwei Standorten (Hohenschulen: sL, 7.8 °C Jahresmitteltemperatur und 716 mm Jahresniederschlag, Karkendamm: hS, 8.4 °C, 814 mm) in Schleswig-Holstein durchgeführt wurde. Die Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Deutschem Weidelgras wurde in Abhängigkeit der N-Düngung (0, 40, 80, 120 kg N ha⁻¹ je Aufwuchs) in unterschiedlichen Aufwuchszeiträumen durch wöchentliche Beprobungen erfasst. Die Modelloptimierung erfolgte zunächst getrennt für jede N-Stufe, jedoch konnten für den ADF-Gehalt die 40, 80 und 120 kg N ha⁻¹ Varianten in einem zweiten Schritt gemeinsam optimiert werden. Die Güte der Modellanpassungen wird anhand des Bestimmtheitsmaßes und des root mean square error (RMSE) in Tab. 1 dargestellt.

Die Ergebnisse der Simulationen wurden regressionsanalytisch ausgewertet und erlauben so eine Quantifizierung der durch Klimaänderungen bedingten Ertragssteigerungen. Ein Vergleich mit Landessortenversuchen (Silomais) bzw. Wertprüfungen (Dt. Weidelgras) ermöglicht eine Abschätzung des Zuchtfortschrittes.

Tab. 1. Resultate der Modelloptimierung für den TM-Ertrag (g m⁻²) und die Gehalte an ADF und Rohprotein (%).

		Aufwuchs 1		Aufwuchs 2		Aufwuchs 3		Aufwuchs 4	
		B	RMSE	B	RMSE	B	RMSE	B	RMSE
Gremie	Ertrag	0.73	134.6	0.87	65.4	0.89	43.2	0.80	38.2
	ADF	0.88	2.78	0.71	2.48	0.72	1.91	0.57	1.49
	Rohprot.	0.94	1.88	0.82	2.33	0.95	1.76	0.78	2.72
Vigor	Ertrag	0.78	83.2	0.74	131.0	0.84	73.0	0.88	34.5
	ADF	0.86	2.69	0.78	2.88	0.63	1.95	0.56	1.40
	Rohprot.	0.96	1.73	0.91	2.05	0.97	1.43	0.85	2.43

3. Ergebnisse und Diskussion

Während der Jahre 1979 bis 2003 war ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur von 0.04 °C (Augsburg) bis 0.07 °C (Kiel) pro Jahr zu beobachten, der für Kiel und Schuby insbesondere in den letzten beiden Dekaden durch höhere Temperaturen in der Vegetationsperiode hervorgerufen wurde. Begleitet wurde der Temperaturanstieg an beiden Standorten durch eine verminderte Niederschlagsmenge.

Aufgrund des für gemäßigte Gräser im Vergleich zu Mais deutlich geringeren Temperaturoptimums, welches im Wachstumsmodell mit 17 °C angenommen wurde, wirkte sich der Temperaturanstieg in der Simulation für Deutsches Weidelgras nur mäßig aus, s. Abb. 1. Die durch die Witterung bedingten Ertragssteigerungen von ca 0.2 dt TM ha⁻¹ a⁻¹ bewegen sich in dem von VERONESI *et al.* (1991) berichteten Bereich für Züchtungsfortschritt von Futterpflanzen. Wertprüfungsdaten des Standortes Schuby lassen für den gleichen Zeitraum keinen Ertragsanstieg erkennen. Die Ergebnisse werden bestätigt durch Untersuchungen von FEUERSTEIN (1995). Ein direkter Vergleich von Simulation und Wertprüfungen ist jedoch erschwert, da das Wertprüfungssortiment sowohl frühe als auch späte Sortentypen umfasst und das Düngungsregime nicht constant war.

Für Silomais weisen die Landessortenversuche Schleswig-Holstein im Gegensatz zu Deutschem Weidelgras einen deutlich Ertragsanstieg von 1.3 dt TM ha⁻¹ a⁻¹ in den Jahren 1986 bis 2003 aus, s. Abb. 2. Dieser Ertragsanstieg kann jedoch gänzlich dem Einfluss der Witterung, d.h. dem relativ starken Anstieg der Temperatur in der Vegetationsperiode, zugeschrieben werden, wie Simulationen für die Sorte Arsenal belegen. Auch der für die bayerischen Landessortenversuche (mittelfrühes Sortiment) errechnete Ertragsanstieg ist durch den Einfluss der Witterung begründet, s. Abb. 2. Verglichen mit Schleswig-Holstein liegt die Ertragssteigerung aber auf einem geringeren Niveau, s. Abb. 3, was durch den geringeren Temperaturanstieg in der Vegetationsperiode und das ohnehin höhere Temperaturniveau bedingt ist. Der Beitrag der Genetik an den Ertragssteigerungen der letzten Dekaden ist also als gering einzuschätzen. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen für US-amerikanischen Körnermais kommen Duvick

und CASSMAN (1999), die keinen Anstieg des Ertragspotentials, d.h. des Ertrags unter nichtlimitierenden Umweltbedingungen, in den letzten 15 Jahren feststellen konnten.

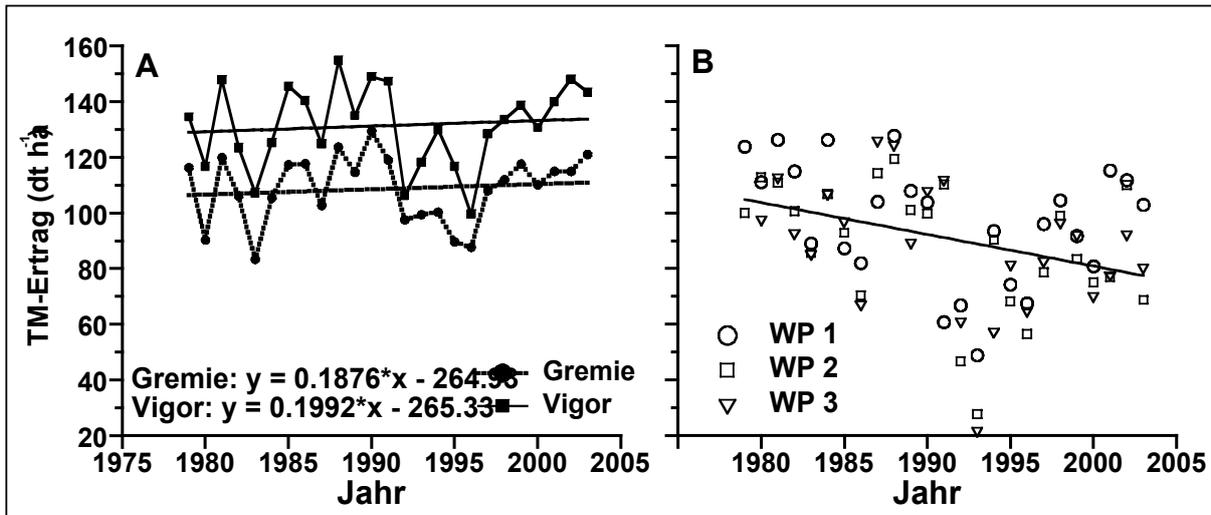


Abb. 1. (A) Simulierte Erträge (dt TM ha⁻¹) und Regressionsfunktionen für Deutsches Weidelgras am Standort Schuby, Schleswig-Holstein, und (B) Wertprüfungsdaten des Standortes Schuby (B); WP bezeichnet das Wertprüfungsjahr

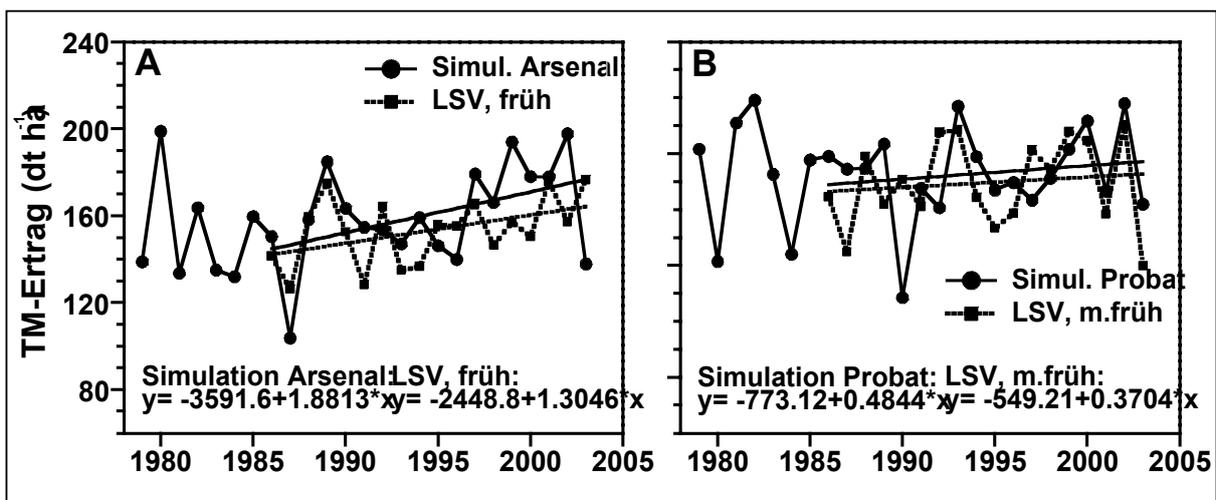


Abb. 2. Vergleich von simulierten Silomaiserträgen (dt TM ha⁻¹) und Ergebnissen aus Landesortenversuchen (LSV) für (A) den Standort Kiel (Simulation Arsenal, S210 vs. LSV, frühes Sortiment) und (B) den Standort Augsburg (Simulation Probat, S230 vs. LSV, mittelfrühes Sortiment).

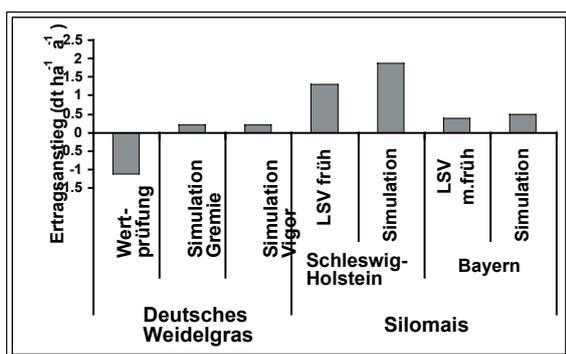


Abb. 3. Vergleich von simuliertem (durch Klimawandel bedingten) und beobachtetem Ertragsanstieg (dt ha⁻¹ a⁻¹) für Deutsches Weidelgras (1979-2003) und Silomais (1986-2003).

4. Schlussfolgerungen

Die für Silomais in den letzten beiden Dekaden beobachteten Ertragssteigerungen sind durch die Witterung, d.h. den Temperaturanstieg zu erklären. Für Deutsches Weidelgras zeigten die Simulationen einen geringen, witterungsbedingten Ertragsanstieg, der jedoch nicht in den Wertprüfungen widerspiegelt wurde.

Literatur

- CASLER, M.D., VOGEL, K.P., BALASKO, J.A., BERDAHL, J.D., MILLER, D.A., HANSEN, J.L., FRITZ, J.O. (2000): Genetic progress from 50 years of Smooth Bromegrass breeding. *Crop Science* 40, 13-22.
- COORS, J.G., LAUER, J.G. (2000): Silage corn. In: A.R. HALLAUER (Ed.), *Specialty corns*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- DUVICK, J.G., CASSMAN, K.G. (1999): Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. *Crop Science* 39, 1622-1630.
- EDER, J., WIDENBAUER, W. (2003): Zuchtfortschritt nutzen. *Mais* 2/2003, 22-46.
- FEUERSTEIN, U. (1995): Leistungsstand der Futterpflanzenzüchtung und deren Ziele nach der EU-Agrarreform. In: LK Hannover (Ed.), *Praxisinformation Grünland und Futterwirtschaft*, Heft 25, Ziele der Futterpflanzenzüchtung für das Grünland, 5-28.
- HERRMANN, A., KORNER, A., HÖPPNER, F., GREEF, J.M., RATH, J., TAUBE, F. (2004): Erntezeitprognose von Silomais – ein Modellvergleich. (dieser Tagungsband)
- KORNER, A., NYMAN, P., TAUBE, F. (1991): Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Das Wirtschaftseigene Futter* 37, 232-248.
- LAUER, J.G., COORS, J.G., FLANNERY, P.J. (2001): Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. *Crop Science* 41, 1449-1455.
- VERONESI, F. (1991): Achievements in fodder crop breeding in Mediterranean Europe. In: A.P.M DEN NIJS, A. ELGERSMA (Ed.), *Fodder crops breeding: Achievements, novel strategies, and biotechnology*. PUDOC, Wageningen, the Netherlands, p. 25-30.
- WULFES, R. (1993): Wachstumsanalytische Untersuchungen zur Dynamik der Qualitätsentwicklung von Deutschem Weidelgras und Knautgras im Vegetationsablauf in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung und vom Standort. *Dissertation*, Universität Kiel.

Simulation der Stickstoffdynamik von Silomais mit dem Modell HERMES

A. Herrmann¹, K.C. Kersebaum², M. Wachendorf¹ und F Taube¹

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

² Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF), Institut für Landschaftssystemanalyse, Müncheberg

1. Einleitung und Problemstellung

Steigende Ansprüche an die Umweltverträglichkeit stellen eine ernstzunehmende Herausforderung für die Futterproduktion dar. Der Silomaisproduktion unter maritimen Klimabedingungen wird ein hohes Stickstoff (N)-Verlustpotential zugesprochen, bedingt durch die späte Aussaat im Frühjahr, eine langsame Jugendentwicklung und die fehlende Bodenbedeckung über Winter (STICKSEL *et al.*, 1994; SCHRÖDER, 1998; LIEGGENS *et al.*, 2000). Um den Effekt von Managementmaßnahmen auf die N-Verluste im Silomaisanbau zu untersuchen, bietet sich der Einsatz von Modellen an. Zur Abbildung der N-Dynamik von Mais ist eine Reihe verschiedener Modelle verfügbar, wie beispielsweise CERES Maize (JONES and KINIRY, 1986). Diese wurden jedoch meist unter Umweltbedingungen entwickelt, die sich deutlich von den Klima- und Bodenverhältnissen in Norddeutschland unterscheiden. Das Modell HERMES (KERSEBAUM, 1995) wurde für die Simulation des Wasser- und N-Haushaltes von Getreidebau-Fruchtfolgen unter den klimatischen Verhältnissen Norddeutschlands entwickelt. Ziel eines aktuellen Projektes war es (i) basierend auf einem 5-jährigen N-Steigerungsversuch die Modellalgorithmen von HERMES für die Simulation von Silomais zu adaptieren und (ii) die Modell-Performance im Hinblick auf verschiedene Parameter der Ertragsbildung (Ertrag, N-Aufnahme) und N-Dynamik (N_{min}-Gehalte im Boden, N-Verluste durch Auswaschung) zu evaluieren.

2. Material und Methoden

Datenbasis

Die Kalibrierung von HERMES basiert auf Daten, die in einem 5-jährigen N-Steigerungsversuch (1997-2001) auf dem Versuchsgut ‚Karkendamm‘ der Christian-Albrechts Universität zu Kiel erhoben wurden (BÜCHTER *et al.*, 2003). Der vorherrschende Bodentyp ist ein Podsol-Gley, bei der Bodenart handelt es sich um humosen Sand mit 18-25 Bodenpunkten. Das Klima kann als gemäßigt maritim angesprochen werden mit einer Jahresmitteltemperatur von 8.4 °C, einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 823.6 mm und einer mittleren klimatischen Wasserbilanz von 312 mm. Vor Anlage des Versuches erfolgte die Nutzung über 4 Jahre durch Silomaisanbau mit einer praxisüblichen N-Düngungsintensität von ca. 100 kg N ha⁻¹ in Form von Gülle oder Stallmist und einer mineralischen N-Gabe in Höhe von 50 kg N ha⁻¹.

Die Sorte ‚Naxos‘ wurde zwischen Ende April und Anfang Mai mit einer Bestandesdichte von 10-11 Pflanzen m⁻² ausgesät. Die N-Versorgung wurde durch Gaben von 0, 20 und 40 m³ ha⁻¹ Rindergülle (durchschnittlicher N-Gehalt 2.9 kg N m⁻³) und 0, 50, 100 und 150 kg N ha⁻¹ mineralischen N-Dünger (KAS) variiert, s. Tab. 1, wobei die Behandlungen jeweils auf der gleichen Parzelle lagen. Die Gülle wurde kurz vor der Aussaat appliziert und umgehend in den Boden eingearbeitet. Die mineralische N-Düngung erfolgte in aliquoten Mengen zum 1- und 6-Blatt Stadium. Die Grunddüngung mit Phosphor und Kalium wurde für jede Behandlungsstufe an die höchste Gülleapplikationsstufe angepasst. Durch Zuwachsbeprobungen in zwei-wöchentlichem Abstand wurde die Ertrags- und Qualitätsentwicklung ermittelt. In 2000 und 2001 wurden lediglich für die Varianten 0 kg N ha⁻¹ und 150 kg N ha⁻¹ (mineralisch) Zuwachsbeprobungen durchgeführt, während zur Siloreife Ertrag und Futterqualität aller Behandlungen erfasst wurde.

Der N-Status des Bodens wurde anhand des Nmin-Gehaltes charakterisiert. Probenahmen erfolgten vor Beginn und nach Beendigung der Vegetationsperiode auf einer Tiefe von 90 cm. Die Stickstoffverluste über Sickerwasser wurden durch Saugkerzen ermittelt. Unmittelbar nach der Maisernte wurden 4 Saugkerzen pro Parzelle auf einer Tiefe von 60 cm installiert. Durch wöchentliches Anlegen eines Unterdruckes von -400 hPa über 3 bis 4 Tage wurden Proben gewonnen und deren Nitrat-Gehalt photometrisch bei 210 nm bestimmt. Die Sickerwassermenge wurde über die klimatische Wasserbilanz und die Feldkapazität ermittelt, wobei die Evapotranspiration nach WENDLING (1995) berechnet wurde.

Modellbeschreibung

HERMES ist ein prozess-orientiertes Modell zur Simulation des Pflanzenwachstums und der N-Dynamik. Teilmodelle bilden den Wasserhaushalt, den N-Transport und die N-Transformation ab. Die Beschreibung von Wachstums, Entwicklung und N-Aufnahme erfolgt durch ein einfaches Pflanzenmodell auf Basis von SUCROS (VAN KEULEN *et al.*, 1982). Das Modell arbeitet in täglichen Zeitschritten unter Verwendung von Tagesmitteltemperatur [°C], Niederschlag [mm], Sättigungsdefizit 14:00 [hPa] und Globalstrahlung [J cm⁻²]. Zur Beschreibung des Bodenwassergehaltes wird ein Kapazitätsmodell verwendet, wobei die Kapazitätsparameter automatisch aus den Angaben zur Bodentextur abgeleitet werden. Die N-Mineralisierung basiert auf der Annahme zweier Pools unterschiedlich schnell mineralisierbaren organischen Stickstoffs. Die Simulation der Mineralisierung erfolgt mittels einer Kinetik 1. Ordnung als Funktion von Temperatur und Bodenfeuchte.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Modelloptimierung führte zu zufriedenstellenden Ergebnissen für die Biomasseproduktion, die N-Aufnahme der Pflanze, den Nmin-Gehalt des Bodens und die N-Auswaschung mit Bestimmtheitsmaßen von 0.95, 0.77, 0.38 und 0.40 für den Vergleich von beobachteten versus simulierten Daten (berechnet über alle Behandlungen und Jahre).

Die Darstellung von Nmin und N-Verlusten durch Auswaschung wird auf die Bodenschicht 0-60 cm beschränkt, da der stark schwankende Grundwasserstand die N-Dynamik in der Schicht 60-90 cm deutlich beeinflusste. Zwei der insgesamt 12 Behandlungen wurden selektiert, um den aktuellen Stand der Modellierung zu demonstrieren. Abbildung 1 zeigt einen Vergleich zwischen berechneten und beobachteten Werten für TM-Ertrag, N-Aufnahme und Nmin-Gehalten für Behandlung 10 (150 kg N ha⁻¹). Die Simulation startete von der ersten Nmin-Probenahme in 1997 und lief ohne Korrektur kontinuierlich bis Dezember 2001. Die Akkumulation oberirdischer Biomasse wurde durch das Modell befriedigend abgebildet. Die beobachteten N-Aufnahmemengen der Pflanze zeigten eine beträchtliche Variabilität innerhalb der 4 Wiederholungen. Die simulierten Werte liegen meist innerhalb des 1-σ-Bereichs, die N-Aufnahme wird jedoch leicht überschätzt. Folglich wird der Nmin-Gehalt des Bodens etwas unterschätzt.

Tab. 1. Stickstoff-Behandlungen und simulierte N-Verluste durch Auswaschung (Mittel über 4 Jahre, Auswaschungsperiode 01.05.-30.04.)

Behandlung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N mineralisch [kg N ha ⁻¹]	0	0	0	50	50	50	100	100	100	150	150	150
Gülle [m ³ ha ⁻¹]	0	20	40	0	20	40	0	20	40	0	20	40
N Input gesamt [kg N ha ⁻¹]	0	57	113	50	107	163	100	157	213	150	207	263
Simulierte N-Auswaschungsverluste [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	39	44	51	47	51	69	62	75	103	94	118	146

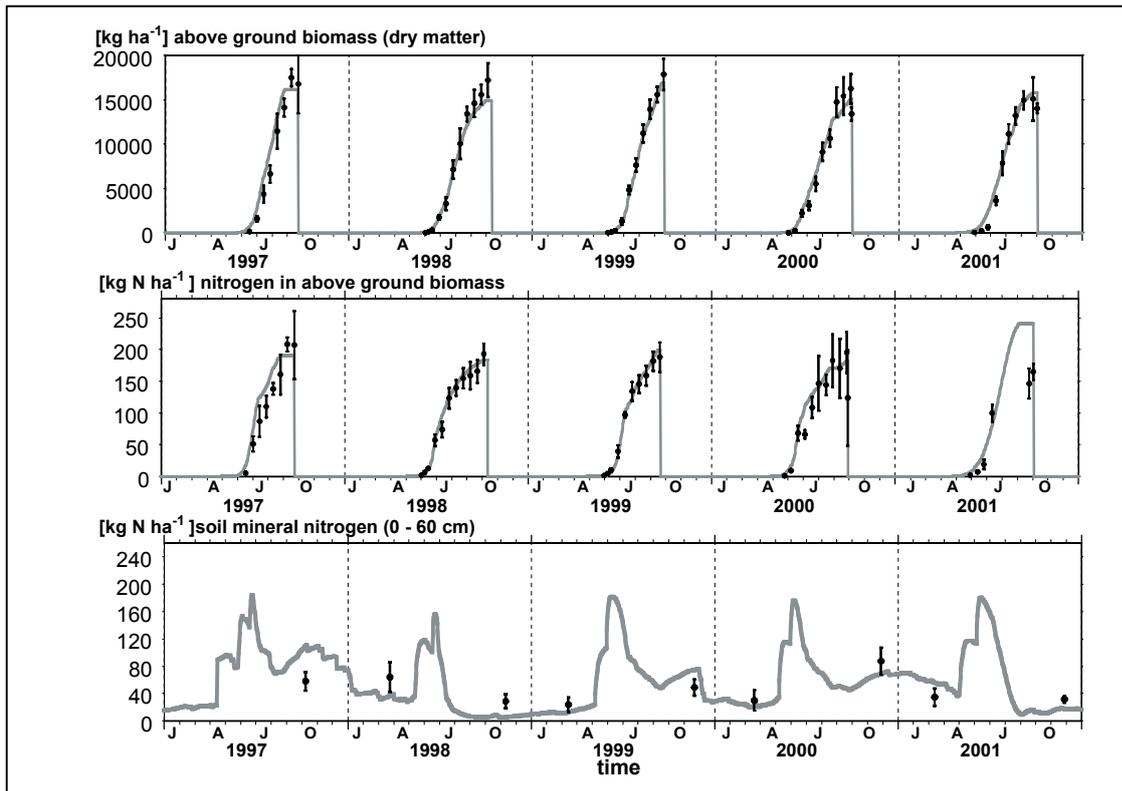


Abb. 1. Simulierte (Linien) und beobachtete (Symbole mit Standardfehler, 4 Wdh.) Werte zur oberirdischen Biomasse, N-Ertrag und Nmin-Gehalt in 0-60 cm für die Variante 150 kg N ha⁻¹ (mineralisch).

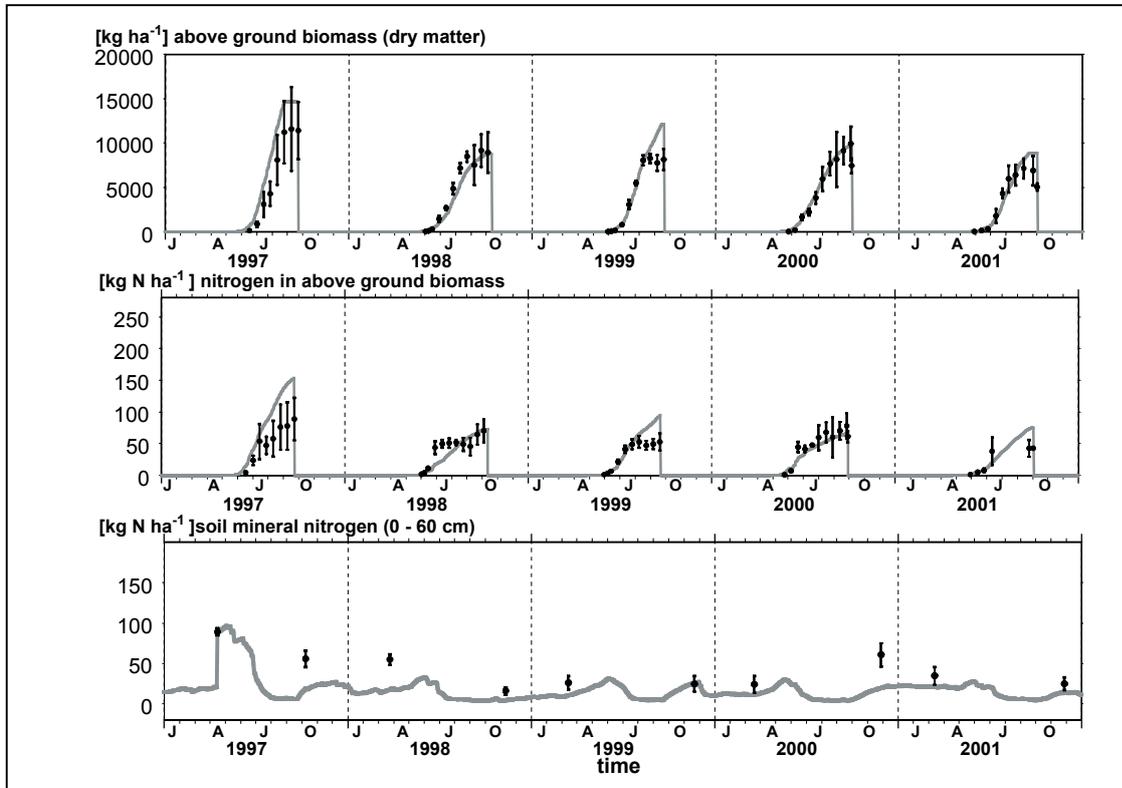


Abb. 2. Simulierte (Linien) und beobachtete (Symbole mit Standardfehler, 4 Wdh.) Werte zur oberirdischen Biomasse, N-Ertrag und Nmin-Gehalt in 0-60 cm für die Kontroll-Variante (0 kg N ha⁻¹).

Die Ergebnisse für die Kontroll-Variante (0 kg N ha⁻¹) sind in Abb. 2 dargestellt. Die Reduktion der Biomasse wird zufriedenstellend durch das Modell abgebildet. Die N-Aufnahme durch die Pflanze wird etwas überschätzt, insbesondere im ersten Jahr, während der Nmin-Gehalt des Bodens unterschätzt wird.

Die N- Auswaschungsverluste aus der 60 cm-Schicht sind in Tabelle 1 für alle N-Düngungsvarianten im Mittel über alle Jahre zusammengefasst. Mit zunehmendem N-Input erfolgt ein exponentieller Anstieg der N-Verluste für die Auswaschungsperiode vom 1. Mai bis 30. April des folgenden Jahres.

4. Schlussfolgerungen

Obwohl die N-Versorgung, als Summe des Nmin-Gehaltes des Bodens und des N-Gehaltes der Pflanze, mit ausreichender Genauigkeit abgebildet werden kann, scheint die Aufnahme des Boden-N durch die Pflanze noch leicht überschätzt zu werden. Die weiteren Verbesserungen des Modells werden daher die räumliche und zeitliche Wurzelverteilung und/oder den maximalen N-Flux pro cm Wurzel betreffen. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität des Grundwasserstandes, der einen großen Einfluss auf die N-Bewegung und das Pflanzenwachstum ausübt.

Literatur

- JONES, C.A., KINIRY, J.R. (1986): CERES-Maize: A simulation model of maize growth and development. Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- KERSEBAUM, K.C. (1995): Application of a simple management model to simulate water and nitrogen dynamics. *Ecological Modelling* 81, 145-156.
- KEULEN, H. VAN, PENNING DE VRIES, F.W.T., DREES, E.M. (1982): A summary model for crop growth. In: PENNING DE VRIES, F.W.T. and LAAR, H.H. VAN (eds.) Simulation of plant growth and crop Production, PUDOC, Wageningen, 87-97.
- STICKSEL, E., MAIDL, F.-X., FISCHBECK, G. (1994): Reducing nitrate-losses under maize by adjusted fertilizer strategies on soils with high N-leaching risk. *Agribiological Research* 47, 324-334.
- SCHRÖDER, J.J. (1998): Towards improved nitrogen management in silage maize production on sandy soils. *PhD thesis*, Wageningen Agricultural University.
- LIEDGENS, M., SOLDATI, A., STAMP, P., RICHNER, W. (2000): Root development of maize (*Zea mays* L.) as observed with minirhizotrons in lysimeters. *Crop Science* 40, 1665-1672.
- BÜCHTER, M., WACHENDORF, M., VOLKERS, K., TAUBE, F. (2003): Silage maize production on sandy soils in northern Germany: Impact of understorey, slurry and mineral N fertilizer on nitrate leaching. *German Journal of Agronomy* 7, 64-74.
- WENDLING, U. (1995): Berechnung der Gras-Referenzverdunstung mit der FAO Penman-Monteith-Beziehung. *Wasserwirtschaft* 85, 602-604.

Indikator gestützte Bewertung der Weide im Hinblick auf Leistung und ökologische Effekte

Friedhelm Taube und Michael Wachendorf

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

Die Bewertung von Landnutzungssystemen mit Hilfe von Indikatoren hat in den letzten Jahren vor dem Hintergrund der Diskussionen um die „gute fachliche Praxis“ erheblich an Bedeutung gewonnen. Die Kieler Gruppe beschäftigt sich seit 1997 mit der systematischen Analyse der Leistungen und ökologischen Effekte verschiedenster Futterproduktionssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Weidenutzung auf sandigen Böden Norddeutschlands. Dabei wurden über einen fünfjährigen Versuchszeitraum sowohl alle wesentlichen agronomischen Leistungsparameter (Ertrag, N-Fixierungsleistung, Futterqualität, botanische Zusammensetzung, etc.) über einen weiten Gradienten von Bewirtschaftungsmaßnahmen erfasst, als auch die Nährstoff- und Energieflüsse im System Boden-Pflanze gemessen. Schließlich werden Modellansätze verschiedener Komplexität genutzt, um die Auswirkungen unterschiedlicher produktionstechnischer Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen im gesamten Futterbaubetrieb abzuschätzen. Als wesentliche Erkenntnisse bezüglich relevanter Indikatoren zur Bewertung von semiintensiven bis intensiven Weidenutzungssystemen sind folgende Punkte festzuhalten:

1. Die **Ertragsleistung** der Weide ist im Vergleich zu Mähweidesystemen herabgesetzt.
2. Der **energetische Futterwert** der Weideaufwüchse ist durchschnittlich um $0,3 \text{ MJ NEL kg TM}^{-1}$ höher als bei intensiver (viermaliger) Schnittnutzung.
3. Die **Rohproteingehalte** werden durch das Nutzungssystem stärker beeinflusst als durch die N-Düngung und liegen bei Weidenutzung im angebotenen Futter durchweg jenseits von durchschnittlich $180 \text{ g RP } 1000 \text{ g TM}^{-1}$.
4. Die mit dem Weidefutter auf einer Umtriebsweide aufgenommenen Rohproteingehalte („**herbage disappearance**“) sind bei Weideresten von 20-30% noch einmal um $10\text{-}30 \text{ g } 1000 \text{ g TM}^{-1}$ erhöht, während die aufgenommene Energiekonzentration kaum variiert, was zum Teil durch die gesichert positiven **Selektionsindices** für *Trifolium repens L.* bzw. *Taraxacum officinale L.* zu erklären ist.
5. Die **N-Fixierungsleistung** und die Weißkleeanteile werden gleichermaßen durch die Nutzungsart und N-Düngung beeinflusst und zwar in der Weise, dass bei geringem N-Düngungsniveau bei Weidenutzung deutlich niedrigere N-Fixierungsleistungen realisiert werden als bei gleich häufiger Schnittnutzung („simulierter Weidenutzung“). Damit wird deutlich, dass die simulierte Weidenutzung nicht geeignet ist, um das Leistungsprofil von Weiden insbesondere bei reduzierter externer N-Zufuhr abzuschätzen.
6. Die **N-Bilanz** der Weide ist bei weißkleebasierten Produktionssystemen nicht ausgeglichen zu gestalten, da die N-Fixierungsleistung den Nährstoffexport via Milch und Fleisch übersteigt. Die von anderen Arbeitsgruppen postulierten sog. „Nährstoffspielräume“ sind somit - bei Berücksichtigung der N-Fixierungsleistung als Inputgröße - nicht relevant.
7. Die **Nitratauswaschung** wird sowohl durch die Nutzungsart als auch durch die N-Düngung determiniert, wobei die Weidenutzung auch ohne zusätzliche N-Düngung Nitratkonzentrationen in der Größenordnung von 50 ppm im Sickerwasser verursacht und damit im Hinblick auf die EU-Trinkwasserverordnung kritisch zu würdigen ist. Allein die weißklee frei gehaltene, ungedüngte Weidevariante genügt den Ansprüchen an Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter 50 ppm .
8. Die **Beziehung zwischen N-Bilanz und Nitratauswaschung** ist hoch gesichert und impliziert,

dass die N-Bilanzsalden bei den gegebenen Standortverhältnissen ein guter Indikator für die Nitrat- auswaschung insbesondere bei Weidenutzung darstellen.

9. Die Beziehung zwischen **Nitratkonzentration im Sickerwasser und im oberflächennahen Grundwasser** ist ebenfalls statistisch gesichert, zeigt jedoch offensichtlich erhöhte Denitrifikationspotentiale unter Weidenutzung, was sich in relativ stärker reduzierten Nitratgehalten im Grundwasser unter gedüngten Weideflächen widerspiegelt.
10. Die gasförmigen **N-Verluste in Form von N₂O** werden wesentlich durch die Standortpotentiale und die „hot spots“ während der Beweidung determiniert, so dass N-düngungsabhängige Effekte nicht abzusichern sind.
11. Der **Boden-N-Pool** zeichnet sich unter Weidenutzung durch höhere Anteile an heißwasserlöslichen und somit leicht verfügbaren N-Formen aus.
12. Die **N-Nachwirkung** der fünfjährig unterschiedlich bewirtschafteten Flächen in einem Folgejahr ohne jegliche Düngung ist auf den Weideflächen signifikant höher als auf Mähweide- und Schnittflächen.
13. Die energetische Bewertung von Futterproduktionssystemen mit Hilfe der **Energiebilanzierung** bzw. **CO₂-Bilanzierung** weist die Weide als hoch effizientes System aus. Dies gilt insbesondere für N-Düngungsintensitäten <100 kg N ha⁻¹, da dann die Weißkleeleistung positiv auf die Produktivität des Systems wirkt.
14. In Kooperation mit Gruppen in den USA werden **Gesamtbetriebsmodelle** genutzt, um die Auswirkungen differenzierter produktionstechnischer Maßnahmen im Futterbau auf Betriebsniveau zu simulieren.
15. Die generierten Daten werden zur Zeit zur „indikatorgestützten Bewertung der Nachhaltigkeit in spezialisierten Grünland-Futterbaubetrieben – Stickstoff- und Energieeffizienz“ in einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Schwerpunktprogramm „**Entwicklung von Indikatoren für eine nachhaltige Landnutzung**“ genutzt und in bestehende Modelle integriert.

Ausgewählte ausführliche wissenschaftliche Publikationen und Tagungsbeiträge zur Bewertung der semiintensiven bis intensiven Weidenutzungssysteme auf sandigen Standorten Norddeutschlands sind nachfolgend aufgeführt. Wesentliche Publikationen sind als PDF-Dateien über unsere Homepage (www.uni-kiel.de) abrufbar.

Baade, J., M. Wachendorf and F. Taube (2000): Daily changes of composition and quality of pastures grazed by dairy cows. *Grassland Science in Europe* 5, 322-324.

Baade, J., M. Wachendorf und F. Taube (2001): Selektion von Hochleistungskühen auf Umtriebsweiden – Auswirkungen auf Ertrag und Futterqualität. 44. Jahrestagung der Ges. f. Pflanzenbauwiss., Bonn, 27.-29. September, 79-81.

Bobe, J., M. Wachendorf, M. Büchter und F. Taube (2003): Vergleich der Nitratkonzentration im Grund- und Sickerwasser unter Grünland auf einem Geeststandort. *Mitteilungen d. Deutsch. Bodenkundl. Ges.* 103 (im Druck).

Bobe, J., M. Wachendorf, M. Büchter und F. Taube (2003): Vergleich der Nitratkonzentrationen im Grund- und Sickerwasser bei variiertem Düngungsintensität im Dauergrünland und in einer Maismonokultur – Erste Ergebnisse. 46. Jahrestagung der Ges. f. Pflanzenbauwiss., Gießen, 190-193.

Büchter, M., M. Wachendorf und F. Taube (2001): Nitrat- auswaschung unter Silomais in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform und der N-Düngungsintensität – Ergebnisse aus dem N-Projekt Karkendamm. 44. Jahrestagung der Ges. f. Pflanzenbauwiss., Bonn, 27.-29. September, 96-98.

Büchter, M., M. Wachendorf and F. Taube (2002): Comparison of the groundwater-pollution by nitrate under pasture and simulated pasture. VII. Congress of the European Society for Agronomy, Cordoba, Spain, 15-18 July 2002, 735-736.

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, and F. Taube (2002): Nitratausträge unter Dauergrünland und Silomais auf sandigen Böden Norddeutschlands – Ergebnisse aus dem N-Projekt Karkendamm. 45. Jahrestagung der Ges. f. Pflanzenbauwiss., Berlin, 227-228.
- Ingwersen B., M. Wachendorf and F. Taube (2000): Comparison of yield, nutritive value and botanical composition of grazed swards and cut swards used by simulated grazing. *Grassland Science in Europe* 5, 452-454.
- Ingwersen, B., M. Wachendorf, and F. Taube (2000): N-Bilanz und -Effizienz von Dauergrünland bei unterschiedlicher Bewirtschaftung. 44. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Kiel. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Band 2*, 193-196.
- Ingwersen, B., M. Wachendorf, F. Taube (2001): Einfluß der Beweidung auf Leistungsparameter, botanische Zusammensetzung und Stickstoffhaushalt von Weißklee grasbeständen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität. 44. Jahrestagung der Ges. f. Pflanzenbauwiss., Bonn, 27.-29. September, 75-76.
- Ingwersen, B., M. Wachendorf, F. Taube (2001): Einfluß einer variierten Nutzungsform und –intensität auf die botanische Zusammensetzung von Grünlandbeständen. 44. Jahrestagung der Ges. f. Pflanzenbauwiss., Bonn, 27.-29. September, 208-209.
- Ingwersen, B., M. Wachendorf, F. Taube (2001): Entwicklung der Weißklee-Anteile von Dauergrünlandbeständen bei differenzierter Nutzungsform (Weide, Mähweide, Schnitt) und N-Düngungsintensität. 45. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau. Gumpenstein (Österreich). *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Band 3*, 95-96.
- Ingwersen, B. (2002): Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Leistungsfähigkeit von leguminosenbasiertem Dauergrünland unter besonderer Berücksichtigung der Nährstoffbilanzierung. Dissertation Universität Kiel. Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 21.
- Kelm M., M. Wachendorf and F. Taube (2004): Energy efficiency in forage production. *Grassland Science in Europe* (in press).
- Kelm, M.R., M. Wachendorf, H. Trott, K.C. Volkers, F. Taube (2004): Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. III. Energy efficiency in forage production from grassland and maize for silage. *Grass and Forage Science* 59, 69-79.
- Lampe, C., F. Taube, M. Wachendorf, B. Sattelmacher, K. Dittert, (2003): Quantifizierung der N₂O-Emissionen aus Grünlandböden. *Mitteilungen d. Deutsch. Bodenkundl. Ges.* 103 (im Druck).
- Lampe, C., K. Dittert, B. Sattelmacher, M. Wachendorf, F. Taube (2003): N₂O-Emissionen aus einem Mähweidesystem. 47. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Braunschweig, 267-270.
- Lampe, C., K. Dittert, B. Sattelmacher, M. Wachendorf, K. Butterbach-Bahl, H. Papen, R. Gasche, F. Taube (2003): Einfluss der N-Düngung auf die N₂O-Emissionen auf Grünland. 5. DLG-Grünlandtagung, S. 36-42
- Lampe, C., K. Dittert, M. Wachendorf, B. Sattelmacher, F. Taube (2004): ¹⁵N traced nitrous oxide fluxes from fertilised grassland soils. *Grassland Science in Europe* (in press).
- Rotz, C.A., M. Wachendorf, A. Herrmann, A. Kornher, F. Taube (2002): A modelling approach to management impacts on nitrogen fluxes in specialised dairy farms. *Grassland Science in Europe* 7, 728-729.
- Rotz C.A., F. Taube. M. Russelle, J. Oenema, M.A. Sanderson and M. Wachendorf (2004): Whole-Farm Perspectives of Nutrient Flows in Grassland Agriculture. *Crop Science* (submitted)
- 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.
- 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.
- Taube, F., N. Brzezinski, M.A. Sanderson, M. Wachendorf (2004): The influence of the vertical structure of grazed mixed swards on diet selection of dairy cows. *Grassland Science in Europe* (in press).

- Trott, H., B. Ingwersen, M. Wachendorf, F. Taube (2002): Schätzung des Trockenmasseertrages auf Dauergrünland mit Hilfe einer Höhenmessung. *Pflanzenbauwissenschaften* 2, 78-83.
- Trott, H., M. Wachendorf, B. Ingwersen, F. Taube (2004): Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. I. Impact of defoliation system and nitrogen input on performance and N balance of grassland. *Grass and Forage Science* 59, 41-55.
- 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.
- 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 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 28.
- Wachendorf M. and F. Taube (2003): Effect of defoliation system and nitrogen input on nitrate losses from grassland systems. ADSA-ASAS-CSAS Conference, Phoenix, Arizona, USA. *Journal of Dairy Science*, Vol. 86 (I), 91.
- Wachendorf M., M. Kelm and F. Taube (2003): Evaluation of energy efficiency and CO₂ emission from forage production systems. ADSA-ASAS-CSAS Conference, Phoenix, Arizona, USA. *Journal of Dairy Science*, Vol. 86 (I), 288.
- Wachendorf, M. (2002): Botanical composition, forage quality and utilisation under grazing conditions. 1. Benefits of legumes for productive and environmentally sound grazing systems. Proceedings of the COST 852 Meeting, Solsona, Spain, 47-50.
- Wachendorf, M. and F. Taube (1999): Improvement of Nitrogen Use Efficiency of Dairy Farms – An Interdisciplinary Research Projekt at the University of Kiel. Proceedings of the 10th Nitrogen Workshop in Copenhagen, August 23-26, Vol. 2, IV.43.
- 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.
- Wachendorf, M., H. Trott, K. Volkers, and F. Taube (2000): Steigerung der N-Effizienz im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb - Konzeption der pflanzenbaulichen Arbeiten in der zweiten Phase des N-Projektes Karkendamm. 44. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Kiel. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau*, Band 2, 225-228.
- Wachendorf, M., J. Bobe, M. Büchter and F. Taube (2004): Nitrate Concentration in the Drainage Water and in the Shallow Groundwater under Permanent Grassland on Sandy Soils in Northern Germany. *Journal of Environmental Quality* (submitted).
- Wachendorf, M., M. Büchter, B. Ingwersen and F. Taube (2000): Management of nitrogen sources in grassland systems. 3rd International Crop Science Congress, August 17-22, Hamburg. *Book of Abstracts*, 39.
- Wachendorf, M., M. Büchter, B. Ingwersen and F. Taube (2000): Management effects on the yield and nitrogen use efficiency of grassland. Proceedings of the BGS Conference *Grazing Management*. February 2000, Occasional Symposium No. 34, 253-254.
- Wachendorf M., S. Jantzen, H. Trott, F. Taube (2004): Stickstoffnachlieferung des Bodens nach fünfjährig differenzierter Grünlandnutzung. 48. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau* (dieser Band).
- Wachendorf, M., M. Büchter, H. Trott and F. Taube (2004): Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. II. Impact of defoliation system and nitrogen input on nitrate leaching losses. *Grass and Forage Science* 59, 56-68.

Stickstoffnachlieferung des Bodens nach fünfjährig differenzierter Grünlandnutzung

M. Wachendorf, S. Jantzen, H. Trott, F. Taube

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

1. Einleitung und Problemstellung

Die vorliegende Untersuchung der N-Nachlieferung unter Grünland knüpft an ein Feldexperiment an, das sich über einen Versuchszeitraum von 5 Jahren im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes „N-Projekt Karkendamm“ (Taube & Wachendorf, 2000) mit den Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Bestandeszusammensetzung (Trott et al., 2004), den Ertrag, die Futterqualität, die Nitratauswaschung (Büchter et al., 2002; Wachendorf et al., 2004) und die Energieeffizienz (Kelm et al., 2004) beschäftigte. In der vorliegenden Arbeit wird unter Nutzung der 1997 angelegten Versuchsbestände untersucht, mit welcher Stickstoffnachlieferung aus dem Boden zu rechnen ist, wenn alle Grünlandnutzungssysteme zu einem einheitlichen Schnittnutzungssystem ohne Stickstoffdüngung zurückgeführt werden.

2. Material und Methoden

Bei der Versuchsfläche handelt es sich um ein 2,5 Hektar großes Areal, welches in den vorangegangenen Versuchen in die Nutzungsformen Weide, Mähweide (I & II), Schnitt und simulierte Weide unterteilt war. In dem hier beschriebenen Versuch wurden nur die Teilflächen Weide, Mähweide II und Schnitt beprobt. In Tabelle 4 sind die Versuchsfaktoren und dessen Faktorstufen dargestellt. Die kleefreien Referenzparzellen sind in Tabelle 1 unter dem Punkt „zusätzliche Behandlungen“ aufgeführt.

Tab. 1 : Versuchsfaktoren und deren Faktorstufen

Faktoren	Faktorstufen
1. Nutzungsformen	Weide Mähweide Schnitt
2. Stickstoffdüngung	0 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ 100 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ 200 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ 300 kg ha ⁻¹ a ⁻¹
3. Gülleapplikation	0 m ² ha ⁻¹ a ⁻¹ 20 m ² ha ⁻¹ a ⁻¹
Zusätzliche Behandlungen:	
Weide	Gras: 0 kg N ha ⁻¹ + 0 m ³ Gülle ha ⁻¹ Gras: 0 kg N ha ⁻¹ + 20 m ³ Gülle ha ⁻¹
Schnitt	Gras: 0 – 300 kg N ha ⁻¹ + 0 m ³ Gülle ha ⁻¹ Gras: 0 – 300 kg N ha ⁻¹ + 20 m ³ Gülle ha ⁻¹

Die Nutzungssysteme wurden in den Versuchsjahren 1997 bis 2001 systemspezifisch bewirtschaftet. Im Frühjahr eines jeden Versuchsjahres erfolgte eine einheitliche Grunddüngung mit 80 kg P₂O₅ ha⁻¹. Die

Kaliumversorgung orientierte sich in Abhängigkeit vom Nutzungssystem an den Richtwerten. Das Weidesystem wurde als Umtriebsweide mit durchschnittlich 5 bis 6 Umtrieben pro Jahr genutzt. Die Weideperiode je Umtrieb betrug ca. 2 Tage. Direkt nach der Beweidung erfolgte eine Nachmahd auf 5 cm Nabenhöhe. Das Mähweidesystem II wurde zum ersten und zweiten Aufwuchs schnittgenutzt. Die folgenden Aufwüchse wurden beweidet.

Tab. 2 Nutzungstermine der Bestände und Aufwuchsdauer in Tagen (Angabe in Klammern)

	1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs	4. Aufwuchs
4- Schnittnutzung 2002	15.05	17.06 (33)	26.07 (39)	24.10 (90)

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. Die Bestimmung der Qualitätsparameter erfolgte mittels NIRS. Die N_2 -Fixierungseffizienzen ($kg N_{fix} dt Klee-TM^{-1}$) wurden auf Grundlage der Differenzmethode anhand ungedüngter, weißklee freier Schnitt- und Weidebestände berechnet. 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 N_2 -Fixierung unter Schnitt- und Weidenutzung ermittelt.

Die Ermittlung des mineralischen Bodenstickstoffgehalts wurde in allen Vorjahren sowohl zu Beginn als auch zum Ende der Vegetationsperiode durchgeführt. Die Probenahme erfolgte mit einem am Schlepper montierten halbautomatischen Probenehmer der Firma PEGATEC, Modell Retz 3000a. Pro Parzelle wurde aus den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm jeweils drei Bodenproben entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. Diese wurden dann bis zur Analyse im Labor bei $-8\text{ }^{\circ}C$ eingefroren. Zur Beschreibung des N-Status der Behandlungen wurden N-Bilanzen auf Feldniveau nach dem in Tab. 3 dargestellten Schema berechnet.

Tab. 3 Berechnung der N-Bilanzen auf Feldniveau (1997-2001)

Input ($kg ha^{-1}$):	Output ($kg ha^{-1}$):
Mineralische Düngermenge + organische Düngermenge + symbiontisch fixierter Stickstoff + N-Deposition	Brutto-N-Ertrag - Weiderest-N-Ertrag - Weidetierexkrement-N
Summe N-Input	Summe N-Output
N-Saldo = N-Input – N-Output	

Für die vorliegende Untersuchung, die im Jahre 2002 stattfand, wurden alle Nutzungsformen gleich behandelt. Das heißt sie wurden zu den regional üblichen Schnittterminen mit einem herkömmlichen Scheibenmäherwerk auf eine Höhe von ca. 5 cm geschnitten. Die Nutzungstermine sind aus der Tabelle 2 ersichtlich.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwaresystem SAS©. Die Varianzanalyse im Programm SAS wurde mit der Prozedur „MIXED“ berechnet. Alle angegebenen Mittelwerte und deren Fehler (S.E.) sind „Least Square Means“ (LSMEANS) aus der Modellierung.

3. Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 wird die Stickstoffnachlieferung der unterschiedlichen Bewirtschaftungssysteme im Jahr 2002 den N-Salden (Mittelwerte der Versuchsjahre 1997 bis 2001) gegenübergestellt. Der N-Saldo der Vorjahre beschreibt den Stickstoffversorgungszustand der Bestände.

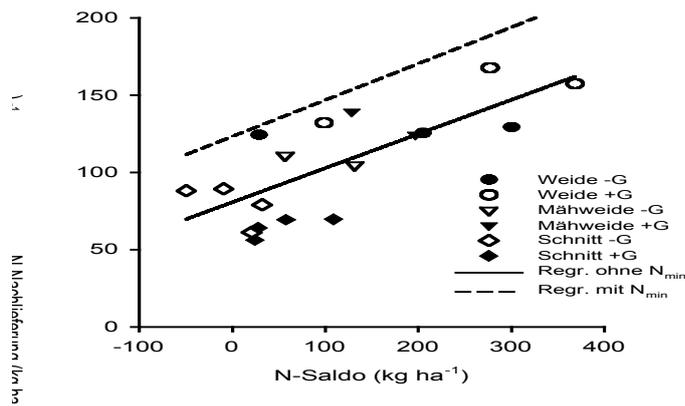


Abb. 1 Stickstoffnachlieferung im Jahre 2002 (kg ha^{-1}) in Abhängigkeit vom N-Saldo der Jahre 1997 bis 2001 (Mittelwert; kg ha^{-1}), (berücksichtigt wurden lediglich die klee-freien Systeme)

Höchste Stickstoffnachlieferungen zeigten die ehemalige Weiden, auf denen der Weidetierexkrementstickstoff intensiv zirkuliert (N-Salden zwischen 280 und 380 kg N ha^{-1}). Die niedrigsten N-Nachlieferungen wurden auf dem ehemals schnittgenutzten Bestand festgestellt. Hier traten in den Vorjahren niedrige

oder sogar negative N- Salden auf. Die Mähweide nimmt eine Mittelstellung ein. Auffällig ist, dass die Stickstoffnachlieferung der Varianten innerhalb der Nutzungssysteme unabhängig vom N-Saldo der Vorjahre auf nahezu identischem Niveau liegt. Hohe N-Salden innerhalb eines Nutzungssystems führen demnach nicht zwangsläufig zur höchsten Stickstoffnachlieferung im Folgejahr. Die Steigung der Regressionsgeraden zeigt, dass eine positive Beziehung zwischen der Stickstoffnachlieferung und dem N-Saldo besteht, wobei 56% der beobachteten Streuung erklärt werden:

$$\text{N-Nachlieferung (kg ha}^{-1}\text{)} = 80.523 + 0.2211 \times \text{N-Saldo (kg ha}^{-1}\text{)} \quad r^2=0.56 \quad \text{s.e.}=23.3$$

Die N_{\min} -Beprobungen im März 2002 ergaben im Durchschnitt etwas höhere Werte für die Weide und Mähweide. Nutzungssystem- und Gülleeffekte konnten statistisch allerdings nicht abgesichert werden. Dagegen ist die Wirkung des in den Vorjahren applizierten Mineraldüngers auf den N_{\min} -Gehalt des Bodens im Frühjahr signifikant ($p < 0,01^{**}$). Obwohl keine Mineraldüngung durchgeführt wurde, bewegten sich die Herbst N_{\min} -Gehalte verglichen mit denen des Frühjahrs auf ähnlichem Niveau. Die N_{\min} -Gehalte der Schnittvarianten lagen im Herbst nur leicht unterhalb der untersuchten Behandlungen von Weide und Mähweide. Auch im Herbst 2002 waren keine statistisch abgesicherten Effekte des Nutzungssystems oder der Gülle auf den N_{\min} -Gehalt festzustellen. Um die gesamte Stickstoffnachlieferung aus dem Boden erfassen zu können, müsste der nach der Vegetationsperiode 2002 in der Bodenlösung enthaltene Stickstoff der errechneten Stickstoffnachlieferung (Nettomineralisation) hinzuaddiert werden. In Abbildung 1 ist der N_{\min} -Gehalt (Herbst) addiert mit der N-Nachlieferung gegen den N-Saldo abgetragen. Diese Beziehung ist als gestrichelte Linie nahezu parallel zur Regression der Nachlieferung dargestellt und gehorcht folgender Funktion:

$$\text{N-Nachlieferung (kg ha}^{-1}\text{)} = 123.0867 + 0.2359 \times \text{N-Saldo (kg ha}^{-1}\text{)} \quad r^2=0.50 \quad \text{s.e.}=26.3$$

4. Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung belegt den Einfluss einer differenzierten Grünlandbewirtschaftung (ausgedrückt über das N-Feldbilanzsaldo) auf die Höhe der N-Nachlieferung des Bodens. N_{\min} -Untersuchungen zeigten keine wesentlichen Unterschiede zwischen Frühjahr und Herbst. Ebenso wenig differenzierten sich die einzelnen Behandlungen voneinander. Demnach stellt sich unter den am Versuchsstandort herrschenden Bedingungen relativ schnell ein einheitliches Stickstoffgleichgewicht ein. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Stickstoff-Nachlieferung auch im beweideten System innerhalb relativ kurzer Zeit ein ähnlich niedriges Niveau erreicht wie die des Schnittsystems.

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 .

KELM, M.R., M. WACHENDORF, H. TROTT, K.C. VOLKERS, F. TAUBE (2004): Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. III. Energy efficiency in forage production from grassland and maize for silage. *Grass and Forage Science* 59, 69-79.

- 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, B. INGWERSEN, F. TAUBE (2004): Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. I. Impact of defoliation system and nitrogen input on performance and N balance of grassland. *Grass and Forage Science* 59, 41-55.
- WACHENDORF, M., M. BÜCHTER, H. TROTT and F. TAUBE (2004): Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. II. Impact of defoliation system and nitrogen input on nitrate leaching losses. *Grass and Forage Science* 59, 56-68.

Charakterisierung der Nachhaltigkeit von Futterbaubetrieben in Luxemburg auf Basis des Parameters Futterautarkie

Lioy, R., Dusseldorf, T., Klöcker, D., Meyers, A., Reding, R. und M. Weber

Herdbuchverband Luxemburger Rinder- und Schweinezüchter, Ettelbrück

1. Einleitung und Problemstellung

Die Optimierung des Ressourceneinsatzes ist seit 1992 in den Mittelpunkt der Überlegungen und der Handlungen des Luxemburgischen Herdbuchverbandes (HL) gerückt. Auf die zur Erfassung der Effizienz des Betriebsmitteleinsatzes berechneten Energie- und Nährstoffbilanzen basieren verschiedene Beratungssparten des HL, wovon die Futterberatung mit ihren verwandten Sparten Futterbau- und Grünlandberatung eine besondere Rolle spielt. Die Analyse der Ergebnisse langjähriger Nährstoff- und Energiebilanzierung von landwirtschaftlichen Betrieben in Luxemburg [1] zeigt nämlich, dass Fehler in der Rationsgestaltung sowie qualitative und quantitative Defizite auf dem Gebiet der Erzeugung möglichst hochwertiger betriebseigener Futtermittel sowohl die Nährstoff- als auch die Energiebilanz der Betriebe belasten. Daher stellt sich auch vor dem Hintergrund der Diskussion über den Import von Futtermittel aus dem Ausland die Frage einer Steigerung des Futterautarkiegrades (% der Selbstversorgung) vor allem für das Eiweiß, und dies sowohl auf betrieblicher als auch auf nationaler Ebene. In diesem Beitrag wird versucht zu zeigen, wie stark die Futterautarkie auf die Nährstoff- und Energiebilanzen einwirkt und wie die Betriebe sich anhand dieses Parameters nach Betriebszweig unterscheiden lassen.

2. Material und Methoden

Der HL rechnet seit 1992 nach den Daten der betrieblichen Buchführung Hoftorbilanzen für luxemburgische Betriebe. Seit 1996 laufen Parallel zwei Nährstoff- und Energiebilanzierungsprogramme innerhalb deren die Daten des Futterzukaufs erfasst werden. Ergänzt werden diese Daten durch Erhebungen im Bereich der Milchleistungskontrolle (Leistung der Kühe, Inhaltstoffe der Milch) sowie der Futteranalysen für Gras- und Maissilagen. Seit 1996 liegen ca. 1200 Hoftorbilanzen vor, wobei die vorliegende Arbeit sich auf die durchschnittliche Ergebnisse von 155 Rinderhaltenden Betrieben, die über einen Zeitraum von 5 Jahren (1998-2002) bilanziert wurden, fokussiert. Die Kennzahlen der bilanzierten Betriebe sind Tab. 1 zu entnehmen.

Kennzahl	Durchschnitt 1998-2002, n=155
Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN, in ha)	108
Futterfläche (FF, in ha)	88
Dauergrünland (GL, in ha)	55
Produzierte Milch pro Betrieb (n=138*, in kg)	325.347*
Verkaufte Milch pro Kuh und Jahr (kg)	6.687
Grundfutterleistung (kg/Kuh und Jahr)	2.485
Viehbesatzdichte (GVE/ha LN)	1,76
N-Saldo (Hoftor, in kg N/ha LN)	135

Tab. 1: Kennzahlen der bilanzierten luxemburgischen landwirtschaftlichen Betrieben

Zur Berechnung des Futterautarkiegrades wurde der Bedarf an Rohprotein (XP) und metabolischer Energie (ME) herangezogen. Dieser wurde anhand der vorhandenen Bedarfswerte der GfE [2] berechnet, indem sowohl Erhaltungs- als auch Leistungsbedarf der im Betrieb gehaltenen Tiere mit berücksichtigt wurden. Der Eigenerzeugungsanteil wurde als Differenz zwischen dem Bedarf und dem Futterzukauf an XP und ME berechnet. Der Autarkiegrad stellt somit das Prozentverhältnis zwischen dem Eigenerzeugungsanteil und dem Bedarf an XP bzw. ME dar.

3. Ergebnisse und Diskussion

In vorangegangenen Studien ([1], [3]) wurde der Einfluss der Viehbesatzdichte auf das Ergebnis der Stickstoffbilanz ausführlich beschrieben und bestätigt. Eine alternative Betrachtung dieses Sachverhaltes bietet die Korrelation zwischen dem Bedarf der Rinder an XP und ME bezogen auf die FF und dem N-Saldo. Wie aus Abb. 1 ableitbar ist, besteht eine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Ergebnis der Stickstoffbilanz am Hofort und dem Bedarf an Eiweiß und Energie bezogen auf die Futterfläche.

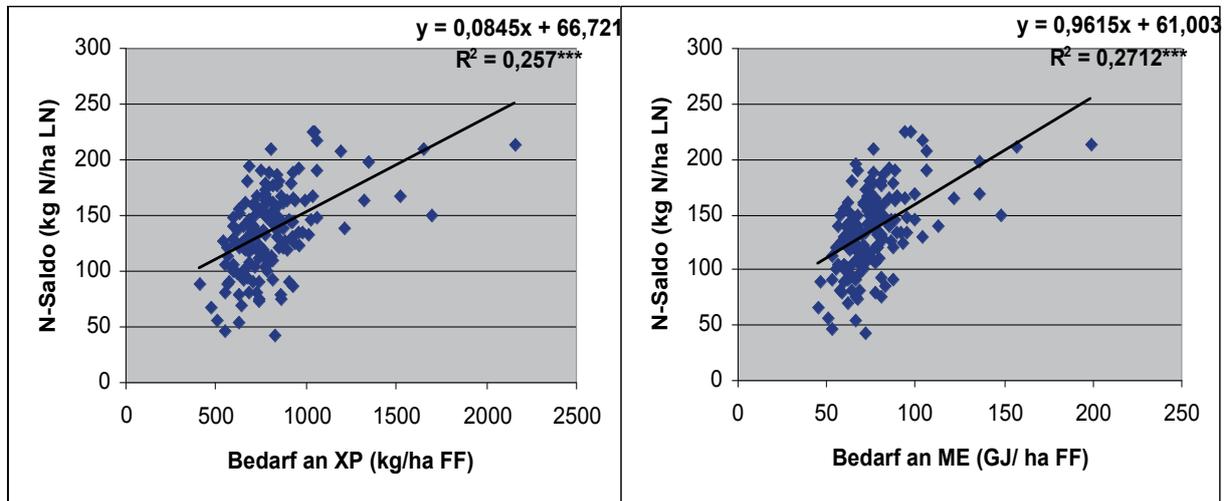


Abb.1: Beziehung zwischen N-Saldo und Bedarf der Rinder an XP und ME

Dies weist auf die Notwendigkeit eines effizienten Umgangs mit den Futtermitteln hin, unabhängig davon ob es sich um eigen erzeugtes bzw. importiertes Futter handelt. Es ist nämlich bekannt, dass Ungleichgewichte in der Rationsgestaltung zu erhöhten N-Ausscheidungen führen können, was die N-Verluste während des Aufenthaltes der Tiere im Stall bzw. bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger über das Niveau des Unvermeidbaren treiben kann [4].

Ist der Bereich der Bedarfsgerechten Rationsgestaltung ein wichtiger Pfeiler der Nachhaltigkeit auf Rinder haltenden Betrieben, so stellt sich die Frage, ob und inwieweit Defizite im Bereich des betrieblichen Futterbaus ihrerseits Einfluss auf das Umweltergebnis der Betriebe haben kann (Abb.2)

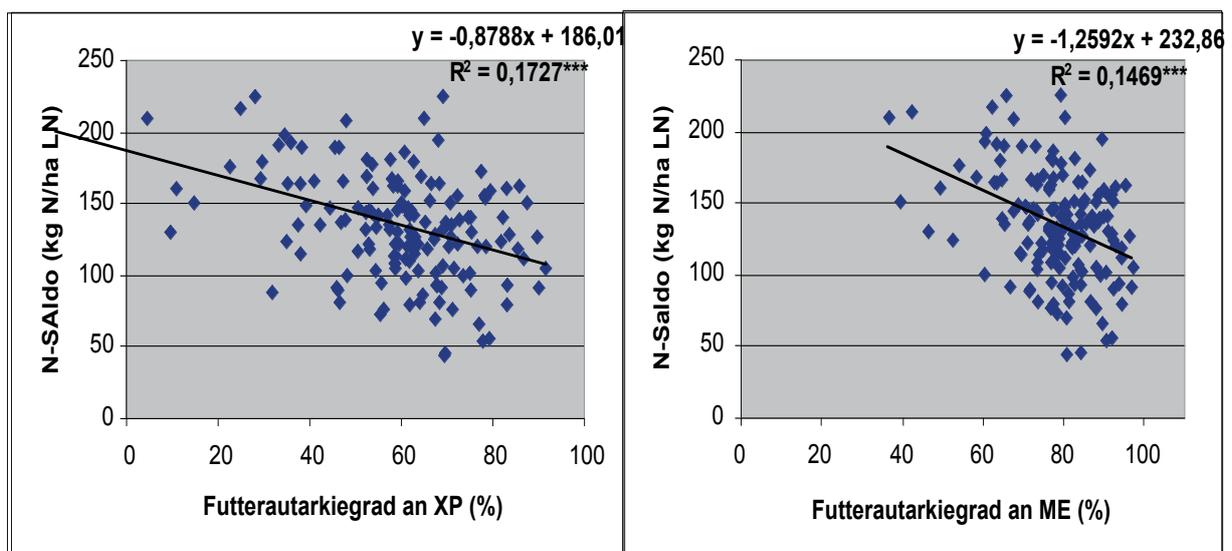


Abb.2: Zusammenhang zwischen N-Saldo und Futterautarkiegrades an XP und ME

Aus Abb.2 geht ein signifikanter Einfluss des Futterautarkiegrades auf das Ergebnis der N-Bilanz hervor. Das bedeutet, dass Betriebe mit höherem Selbstversorgungsgrad an Eiweiß und Energie in der Regel auch ein besseres Ergebnis in der Stickstoffbilanz aufweisen. Aus dem folgt, dass eine quantitative und qualitative Verbesserung der auf dem Betrieb erzeugten Futtermittel einen bedeutenden Einfluss auf das ökologische Ergebnis des Betriebes hat, weil dadurch der Bedarf an Kraftfuttermitteln geringer und die Ausnutzung der eigenen XP- und ME-Quellen besser wird. Dies bestätigt außerdem, dass neben dem Viehbesatz (und in manchen Fällen sogar überwiegend) die Managementfähigkeiten des Betriebsleiters in der Pflanzen- und Tierproduktion einen entscheidenden Einfluss auf den Umweltschutz haben kann [5]. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit einer intensiven Beratung sowohl auf dem Gebiet der Fütterung (bedarfsgerechte Rationsgestaltung) als auch auf dem Gebiet des Futterbaus, um hochwertiges betriebliches Futtermittel herzustellen.

Gelten diese Betrachtungen im Allgemeinen, so kann noch weiter differenziert werden hinsichtlich der Abhängigkeit vom Import an Kraftfuttermittel und des Einflusses auf die N-Bilanz zwischen Betriebstypen bzw. Produktionssparten (Tab.2).

Betriebstyp	n	ME-Autarkie (%)	p < 0.05	XP-Autarkie (%)	p < 0.05	N-Saldo (kg/ha)	FF (%)
Alle	155	78	-	58	-	135	81,6
MiK	22	74	b	54	a	116	76,3
MuK+MaB	17	83	a	63	a	112	83,7
MiK+MaB	18	74	b	50	a	144	76,0
MiK+MuK+MaB	98	79	ab	60	a	139	83,2

Tab.2: Einfluss der Produktionssparte auf Futterautarkie und N-Bilanz

Legende: **MiK** = Milchviehbetriebe; **MuK+MaB** = Betriebe mit Mutterkühen und Bullenmast; **MiK+MaB** = Betriebe mit Milchkühen und Bullenmast; **MiK+MuK+MaB** = Gemischtbetriebe

Wie aus der Tab.2 ersichtlich, zeigen die Betriebe mit Mutterkuhhaltung und Bullenmast den höchsten Futterautarkiegrad (sowohl an ME als auch an XP) und gleichzeitig den geringeren N-Saldo. Milchviehbetriebe und Betriebe mit Milchviehhaltung und Bullenmast haben generell (auch wenn im Fall von XP keine Signifikanz vorliegt) eine geringere Futterautarkie gegenüber Betrieben mit Mutterkuhhaltung. Allerdings weist Tab.2 auch auf die Komplexität der Zusammenhänge hinsichtlich der Erklärung des N-Saldos hin. Zum Beispiel sind Gemischtbetriebe relativ autark, haben aber auch einen hohen N-Saldo. Hier spielen andere Faktoren eine Rolle mit, wie zum Beispiel der Anteil der Futterfläche (FF%) an der gesamten LN.

4. Schlussfolgerungen

- ◆ Düngemittel- und Futtermittelleinsatz bedingen maßgeblich das Ergebnis der Hoftorbilanz. Im Bereich der Fütterung spielt die Rationsgestaltung eine herausragende Rolle, da Fehler in diesem Gebiet (z.B. Proteinübersversorgung) erhöhte gasförmige Verluste induzieren können.
- ◆ Qualitative und quantitative Defizite bei der Erzeugung hochwertiger betriebseigener Futtermittel schlagen sich negativ auf das Ergebnis der N-Bilanz nieder. In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass Betriebe mit einem höheren Selbstversorgungsgrad an XP und ME im Allgemeinen auf dem Gebiet der N-Überschüsse besser abschneiden als Betriebe mit niedrigerer Futterautarkie. Aus dem folgt, dass eine intensivere Beratung im Bereich des Futterbaues zur Optimierung der Futtermittelproduktion durchaus Erfolge im Bereich der Reduzierung der N-Überschüsse verspricht.
- ◆ Der Parameter Futterautarkie ist auch hilfreich, Betriebe nach Produktionssparte zu unterscheiden. Prinzipiell haben Mutterkuhbetriebe eine höhere Futterautarkie als Milchviehbetriebe mit oder ohne Bullenmast. Dies weist auf die Notwendigkeit hin, besonders auf letzteren Betrieben die Anstrengungen zu konzentrieren, um über eine Reduzierung des Futtermittelimportes durch Verbesserung der Eigenerzeugung den Weg zur Entspannung auf dem Gebiet der N-Bilanz zu ebnen.

Literatur

- [1] FÉDÉRATION DES HERD-BOOKS LUXEMBOURGEOIS (2002) : Endbericht zum Beratungsprojekt „Charakterisierung und Verbesserung der biologischen Effizienz landwirtschaftlicher Produktionsprozesse 1997-2002“. September 2002
- [2] GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtsrinder. DLG-Verlag
- [3] ISERMANN, K. (2001): Die Stickstoff-Flüsse im Ernährungsbereich von Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Landwirtschaft. KTBL-Symposium "Emissionen der Tierhaltung und Beste Verfügbare Techniken zur Emissionsminderung", 3.-5. Dezember 2001, Kloster Banz (im Tagungsband, 30-49)
- [4] LIOY, R. (2003): Evaluation of special problems of protein content of feed for cattle breeding in relation to the mineral nutrient availability in soils. In: EU-Projekt -Quality of Life and Management of Living Resources- "*NIR-MEASUREMENT-TECHNIQUE OF N-ORGANIC CONCENTRATION IN AGRICULTURAL SOILS*", QLK5-CT-2002-713 55 BIONIRS, Technical Report
- [5] ALBERS J. (2001): Etude des facteurs techniques influençant le bilan apparent et la rentabilité des exploitations laitières. Institut Supérieur Industriel Huy-Gembloux, Année académique 2000-2001, Diplomarbeit

FILL-Projekt: Grünland ist besser als sein Ruf?!

Vorstellung eines dreijährigen Projektes auf Milchviehweidebetrieben in Luxemburg

G. Conter¹, M. Hansen², D. Klöcker³, M. Santer², H. Kohnen²

¹Service d'Economie Rurale

²Lycée Technique Agricole

³Federation des Herdbooks Luxembourgeois

Einleitung

Die FILL (Fördergemeinschaft integrierte Landwirtschaft Luxemburg) wurde 1993 gegründet mit dem Ziel der Ausarbeitung eines Konzeptes für eine nachhaltige Landwirtschaft. Mit Blick auf die in Luxemburg bis zum Jahre 2010 angestrebte Generalisierung der Integrierten Landwirtschaft (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT) trägt die FILL demnach eine wichtige Funktion bei der Ausarbeitung und Kanalisation neuer, nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken in Zusammenarbeit mit den FILL-Mitgliedern und den betroffenen Beratern.

Nachdem sich die FILL zu Beginn vornehmlich mit der Ausarbeitung und der Kommunikation integrierter Anbau- und Haltungsrichtlinien für die wichtigsten landwirtschaftlichen Produktionen Luxemburgs beschäftigt hat, werden diese mittlerweile anhand verschiedener Projekte in der Praxis demonstriert. Dank der finanziellen Unterstützung des luxemburgischen Landwirtschaftsministeriums laufen derzeit drei Projekte bezüglich reduzierter Bodenbearbeitung, integrierter Weinbau und integrierter Grünlandbewirtschaftung. Das Grünlandprojekt wird in Zusammenarbeit mit der Ackerbauschule, dem Herdbuchverband und dem Service d'Economie Rurale durchgeführt, die wissenschaftliche Betreuung wird durch das Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn geleistet.

Problemstellung

Die Grünlandwirtschaft ist ein wichtiges Element der Landschaft und der landwirtschaftlichen Landnutzung in Luxemburg. Derzeit werden ca. 65.110 ha als Grünland genutzt, und zwar zum Grossteil für die Futtergewinnung der milcherzeugenden Betriebe. Dies entspricht 50,9 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche und 25,18 % der Fläche Luxemburgs. Die luxemburgischen Milchviehbetriebe produzieren jährlich ca. 269.674 t Milch und erwirtschaften damit einen Reinerlös von 88.790.600 €. Der Beitrag der Milchviehbetriebe zum Gesamteinkommen der luxemburgischen Landwirtschaft beträgt ca. 53,7 %.

Im Gegensatz zu anderen Mittelgebirgslagen verfügen fast alle Milchviehbetriebe Luxemburgs neben den Grünlandflächen auch über Ackerland; sie erzeugen mit dem Grünland Rohfutter für die Milchkühe, ergänzen dieses Futter aber mit selbst erzeugtem und qualitativ hochwertigem Feldfutter vom Ackerland (Mais, Klee gras, u.a.) und produzieren darüber hinaus noch Marktfrüchte (Getreide, Raps, u.a.) für den Verkauf.

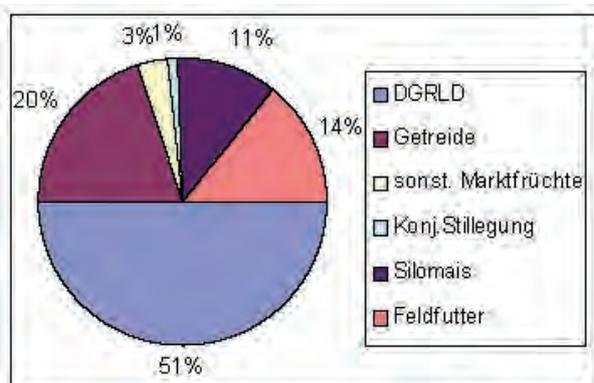


Abb. 1: Flächenausstattung der luxemburgischen Milchviehbetriebe (2002).

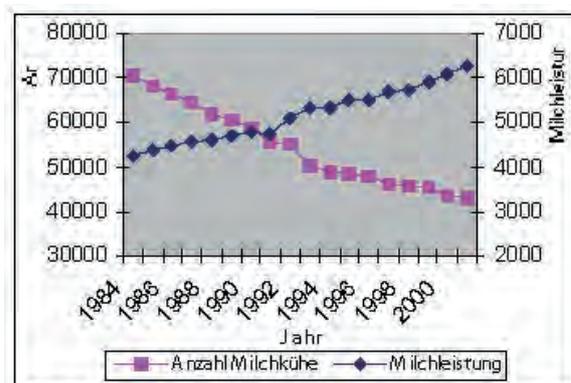


Abb. 2: Entwicklung von Milchleistung und nationalem Milchviehbestand seit Einführung der Milchquotenregelung.

Entsprechend charakterisieren sich die beschriebenen Gemischtbetriebe wie folgt:

- ◆ Die Vielfalt der Bewirtschaftung innerhalb eines Betriebes erfordert eine vielseitige technische Ausstattung.
- ◆ An die fachlichen Kenntnisse und das Organisationstalent des Betriebsleiters werden sehr hohe Anforderungen gestellt.
- ◆ Die Betriebe verfügen über eine große Auswahl eigener Futtermittel für die Milchproduktion, nämlich nicht nur Grünlandfutter, sondern auch Ackerfutter: Mais, Getreide, Klee gras...
- ◆ Ökonomisch erfolgreiche Milchproduktion durch energiereiche Futterrationen ist gut möglich.
- ◆ Somit können die Betriebe - anders als in reinen Grünlandgebieten - hinsichtlich der Futtermittellieferung weitgehend autark sein.
- ◆ Die aus der Tierhaltung anfallenden Nährstoffe, die aus dem Grünlandfutter stammen, müssen nicht zwangsweise auf das Grünland zurückgeführt werden, sondern sind auch über die Ackerflächen und Verkaufsfrüchte aus dem Betrieb zu exportieren.
- ◆ Dadurch kann das Nährstoffsaldo auf einfachem Weg entlastet werden.

Da über den Feldfutterbau relativ leicht Grundfutter mit hoher Qualität erzeugt werden kann, tritt oftmals die ordnungsgemäße und gewinnbringende Futterproduktion auf den Grünlandflächen in den Hintergrund. Dies ist auf den Grünlandflächen einerseits erkennbar an der mangelhaften Narbengüte (Lückigkeit, Unternutzung, Überbeweidung) und der schlechten floristischen Zusammensetzung (vermehrte Unkrautprobleme, Zwang zur Nachsaat). Die relative Vorzüglichkeit des Grünlands bzw. der Weide gegenüber den Ackerflächen wird zumeist verkannt.

Diese Vorzüge sind sehr vielfältig, und nicht nur ökologischer Natur:

- ◆ Mit sachgemäßer Weidewirtschaft lassen sich zwar nicht gleiche Energiedichten erzeugen wie mit Getreide, aber unabhängig davon ist die Futteraufnahme beträchtlich. Auf der Weide nehmen Milchkühe in der Regel mehr Gras auf als im Stall. Diese Futteraufnahme ist schließlich die entscheidende Größe für den betriebswirtschaftlichen Erfolg, weil die mit dem Futter aufgenommenen Energieäquivalente [MJ NEL pro Tag] gleichbedeutend sind mit der täglichen Milchleistung. Hohe Futteraufnahme auf der Weide senkt schließlich die Futterkosten.
- ◆ Ein weiterer Vorteil des Grünlands ist die bessere Tiergesundheit bei Weidegang gegenüber Stallhaltung mit Fütterung am Fressgitter.
- ◆ Neuere Untersuchungen zeigen außerdem, dass die Qualität der Milch mit steigendem Anteil an Rauhfutter (Weidefutter, Silage, Heu) in der Ration messbar besser wird, namentlich durch den zunehmenden Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren.
- ◆ Milchkühe, die an die Weide gewöhnt sind, sind weniger schreckhaft und umgänglicher als bei Stallhaltung. Brunstzeichen sind deutlicher zu erkennen.
- ◆ Da weidende Milchkühe ein unverzichtbarer Bestandteil der Kulturlandschaft sind erfüllt die Weidewirtschaft einen sozio-ökonomischen Anspruch.

Die Milchleistung pro Hektar Grünlandfläche könnte bei Verbesserung der Narbengüte und der floristischen Zusammensetzung in vielen luxemburgischen Betrieben erheblich verbessert werden. Dadurch ließen sich auf die Importe von Leistungsfutter bzw. die Futterproduktion auf Ackerflächen reduzieren. Die frei werdenden Ackerflächen wären für Marktfrüchte nutzbar.

Den Vorteilen der Weide stehen aber auch Nachteile gegenüber, die durch Stallfütterung zu umgehen sind:

- ◆ Zusätzlicher Arbeitszeitbedarf für Weidepflege, Wasserversorgung und Viehtrieb (bei zersplitterten Weideflächen).
- ◆ Der Flächenbedarf ist höher gegenüber Eingrasen.
- ◆ Der Erhaltungsbedarf der Tiere (Energie) ist um ca. 10% höher gegenüber Stallfütterung.
- ◆ Die steigende Sensibilität der Bevölkerung gegenüber Exkrementen auf Wegen und Straßen ist mancherorts ein ernstzunehmendes Hindernis für den Viehtrieb.

- ◆ Ungleichmäßige Nährstoffzufuhr (Kot und Harn) auf den Weiden führt zu Verlusten durch Auswaschung und Entgasung. Durch punktuelle Überdüngung kommt es daneben zu oben genannter ungewünschter floristischer Entartung der Weideflächen.
- ◆ In Großbetrieben mit hoher Tierzahl akkumulieren auf den Triebwegen zu den Weideflächen alltäglich erhebliche Nährstoffmengen, die verloren gehen weil dort kein Aufwuchs vorhanden ist.
- ◆ Gestiegene Ansprüche der Milchkühe an die Futtermittel gegenüber früheren Jahren favorisieren eine standardisierte und einfach berechenbare Futtermittelration im Stall.
- ◆ Preisgünstige handelsübliche Leistungsfuttermittel erlauben eine kostengünstige Fütterung im Stall.

Der Zustand zahlreicher Weide- und Mähweideflächen in Luxemburg und ihr ökonomisches und ökologisches Potential stehen zur Zeit im Widerspruch. Ziel des beschriebenen Projektes ist demnach, den Zustand und die Leistungsfähigkeit der Weiden und Mähweiden nachhaltig zu verbessern und daraus ökonomischen und ökologischen Nutzen zu ziehen.

Vorgehensweise

Es wird davon ausgegangen, dass die Weidewirtschaft in den Milchviehbetrieben unterschiedlichen Stellenwert besitzt; ebenso werden die Voraussetzungen für eine Verbesserung der Weiden von einem Betrieb zum anderen sehr verschieden sein.

Es ist daher das Ziel des Projektes, **im ersten Schritt** eine **Analyse der Milchviehbetriebe** auf der Basis von Betriebsdaten des Service d'Economie Rurale und des luxemburger Herdbuchverbandes vorzunehmen. Besonderes Augenmerk gilt der Flächennutzung und ihrer Produktivität, der Flächenarrondierung, den Nährstoffbilanzen (Hoftorbilanz, Feld-Stall-Bilanz), der Bewirtschaftung der Weiden (Pflegemaßnahmen, Häufigkeit der Nutzung), ihrer Topografie (Hängigkeit, Höhenlage) und den Belastungsparametern (Nährstoffsaldo, Nachsaathäufigkeit, Unkrautbesatz). Dazu stehen aus den Jahren 1996 bis 2002 Daten von insgesamt 38 Milchviehbetrieben zur Verfügung, welche fortlaufend ergänzt werden.

In der Betriebsanalyse werden die in der Statistik üblichen Verfahren angewandt (Häufigkeitsverteilung, Ranganalyse, Korrelation). Es wird erwartet, dass sich die Betriebe nach den Kriterien (i) Grünlandanteil, (ii) Bewirtschaftungsform, (iii) Zustand der Weiden, (iv) Milchleistung aus dem Grundfutter und (vi) Nährstoffsaldo gruppieren lassen.

Im zweiten Schritt werden die **Ursachen** mangelhafter Weidewirtschaft dargestellt und bewertet. Dabei wird eine Rangordnung der Mängel und möglicher Verbesserungsmaßnahmen aufgestellt. Neben dieser Analyse auf Basis von Betriebserhebungen werden 4 Pilotbetriebe ausgewählt und dort die Effekte der Bewirtschaftung auf die Mängel in der Weidewirtschaft systematisch vor Ort untersucht.

Wichtigste Untersuchungsgrößen sind Futterqualität, Futteraufnahme auf der Weide und floristische Zusammensetzung sowie Futterwertzahl der Grünlandflächen. Außerdem sollen die Stoffflüsse in den Betrieben im Detail untersucht werden, um Aussagen darüber zu treffen, ob und wie eine Nährstoffentlastung der Weideflächen herbeigeführt werden kann. Sämtliche Erhebungen und Erkenntnisse werden zwecks Dokumentation und Auswertung auf der Basis **georeferenzierter Daten** bezüglich der Betriebsflächen festgehalten. Die Pilotbetriebe bleiben über die gesamte Projektzeit von 3 Jahren unter Beobachtung.

Im dritten Schritt wird ein **Maßnahmenkatalog** erstellt, der den individuellen Gegebenheiten der Betriebe gerecht wird. Dazu zählen:

- ◆ innerbetriebliche Struktur,
- ◆ Arbeitskräftebesatz,
- ◆ Ausstattung (Stall, Maschinen),
- ◆ zur Verfügung stehende Grünlandfläche und ihr Anteil im Betrieb,
- ◆ Besatzstärke.

Im vierten Schritt wird der **Maßnahmenkatalog** in den Pilotbetrieben **umgesetzt**, mit dem Ziel, die Ausnutzung und Produktivität der Weidewirtschaft zu erhöhen. Die Konsequenzen dieser Umstellung

für die Futterkonvertierung, Milchleistung aus Grünland, Nährstoffeinsatz und Futterzukauf werden dokumentiert.

Mittels sogenannter „**On-Farm-Projekte**“ (Gülleausbringung, Weidekalender, N-Inventur, Grünlandnachsaat) wird die Zusammenarbeit mit und auf den Pilotbetrieben anschaulich dargestellt, um auf diese Art und Weise das Interesse an dem Projekt und an der Weidewirtschaft bei **sämtlichen luxemburgischen Milchviehhaltern** zu wecken.

Parallel zu den produktionstechnischen Aufnahmen und Veränderungen sollen auch die **ökonomischen Daten** und die möglichen Veränderungen erfasst und ausgewertet werden.

Schließlich sollen aus dem Projekt **Beratungsunterlagen (Grünlandquartett, FILL-Rechenschieber)** entstehen, die sich zum größten Teil auf die in der Region gewonnenen Erkenntnisse stützen. Es wird erwartet, dass sich dadurch die Akzeptanz der Beratung in Luxemburg verbessern lässt.

Literatur

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (1999): Plan national pour un développement durable

Die Grünlandwirtschaft in Luxemburg

Jos Frisch, Directeur Hon.
Luxemburg

Einleitung

Bis gegen Mitte des 19. Jahrhunderts betrieben die Luxemburger Bauern einen sehr primitiven Ackerbau und eine unproduktive Viehwirtschaft. Die Vieh- und Weidewirtschaft spielt um diese Zeit so gut wie keine Rolle. Die wenigen vorhandenen Kühe dienten lediglich als Zugtiere und als Erzeuger des unentbehrlichen Stalldüngers, tierische Produkte wie Fleisch, Milch, Butter und Käse waren bei der armen Bevölkerung nicht gefragt.

Eine große Wende trat ein als gegen Ende des 19. Jahrhunderts die ersten Industriestädte im Süden des Landes entstanden. Die Bevölkerung nahm sprunghaft zu und die neue Konsumgesellschaft begnügte sich nicht mehr mit Brot und Kartoffeln sondern fragte immer mehr nach teuren Veredelungsprodukten wie Fleisch und Milchprodukten. Die stark gesteigerte Nachfrage nach tierischen Erzeugnissen brachte einen gewaltigen Aufschwung für die Viehwirtschaft, besonders für die Rindviehhaltung mit sich. Der Rindviehbestand, bis dahin hauptsächlich als Zugkräfte und zur Dungerzeugung benutzt, wurde möglichst schnell auf Fleisch- und Milchproduktion umgestellt, und ihm kam allgemein eine größere Sorgfalt zu. Das Vieh, das bis sich dahin auf den kargen Brache- und Ödlandflächen ernähren musste, wurde im Stall gefüttert, hier konnte es besser gehegt und gepflegt werden, und die Leistungen stiegen schnell in die Höhe.

In einer ersten Etappe wurde das Vieh im Stall gefüttert und infolgedessen der erlebte der Acker- und Feldfutterbau um die Jahrhundertwende einen großen Aufschwung (Rotklee, Klee gras, Luzerne und Futterrüben).

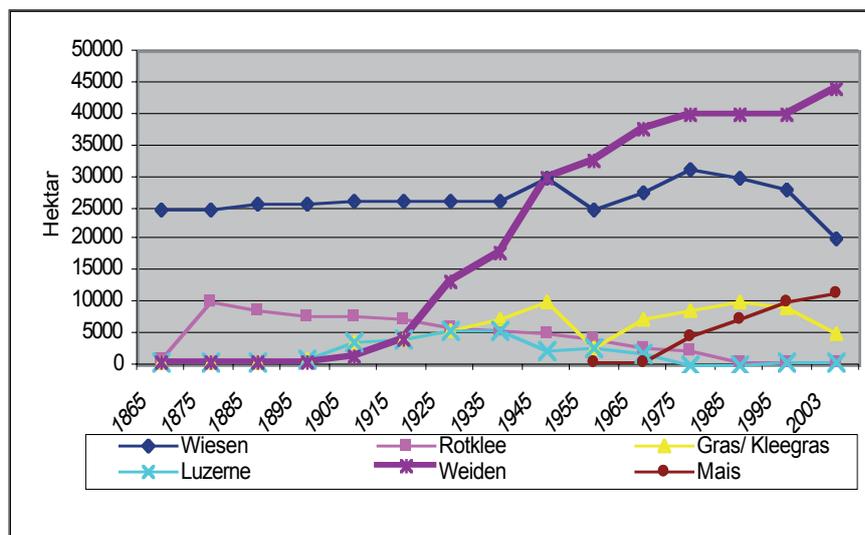


Abb. 1
Entwicklung der
Futterproduktion in
Luxemburg

Die Rindviehbestände wurden im Laufe der Jahre immer größer, die Arbeitskräfte in den Betrieben dagegen wanderten ab und wurden immer teurer. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen wurde die Stallfütterung nach und nach durch die Weidenutzung ersetzt. Zuerst wurden die hofnahen Ackerflächen zu Weiden umfunktioniert, später wurde der Kreis der Weideflächen um den Hof oder das Dorf immer größer gezogen. Betrug die Weideflächen im Jahr 1910 nur 1% der LN, so machten sie 1939 schon 11% und 1950 22% der LN aus. Die Ausdehnung der Weideflächen erfolgte größtenteils auf Kosten des Ackerlandes, das in gleichem Masse abnahm, wie die Weideflächen zunahm. Seit 1920 hat die Futterbaufläche die Getreidefläche überflügelt, und seit den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts nimmt das Grünland über 50% der LN ein.

Die luxemburgische Landwirtschaft ist vom Ackerbau auf die Futterwirtschaft übergegangen, weil der Betriebszweig Futterbau – Rindviehproduktion viel besser in die Natur- und Strukturverhältnisse

Luxemburgs hineinpasst. Dieser Sektor stellt sowohl aus klimatischen als auch aus geologischen und betriebswirtschaftlichen Gründen eine weitaus bessere Wettbewerbsfähigkeit dar als der Ackerbau.

Material und Methoden

Die Klimaverhältnisse Luxemburgs

Klimatisch gesehen gehört Luxemburg dem luftfeuchten, kühlen Klimagebiet an und wird stärker vom maritimen als vom kontinentalen Klima beeinflusst; es liegt an einem Frontabschnitt an dem diese beiden Klimatypen aufeinander stoßen, woraus auch die unbeständigen und unregelmäßigen Witterungsverhältnisse zu erklären sind.

Das Klima Luxemburgs wird weitgehend durch das Ardenner Gebirgsmassiv bestimmt. Die vorherrschende Hauptwindrichtung ist West oder Südwest, d.h. Meereswind aus dem feuchten atlantischen Klimaraum. Diese, aus westlicher Richtung strömenden und wassergesättigten Luftmassen werden vom Ardenner Gebirgsmassiv in höhere und kältere Luftschichten gehoben, es kommt dadurch zu Regenbildung. Auf dem Rücken der Ardennerhöhenkette (Libramont, Baraque Michel, Baraque Fraiture) sind Niederschläge zwischen 1000 und 1300 mm pro Jahr zu erwarten.

Je mehr nun die Luftmassen in Richtung Luxemburg ziehen, umso mehr haben sie sich ausgeregnet und an Feuchtigkeit verloren. An der der belgisch-luxemburgischen Grenze fallen noch etwa 1000 mm Niederschlag pro Jahr. Die Regenmassen nehmen von Westen nach Osten sehr stark ab: an der deutsch-luxemburgischen Grenze liegen sie nur noch zwischen 600-700 mm; diese Gebiete liegen bereits im „Regenschatten“ der Ardennen.

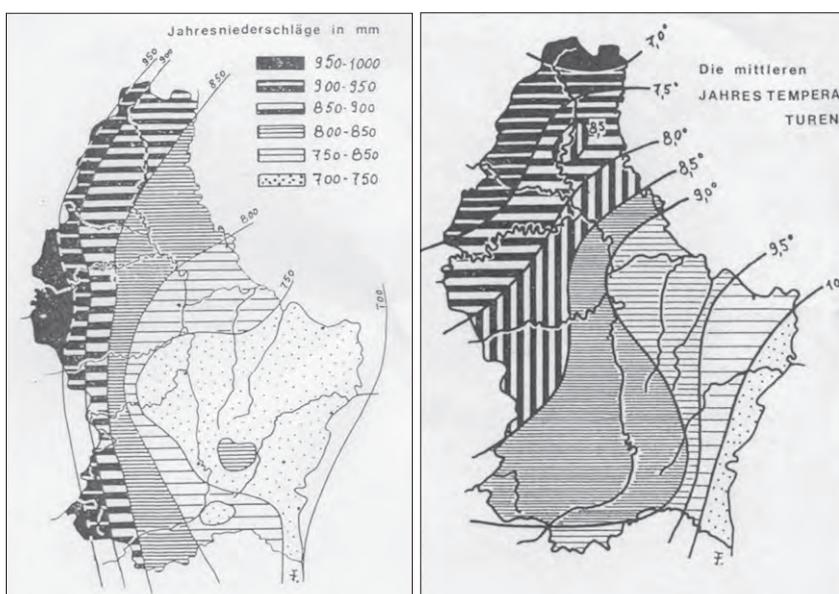


Abb. 2 u. 3: räumliche Verteilung der jährlichen Niederschlagsmengen und Temperaturverhältnisse Luxemburgs

Eine andere Regenzone liegt im südwestlichen Gutland, wo die hohen Niederschlagsmengen (1000 mm) durch die Stauwirkung des höher gelegenen Doggerplateaus (Minetteplateau) bedingt sind.

Das Luxemburger Klima ist also durch ein starkes Niederschlagsgefälle von Westen nach Osten gekennzeichnet, was sich auch sehr stark auf die Landwirtschaft auswirkt: ausgesprochenes Grünlandgebiet im Westen, und vermehrt Acker- und Obstbau im Osten des Landes.

Was die *Temperaturverhältnisse* im Luxemburger Raum anbelangt, so liegen die Jahresdurchschnittstemperaturen bei ca. 10°C in den günstigeren Teilen des Landes und bei 7°C in den ungünstigen Gegenden (nördliches Ösling); die Temperaturen nehmen also von Norden nach Süden und von Westen nach Osten zu.

Sowohl Niederschlagshöhe als auch Wärmeverhältnisse haben, jedes getrennt genommen, nur einen beschränkten Aussagewert über den Einfluss auf das Pflanzenwachstum. Um die beiden Faktoren in ihrer Gesamtwirkung zu sehen, hat der Klimatologe R. Lang sie in einer Formel zusammengefasst. Der „Regenfaktor von Lang“ (Jährliche Regenmenge/Jahresmitteltemperatur) gibt Auskunft über die mögliche landwirtschaftliche Nutzung einer Region.

Tabelle 1: Regenfaktor und Bodennutzungssysteme

Regenfaktor	Bodennutzungssysteme
Über 120	Reine Futterbauwirtschaft sofern die Bodenbeschaffenheit eine genügende Wasserversorgung garantiert
100-120	Futterbau – Ackerbau
80-100	Ackerbau – Futterbau
60-80	Günstige Ackerbaubedingungen
50-60	Hackfruchtbau (Zuckerrüben, Gemüse, Weinbau)

Ergebnis und Diskussion

Auf unser Land übertragen ergeben sich folgende klimabedingten Anbauzonen:

Ein reines Futterbaugebiet im nordwestlichen Ösling. Der Futterbau vor allem das Weideland, findet hier optimale Wachstumsbedingungen vor, im Getreidebau haben hier lediglich Sommerkulturen eine Chance.

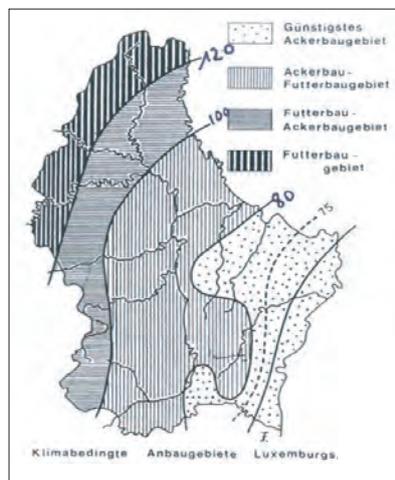


Abb. 4: Einteilung Luxemburgs in Klimazonen nach dem Regenfaktor von Lang

Ein „Futterbau – Ackerbaugebiet“, das sich über das regenreiche westliche und südwestliche Gutland, sowie das zentrale Ösling erstreckt. Soweit es die Bodenverhältnisse erlauben, haben hier Futterbau und Weidenutzung den Vorrang.

Das „Ackerbau – Futterbaugebiet“: im zentralen und südlichen Gutland, sowie im südlichen Ösling ist noch gutes Futterbaugebiet, tendiert aber schon zum Ackerbaugebiet.

Ein „günstiges Ackerbaugebiet“ erstreckt sich vor allem auf das Mosel und Untersauergebiet. Dieses Gebiet, das durch höhere Temperaturen und geringere Niederschläge geprägt ist, eignet sich vorzüglich für Ackerbaukulturen und den Obst und Weinbau, während es für die Grünlandnutzung häufig zu trocken ist.

Die Bodenverhältnisse Luxemburgs

Die Luxemburger Böden zeichnen sich durch ihre große Vielgestaltigkeit auf einem relativ kleinen Raum aus. Sie können grob in drei Gruppen eingeteilt werden:

- ◆ die Devon-Böden im Ösling
- ◆ die Trias-Böden und
- ◆ die Lias-Böden im Gutland

Das *Ösling*, ein Ausläufer der Ardennen oder des Rheinischen Schiefergebirges bildet ein weit ausgedehntes Hochplateau, das von tiefen und engen Flusstälern mit steilen Abhängen durchbrochen ist. Die Böden des Öslings sind tonig saurere Schieferverwitterungsböden, vielfach flachgründig und durchlässig, und in der Regel bei jedem Wetter befahrbar und bearbeitbar und von daher gute Ackerböden. Das zentrale und südliche Ösling ist trotz höherer Niederschlagsmengen aufgrund der flachgründigen und durchlässigen Schieferböden sehr trockenempfindlich und für Dauergrünland kaum geeignet.

Eigentliches Dauergrünland ist im Ösling hauptsächlich auf die schmalen Flusstäler beschränkt. Die wichtigste Form der Futterproduktion ist deshalb auf den Hochflächen der kurzfristige Feldfutterbau (Kleegrass, Ackergras) oder das langfristige Wech-

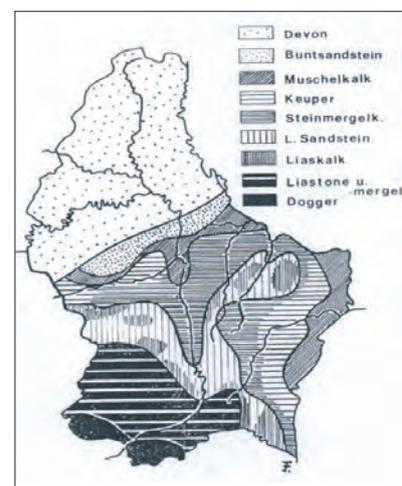


Abb. 5 Geologische Übersichtskarte Luxemburgs

selgrünland (Leyfarming). Das nördliche und nordwestliche Ösling ist dagegen aufgrund von tonigen und tiefgründigeren Böden und höheren Niederschlagsmengen eine ausgesprochene Weide- und Grünlandgegend.

Das *Gutland* ist sehr verschiedenartig was den Boden anbelangt, der im Wesentlichen durch die Trias- und Liasformationen gebildet wird.

Die Triasformation setzt sich aus dem Buntsandstein, dem Muschelkalk und dem Keuper zusammen, und liefert die verschiedenen Bodentypen angefangen von den leichten Buntsandsteinböden bis zu den schweren Keuperböden, hier sind besonders die Steinmergelkeuperböden schwierige Böden.

Die Liasformation begreift den Luxemburger Sandstein, sowie den Liaskalk und die Liastone und -mergel. Der Luxemburger Sandstein liefert ausgesprochen leichte Sandböden (Roggenböden), während der Liaskalk die besten Ackerböden darstellt. Die Liastone und -mergel sind in der Regel sehr schwere und undurchlässige Böden und bilden beste Wiesen und Weidegebiete.

Formen der Grünlandnutzung

Die wichtigste Form der Grünlandnutzung in Luxemburg ist die *Weidenutzung*. Waren die eigentlichen Weideflächen zu Beginn des 20. Jahrhunderts nur sehr schwach vertreten, so haben sie sich im Laufe des letzten Jahrhunderts zur wichtigsten Kulturart Luxemburgs entwickelt. Infolge der Milchquotenregelung sind die Weideflächen in letzter Zeit zurückgegangen, sie nehmen aber immer noch 27% der LN ein. Die bevorzugten Weidegebiete liegen auf den schweren Mergel- oder Tonböden der Keuper- sowie der Liaston- und Liasmergelgegenden. Es sind dies die Einzugsgebiete der Attert, der oberen und unteren Alzette, der Korn und der Mess, sowie das nördliche Ösling.

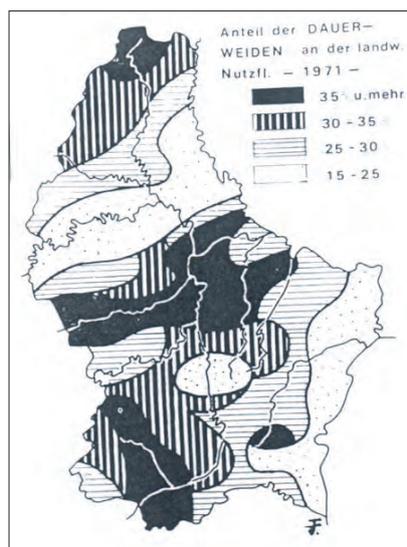


Abb. 6: Verteilung der Dauerweiden in Luxemburg

Die *Dauerwiesen*, die seit Jahrhunderten die nassen Talböden bedecken, sind als „absolutes“ natürliches Grünland in ihrer Fläche nahezu konstant geblieben. Diese Flächen machen ca. 29 000 ha oder ca. 22% der LN aus. Auch hier stellen maßgeblich die Einzugsgebiete der kleinen Flüsse wie Alzette, Attert, Syr und Mess die Wiesengebiete dar. Schwerdurchlässige Böden und hohe Niederschläge führen dort zu 30 -40% Dauerwiesen an der LN. Die Dauerwiesen zeichnen sich durch ihre große Ertragstreue bei verhältnismäßig geringem Kosten und Arbeitsaufwand aus, was sie zu einer zuverlässigen und günstigen Futterquelle in der Viehwirtschaft macht.

Der *Feldfutterbau* wird dort betrieben wo die Klimaverhältnisse zu trocken oder der Boden zu flachgründig und zu durchlässig für ein gutes Graswachstum ist. Dieses gilt einerseits für das östliche Gutland (Mosel- und Untersauergegend) und die sandige Gegend des Luxemburger Sandsteins, andererseits für das zentrale und südliche Ösling, wo sich die Futtererzeugung folgerichtig vom Dauergrünland auf den Acker verschoben hat, so dass sich hier regelrechte Feldfuttergebiete entwickelt haben.

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts spielten Rotklee, Luzerne, Klee gras und Futterrüben die Hauptrolle im Feld- und Ackerfutterbau. In der zweiten Hälfte waren es die schnellwüchsigen Grasarten und der Silomais, die einen großen Umschwung in der modernen Futterwirtschaft brachten.

Fazit

Allgemein kann zurückbehalten werden, dass die Gestaltung des Futterbaus in Luxemburg als Beispiel einer musterhaften Ergänzung von Dauergrünland und Ackerfutterbau gilt: in den graswüchsigen und feuchteren Gegenden sind Dauerwiesen und –weiden vorherrschend. In den trockenen und stark ackerbaulich orientierten Gegenden tritt der Feld- oder Ackerfutterbau deutlich in den Vordergrund.

Literatur

FRISCH, J. (1995): D'Ackerbauverwaltung am Dingscht vun der Landwirtschaft, 61-67,100-121
 LANG, R. aus ROEMER, SCHEIBE, SCHMITT, WOERMANN (1952): Handbuch der Landwirtschaft, Bd.1,100

Blattflächenentwicklung und Abreifegrad der Blätter von Silomais bei unterschiedlichem Wasserangebot

K. Schmalzer und K. Richter

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

1. Einleitung und Problemstellung

Der Abreifegrad der Blätter bei Silomais ist ein Merkmal, was in der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes (2003) als Boniturmerkmal mit den Ausprägungsstufen 1 bis 9 beschrieben wird. Bei der Bonitur unmittelbar vor der Ernte wird unter der Ausprägungsstufe 1 verstanden, dass noch vollständig grüne Blätter vorhanden sind bzw. bei Ausprägungsstufe 9 eine vollständige Abreife (Vergilbung) des Blattapparats vorliegt. Sofern Trockenstress die Sorteneffekte offensichtlich überlagert, soll diese Bonitur entfallen. Trockenstress kann aber in den nordostdeutschen Trockenlagen nahezu in allen Entwicklungsstadien des Silomaises auftreten (SCHMALZER UND RICHTER, 2003). Darauf können Sorten unterschiedlich in der Blattflächenentwicklung und im Abreifeverhalten des Blattapparates reagieren. Diesbezügliche Sorteninformationen sind unter trocken-heißen Abreifebedingungen besonders wichtig, um für die Futterqualität optimale Erntetermine zu sichern. Hierbei sind Sorten von Vorteil, deren Restpflanzen nicht vor einer ausreichenden Ausreife des Kolbens extrem schnell vertrocknen.

In den Jahren 2001 bis 2003 ist daher am Standort Berge westlich von Berlin die Blattflächenentwicklung von zwei Maissorten mit den Siloreifezahlen S 210 und S 240 bei differenziertem Wasserangebot (unbewässert, bewässert) ermittelt worden. Es handelte sich um Sorten, die nach mehrjähriger Prüfung im Landessortenversuch für den Anbau im Land Brandenburg empfohlen waren (BARTHELMES UND KRÜGER 2004).

2. Material und Methoden

Die Silomaisversuche wurden am Standort Berge als zweifaktorielle Streifenanlagen mit vier Wiederholungen angelegt (Tab. 1). Die vorherrschende Bodenart ist lehmiger Sand. Die Ackerzahl beträgt 40. Die langjährigen Jahresmittel für Niederschlag liegen bei 503 mm bzw. für die Lufttemperatur bei 8,8°C.

Tab. 1: Faktoren und Faktorstufen

Faktor	Faktorstufe
1. Sorte	1.1 Sorte A, Siloreifezahl S 210
	1.2 Sorte B, Siloreifezahl S 240
2. Bewässerung	2.1 ohne Bewässerung
	2.2 mit Bewässerung

Das Wasserangebot während der Vegetationszeit des Silomaises ist aus Tab. 2 ersichtlich. Von Aufgang bis Ernte wurde wöchentlich die Blattfläche von jeweils 16 festgelegten Pflanzen je Sorte bestimmt. Die Fläche jedes einzelnen Blattes ergab sich aus dem Produkt von Blattlänge, Blattbreite und einem nach ŠESTÁK et al. (1971) bestimmten Korrekturfaktor, der in Abhängigkeit von der Blattgeneration bei den Sorten A und B zwischen 0,66 und 0,87 bzw. 0,64 und 0,84 variierte. Die maximale Gesamtblattfläche der Pflanze ergab sich aus der Summe der Blattflächen aller Blattgenerationen. Einer Blattfläche von 4000 cm² je Pflanze entsprach bei der zu Grunde gelegten Bestandesdichte von 8 Pflanzen je m² ein Blattflächenindex von 3,2. Außerdem wurde die Anzahl und Position von abgestorbenen und vergilbten Blättern festgestellt.

Tab. 2: Saat- und Erntetermine, Niederschlag, klimatische Wasserbilanz (KWB) und Zusatzwassermenge bei Bewässerung während der Vegetationszeit

Jahr	Saattag	Erntetag	Niederschlag mm	KWB (N - PET nach HAUDE) Mm	Zusatzwasser mm
2001	02.05.	12.09.	205	-185	100
2002	30.04.	10.09.	321	-51	20
2003	30.04.	28.08.	118	-368	140

Die Ertragsanalyse bei Silomais beruhte auf der Ganzpflanzenernte von den 10,5 m² großen Parzellen sowie der Bestimmung des Trockenmassegehaltes. Die Nahinfrarot-Reflexions-Spektroskopie lieferte die Werte für den Stärkegehalt sowie die zur Energieschätzung benötigten Parameter (NIRS-Messung durch LVL Brandenburg, Referat Grünland- und Futterwirtschaft Paulinenaue).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die angelegte maximale Blattfläche der Sorten stieg mit dem Niederschlagsangebot während der Vegetationszeit in der Reihenfolge der Jahre 2003, 2001 und 2002 und wird in Abb. 1 in Relation zum Trockenmasseertrag dargestellt. Die Sorten A und B bildeten in allen Jahren 13 bis 14 bzw. 16 bis 17 Blattgenerationen aus und erreichten damit im Mittel der Jahre Blattflächen von 3690 bzw. 4926 cm² je Pflanze. Die Position des ersten großen Kolbens, nachfolgend mit K bezeichnet, befand sich am 8. oder 9. Blatt bzw. am 11. oder 12. Blatt. Der Anstieg der Blattfläche mit steigendem Niederschlagsangebot war nicht auf eine größere Anzahl von Blattgenerationen, sondern auf größere Einzelblattflächen zurückzuführen. Die Bewässerung bewirkte keine signifikant größere Blattfläche. Nur bei Bewässerungsbeginn während der letzten Phase der Blattbildung im Jahre 2003 war eine weitere Zunahme der Blattfläche bei der Sorte B festzustellen (Abb. 2). Aufgrund der wesentlich größeren Blattfläche konnten für die Sorte B höhere Trockenmasseerträge erwartet werden. Das war aber nur bei geringem Niederschlagsangebot im Jahr 2003 der Fall. Die Bewässerung führte bei beiden Sorten zu einer Stabilisierung des Ertragsniveaus.

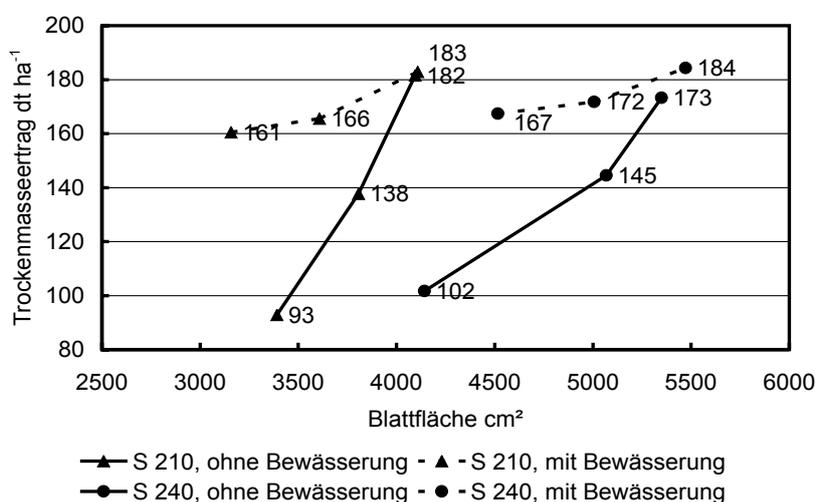


Abb. 1: Trockenmasseertrag in Beziehung zur maximalen Blattfläche (Reihenfolge der Jahresmittel 2003, 2001, 2002)

Die Bonitur zum Abreifegrad der Blätter erfordert Informationen über die Ausstattung einer Maissorte mit Blättern, d.h. deren Blattanzahl sowie Blattfläche der einzelnen Blätter. Diese Informationen wurden für die geprüften Sorten in Abb. 2 zusammengefasst.

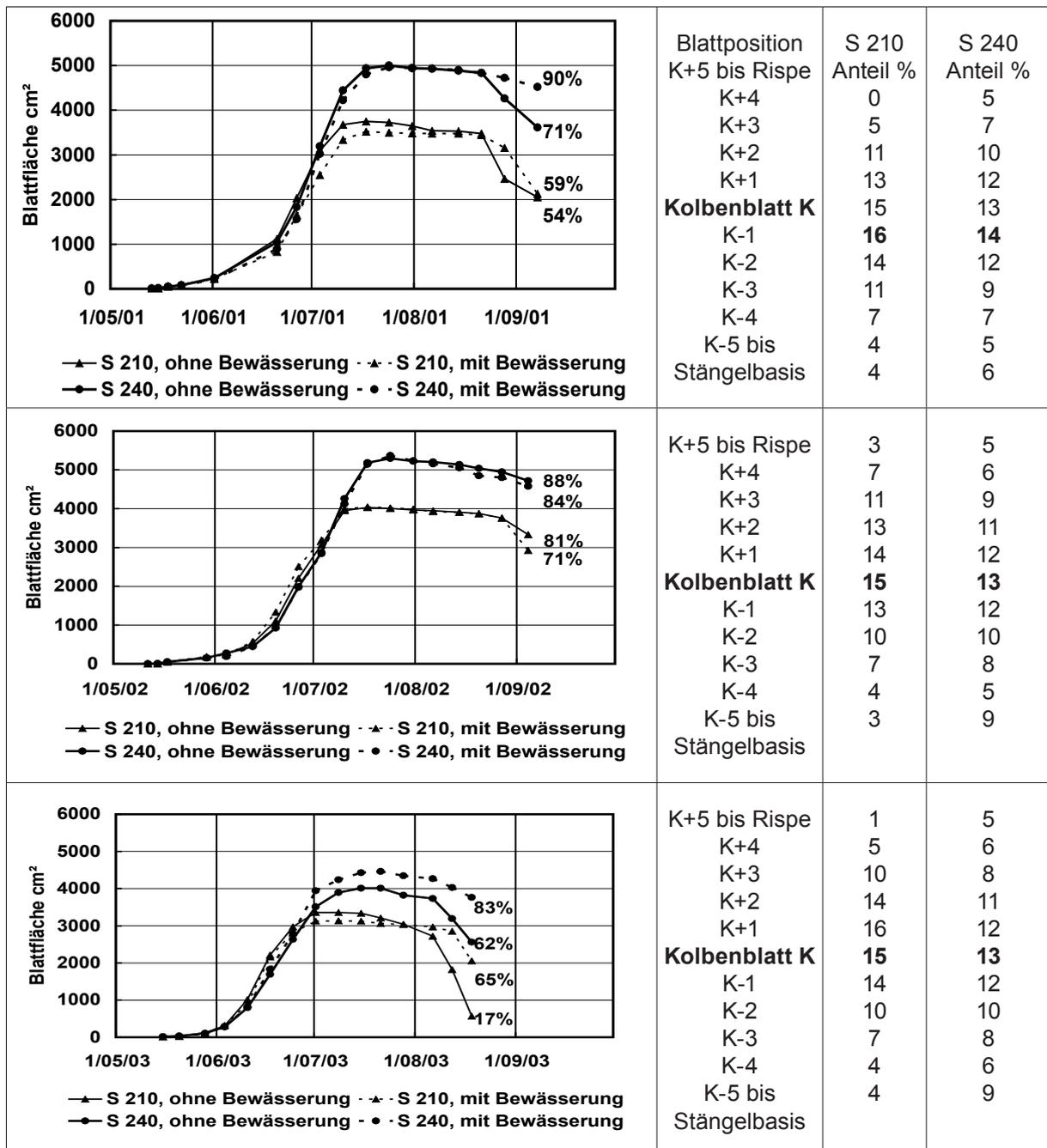


Abb. 2: Blattflächenentwicklung und prozentualer Anteil der einzelnen Blätter an der Gesamtblattfläche der Maispflanze (BF_{max}) in den Jahren 2001 bis 2003 (K-1: erstes Blatt unterhalb des Kolbenblattes, K+1: erstes Blatt oberhalb des Kolbenblattes)

Die Sorten wiesen in den Jahren sehr hohe Trockenmassegehalte in der Gesamtpflanze auf (Tab. 3), was für die Silierbarkeit des Ernteguts einen entscheidenden Nachteil darstellte und zeitigere Erntetermine vor einer ausreichenden Kolbenausreife erfordert hätte. Die Neigung zum Verstrohen der Restpflanze war bei Bewässerung und späterer Siloreife geringer. Dieser Vorteil war jedoch nicht immer mit höheren Energie- und Stärkegehalten verbunden.

Die größere Ausstattung mit Blattfläche führte im Vergleich der beiden geprüften Sorten in den einzelnen Jahren zu signifikant geringeren Werten bei diesen Qualitätsparametern.

Tabelle 3:

Qualitätsparameter von Silomais (Gesamtpflanze) in Abhängigkeit von Sorte und Bewässerung

Qualitätsparameter	Jahr	Sorte A (S 210) Bewässerung		Sorte B (S 240) Bewässerung		LSD $\alpha=5\%$
		ohne	mit	ohne	mit	
Trockenmassegehalt [%]	2001	46,8	37,9	37,1	31,8	2,4
	2002	41,8	42,4	36,2	36,2	2,3
	2003	57,3	46,8	48,1	41,7	2,7
Energiegehalt [MJNEL(kg TM ⁻¹)]	2001	6,76	6,45	6,19	6,17	0,35
	2002	6,50	6,54	6,40	6,23	n.s.
	2003	5,92	6,36	5,74	6,31	0,38
Stärkegehalt [%]	2001	41,9	33,5	31,1	30,0	4,9
	2002	33,0	35,3	34,9	33,5	n.s.
	2003	31,3	35,6	27,3	34,5	5,6

4. Schlussfolgerungen

Der Trockenmassegehalt der Gesamtpflanze und das Abreifeverhalten der Restpflanze sind wichtige Anhaltspunkte zur Beurteilung der Siloreife unterschiedlicher Sortentypen. Aus dem Verhältnis von abgestorbener und vergilbter Blattfläche zur maximal angelegten Blattfläche wurde in den Versuchen der Abreifegrad der Blätter vor der Ernte bestimmt. Dieser Abreifegrad konnte ausgehend von der Position des Kolbenblattes sehr gut beurteilt werden. Die ältesten Blätter vergilbten und vertrockneten an der Stängelbasis beginnend in Richtung Kolbenblatt zuerst.

Bei einer Abreifebonitur kann den Ausprägungsstufen 3, 5 und 7 beispielsweise ein Anteil der abgestorbenen und vergilbten Blattfläche von 25, 50 bzw. 75 % der maximalen Blattfläche der Maispflanze zugeordnet werden. Die Trockenmassegehalte in der Gesamtpflanze erreichten in den Versuchen nur dann Bereiche von 30...35%, wenn ein Abreifegrad von 2 bis 3 nicht überschritten wurde. Das war bei der Sorte A dann der Fall, wenn ein bis zwei Blätter unterhalb des Kolbenblattes noch grün waren sowie bei der später abreifenden, blattreicheren Sorte B zwei bis drei Blätter unterhalb des Kolbenblattes. Bei Ausprägungsstufen über 3 traten unter den gegebenen Standortbedingungen bereits Trockenmassegehalte in der Gesamtpflanze von über 40% auf, die ein zunehmendes Verstrohen der Restpflanze anzeigten. Das kann für diese Standortbedingungen ein Vorverlegen der Erntetermine zur Konsequenz haben, was mit Einbußen im Stärke- und Energiegehalt einhergehen könnte.

Bei limitiertem Wasserangebot sind Sorten mit einer schnellen Stärkeeinlagerung und nicht zu schnell abreifender Restpflanze von Vorteil.

Literatur

- BARTHELMES, G. und KRÜGER, F. (2004): Sortenratgeber 2003/2004. Silomais, Körnermais. Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg.
- BUNDESSORTENAMT (HRSG.) (2003): Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln) 2003. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.
- SCHMALER, K. und RICHTER, K. (2003): Ertrag und Qualität von Silomais in Abhängigkeit vom Wasserangebot. *Archives of Agronomy and Soil Science* 49, 357-374.
- ŠESTÁK, Z., ĀATSKÝ, J. & JARVIS, P. G. (1971): Plant photosynthetic production. Manual of methods. Dr. W. Junk N. V. Publishers. The Hague. 800 pp.

Das FILL Weideprojekt: Erkenntnisse aus dem ersten Projektjahr

D. Klöcker¹, G. Conter², M. Hansen³, M. Santer³, H. Kohnen³

¹Federation des Herdbooks Luxembourgeois

²Service d'Economie Rurale

³Lycée Technique Agricole

Einleitung

Die Weide, besonders mit Milchkühen, gerät gerade im deutschsprachigen Raum immer mehr ins Abseits. Und das bei doch eindeutigen Vorteilen gegenüber der Stallfütterung: hohes quantitatives und qualitatives Ertragspotential, hohe Schmackhaftigkeit und hohe Futterraufnahme, geringer Arbeitsaufwand, positive Effekte für die Tiergesundheit. Allerdings können diese Vorteile nur dann genutzt werden, wenn durch eine hochwertige Pflanzensammensetzung hohe Energie- und Proteingehalte erzielt werden können.

Ein zurückgehender Energiegehalt im Laufe der Weidesaison, geringe Pansenstabilität und geringer Strukturwert des Weidefutters, mangelnde Stabilität der Fütterung bei Witterungsschwankungen uvm. stehen den Vorteilen der Weidehaltung entgegen. Oftmals sind die erforderlichen guten Pflanzenbestände und die nötige Pflege in der Praxis nicht vorhanden, weshalb eine Ganzjahresstallhaltung in der Milchviehwirtschaft der Weidehaltung überlegen scheint.

In dem vorliegenden Projekt sollen zum einen die Ursachen eines Rückgangs der Weidehaltung in der Praxis genauer untersucht werden, zum anderen sollen Möglichkeiten gefunden werden, die Weidehaltung in der Praxis wieder attraktiv zu machen (Regeln, Leitsätze, Interesse erwecken, Vorurteile abbauen....)

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf vier Milchviehweidebetrieben in Luxemburg durchgeführt. Die Selektion dieser vier Betriebe erfolgte aus einem Pool von ca. 50 Weidebetrieben, welche sowohl in der offiziellen Milchkontrolle als auch an einem Beratungsprogramm zur Optimierung der biologischen Effizienz teilnehmen und eine ökonomische Buchführung haben. Ein weiteres Kriterium war die zuverlässige Bereitstellung von Daten und die Bereitschaft zur Mitarbeit. Die Tabelle zeigt verschiedene Kennwerte, wie Flächennutzung und Viehbesatz der vier Pilotbetriebe.

Tabelle 1: Kennwerte der Pilotbetriebe

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Landwirtschaftliche Nutzfläche (ha)	48	121	96	94
Acker (ha)	14	61	21	0
Verkaufsfrüchte/Stilllegung (ha)	9	51	12	0
Silomais (ha)	5	10	7	0
Dauergrünland (ha)	34	60	75	94
Davon				
Weiden (ha)	5	13	n.b.	29
Mähweiden (ha)	24	47	n.b.	17
Wiesen (ha)	5	0	n.b.	48
Futterfläche	39	70	82	94
Anzahl Milchkühe	32	36	38	43
Anzahl Mutterkühe				37
Milchleistung/Kuh (l)	9160	8900	7560	8670
Fett/Eiweiß in der Milch (%)	4.02/3.45	4.15/3.44	3.94/3.18	4.21/3.45
GVE/ha (inkl. Jung- u. Mastvieh)	1,2	0,8	1,6	2,5

Im ersten Jahr sollte der Ist-Zustand der vier Betriebe erfasst werden. Hierzu wurden Daten von den Weiden (Bodenanalysen, Pflanzenbestand) und den Milchviehherden (durchschnittl. Milchleistung, Reproduktionsdaten etc.) erhoben, sowie die täglichen Beifuttermengen (Krafftfutter und Rauhfutter im Stall) und die tägliche Milchleistung der Herden erfasst. Bei jedem Weidewechsel wurde der Trockenmasseertrag der neuen Weide mittels Kapazitätsmessung ermittelt (SCHELLBERG et al. 2003), sowie die Futterqualität über Frischgrasproben mit NIRS analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

Die Grafiken zeigen die tägliche Trockenmasseaufnahme je Kuh und Tag berechnet nach der Formel von CHASE (1993), die über das Lebendgewicht und die Milchleistung ermittelt wird. Es zeigen sich große Schwankungen innerhalb der vier Betriebe aber auch zwischen den Betrieben. Die Zusammensetzung der Pflanzenbestände hat mit Sicherheit einen Einfluss auf die Weideleistung, wurde jedoch bei allen vier Pilotbetrieben durch andere Effekte überlagert.

Auf Betrieb 1 weideten die Milchkühe bis Ende Mai nur am Tag, nachts wurde im Stall Gras- und Maissilage und Krafftfutter als teilweise TMR gefüttert.

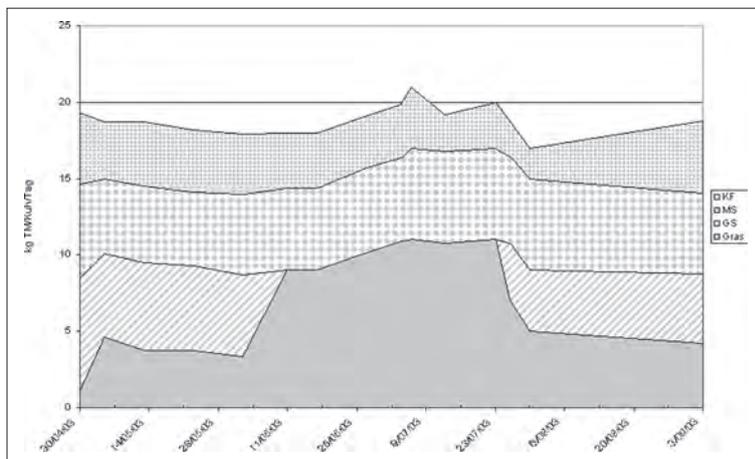


Abb. 1: Durchschnittliche tägliche Trockensubstanzaufnahme während der Weideperiode (Betrieb 1)

Die Weideleistung lag hier am Tag bei einer Trockensubstanzaufnahme von ca. 5 kg Weidegras pro Kuh und Tag und einer daraus errechneten Milchleistung von ca. 6 kg FPCM (ca. 1.2 kg FPCM/kg TS Weidegras). Erst bei Reduzierung der Stallfütterung Ende Mai konnte die Futtermenge auf der Weide mehr als verdoppelt werden. Durch die Erhöhung des Weidefutteranteils konnte auch die

Milchleistung gesteigert werden. Obwohl die anderen Futterkomponenten nicht verändert wurden, ist hier tendenziell ein Anstieg der Milchleistung zu erkennen.

Die Daten von Betrieb 2 wurden zu einem späteren Zeitpunkt aufgenommen, so dass hier die Datenreihe erst Mitte Juni beginnt.

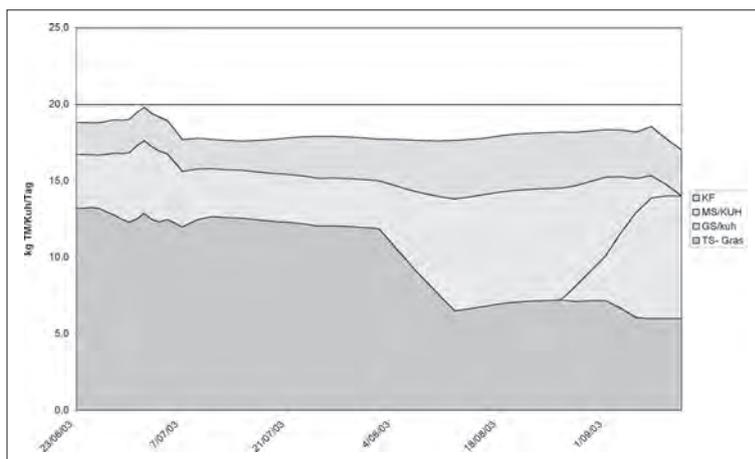


Abb. 2: Durchschnittliche tägliche Trockensubstanzaufnahme während der Weideperiode (Betrieb 2)

Von diesem Zeitpunkt an ist eine konstante Futtermenge auf der Weide zu erkennen. Ausreichend Weideflächen machten dieses trotz schlechter Pflanzenbestände möglich.

Durch die extreme Trockenheit und Hitze im letzten Jahr wurden die Milchkühe ab Anfang August

zusätzlich mit Mais und anschließend mit Grassilage gefüttert, so dass der Effekt der Weidefütterung auf diesem Betrieb nur über eine kurze Zeit von 1.5 Monaten beobachtet werden konnte. Während dieser Zeit konnte eine Trockensubstanzaufnahme von der Weide trotz Beifütterung im Stall von über 12 kg TS pro Kuh und Tag festgestellt werden.

Betrieb 3 bewirtschaftet mit seinen Milchkühen u.a. Naturschutzgrünland (Biodiversitätsflächen), welches wegen seiner hängigen Lage nicht gemäht werden kann, lediglich Mulchen der Weidereste als Pflegemaßnahme ist möglich.

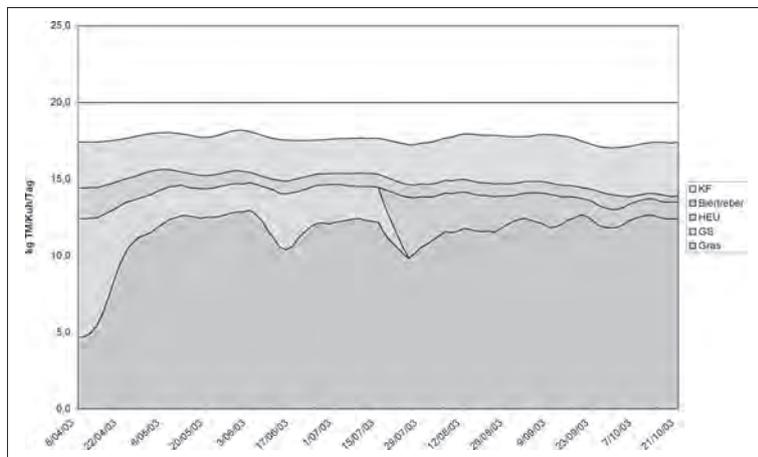


Abb. 3: Durchschnittliche tägliche Trockensubstanzaufnahme während der Weideperiode (Betrieb 3)

Da diese Flächen sowohl Nutzungsaufgaben unterliegen, als auch die eigentlich nötigen Pflegemaßnahmen nur bedingt durchgeführt werden konnten, mussten die Tiere auf teilweise überständigen, aber artenreichen Weideflächen grasen. Ein Weidewechsel erfolgte erst nach dem Abweiden der Flächen. Trotz der recht „rustikalen“ Weidehaltung,

konnten auf diesem Betrieb Trockensubstanzaufnahmen auf der Weide über 13 kg je Kuh und Tag erreicht werden.

Betrieb 4, ein reiner Grünlandbetrieb auf ca. 500 m über NN, muss einen großen Teil der Milchleistung vom Grünlandfutter ermelken. Die TS-Aufnahme aus dem Weidegras liegt bei ca. 10 kg TS/Kuh und Tag.

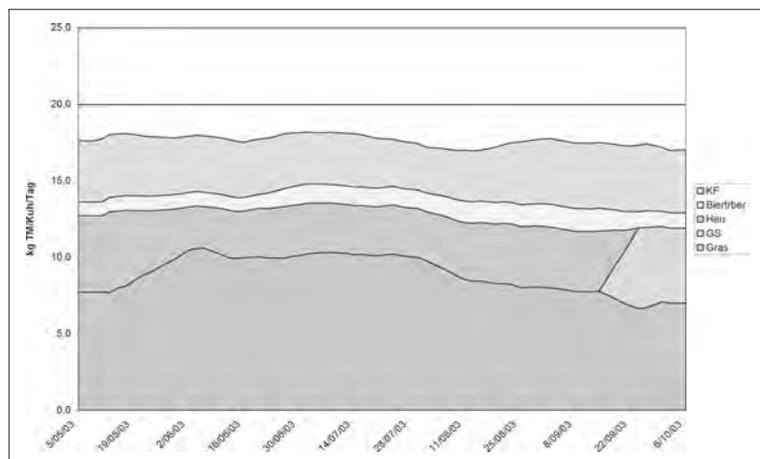


Abb. 4: Durchschnittliche tägliche Trockensubstanzaufnahme während der Weideperiode (Betrieb 4)

Hieraus wurden ca. 16 Liter Milch ermelken, was ca. 1.6 kg FPCM pro kg TS Weidefutter bedeutet. Die Gesamtgrundfutteraufnahme auf dem Betrieb lag in der vergangenen Weidesaison bei ca. 13 kg TS pro Kuh und Tag, wobei hier nachts 3 kg Heu je Kuh verfüttert wurden. Eine Reduzierung der Gesamtfutteraufnahme je nach Strukturgehalt des Heues ist nicht auszuschließen.

Dieses Projekt dient zur Ursachenerkennung und Sensibilisierung der Problematik „Milchviehweide“ in der Praxis und ist auf keinen Fall als Forschungsarbeit zu betrachten. In diesem Sinne sind auch erste Ergebnisse und Erkenntnisse zu bewerten.

Auffallend sind die unterschiedlichen errechneten Milchleistungen aus dem Weidefutter, mit Unterschieden von 0.4 Liter FPCM je kg TS Aufnahme von der Weide. Diese Differenz ergibt sich offensichtlich aus der Fütterungsintensität mit Beifutter im Stall. Betrachtet man die gesamte Trockensubstanzaufnahme über das Grundfutter so liegt diese bei allen Betrieben nahezu in gleicher Höhe, so dass hier durchaus von einem Verdrängungseffekt des Weide- oder Stallfutters ausgegangen werden kann. Die Ursachen für die unterschiedlichen Fütterungsstrategien können vielschichtig sein. Auf den hier ausgewählten Betrieben liegen jedoch für die Weidehaltung günstige Bedingungen vor, so dass nicht von einer Präferenz für eine Fütterungsstrategie durch ungünstige Weidebedingungen ausgegangen werden kann. Vielmehr scheinen hier bei näherem Betrachten zum einen Verallgemeinerungen über den „zweifelhaften“ Wert der Weide ausschlaggebend zu sein. Weiterhin spielen natürlich auch betriebswirtschaftliche Gründe eine Rolle. MÄHRLEIN (2003) berichtet über die Preisgünstigkeit des Silomaises solange dieser

noch subventioniert wird, so dass aus rein monetärer Sicht eine hohe Silomaisbefütterung sinnvoll erscheint.

Fazit und Ausblick

Zusammenfassend kann aus dem ersten Erhebungsjahr gesagt werden, dass

- ◆ die Betriebsleiter der vier untersuchten Betriebe einer intensiven Weidefütterung skeptisch gegenüber standen.
- ◆ auf allen vier Betrieben die Weideleistung steigerungsfähig war.
- ◆ drei der vier Betriebsleiter erstaunt waren über die „geringe Weideleistung“ und das offensichtlich nicht ausgeschöpfte Potential ihrer Betriebe.

Das Projekt soll noch mindestens zwei Jahre fortgesetzt werden, in welchen die Weidewirtschaft der vier Pilotbetriebe weiter untersucht werden soll, gleichzeitig sollen Verbesserungsmaßnahmen zur Optimierung der Milchviehweide in Angriff genommen werden, die bereits in diesem Jahr umgesetzt werden. Auf den vier Betrieben wird ab 2004 eine betriebsindividuelle, intensive Beratung angeboten. Futterrationen werden in Absprache mit Fütterungsexperten im Hinblick auf die Weideleistung optimiert. Weiterhin sollen die pflanzenbaulichen Kenntnisse der Landwirte aufgefrischt werden, um so eine weitere Sensibilisierung weg von der Ackerkultur Mais hin zur Weidewirtschaft zu erreichen. Um dieses auch aus ökonomischer Sicht plausibel zu machen sollen auch entsprechende Wirtschaftlichkeitsberechnungen erfolgen. Durch regelmäßige Artikel in der Luxemburger Fachpresse, einer Internetpräsenz und weiteren Aktivitäten, die die Vorteile der Weide hervorheben, soll so das Interesse auch auf Berufskollegen übertragen werden.

Literatur

- CHASE L.E. (1993): Developing nutrition programs for high producing dairy herds, J. Dairy Sci. 76: 3287-3293
- MÄHRLEIN A. (2002): Wirtschaftlichkeitsvergleich verschiedener Verfahren der Grundfutterproduktion auf Dauergrünland und im Ackerfutterbau, als PDF Format im Internet verfügbar
- SHELLBERG, J., REINDERS A., LOCK, R. (2003): Indirekte Ertragserfassung mittels Kapazitätsmessung, Mitteilungen Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 2003, Band 5, 129-132

Das FILL Weideprojekt: Weidewirtschaft – der Weg von der Theorie in die Praxis

D. Klöcker¹, G. Conter², M. Hansen³, M. Santer³, S. Heuschling³, H. Kohnen³

¹Federation des Herdbooks Luxembourgeois

²Service d'Economie Rurale

³Lycée Technique Agricole

Einleitung

Aus der Überzeugung heraus, dass die Luxemburger Milchwirtschaft (und nicht nur diese) sich unbedingt differenzieren muss um auf Dauer Bestand zu haben, ist 2003 das Weideprojekt der FILL entstanden. Die Größe Luxemburgs sowie die landesweiten Aktivitätsbereiche der einzelnen Projektpartner erlauben es der FILL dem Projekt eine nationale Dimension zu geben.

Problemstellung

Was nützt das edelste Vorhaben wenn die Praxis es nicht übernimmt?

Auf der einen Seite muss man feststellen, dass das wissenschaftliche Wissen über Grünland zwar vorhanden, aber nicht ausreichend an die Praxis übermittelt wird ; auf der anderen Seite ist das Interesse der Landwirte am Grünland, obwohl dies mehr als die Hälfte der LF ausmacht, eher gering.

So besteht ein Hauptanliegen der Arbeitsgruppe „Grünland“ in der Vermittlung zwischen Theorie und Praxis., d.h. dem Wissenstransfer in die Praxis.

Vorgehensweise

Dreh- und Angelpunkt des FILL-Projektes zur Revalorisierung der Weidefütterung sind **4 typische Luxemburger Milchbetriebe:**

- ◆ De Martines Fredy, Huldange (Norden)
- ◆ Kass Nico, Beringen (Zentrum)
- ◆ Mathey Camille, Stegen (Zentrum)
- ◆ Wolter Jean, Roost (Zentrum)

auf denen zum einen Daten erhoben und ausgewertet wurden und zum anderen „On-Farm“-Versuche durchgeführt werden.

Nur diese direkte Zusammenarbeit mit den Landwirten ermöglicht einen gegenseitigen Wissens- und Erfahrungsaustausch.

Die stark engagierten Betriebsleiter sind selbst das beste Verbindungsstück zur breiten Praxis und somit die besten Multiplikatoren des Wissens.

Folgende Zitate lassen auf einen Schneeballeffekt hoffen:

„Nachdem ich keine Grassilage mehr an meine Hochleistungskühe zufüttere ist die Milchleistung gestiegen!“

oder:

„Nicht nur den Kühen tut der vorzeitige Weidegang sichtlich gut, besonders für die Grünlandnarbe war der frühe Verbiss von Vorteil!“

Die verschiedenen Arbeitsschwerpunkte der **mitwirkenden Organisationen** erlauben es einen Großteil der landwirtschaftlichen Betriebe anzusprechen:

- „Luxemburger Herdbuchverband“; der Zuchtverband beschäftigt sich neben den züchterischen Aspekten bei Rindvieh, Schweinen und Schafen auch noch mit der Tierernährung, Pflanzenbau- und Düngungsberatung seiner 750 Mitgliedsbetriebe. Durch das Erstellen von Energiebilanzen landwirtschaftlicher Betriebe konnte hier auf eine große Menge von Daten zurückgegriffen werden, anhand welcher die Pilotbetriebe selektiert wurden.
- „Service d`Economie Rurale“ (SER) ; die staatliche Buchführungsstelle beschäftigt sich mit der Wirtschaftlichkeitsanalyse und -beratung von 450 Betrieben. Der SER ist Hauptinitiator der FILL.
- „Lycée Technique Agricole“; die einzige landwirtschaftliche Schule in Luxemburg, welche für die Ausbildung und Weiterbildung der Landwirte zuständig ist und zudem durch das Versuchswesen über eine langjährige Erfahrung im Grünland verfügt, bildet von den insgesamt 630 Schülern, 92 im Fachbereich Landwirtschaft aus.

Die Zusammenarbeit mit **ausländischen Lehr- und Forschungsanstalten** garantiert das wissenschaftliche Rückgrat des FILL-Projektes. Dr. Jürgen Schellberg von der Universität Bonn ist das wichtigste Bindeglied zwischen Beratung/Ausbildung und Forschung im Projekt.

Durch den **Dialog** der einzelnen Projektpartner untereinander und zu ihren Berufskollegen wird das Bewusstsein für die Grünlandproblematik verschärft und somit das Interesse geweckt. Einige Beispiele:

- Konkret konnte durch die Beteiligung am Projekt eine Verbesserung der interdisziplinären (Pflanzenproduktion, Tierproduktion, Oekonomie) Teamarbeit gefördert werden.
So implizierten z.B. die im Projekt tätigen Pflanzenbauberater ihre Kollegen aus der Fütterung, welche in Absprache mit dem Tierarzt die Rationsgestaltung zugunsten des Grünlandanteils veränderten.
- Konkret soll in Luxemburg bei Stallneubauten die Nähe zu Grünlandflächen in den zukünftigen Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden.
-

Die Sensibilisierungskampagne wird untermauert durch regelmäßige Veröffentlichungen in den landwirtschaftlichen Zeitschriften, dem Erstellen eines Internet-Herbariums auf www.agrarportal.lu, einer Fernsehreportage des luxemburgischen Senders RTL, sowie Besichtigungen unter dem Motto „**Praktiker begegnen praktischen Theoretikern**“ (zum Beispiel des Versuchsguts der Universität Bonn in Rengen).

Über die Entwicklung von Lernhilfsmitteln wie dem **FILL-Grünlandquartett** versucht die Arbeitsgruppe Grünland zusätzlich das Interesse der Praxis an der Grünlandvegetation zu steigern und deren Kenntnis zu verbessern.

Fazit

Zusammenfassend kann man sagen, dass durch die direkte Zusammenarbeit der verschiedenen Projektpartner:

- Landwirte
- Ausländische Lehr- und Versuchsanstalten (Uni Bonn)
- Luxemburger Herdbuchverband
- „Service d`Economie Rurale“
- „Lycée Technique Agricole“

das FILL-Grünlandprojekt zu einem interessanten und wichtigen Bindeglied zwischen Theorie und Praxis geworden ist.

Differenzierte Beschreibung von Maissorten mittels der Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten und Stärke

Sandra Kruse, Antje Herrmann und Friedhelm Taube

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

1. Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen des Projektes „Regionale Erntezeitprognose von Silomais“ wird ein Modell zur Erntezeitprognose von Silomais entwickelt (HERRMANN et al., 2004). Neben der Vorhersage des Erntezeitpunktes bietet die Modellierung auch die Möglichkeit eine differenziertere Charakterisierung von Sortentypen anhand futterwertbestimmender Parameter vorzunehmen. Sortenunterschiede von Silomais werden unter anderem durch ein unterschiedliches Abreifeverhalten von Kolben bzw. Restpflanze in der generativen Entwicklung hervorgerufen. Die in dieser Phase stattfindende Assimilattranslokation in den Kolben und die dortige Stärkeakkumulation wird in hohem Maße vom Genotyp, aber auch durch Umweltbedingungen (Temperatur, Strahlung, Wasserverfügbarkeit, etc.) beeinflusst (vgl. u.a. TOLLENAAR, 1977). Über den Verlauf der Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten (WLK) und Stärke kann das unterschiedliche Abreifeverhalten von Maisgenotypen quantifiziert werden.

Ziel der vorgestellten Untersuchung ist es, die genotyp- und umweltbedingten Variationen der WLK- und Stärkegehalte des Kolbens näher zu charakterisieren. Eine Kovarianzanalyse unter Einbeziehung der Kornreifegradzahlen und aggregierter Umweltvariablen soll die Quantifizierung des Einflusses von Umwelt und Genotyp auf die Veränderung der Nichtstrukturkohlenhydratgehalte im Vegetationsverlauf ermöglichen.

2. Material und Methoden

Die vorgestellte Untersuchung basiert auf Daten, die in einem dreijährigen Feldversuch (2001-2003) auf dem Versuchsgut Hohenschulen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel erhoben wurden. Geprüft wurden 8 Silomaisorten (s. Tab.1), die hinsichtlich Reifegruppe, Abreifeverhalten und zu erwartender Inhaltsstoffzusammensetzung das Sortenspektrum von Silomais repräsentieren.

Tabelle1: Charakteristika der untersuchten Silomaisgenotypen.

Sorte	Kornreifegradzahl (KRZ)	Siloreifegradzahl (SRZ)	Reifegruppe	Abreifetyp
Arsenal	210	210	früh	normal
Oldham	/	220	früh	normal
Symphony	210	220	früh	stay green
Probat	240	230	mittelfrüh	dry down
Attribut	250	240	mittelfrüh	dry down
Fuego	220	250	mittelfrüh	stay green
Clarica	280	270	mittelspät	dry down
Benicia	250	280	mittelspät	stay green

An 6 unterschiedlichen Terminen (ein Termin vor, fünf nach der Blüte) wurden jeweils zehn Maispflanzen geerntet, nach Kolben und Restpflanzen fraktioniert, gehäckselt und anschließend gefriergetrocknet. Sowohl die Zucker- als auch die Stärkegehalte wurden mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) ermittelt. Kalibration und Validation basierten für die Analyse der Zuckergehalte auf einer nach McALLAN (1985) modifizierten Anthronmethode (VAN HANDEL, 1967) bzw. wurden für den Stärkegehalt in Anlehnung an eine enzymatische Methode (BRANDT et al, 1987) ermittelt.

Die varianzanalytische Verrechnung der Zucker- und Stärkegehalte erfolgte durch die Prozedur „mixed model“ des Programmpaketes SAS 8.2 (SAS Inst. Inc), wobei für repeated measurements eine heterogene, autoregressive Kovarianzstruktur angenommen wurde. Eine sich daran anschließende Kovarianzanalyse wurde, unter Einbeziehung der Kornreifezahlen (KRZ) und aggregierter Umweltvariablen (Temperatursumme und Strahlungssumme), für die Versuchsjahre 2001-2003 für den WLK-Gehalt vorgenommen. In die Analyse der Stärkegehalte flossen die Jahre 2001-2002 ein. Die Auswahl der beiden Umweltvariablen Temperatur und Strahlung fand unter der Annahme statt, dass sie den größten Einfluss auf die Gehalte der untersuchten Kohlenhydrate haben. Die den Genotypen zugeordnete Kornreifezahl wurde zur näheren Charakterisierung des Abreifeverhaltens der untersuchten Sorten herangezogen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Wasserlösliche Kohlenhydrate

Die varianzanalytische Verrechnung der WLK-Gehalte der Jahre 2001-2003 zeigt, dass der Faktor Jahr sowohl als Haupteffekt als auch in den Interaktionen ‚jahr*reife‘ und ‚jahr*termin‘ signifikant vorlag. Die Wechselwirkung ‚jahr*sorte(reife)‘ hingegen erwies sich als nicht signifikant (s. Tab.2).

Die Ergebnisse der Kovarianzanalyse, in der die signifikanten Jahreseffekte über die aggregierten Umweltvariablen Strahlung und Temperatur (ab Blüte der jeweiligen Sorte) unter Einbeziehung der Kornreifezahl erklärt werden sollten, sind in Tab. 3 dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnis der Varianzanalyse Einfluss von Jahr, Reifegruppe (reife), Sorte und Erntetermin auf den WLK-Gehalt.

Effect	Num DF	F Value	Pr > F
jahr	2	54.5	0.0021
reife	2	96.3	<.0001
sorte(reife)	5	17.29	<.0001
termin	4	910.52	<.0001
reife*termin	8	11.86	<.0001
sorte(reife)*termin	20	2.73	0.001
jahr*reife	4	4.34	0.0074
jahr*sorte(reife)	10	0.67	0.7431
jahr*termin	8	48.2	<.0001

Tabelle 3: Ergebnis der Kovarianzanalyse Einfluss von Kornreifezahl (KRZ) Temperatursumme (tsum) und Strahlungssumme (rsum) auf den WLK-Gehalt.

Effect	Estimate	Error	DF	t value	Pr > t
Intercept	5.5249	0.4228	205	13.07	<.0001
KRZ	-0.4580	0.1740	205	-2.63	0.0091
tsum	-0.5964	0.0538	205	-11.1	<.0001
rsum	-0.0211	0.0755	205	-0.28	0.7803
KRZ*rsum	0.0686	0.0285	205	2.41	0.0168

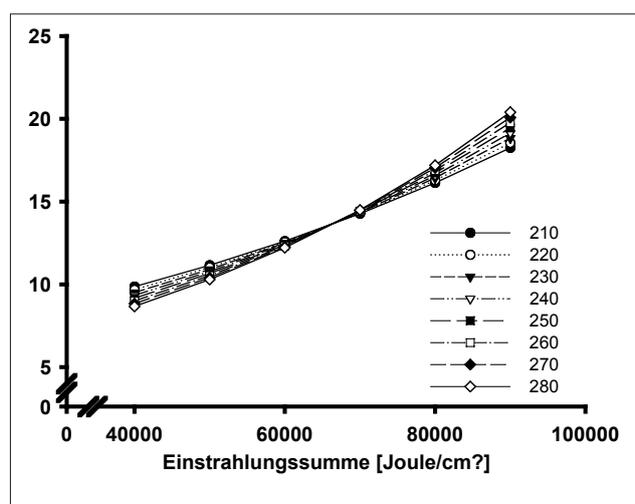


Abb. 1: Einfluss der Strahlungssumme auf den WLK-Gehalt des Kolbens von Maissorten unterschiedlicher Kornreifezahl bei mittlerer Temperatursumme, dargestellt als Wechselwirkung Kornreifezahl*Strahlungssumme.

Die Effekte von Kornreifezahl und Temperatur ließen sich statistisch absichern. Der Einfluss der Strahlungssumme erwies sich in dieser Untersuchung als nicht signifikant, jedoch zeigt sich eine signifikante Interaktion zwischen Strahlungssumme und Kornreifezahl. In Abb. 1 wird der positive Effekt der Strahlung in den Grenzen von 40.000-90.000 Joule/cm² auf die Gehalte an WLK bei einer durchschnittlichen Temperatursumme (463°C) dargestellt. Die Assimilatproduktion wird durch eine gesteigerte Einstrahlungsintensität positiv beeinflusst, somit steigen auch die Gehalte der in die Kolben transportierten WLK, die dort zu Stärke akkumulieren.

Später abreifende Sorten (ab KRZ 240) reagieren stärker auf Erhöhung der Strahlung als frühe Sorten und weisen bei höheren Strahlungsintensitäten einen höheren WLK-Gehalt auf. Allerdings zeigt sich dieser Effekt erst bei

Strahlungssummen größer 75.000 J/cm², d.h. in Phasen, in denen eine relative Erhöhung der WLK-Gehalte wegen der weit vorangeschrittenen Abreife der Maispflanzen kaum von Relevanz ist.

3.2. Stärke

Die Varianzanalyse der Stärkegehalte für die ersten beiden Versuchsjahre zeigt vergleichbare Ergebnisse wie die Verrechnung der WLK-Gehalte. Mit Ausnahme der Wechselwirkungen ‚Termin*Sorte (innerhalb Reife)‘ und ‚Jahr*Sorte (innerhalb Reife)‘ liegen alle Effekte signifikant vor (s. Tab. 4). In der folgenden Kovarianzuntersuchung sollten die Jahreseffekte wiederum über Strahlungs- und Temperatursummen und unter Einbeziehung der Kornreifezahl quantifiziert werden.

Tabelle 4: Ergebnis der Varianzanalyse Einfluss von Jahr, Reifegruppe (reife), Sorte und Erntetermin auf den Stärkegehalt.

Effect	Num DF	F Value	Pr > F
jahr	1	90.79	0.0057
reife	2	100.3	<.0001
sorte(reife)	5	5.75	0.0007
termin	4	590.09	<.0001
reife*termin	8	6.72	<.0001
sorte(reife)*termin	20	1.62	0.1026
jahr*reife	2	22.69	<.0001
jahr*sorte(reife)	5	1.34	0.282
jahr*termin	4	38.15	<.0001

Tabelle 5: Ergebnis der Kovarianzanalyse Einfluss von Kornreifezahl (KRZ), Temperatursumme (tsum) und Strahlungssumme (rsum) auf den Stärkegehalt.

Effect	Estimate	Error	DF	t value	Pr > t
Intercept	1.2450	0.1576	135	7.9	<.0001
KRZ	0.0356	0.0527	135	0.68	0.5003
tsum	0.5331	0.0456	135	11.7	<.0001
rsum	0.2423	0.0351	135	6.91	<.0001
tsum*rsum	-0.0521	0.0033	135	-15.71	<.0001

Für die betrachteten Umweltvariablen (tsum und rsum) zeigen sich sowohl für die Haupteffekte als auch für die Wechselwirkung signifikante Unterschiede (s. Tab. 5). Die Kornreifezahl, als Charakterisierungsmerkmal der einzelnen Sorten, hat keinen Einfluss auf den Verlauf der Stärkegehalte. Abb. 2 stellt die Veränderung der Stärkegehalte im Mittel über die Kornreifezahlen in Abhängigkeit der Temperatursumme dar. Die Ergebnisse legen die Schlussfolgerung nahe, dass die zu den Ernteterminen beobachteten Sortenunterschiede im Stärkegehalt maßgeblich durch den Blühzeitpunkt bedingt werden und nicht durch genotypbedingte Unterschiede der source-sink Verhältnisse in der Pflanze.

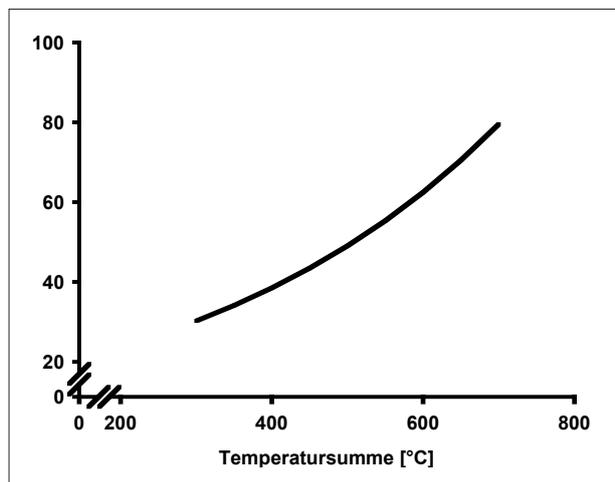


Abb. 2: Einfluss der Temperatursumme (Basis 6°C) auf den Stärkegehalt von Maisgenotypen im Kolben bei mittlerer Strahlungssumme, dargestellt im Mittel über die Kornreifezahl.

4. Zusammenfassende Diskussion

Mittels einer Kovarianzanalyse konnten die signifikanten Jahreseffekte auf die Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten und Stärke im Kolben durch die Umweltvariablen Temperatur und Strahlung erklärt werden. Sortenspezifische Reaktionen konnten für die WLK nachgewiesen werden, waren allerdings von geringer Relevanz. Für den Stärkegehalt waren keine sortenspezifischen Reaktionen erkennbar. Die Analyse des vorliegenden Datenmaterials soll unter Einbeziehung weiterer Umweltvariablen, wie z.B. dem Wasserhaushalt, weiter fortgeführt werden.

Literatur

- BRANDT, M., A. SCHULDT, P. MANNERKORPI U. T. VERASILP, 1987: Zur enzymatischen Stärkebestimmung im Darminhalt und Kot von Kühen mit hitzestabiler Amylase. Arch.Anim.Nutr. 37,455.
- HANDEL, E. VAN, 1967: Determination of fructose and fructose-yielding carbohydrates with cold anthrone. Anal. Biochem. 19, 193-194.
- HERRMANN, A., KORNHER, A., HÖPPNER, F., GREEF, J.M., RATH, J., TAUBE, F. (2004): Erntezeitprognose von Silomais – ein Modellvergleich. (dieser Tagungsband)
- MC ALLAN, A.B., 1985: Analysis of carbohydrate in the alimentary tract and its nutritional significance. In: Analysis of food carbohydrate (ed. by G.G. Birch). Elsevier Applied Science Publishers, London.
- TOOLENAAR, M., 1977: Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. Maydica, 22,49-75.

Freilandmast von Nachkommen aus der Mutterkuhhaltung bei ausschließlicher Nutzung von Grünlandaufwüchsen

Ch. Knappe¹, R.-D. Fahr¹ (†), G. Heckenberger² und S. Schäfer¹

¹) Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

²) Zentrum für Tierhaltung und Technik der
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt

1. Einleitung und Problemstellung

Vorhandenes Grünland wirtschaftlich zu nutzen ist nicht nur aus Sicht der Ökonomie des Landwirtschaftsbetriebes notwendig, sondern auch zur Erhaltung der über Jahrhunderte entwickelten Kulturlandschaft erforderlich. Unter Berücksichtigung der Richtlinien zur extensiven Bewirtschaftung des natürlichen Grünlandes ist gerade für die direktvermarktenden Rindfleischerzeuger die Frage von Interesse, ob eine ökologische Rinderhaltung und regionale Fleischproduktion mit guter bis sehr guter Qualität bei ausschließlicher Nutzung der Grünlandaufwüchse in der Mast möglich ist.

2. Material und Methode

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse beruhen auf einem dreijährigen Weideversuch auf zwei Feuchtgrünlandstandorten in der Altmärkischen Wische. Die Untersuchungen erfolgten in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Tierhaltung und Technik der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau in Iden und dem FB Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landespflege der Hochschule Anhalt. Das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt förderte das Forschungsprojekt.

Es wurden die Mast- und Schlachtleistungen von männlichen und weiblichen Nachkommen aus der Mutterkuhhaltung untersucht. Die Versuchstiere waren zum großen Teil Halbgeschwister, deren väterliche genetische Grundlage durch zwei Charolais-Vollgeschwister-Bullen und einen Deutsch Angus Bullen bestimmt wurden. Die mütterliche Abstammung geht überwiegend auf die Rassen Fleischfleckvieh, Charolais und verschiedene F₁-Kreuzungen der vorgenannten Rassen sowie Dt. Angus und Limousin zurück (SCHOLZ 2002). Einen Überblick zum Versuchsaufbau vermittelt die Tab.1.

Tab.1: Versuchsaufbau

	Herde 1	Herde 2	Vergleichsvariante
Haltungsform	Freilandhaltung	Freilandhaltung	Stallhaltung
Weidestandort	Wiesengras (o. N-Düngung)	Dauergrünland (mit 70 kg N/ha)	
Versuchstierbestand	40 Ochsen 37 Färsen	58 Ochsen 42 Färsen	30 Bullen
Futtermittel	Grünfutter und Anwelksilage	Grünfutter und Anwelksilage	TMR (Maissilage, Gerste, Sojaschrot)

Zwei Versuchstiergruppen wurden auf unterschiedlich gedüngten Feuchtgrünlandflächen in Freilandhaltung aufgezogen und anschließend bei einer Mähweidenutzung der entsprechenden Versuchsfelder und Koppelhaltung gemästet.

Die Weidetiere wurden mit den herangewachsenen Grünlandaufwüchsen und deren Konservaten (Rundballensilage) ad libitum ernährt.

Als Vergleichsgruppe dienten 30 Intensivmastbullen, Halbgeschwister der Grünlandprobanden, mit ausgewogener Mischrationsfütterung (TMR).

In den dreijährigen Versuch wurden die Merkmalskomplexe:

- Standort (Boden, Klima)
- Pflanzenbestand (Bestandzusammensetzung, Futterertrag u. -qualität)
- Tierbestand (Viehbesatz, Lebendmasse, BCS)
- Fleischqualität (Fleischinhaltsstoffe)

untersucht.

Größtenteils überdurchschnittlich hohe Tagesmittletemperaturen und extreme Niederschlagsmengen in den Jahren 2002 und 2003 bestimmten die Wachstums- und Haltungsbedingungen im Versuchszeitraum.

3. Ergebnisse und Diskussion

Herde 1 verwertete ausgehagerte kraut- und leguminosenreiche Aufwüchse langjährig nicht gedüngter Grünlandbestände. Das Futterangebot der Herde 2 wurde durch ertrag- und grasreiche Dauergrünlandbestände bestimmt (s. Abbildung 1).

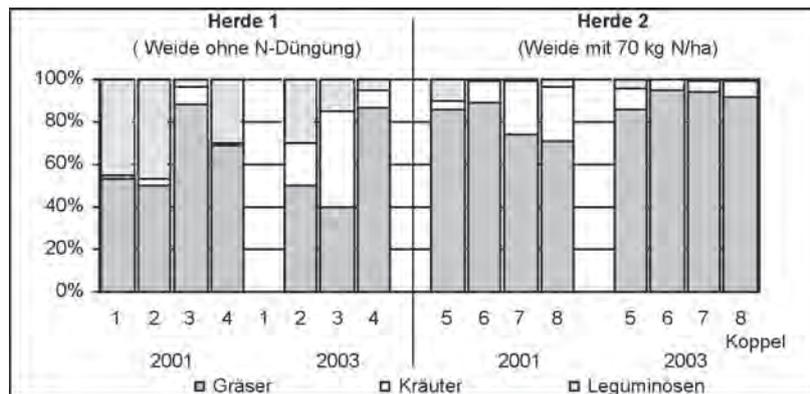


Abb.1: Pflanzenbestandszusammensetzung der einzelnen Weideflächen bei unterschiedlicher N-Düngung im Jahre 2001 und 2003

Die Futterqualität auf den Weideflächen schwankte in Abhängigkeit vom Vegetationsverlauf besonders zu Weidebeginn bzw. im Herbst und erreichte in der Mehrzahl Fälle 9,6 bis 10,6 MJ ME /kg TS, wie aus der Abbildung 2 zu entnehmen ist.

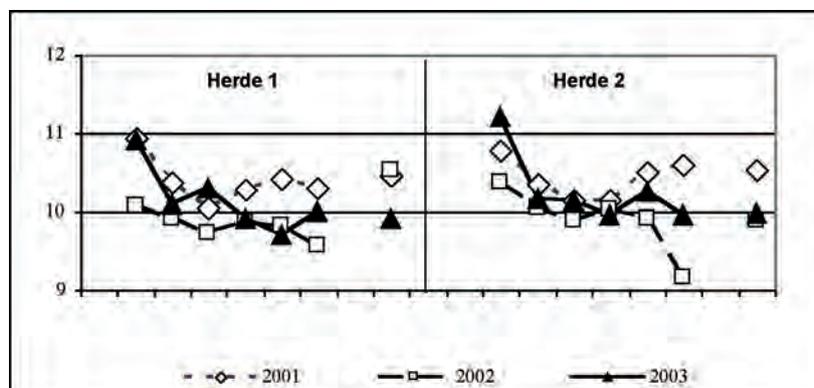


Abb. 2: Energiekonzentration (MJ ME/kg TS) des Grundfutters der Herden 1 und 2 in den Jahren 2001 bis 2003

Aus der Abbildung 3 geht hervor, dass der tatsächliche Viehbesatz zur Erzeugung schlachtreifer Rinder während der Weidemast auf dem Grünland in den Jahren 2001 bis 2003 unterhalb des Maximalwertes (1,4 GV/ha) der landeseigenen Extensivierungsrichtlinie lag.

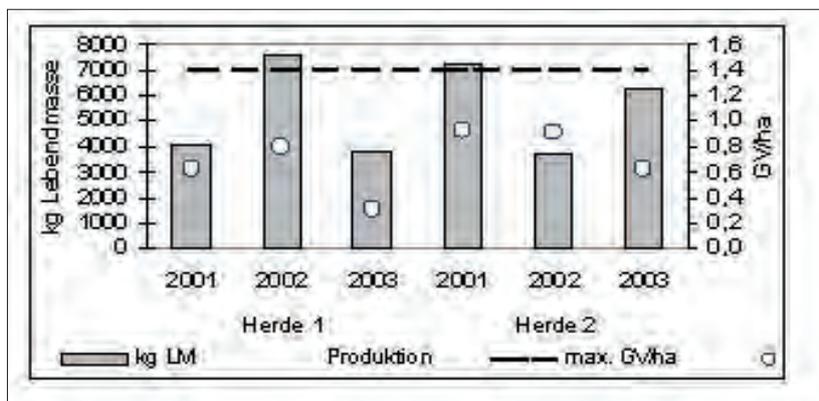


Abb.3: Viehbesatz (GV/ha) und Lebendmasseproduktion (kg LM) der Herden im Untersuchungszeitraum 2001 bis 2003

Unter Berücksichtigung der standörtlichen Wuchsbedingungen betrug der durchschnittliche Viehbesatz bei Herde 1 annähernd 0,6 und 0,8 GV/ha bei Herde 2.

Auf langjährig nicht gedüngtem Grünland erwies sich der verminderte Aufwuchsertrag als begrenzender Faktor für den Viehbesatz und reduzierte die Lebendmasseproduktion im Vergleich zur gedüngten Weidefläche (1435 kg LM/ha) um mehr als 20 %. Nur im Jahr 2002 vermochten auch die ausgehagerten Grünlandbestände der Herde 1 eine ausreichende Futteraufnahme und hohe Fleischerträge zu sichern. Durch Extreme in den Haltungsbedingungen, insbesondere durch Vernässung der Weideflächen, konnte dagegen die Herde 2 im gleichen Zeitraum die massenreichen und überständigen Grünlandaufwüchse nur unter hohen Weidefuttermitteln verwerten. Im Jahr 2003 mussten Weidetiere der Herde 1 wegen trockenheitsbedingter Futterausfälle aus dem Versuch vorzeitig ausscheiden und auf einem anderen Standort weiter gemästet werden. Diese Einflüsse verursachten größere Unterschiede in der Masttagszunahme (Tabelle 2).

Potentiell waren auch bei der praktizierten Freilandhaltung und ausschließlicher Grundfuttermittelnverwertung tägliche Masttagszunahmen bei Ochsen und Färsen von mehr als 1600 g/Tag erreichbar.

Das durchschnittliche Schlachtagter lag unter den Versuchsbedingungen der Weidetiere bei ca. 20 – 21 Monaten.

Tab. 2: Mastleistung und Fleischqualität¹

		Bullen	Ochsen	Färsen
Masttagszunahmen	(g / Tag)	1614	813	684
	min.	1282	371	282
	max.	1982	699	615
Ausschlachtung	(%)	59,33	58,93	57,83
Schlachtkörpermasse	(kg)	441,46	360,73	304,31
Handelsklasse	(E=1...P=5)	2,50	2,92	3,09
Fettgewebssklasse		2,90	2,73	2,78
Eiweißgehalt (mu.long.dors. %)		21,91	21,96	22,16
Fettgehalt (mu.long.dors. %)		2,72	2,94	3,14
Garverlust	(%)	32,93	31,14	31,59

1) (SCHNÄCKEL et al. 2004)

Unter günstigen Haltungs- und Fütterungsbedingungen waren die im Freiland gehaltenen Ochsen in der täglichen Lebendmassezunahme den Bullen vergleichsweise um ca. 20 % unterlegen. Die Mehrzahl der weidenden Rinder ließen jedoch deutlich geringere Werte bei den durchschnittlichen Masttagszunahmen und der verwertbaren Schlachtkörpermasse erkennen.

Im Ausschlagungsgrad und der Fettgewebssklassifizierung der Schlachtkörper bestanden nur geringe Unterschiede. Tendenziell zeigt sich, dass das Fleisch der Ochsen mit dem der Bullen durchaus vergleichbar ist und ihr weniger wässriges Fleisch geringere Garverluste aufweist. Dabei decken sich die Versuchsergebnisse mit denen vergleichbarer Untersuchungen zum Einfluss postmortaler Faktoren auf die Fleischqualität, wie Kühlung, Lagerung und Reifung.

4. Schlussfolgerungen

In grünlandreichen Regionen ermöglicht die extensive Freilandhaltung und Weidemast von Ochsen und Färsen mit ausschließlicher Nutzung von Grünlandaufwüchsen guter Qualität und deren Konservaten eine, in der Menge begrenzte, Erzeugung von Qualitätsrindfleisch.

Unter den Bedingungen einer reduzierten Besatzstärke und eines ausreichenden Grundfutterangebotes lagen die täglichen Masttagszunahmen von Ochsen bei Freilandhaltung um >20 % niedriger als bei Bullen.

Bei verzögerter Schlachtreife der Weidemastrinder kommt den postmortalen Faktoren der Fleischreife eine besondere Bedeutung zu.

Literatur

SCHNÄCKEL, W., SCHELLENBERG, I. UND LORENZ, M. (2004): Erzeugung, Bewertung und Vermarktung von Qualitätsrindfleisch von männlichen und weiblichen Fleischrindern. Forschungsbericht, [Prof. Hellriegel Institut e.V.](#), FB Landwirtschaft, Ökotropologie und Landespflege der Hochschule Anhalt, schriftliche Mitteilung

SCHOLZ, H. (2002): Untersuchungen zum Einfluss einer Getreidezufütterung während der Weideperiode an männliche Kälber von Mutterkühen auf ausgewählte Leistungsmerkmale bis zum Absetzen und in der nachfolgenden Intensivmast. Diss. Uni Halle, Shaker Verlag, Aachen

The effect of forage quality on N intake and N excretion under rotational grazing

Schellberg, J. and Gebbing, T.

Institute of Agronomy and Crop Science, University of Bonn, Germany

1. Abstract

Under rotational grazing we quantified the effects of forage intake on N excretion. The amount of offered dry matter (DM) on the pasture and its N concentration affected N excretion, with urine by far more than with faeces. Further, faeces N content was found to be a proper estimator of forage N content and hence of forage quality.

Keywords: forage quality, forage intake, N excretion, environmental impact

2. Introduction

As yet, the N passage from forage to the animal and to excreta has been investigated under controlled conditions in numerous indoor experiments. Grazing trials investigating N circulation are rare, as experimental parameters are difficult to control and variation of the obtained data exceeds those achieved under indoor conditions. We investigated how much forage and N ruminants take in along a gradient of forage mass and quality on a pasture and how much of the ingested N is excreted in faeces and urine. The gradient allowed a continuous adaptation of the rumen microorganisms to progressive structural changes of the forage and its ingredients.

3. Materials and methods

On Rengen grassland research station (Germany) in the Eifel mountains at about 500 m a.s.l., a grazing experiment with non-lactating suckler cows (*Limousin* breed) was conducted from May to July 2003. We let 2 groups of 4 cows each graze along lines of 8 successive plots (size = 42m · 23 m), group 1 along line A and B, group 2 along line C and D, further named replicates A to D.

The amount of offered forage increased with time (4 days intervals between 2 plots) and the quality decreased simultaneously from "young" to "old". When cows finished plot 8 in replicates A and C they immediately started grazing plot 1 in replicates B and D, respectively.

Plots were divided into two subplots each. In subplot 1 (three fourth of the plot area) forage samples were taken before grazing started. After 72 hours, animals were moved to subplot 2 (one fourth of the plot area) and residual biomass in subplot 1 was measured to calculate DM intake (IT). After 24 hours, animals were moved to the next plot, the number of faeces patches were counted and one random faeces sample was collected in the abandoned subplot 2. Faeces samples were weighed, freeze-dried and analyzed for N content. Forage samples were oven dried, and N content was determined. Urinary N excretion was calculated from intake of N (IT_N) minus N excretion in faeces and N retention in the animal carcass.

4. Results and discussion

During the very early grazing (plot 1- 4 in replicate A), IT_N increased considerably (Fig. 1) with IT (not shown) although forage N content decreased (Fig. 2). A similar time course was found during replicate B. This was not the case during replicate C, where IT_N declined because forage N content decreased stronger than IT increased.

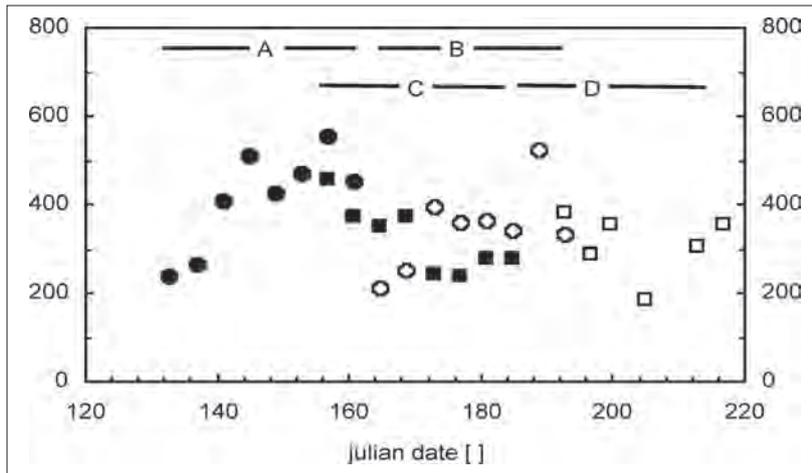


Figure 1. Time courses of N intake on a pasture grazed with 2 groups of non-lactating suckler cows in 4 replicates (A, B and C, D).

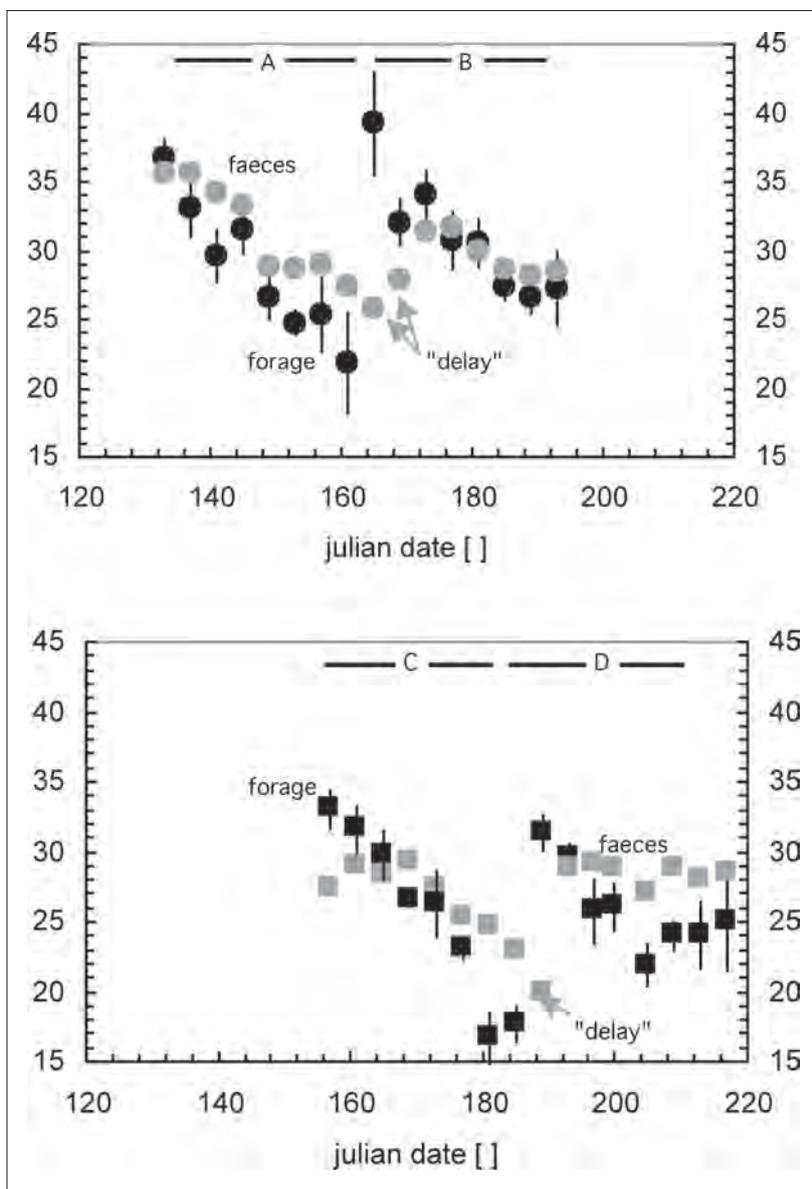


Figure 2. Time courses of forage N (black) and faeces N (grey) content on a pasture grazed with 2 groups of non-lactating suckler cows in 4 replicates (A, B and C, D).

For faeces N and forage N a similar curve progression was found in replicate A (figure 2). Turning the animals thereafter directly to replicate B, faeces N content of the same animals again followed the pattern of forage N after a “delay” of about 8 days. The same phenomenon was observed when turning group 2 from replicate C to replicate D. It depicts from figure 2 that faeces N content may generally serve as an indicator of forage N grazed on grassland plots that differ in quality and quantity of DM. However, we cannot estimate the true N content of actually ingested forage from cut samples due to selective grazing.

Faeces N content decreased less rapidly than did forage N when cows were forced to consume rough swards, which reveals increasing selection of leafy and N rich plant material. It is known from experiments with dairy cows, that excess N is mainly excreted with urine (HAYNES and WILLIAMS, 1993) and with milk urea (KOHN *et al.*, 2002).

Figure 3 confirms, that total faeces N excretion expressed as [g cow⁻¹ d⁻¹] remained nearly constant. Even with an abrupt rise in forage N content from A to B (figure 2) total faeces N excretion varied only slightly. Further, total urine N excretion increased considerably with IT_N during replicates A and B, and declined with C when IT_N decreased.

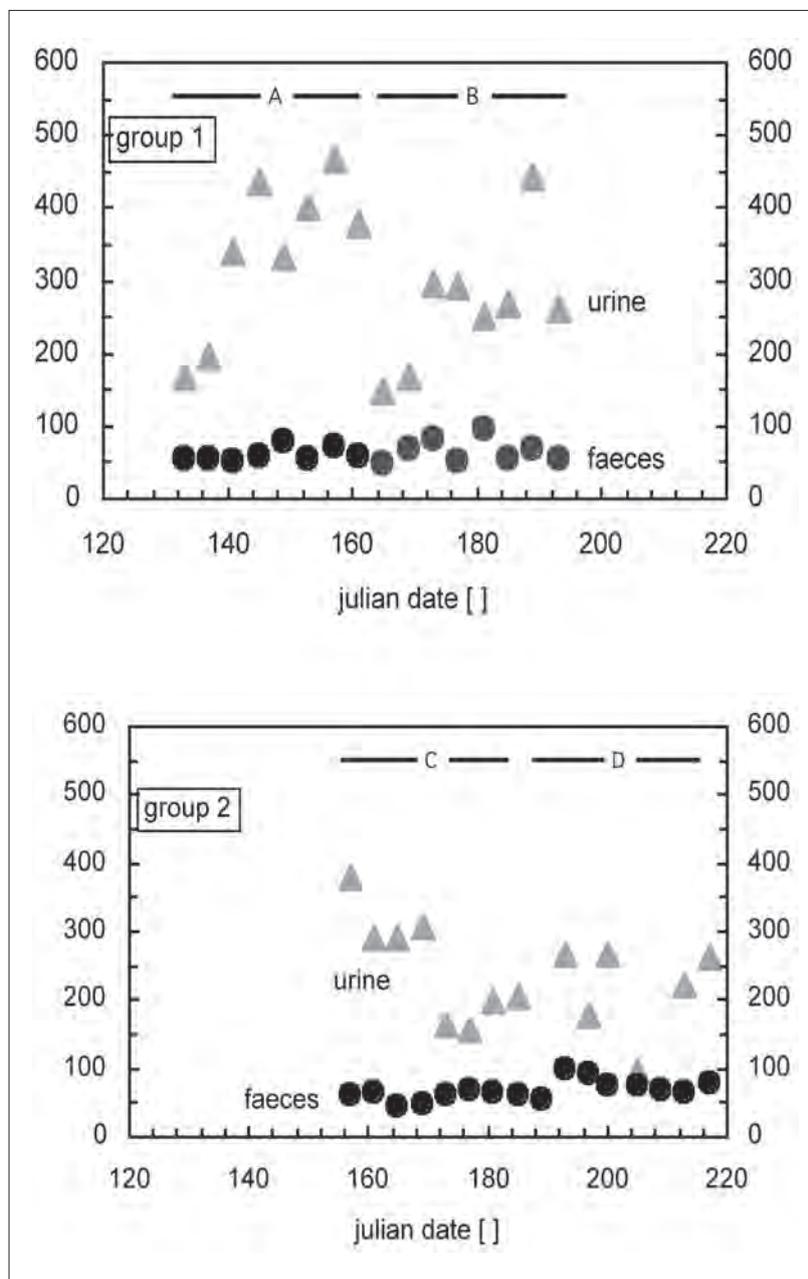


Figure 3. Time course of total faeces (black) and urine (grey) N excretion on a pasture grazed with 2 groups of non-lactating suckler cows in 4 replicates (A, B and C,D).

5. Conclusion

Increasing forage N content and IT_N provokes excessive urinary N excretion which for the most part is exposed to leaching and hence is environmentally risky. In N cycling simulation models, constants for faeces N excretion can be assumed whereas urinary N release requires adequate formulation in relation to IT_N.

6. References

- HAYNES R.J. and WILLIAMS P.H. (1993) Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy*, 49, 119-199.
- KOHN R.A., KALSCHEUR K.F. and RUSSEK-COHEN E. (2002) Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*, 85, 227-233.

Ergebnisse eines Schwefeldüngungsversuches im intensiv genutzten Dauergrünland

M. Diepolder

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung in der
Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

1. Einleitung und Problemstellung

Schwefel ist ein lebenswichtiges Nährelement für Pflanzen und Tiere. Infolge des Rückganges der jährlichen S-Imissionen auf unter 10 kg S/ha wird in den letzten Jahren auch über eine ergänzende Schwefeldüngung im Intensiv-Grünland diskutiert. Obwohl über eine regelmäßige organische Düngung ein Rückfluss in den Kreislauf stattfindet, muss der in Wirtschaftsdünger vorwiegend organisch gebundene Schwefel erst zu der pflanzenverfügbaren Sulfatform übergeführt werden und steht daher im Anwendungsjahr nur zu einem geringen Teil zur Verfügung. Andererseits ist damit zu rechnen, dass neben einer kontinuierlichen organischen Düngung auch über die Humusmineralisierung Schwefel nachgeliefert wird.

Als grobe Faustzahl für die untere Grenze des S-Gehaltes im Futter werden 0,2% der TS für den Bedarf für Pflanze und Tier genannt. Als noch aussagekräftigerer Hinweis für die Schwefelversorgung gilt das Verhältnis von Stickstoff zu Schwefel. Bei einem N/S-Verhältnis von unter 12:1 kann von einer guten Schwefelversorgung ausgegangen werden. Ein Quotient von 15:1 und darüber weist auf (ertragswirksamen) S-Mangel hin. Der Bereich von 12:1 bis 15:1 stellt den Grenzbereich von latentem S-Mangel dar.

Auf einer mit vier Schnitten intensiv genutzten Weidelgras-Wiese im Allgäuer Alpenvorland wurde daher untersucht, ob und inwieweit sich gegenüber praxisüblicher Düngung eine zusätzliche gezielte Schwefeldüngung auf Ertrag und Inhaltsstoffe der Aufwüchse auswirkt.

2. Material und Methoden

Der Exaktversuch (Dauer 1998-2003) am Spitalhof/Kempten (730 m Höhe, 1290 mm Niederschlag, 7,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus schluffigem Lehm) bestand in einer Blockanlage mit sechs Varianten in vierfacher Wiederholung.

Varianten mit ausschließlicher Gülledüngung bzw. Gülle-/KAS-Düngung, bei denen die S-Zufuhr im Bereich zwischen 13 und 26 kg/ha und Jahr lag, wurden mit solchen verglichen, bei denen eine zusätzliche Schwefeldüngung in Höhe von ca. 30 bis 70 kg S/ha durch S-haltigen mineralischen Stickstoff-, Phosphat- und Kalidünger bzw. durch Zusatz von elementarem Schwefel erfolgte (siehe Tabelle 1).

Zur Wahl der Varianten ist zu bemerken, dass hier die Versuchskonzeption gezielt auf die Düngungsgegebenheiten der Praxis des Grünlandgürtels Bayerns angelehnt wurde, insbesondere was die Höhe und Verteilung der Gülledüngung anbelangt.

Auch wurde bei dieser Versuchsanordnung bewusst auf eine echte Nullparzelle verzichtet; als Kontrolle dienen die Varianten 1 und 3 ohne zusätzliche Schwefeldünger. Außerdem erhielten die einzelnen Parzellen unterschiedlich hohe Schwefelmengen. Da die Ergebnisse der Standardbodenuntersuchung zwar eine optimale bis hohe Kaliversorgung des Bodens, jedoch nur mittlere Phosphatgehalte zeigten, stellt ferner das Versuchsglied 4 auch eine interessante Kombination aus einem schnell wirksamen Phosphatdünger und einer ergänzenden mineralischen Schwefelzufuhr dar. Weil sich am Spitalhof die pH-Werte vielfach an der unteren Grenze des optimalen Bereiches für die vorliegende mittlere Bodenart bewegen, wurde bei Variante 6 im Gegensatz zu Variante 5 ein Kalkausgleich in Höhe von 1,4 bis 1,7 dt CaO ab 1999 gegeben.

Tabelle 1: Versuchsplan und Schwefelzufuhr

Vgl.	Düngungsvariante (Schwefelquellen fett gedruckt)	Schwefelart und -zufuhr		
		org. S (kg/ha)	min. S (kg/ha)	Summe S (kg/ha)
1.	4 x 25 m ³ Gülle ¹⁾	26	0	26
2.	4 x 25 m ³ Gülle + 4 x 10 kg S/ha (Schwefel als Netzschwefel)	26	40 elementar	66
3.	2 x 25 m ³ Gülle + 2 x 50 kg N/ha (KAS) ²⁾ + 50 kg P ₂ O ₅ /ha (o. S) + 150 kg K ₂ O/ha (o. S)	13	0	13
4.	Wie Variante 3 aber Phosphat als Superphosphat (mit 12 % Schwefel)	13	33 Sulfat	46
5.	2 x 25 m ³ Gülle + 2 x 50 kg N/ha (ASS) ²⁾ + 50 kg P ₂ O ₅ /ha (o. S) + 150 kg K₂O/ha (4 % S)	13	54 + 15 Sulfat	82
6.	Wie 5, jedoch zusätzlich mit Kalkausgleich	13	54 + 15 Sulfat	82
	Mittel	17	35	52

¹⁾ Rindergülle mit durchschnittlich 4,2 % TS; Nährstoffgehalte: 2,00 kg/m³ Gesamt-N, 1,1 kg/m³ NH₄-N, 0,9 kg/m³ P₂O₅, 2,6 kg/m³ K₂O, **0,26 kg/m³ Schwefel**. Die Gesamt – NPK-Düngung betrug demnach 200 kg N/ha, 90-95 kg P₂O₅ /ha und 260-280 kg K₂O /ha.

²⁾ Die mineralische N-Düngung wurde zum zweiten und vierten Aufwuchs ausgebracht.

3. Ergebnisse und Diskussion

Beim ersten Schnitt waren im sechsjährigen Mittel nur geringfügige Ertragsunterschiede von unter zwei dt TM/ha zwischen den einzelnen Varianten ersichtlich (Vgl. 3 vs. Vgl. 1 und 6).

Beim zweiten Aufwuchs zeigten sich jedoch im sechsjährigen Mittel signifikante, düngungsbedingte Ertragsdifferenzen bis zu einer Höhe von 7 dt/ha. Bei ausschließlicher viermaliger Gölledüngung (Vgl. 1 und 2) brachte dabei der Einsatz von Netzschwefel keinen Ertragseffekt. Gegenüber der Gölledüngung steigerte Mineraldünger ohne Schwefel (KAS, Vgl. 3) den Ertrag dieses Aufwuchses, wenngleich hier die mit der Düngung ausgebrachte Schwefelmenge im Vergleich mit den ersten beiden Varianten wesentlich geringer war. Die Ertragszunahme war demnach auf die schnell wirksame Mineraldüngerform zurückzuführen. Eine weitere, signifikante Steigerung brachte der Einsatz von Schwefel mit Ammonsulfatsalpeter und schwefelhaltigem Grunddünger (Vgl. 5, 6). Noch etwas vorteilhafter erwies sich Variante 4 mit Superphosphat als Grunddüngung und KAS als Mineraldünger zum zweiten und vierten Schnitt. Demnach war für die vorhandenen Standortbedingungen mit mittlerer Phosphatversorgung aus dem Boden die Kombination von Schwefel und schnell wirksamen Phosphat gegenüber einer schwefelfreien Mineraldüngung mit langsam wirkender P-Quelle (Eurofertil) besonders günstig.

Beim dritten Schnitt bewegte sich bei optimalem N/S-Verhältnis und Schwefelgehalten von deutlich über 0,25 % i.d. TS die Spannweite im düngungsbedingten Ertragsunterschied auf wesentlich geringerem Niveau als beim zweiten Aufwuchs. Die maximale Ertragsdifferenz betrug hier nur 2,7 dt/ha. Sie trat signifikant zwischen Variante 3 mit schwefelfreier Mineraldüngung und zweimaliger Göllegabe und Variante 2 mit viermaliger Göllegabe plus Netzschwefel auf. Unterschiedliche Schwefeldüngung führte zwar im vierten Aufwuchs zu stark streuenden Schwefelgehalten, jedoch zu keinen absicherbaren Ertragsunterschieden. Zusammenfassend betrafen daher unter den Versuchsbedingungen am Spitalhof die düngungsbedingten Ertragsunterschiede fast ausschließlich den zweiten Aufwuchs.

Die düngungsbedingte Spannweite im Jahresertrag betrug ca. 10 Dezitonnen Trockenmasse. Auffallend war insgesamt der hohe Wirkungsgrad der Gülle (Vgl. 1 und 2 gegenüber Vgl. 3). Bei kombinierter Düngung ergab die Verwendung von schwefelhaltigem Mineraldünger (Vgl. 5 und 6) gegenüber schwefelfreiem Mineraldünger (Vgl. 3) einen signifikanten Ertragsvorteil von rund 5 dt/ha. Besonders vorteilhaft war bei nur mittlerer P-Versorgung die Kombination von Schwefeldüngung und schnell wirksamen Phosphat mit einem Ertragsunterschied von etwa 9 dt/ha (Vgl. 4 gegenüber Vgl. 3). Gegenüber der kombiniert organisch-mineralischen Düngung mit Schwefelbeigabe (Vgl. 5 und 6) führte der zusätzliche Phosphat-Effekt (Vgl. 4) zu einem signifikanten Mehrertrag von ca. 4 dt/ha.

Tabelle 2: TM-Ertrag und S-Entzug in Abhängigkeit von Düngung und Aufwuchs (Mittel der Jahre 1998 – 2003)

Vgl.	TM-Ertrag (dt/ha)					Schwefel-Entzug (kg S _t /ha)				
	Aufwuchs				Jahr	Aufwuchs				Jahr
	1.	2.	3.	4.	Σ	1.	2.	3.	4.	Σ
1	34,8	29,1	24,8	21,1	109,8 c ¹⁾	7,4	6,4	6,8	6,2	26,8 b
2	34,2	29,9	25,8	21,2	111,1 c	8,3	9,5	10,5	8,2	36,5 a
3	33,0	31,8	23,1	22,3	110,1 c	6,5	6,7	6,3	6,4	25,8 b
4	34,4	36,1	25,4	23,5	119,4 a	8,2	10,7	9,5	7,8	36,3 a
5	34,5	34,2	23,8	22,7	115,2 b	8,2	11,5	9,8	9,9	39,4 a
6	34,9	34,0	23,9	22,9	115,8 b	8,4	11,5	9,0	10,0	38,9 a
Mittel	34,3	32,5	24,5	22,3	113,6	7,8	9,4	8,7	8,1	34,0
Ø o. S. ²⁾	33,9 a	30,5 b	24,0 a	21,7 a	110,0 b	6,9 b	6,5 b	6,6 b	6,3 b	26,3 b
Ø m. S. ³⁾	34,5 a	33,6 a	24,7 a	22,6 a	115,4 a	8,3 a	10,8 a	9,7 a	9,0 a	37,8 a

¹⁾ Verschiedene Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede;

²⁾ Mittel der Varianten ohne zusätzliche Schwefeldüngung (1, 3);

³⁾ Mittel der Varianten mit zusätzlicher elementarer (2) oder mineralischer (4, 5, 6) Schwefeldüngung

S-Entzüge

Der weidelgrasreiche Standort entzog mit vier Schnitten im Jahr bei einem mittleren Ertragsniveau von 114 dt/ha TM im sechsjährigen Versuchsmittel 34 kg Schwefel pro Hektar und Jahr (siehe Tabelle 2 rechts). Dabei wurden pro Aufwuchs im Mittel über die Varianten 8-9 kg Schwefel pro Hektar und Jahr aufgenommen. Je nach Düngungsvariante streute der mittlere Jahresentzug zwischen 26 und 39 kg Schwefel. Erhöhte Entzüge traten vor allem bei den Varianten mit zusätzlich elementarer (Vgl. 2) oder mineralischer S-Düngung (Vgl. 4, 5, 6) gegenüber solchen mit ausschließlicher Gülledüngung (Vgl. 1) oder mit organisch-mineralischer Düngung ohne zusätzlicher Schwefelbeigabe (Vgl. 3) auf. Der Jahrgangseffekt war bei S-Entzügen zwischen 27 und 41 kg/ha (im Mittel über alle Varianten) ebenfalls erheblich.

S-Gehalte und N/S-Verhältnis

Die Schwefelgehalte lagen fast immer höher als 0,2 % i.d. TS (siehe Tabelle 3 links). Dabei wurden bei den Varianten mit zusätzlicher S-Applikation (Vgl. 2, 4, 5 6) gegenüber solchen ohne zusätzliche Schwefelzugabe (Vgl. 1 und 3) 20-50 % höhere Werte gemessen. Die Schwefelgehalte in der Trockenmasse stiegen über das Jahr hinweg kontinuierlich an. Hohe Gesamtschwefelgaben (Vgl. 5, 6) bzw. eine mineralische S-Düngung zum vierten Schnitt führten hier jedoch zu vergleichsweise sehr hohen Gehalten von über 4,0 % im Futter. Bei elementarer und mineralischer S-Düngung war noch im Folgejahr eine Nachwirkung im ersten Schnitt ersichtlich.

Das N/S-Verhältnis (siehe Tabelle 3 rechts) lag bei jedem Versuchsglied und in allen Aufwüchsen unter 12 : 1. Daraus geht eine allgemein recht gute Schwefelversorgung hervor. Im Grenzbereich um 12 bewegten sich nur bei den ersten beiden Schnitten die Varianten 1 und 3, welche außer der organischen Düngung in unterschiedlicher Höhe keine zusätzliche S-Düngung erhielten.

Tabelle 3: Schwefelgehalte und N/S- Verhältnis in Abhängigkeit von Düngung und Aufwuchs (Mittel der Jahre 1998 – 2003)

Vgl.	Schwefelgehalt (g S, pro kg TM)				N/S-Verhältnis			
	Aufwuchs				Aufwuchs			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1	2,2 b	2,2 b	2,7 b	3,0 c	11,5 a	11,2 a	10,2 a	10,2 a
2	2,5 a	3,2 a	3,9 a	4,0 ba	10,1 a	7,7 b	7,3 b	8,1 ba
3	2,0 b	2,1 b	2,6 b	2,9 c	11,9 a	11,9 a	9,5 a	10,4 a
4	2,5 a	3,0 a	3,7 a	3,4 bc	9,8 b	8,5 b	7,1 b	8,8 ba
5	2,5 a	3,4 a	4,0 a	4,5 a	9,2 b	7,4 b	6,5 b	6,9 b
6	2,5 a	3,4 a	3,7 a	4,5 a	9,5 b	7,2 b	7,0 b	6,7 b
Mittel	2,3	2,9	3,4	3,7	10,3	9,0	7,9	8,5
ø o. S.	2,1 b	2,2 b	2,7 b	3,0 b	11,7 a	11,5 a	9,8 a	10,3 a
ø m. S.	2,5 a	3,3 a	3,8 a	4,1 a	9,6 b	7,7 b	7,0 b	7,6 b

N-Entzug und wertgebende Inhaltsstoffe

Der Stickstoffentzug betrug im Versuchsmittel 285 kg N/ha, wobei sich signifikant nur Variante 3 mit 270 kg N/ha und Variante 4 mit 300 kg N/ha signifikant unterschieden, jedoch im Mittel bei den Parzellen mit zusätzlicher S-Düngung gegenüber denen mit ausschließlicher S-Versorgung über die Gülle keine signifikante Steigerung der N-Aufnahme absicherbar war. Ebenfalls konnte in diesem Versuch eine Wirkung unterschiedlicher Düngung auf die Rohproteinkonzentration sowie auf die Rohfaser- und Energiegehalte nicht abgeleitet werden.

4. Schlussfolgerungen

Auf dem ertragreichen, intensiv genutzten und kontinuierlich mit Gülle versorgten Weidelgras-Standort betrug bei einem mittleren Ertragsniveau von 114 dt/ha der durchschnittliche Schwefelentzug im fünfjährigen Mittel rund 34 kg Schwefel pro ha und Jahr. Auf den S-Entzug wirkte sich neben der Art und Höhe der S-Düngung der Jahreseinfluss stark aus. Durch ergänzende mineralische Schwefeldüngung zeigten sich Ertragseffekte in einer Höhe von etwa fünf Prozent, die in diesem Versuch vor allem beim zweiten Aufwuchs auftraten. Für die Sicherung eines optimalen N/S-Verhältnisses des ersten und zweiten Schnittes unter 12:1 bzw. von Schwefelgehalten über 0,2% i.d. TS erwies sich im Versuch die Beigabe sowohl von elementarem als auch mineralischem Schwefel über Grunddünger und/oder in Verbindung mit schwefelhaltigem Stickstoffdünger als positiv. Da die Schwefelgehalte generell im Jahresverlauf anstiegen, führte eine Schwefeldüngung in der zweiten Vegetationshälfte zu hohen Gehalten in den Aufwüchsen und erschien demnach in Übereinstimmung mit der Literatur unnötig. Ein Einfluss ergänzender S-Versorgung auf die wertgebenden Inhaltsstoffe Rohprotein und Energiedichte konnte nicht abgeleitet werden.

Bestimmung des Deckungsgrades in Grünland und Rasenflächen mit Hilfe Digitaler Bildverarbeitung

Lock R.¹, Rademacher I.¹, Nonn H.², Kühbauch W.¹

¹Institut für Pflanzenbau, Universität Bonn, D-53115 Bonn

² WOLF - Garten, D-57518 Betzdorf

Zusammenfassung

Der Deckungsgrad ist eine wichtige Größe zur Beschreibung des Zustandes von Grünlandflächen und Rasen. Üblicherweise wird der Deckungsgrad durch visuelle Bonitur geschätzt. Nachteilig beim Schätzen sind Ungenauigkeiten, die Personenabhängigkeit der Ergebnisse, sowie der hohe Arbeits- und Zeitaufwand.

Die rasante technische Entwicklung der letzten Jahre gestattet eine hoch auflösende optische Erfassung der Vegetation mit digitalerameratechnik. Eine geeignete Bildverarbeitung kann die Deckungsgradbestimmung in einem standardisierten Verfahren genauer und objektiver machen. Um zwischen Boden und Pflanze zu unterscheiden nutzt die Bildverarbeitungssoftware üblicherweise die Farbinformation aus. Es wird in diesem Beitrag gezeigt, dass die alleinige Verwendung der Farbinformation zu Ungenauigkeiten führen kann. Durch Berücksichtigung weiterer morphologischer Operatoren kann der Einfluss von Fehlerquellen deutlich verringert werden. Es wurden verschiedene Bildverarbeitungsverfahren untersucht und deren Wirkung an einem Versuch mit Rasen demonstriert.

Einleitung

Digitale Bildverarbeitung (DBV) stellt ein hohes Potential zur Optimierung von landwirtschaftlichen Produktionsprozessen im Rahmen des Präzisionspflanzenbaus dar. Vielversprechend erscheint dabei die enorme Entwicklung in der Hardware (Kameratechnik), die es ermöglicht Bilder hoher Auflösung mit hoher Wiederholung im Bereich der Nah- und Fernerkundung zu liefern. Das Potential im Bereich der Bildauswertung (Software) ist jedoch noch lange nicht ausgeschöpft. Vergleicht man die Leistungsfähigkeit des menschlichen Auges mit dem eines Bildverarbeitungssystems, so erscheinen die Ergebnisse der DBV sogar eher moderat. Der Grund dafür liegt im enorm komplexen Vorgang des Sehens und Erkennens, den das Auge ohne merkliche Anstrengung leistet. Allerdings müssen die erkannten Objekte (Pflanze oder Boden) auch hinsichtlich ihrer (Größe) Fläche geschätzt werden wodurch Ungenauigkeiten entstehen. Gelingt es nun mit Hilfe geeigneter Software für einen bestimmten Anwendungsfall Objekte eindeutig zu identifizieren, dann liefert die DBV bessere Ergebnisse, da Flächen exakter bestimmt werden können. Verfahren zur optischen Vermessung von Pflanzenteilen und –gewebe mit DBV unter dem Mikroskop sind seit langem bekannt. (Kühbauch and Bestajovsky 1989).

Eine weitere Fehlerquelle ist die Personenabhängigkeit von Boniturergebnissen. Softwarealgorithmen hingegen lassen sich standardisieren, so dass Bonituren, die an verschiedenen Versuchsstandorten oder zu verschiedenen Zeiten durchzuführen sind, immer mit dem gleichen Verfahren durchgeführt werden können. In dem hier beschriebenen Projekt wurden Algorithmen entwickelt, die speziell zugeschnitten und geeignet sind den Deckungsgrad für Grünland- und Rasenflächen zu bestimmen. Dazu wurde ein Versuch angelegt, bei dem künstlich Lücken ausgestanzt wurden. Von den Flächen wurden mit einer konventionellen Digitalkamera Bilder gemacht und mit verschiedenen Bildverarbeitungstechniken ausgewertet. Wie Richardson und Kollegen (2001) zeigten, konnte durch Verwendung des Farbmerkmals eine Unterscheidung zwischen Boden und Pflanze erreicht werden und damit eine Bestimmung des Deckungsgrades. In der hier beschriebenen Arbeit wurde darüber hinausgehend untersucht, inwieweit durch die zusätzliche Verwendung von morphologischen Parametern die Ergebnisse verbessert werden können.

Material und Methoden

In 2002 wurde ein Rasen-Feldversuch angelegt (*Lolium.perenne* L. und *Poa pratensis* L.). Dabei wurden in Rasenparzellen mit Werkzeugen Lücken verschiedener Form (rechteckig 10 cm* 15 cm und kreisförmig \varnothing 8,5 cm) und verschiedener Quantität (95%, 90%, 85%) Deckungsgrad aus dem Rasen ausgestanzt. Die Löcher wurden anschließend wieder mit Boden verfüllt. Von den 6 Varianten wurden 2 Wiederholungen angelegt. Der Rasen wurde auf 3,5 cm Schnitthöhe gemäht. Die Bilder wurden mit einer Digitalkamera (Nikon coolpix 995 Auflösung: 3,3 Megapixel) aufgenommen. Die Kamera befand sich in einer lichtdichten Kammer (B*L*H=50cm* 50cm* 100cm) mit künstlicher Beleuchtung. (4*Sylvania Mini-Lynx 15 Watt).

Ergebnis und Diskussion

Zur Auswertung der Bilder wurden verschiedene Bildverarbeitungstechniken entwickelt, die die besonderen Eigenschaften von Rasen berücksichtigen. Abb. 1a zeigt eine typische Aufnahme einer Rasenfläche; durch eine (künstliche) Verletzung ist eine Lücke entstanden. Der sichtbare Boden besteht aus einer Vielzahl verschiedener heller und dunkler Brauntöne, die bei der Bildanalyse berücksichtigt werden müssen. Außerdem ragen einzelne Blätter in die Lücke hinein und reduzieren damit die optisch wahrnehmbare Lückenfläche. Im folgenden werden die einzelnen Bildverarbeitungsschritte erläutert.

Das Auge besitzt, wie bereits erwähnt, ein hohes Detektionsvermögen. In Bild 1a wurde daher zunächst der Lückenverlauf nach Augenmaß eingezeichnet. Die Bildverarbeitung sollte zu einem ähnlichen Ergebnis kommen. Zur Unterscheidung zwischen Boden und Pflanze ist die Farbe ein wichtiges Merkmal. In einer teach-in-Prozedur wurden mehrere Farbproben vom Boden entnommen. Alle Farboperationen wurden im HSI - Farbraum durchgeführt, da hierdurch eine Entkopplung von Intensität und Farbinformation erreicht wird. (Gonzalez and Woods, 1993)

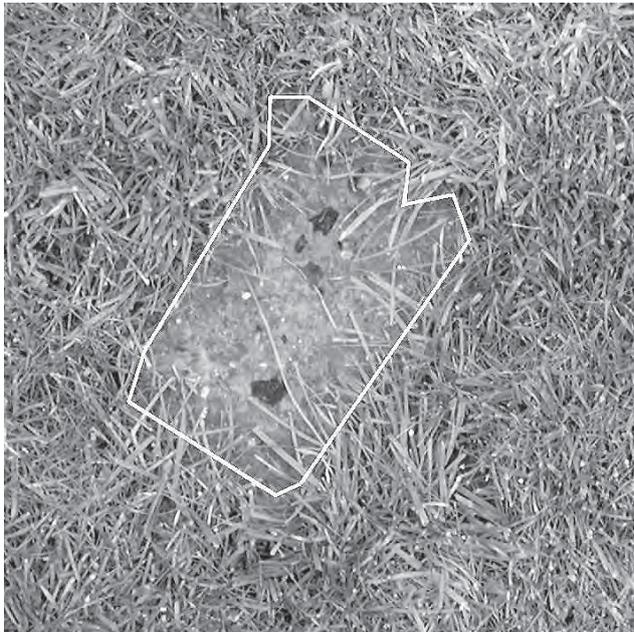


Abb. 1a) Nach Augenmaß eingezeichnete Lückenfläche.

Durch die Farbproben wird im HSI Merkmalsraum ein Quader definiert. Jedes Bildpixel, dessen Farbmerkmal mit dem zuvor für Boden definierten Farbmerkmal übereinstimmt, ist in Abb. 1b schwarz markiert. Die sichtbare Bodenfläche wurde durch diese Operation bereits gut detektiert. Dennoch wurden zusätzlich eine Vielzahl sehr kleiner Objekte markiert, die nicht mit zur Lückenfläche gezählt werden dürfen. Ursache sind Abschattungen der Blätter untereinander. Diese Bereiche werden durch reine Farbanalyse i.d.R fälschlicherweise als Boden mitgezählt.

Da diese Objekte durch Abschattung entstehen (Schattenpixel), überschreiten sie eine bestimmte Fläche nicht, so dass sie anhand ihrer Größe entfernt werden können. Im gezeigten Beispiel wurden alle Objekte kleiner als 10 mm² entfernt (Abb.1c). Innerhalb der detektierten Lücke wurden einzelne Bereiche durch den Computer nicht markiert, da nicht alle Farben durch die Probenahme in der teach-in-Prozedur berücksichtigt werden konnten.

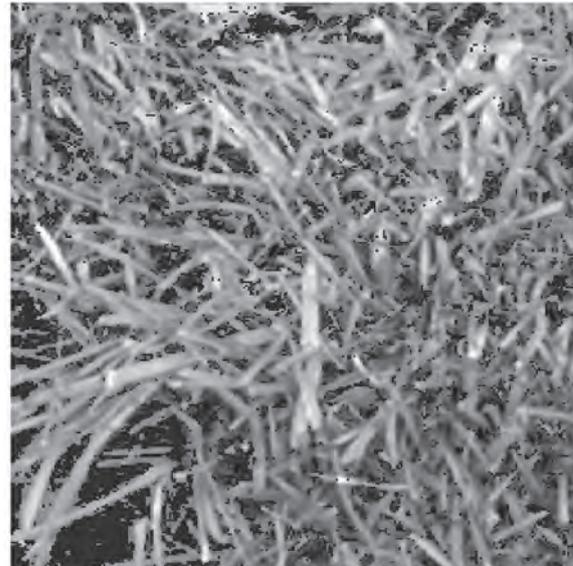
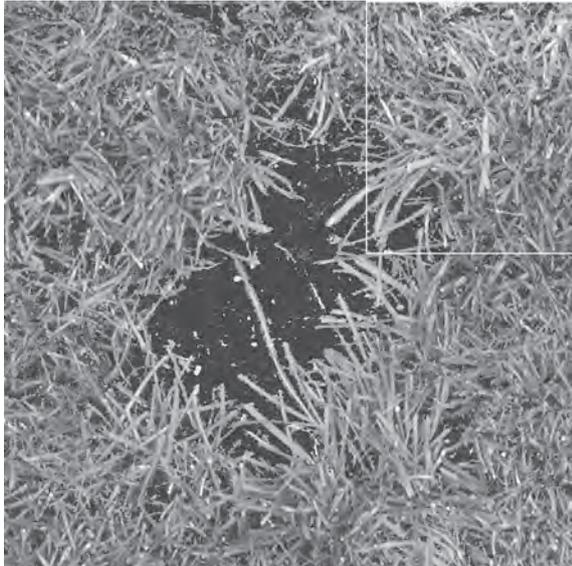


Abb. 1 b) Durch Farbanalyse markierte Lücken. Im rechten Bild sind die sog. Schattenpixel zu sehen (Vergrößerung).

Da diese Bereiche aber offensichtlich zur Lücke dazugehören, wurden alle Fehlstellen innerhalb eines Objektes in einem neuen Arbeitsschritt aufgefüllt.



Weiterhin ist zu erkennen, dass Blätter in die Lücke hineinragen und damit optisch die Bodenfläche verkleinern. Deshalb muss dessen Blattfläche mit zur Lückenfläche hinzugezählt werden.

Durch alleiniges Verwenden des Merkmals Farbe kann dies jedoch nicht erreicht werden. Das „Entfernen“ der Blätter wurde mit einer morphologischen Konturglättungsoperation erreicht. Diese Operation wirkt vergleichbar einer Schere und liefert bessere Ergebnisse als übliche „Closing“-Operationen.

Abb. 1c zeigt das Ergebnis der Bildverarbeitung. Weiss: Lückendetektion mit dem menschlichen Auge. Schwarz: Ergebnis der DBV. Durch Verwendung

von Farbanalyse und durch zusätzliche Berücksichtigung morphologischer Eigenschaften des Rasens wurde ein Ergebnis erzielt, welches dem des menschlichen Auges sehr ähnlich ist.

Die Messergebnisse sind in Abb. 2 graphisch dargestellt. Dabei ist der Messfehler für alle 4 Bildverarbeitungsschritte für jede der 12 Parzellen als Balkendiagramm dargestellt. Als Messfehler wurde die prozentuale Abweichung vom Sollwert berechnet. Dabei wurde als Sollwert die Grundfläche des jeweiligen Stanzwerkzeuges verwendet (Lückenfläche).

Im ersten Bildverarbeitungsschritt wurde nur die Farbinformation berücksichtigt. Die Werte liegen dabei leicht unterhalb der Sollwerte. Im 2. Schritt wurden die Schattenpixel entfernt, so dass sich die Messwerte weiter verringern. Im 3. Schritt werden Fehlstellen innerhalb der detektierten Bodenflächen gefüllt. Damit wird die gemessene Fläche wieder höher gemessen. Im letzten Schritt werden in die Lücken hineinragende Blätter entfernt wodurch sich die Werte noch weiter erhöhen und in diesem Fall dazu führen, dass die gemessene Fläche die rechnerische Lückenfläche leicht übersteigt.

Vergleicht man nun das Ergebnis von Schritt 1 mit Schritt 4 so zeigt sich dass durch zusätzliche Verwendung morphologischer Operationen die Streuung der Messergebnisse verringert wurde. Dies

lässt sich folgendermaßen erklären: Die einzelnen Störquellen wie Schattenpixel bzw. in die Lücke hineinragende Blätter wirken entgegengesetzt, kompensieren sich also. Sind die Störgrößen etwa gleich groß, so erhält man aus diesem Grund trotzdem ein relativ gutes Ergebnis. In anderen Fällen, kompensieren sich die Störgrößen nicht so gut mit der Folge, dass das Ergebnis stärker vom Sollwert abweicht. Durch zusätzliche Verwendung geometrischer und morphologischer Operatoren haben die beschriebenen Störquellen keinen Einfluss auf das Messergebnis. Daher ist die Streuung der Messwerte deutlich geringer. Durch dieses Verfahren wird also eine höhere Robustheit gegenüber Störeinflüssen erreicht.

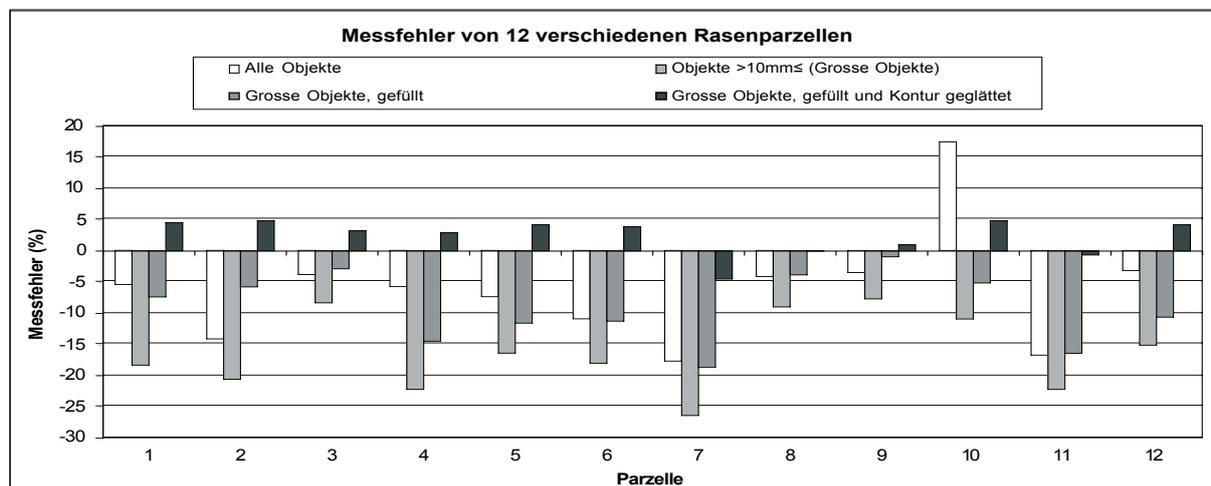


Abb. 2 Prozentuale Abweichung der durch Bildverarbeitung ermittelten Lückenfläche von der als Sollwert verwendeten Werkzeugfläche für alle 4 Bildverarbeitungsschritte.

Plot 1,2,3: Rechteck 95%,90%,85%, Plot 4,5,6: Kreis 95%,90%,85%

Plot 7 bis 12: Wiederholung der Parzellen 1 bis 6

Schlussfolgerung

Die Verwendung des Merkmals Farbe in Verbindung geometrischer und morphologischer Merkmale steigert die Robustheit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Deckungsgrades mit Hilfe digitaler Bildverarbeitung.

Literatur

- GONZALEZ, R.C., AND R.E. WOODS. 1993. DIGITAL IMAGE PROCESSING. NEW YORK: ADDISON-WESLEY PUBLISHING Co.
- RICHARDSON M.D., KARCHER D.E., PURCELL L.C. (2001) QUANTIFYING TURFGRASS COVER USING DIGITAL IMAGE ANALYSIS. CROP SCIENCE 41:1884-1888 (2001)
- KÜHBAUCH, W., J. BESTAJOVSKY, 1983: BESTIMMUNG DER LIGNIFIZIERUNG IN LUZERNE MIT HILFE DER QUANTITATIVEN BILDVERARBEITUNG. ANGEWANDTE BOTANIK 57, 381-389.

Auswirkungen der Winterfreilandhaltung von Mutterkühen im Mittelgebirge

Dr. habil. Hans Hochberg und Dipl.-Ing. Sabine Mohring

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena

1. Problemstellung

Im Hügel- und Bergland Mitteldeutschlands werden bereits über 15% des Mutterkuhbestandes auch im Winter im Freien gehalten. Ausschlaggebend dafür sind die im Vergleich zur Winterstallhaltung verringerten Produktionskosten und günstigen Wirkungen auf die Tiergesundheit.

Gegenstand dieser Untersuchung sind die Auswirkungen auf die Umwelt.

2. Material und Methode

Standort: Thüringer Schiefergebirge 600-650 m ü NN 850 mm Jahresniederschlag 5,4 °C Jahresdurchschnittstemperatur Schieferschuttbraunerde, flachgründig	Untersuchungszeitraum: 1995 bis 1998
Weidegebiet: ca. 20 ha, reich strukturiert Verebnungsfläche und Osthang	Untersuchungsparameter: Pflanzenbestand Boden-N _{min} NO ₃ im Quellwasser
	Tiere/Fütterung: 2,0 bis 2,8 GV/ha, Fleckvieh ad - libitum - Konservatfütterung

3. Ergebnisse

Die Entwicklung des Pflanzenbestandes ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielfalt an Grünlandtypen entstanden, und Magerweidetyper erhalten geblieben sind. Auf häufig frequentierten Teilflächen sind starke Narbenschäden verursacht worden, die eine nachfolgende Verunkrautung bewirkten. Der Flächenanteil geschädigter Narbe schwankt zwischen 5% (kalter Winter) und 12% (milder Winter) der Winterfreilandhaltungsfläche.

Die Untersuchungen des Boden-N_{min} ergab eine Zunahme über Winter vorwiegend in der Bodentiefe 0-10 cm sowie einen deutlichen Anstieg über Winter an und um die Futterstelle/ Tränke. Ab Entfernungen von über 30 m von der Futterstelle bzw. 60 m von der Tränke waren keine nennenswerten N_{min}-Einträge mehr feststellbar (Abbildung 1).

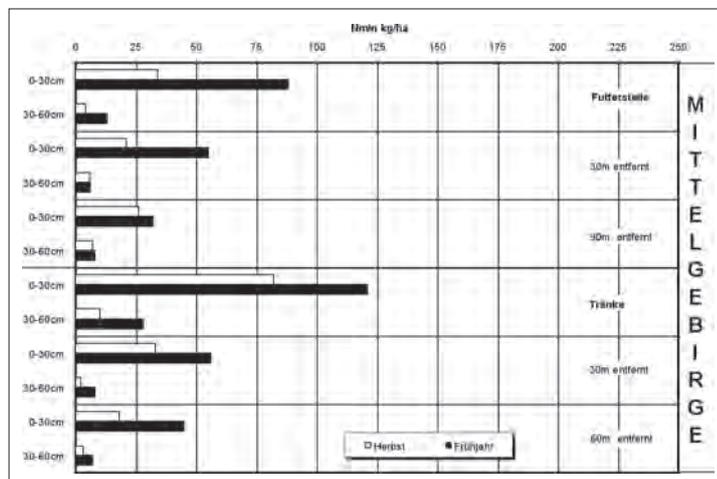


Abb. 1: N_{min} - Mengen in 0 bis 60 cm Bodentiefe vor und nach Winter.

Langjährige Untersuchungen auf einem Bergstandort haben gezeigt, dass bei ordnungsgemäßer Freilandhaltung im Winter, bei der Quellbereiche und andere Nassstellen im Weidegebiet ausgekoppelt sind, keine kritische Belastung des Bodenwassers eintritt (Abbildung 2).

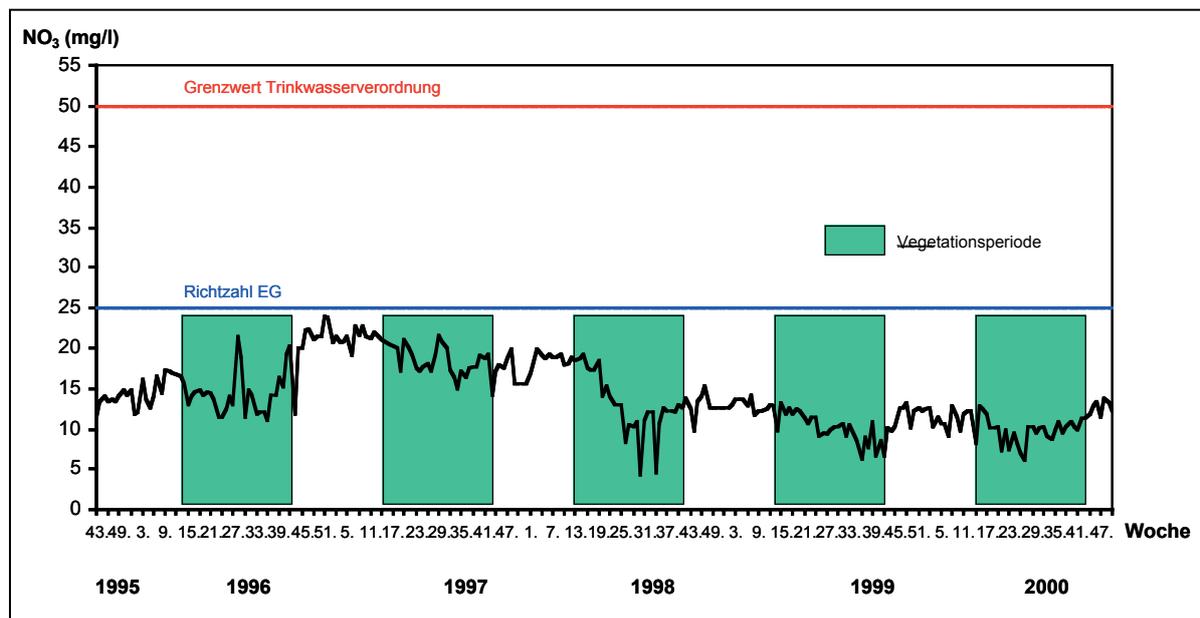


Abb. 2: Verlauf des Nitratgehaltes im Sickerwasser bei ganzjähriger Beweidung im Einzugsgebiet

Standort: flachgründiger Schieferverwitterungsboden
 Tierbesatz: 2,1 GV/ha
 Herdengröße: 37 - 59 Kühe
 Wasserentnahme: hangabwärts, ca. 120 m von Futterstelle entfernt

Die Nitratkonzentration unterliegt geringen jahreszeitlichen Schwankungen und erreicht zu keiner Zeit den Grenzwert der Trinkwasserverordnung der Bundesrepublik Deutschland.

4. Schlussfolgerungen

Winterfreilandhaltung von Rindern auf Dauergrünland (bei ad-libitum-Konservatfütterung)

- ◆ fördert die Vegetationsdifferenzierung,
- ◆ verursacht im Bereich von Tränke und Futterstelle punktuelle, kaum vermeidbare N_{min}-Anreicherung und Narbenschädigungen,
- ◆ führt selbst nach mehrjähriger Praxis zu keiner Beeinträchtigung der N_{min}-Gehalte des Quellwassers

Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter - tiergerecht und umweltverträglich -

Dr. habil. Hans Hochberg und Dipl.-Ing. agr. Christoph Finke

Deutscher Grünlandverband e.V., Berlin

1. Problemstellung

Weidegang der Rinder während der Vegetationsperiode ist nichts Besonderes. Freilandhaltung im Winter ist eine neue Haltungsform, die zunehmend praktiziert wird. In Nordostdeutschland betrifft das bereits mehr als 40% der Mutterkühe und in Thüringen mehr als 15% der Mutterkühe.

Freilandhaltung wird aber auch kritisch und zum Teil kontrovers betrachtet (Medien, Bevölkerung). Probleme können entstehen im Hinblick auf eine tiergerechte Haltung und einem tierschutzgerechten Umgang sowie Umweltwirkungen.

Winterfreilandhaltung kann je nach betrieblichen, standörtlichen und klimatischen Bedingungen mit ständiger Konservatfütterung (Mittelgebirgslagen) bzw. zeitweiliger Beweidung wintergrüner Futterpflanzen und bedarfsweiser Konservatfütterung (Hügelland, Niederungen) betrieben werden.

2. Material und Methode

Anhand vorliegender Ergebnisse, Erkenntnisse und Erfahrungen hat ein Team Grundsätze, Entscheidungs- und Argumentationshilfen sowie Orientierungswerte für eine tiergerechte und umweltverträgliche Verfahrensgestaltung erarbeitet.

Quellen: mehrere Dissertationen und wissenschaftliche Beiträge der Universitäten Göttingen, Gießen und Berlin sowie der FAL Braunschweig, praxisnahe Forschungsberichte, Betriebszweiganalysen und Veröffentlichungen verschiedener Landesanstalten für Landwirtschaft, Situationsanalysen des Deutschen Grünlandverbandes e.V. in mehr als 80 mutterkuhhaltenden Betrieben, Beratungsmaterialien der Agrarverwaltung Niedersachsen und Hessen, des KTBL sowie zahlreiche Artikel zu Detailfragen aus der angewandten Forschung.

Damit wurde Landwirten, Beratern und Interessierten ein Leitfaden (Entscheidungshilfen) zur tiergerechten und umweltverträglichen Freilandhaltung von Fleischrindern bereitgestellt.

3. Ergebnisse

3.1 Tiergerechte Haltung

Ziel der tiergerechten Haltung besteht in der Gewährleistung von Wohlbefinden und Gesundheit der Tiere. Grundlage für die Tierhaltungsnormen bildet das Tierschutzgesetz.

Voraussetzungen für eine tiergerechte Haltung sind:

Standortwahl	trittfest Witterungsschutz bietend stets Fütterung und Tierbetreuung gewährleistet
Witterungsschutz	Verzicht auf überdachte Unterstände möglich, wenn eingestreute Liegefläche (trockener Untergrund, windgeschützt, mind. 3 kg Stroh/ GV und Tag) und Windschutz vorhanden sind. - natürlich: z. B. Waldrandlage, Hecken - künstlich: z. B. Windschutzwand aus Strohbällen, Windschutznetz
Betreuung	Sachkunde des Halters mindestens tägliche Kontrolle regelmäßiger Kontakt und ruhiger Umgang

Fütterung	<p><u>Grundsätze:</u> leistungsbezogen, zur ständigen Aufnahme laktierende Mutterkühe brauchen qualitativ hochwertiges Futter bei Kälte kann der Energiebedarf um 10 - 20 % steigen</p> <p><u>Futterarten:</u> Konservatfutter (Heu, Anwelksilage, Stroh) Krafftutter, Maissilage sind i.d.R. nicht erforderlich</p> <p><u>Orientierungswerte für Futterraufnahme (kg TM / 100 kg LM)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Mutterkuh in der Säugeperiode: 2,0 - 2,2 ◆ Mutterkuh ohne Kalb: 1,7 - 1,8 Jungrind (älter 1 Jahr): 1,7 - 1,8 <p><u>Futternorm:</u> überdachte Raufen / Hänger Erdsilo mit Fressgitter direkte Futterablage auf trockenem bzw. gefrorenem Untergrund</p> <p><u>Winterweide:</u> Herbstaufwuchs auf Grünland Einjähriges Weidelgras auf Ackerland Rohrschwingelansaat auf Ackerland / Grünland</p>
Wasserversorgung	ausreichend, ständig zugänglich, frostsicher ca. 5 - 6 l Wasser je kg verzehrter TM
Herdenführung	<p><u>Herdenzusammensetzung:</u> größere Tierbestände erfordern Trennung in Gruppen: Mutterkühe nach Abkalbetermin, tragende Färsen, Absetzer</p> <p><u>Kalbperiode:</u> Frühjahresabkalbungen günstig</p> <p><u>Einzäunung und Fangeinrichtung:</u> keine Unterschiede zur Sommerweide</p>
Gesundheitsvorsorge	<p>ausreichende Körperkondition zu Winterbeginn (Einlagerung von Unterhautfett)</p> <p>Klauenerkrankungen und -verletzungen vorbeugen</p> <p>Ekto- und Endoparasitenbefall minimieren (Weidehygiene, Antiparasitika)</p> <p>Erkrankungen von Kälbern vorbeugen (Muttertierimpfung, trockene Fläche)</p>

3.2 Umweltverträgliche Flächenbewirtschaftung

Ziel besteht im Schutz der Umwelt vor Nährstoffeinträgen und Narbenschäden durch Tritt bzw. Exkremente. Grundlage für eine umweltverträgliche Flächenbewirtschaftung bilden Umwelt-, Naturschutzgesetze und entsprechende Verordnungen zum Boden-, Wasser- und Artenschutz.

Voraussetzungen für eine umweltverträgliche Flächenbewirtschaftung sind:

Wahl der geeigneten Außenhaltungsfläche	<ul style="list-style-type: none"> * Standort muss über Winter trittfest sein / bleiben * relative Vorzüglichkeit (abnehmend): <ul style="list-style-type: none"> - Ackerland (z. B. angelegte Winterweide, Zweitfruchtbestand) - Kombination Ackerland (Liegefläche/Futterplatz) mit Grünland (Auslauf) - Grünland * Feucht- bzw. Nasswiesen(bereiche) scheiden aus bzw. sind auszuzäunen * wertvolle Pflanzenbestände müssen außerhalb der Hauptaufenthaltsbereiche der Rinder liegen
---	---

<p>Eignung von Böden für die Winterfreilandhaltung auf Grünland</p>	<p>* <u>gut geeignet</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tonarme, flachgründige Verwitterungsböden - trockene Mineralböden <p>* <u>bedingt geeignet</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tonreiche, flachgründige Böden - trockene, schluffreiche Böden mittlerer Gründigkeit - Anmoor/Niedermoor mit hohem Mineralbodenanteil <p>* <u>nicht geeignet</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tonreiche, tiefgründige Böden - feuchte, schluff- und tonreiche Böden - grund- und stauwasserbeeinflusste Böden - Niedermoor, Hochmoor
<p>Minimieren der Flächenbelastung über Winter</p>	<p>*Tierbesatz maximal 1,8 GV/ ha</p> <p>* Verkürzen der Aufenthaltsdauer der Rinder auf der Fläche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weideperiode im Spätherbst ausdehnen - zeitweise auf Nachbarflächen umtreiben - zeitig im Frühjahr abtreiben <p>* Vermindern von Belastungen auf Teilflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Liegeplätze gezielt einstreuen (mind. 3 kg Stroh/ GV u.Tag), Bindungspotential Stroh: 2,0 bis 2,5 kg Exkrement-N/dt - für gleichmäßigere Verteilung der Rinder auf der Fläche sorgen (Winterweide) - auf Grünland: Futterplatz beibehalten und gezielt einstreuen - auf Ackerland: Futterplatz systematisch wechseln - Wasserverluste an Tränken verhindern - Triftwege kurz halten (Anordnung von Tränke-, Futter-, Liegeplatz) - kurze, befestigte Anfahrtswege zum Futterplatz
<p>gezielte Pflege der Winterfreilandhaltungsflächen im Frühjahr</p>	<p>* Grünland: <u>unmittelbar nach Abtrieb</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einstreumatten abräumen und Fläche abschleppen - zertretene Bereiche ab Bestandeslücken > 15% nachsäen <p><u>Mähweidenutzung mit Erstmahd im Frühjahr</u> (Abschöpfen von Nährstoffüberschüssen)</p> <p>* Ackerland: <u>möglichst rasch nach Abtrieb</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einstreumatten abfahren oder gleichmäßig auf Fläche verteilen - Futterpflanzen mit hohem Nährstoffaufnahmevermögen anbauen (Abschöpfen von Nährstoffüberschüssen)

4. Schlussfolgerungen

- » Aus fachkundiger Freilandhaltung ergeben sich folgende vorteilhafte Wirkungen: Bewegungsfreiheit ermöglicht Ausübung natürlicher Verhaltensweisen, Bewegungsaktivität wirkt gesundheitsfördernd, Klimareize stärken die Abwehrkräfte, geringerer Keimdruck (Kälber), weniger Probleme mit Ektoparasiten.
- » Durch entsprechende Flächenauswahl und -bewirtschaftung können Narbenschäden und Nährstoffeinträge auf ein minimales, tolerierbares Ausmaß eingeschränkt werden.

Literatur

HOCHBERG, H. und DYCKMANS, A. (2002): Tiergerechte und umweltverträgliche Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter. Heft 2/2002 Schrift.-Reihe Deutscher Grünlandverband e.V. Berlin., 70 S.

Ist die großflächige, extensive Beweidung unter Artenschutzgesichtspunkten eine sinnvolle Alternative zu konventionellen Pflegekonzepten im Naturschutz?

K. Jensen und J. Schrautzer

Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

1. Einleitung und Problemstellung

Im Grünland Mitteleuropas überwogen bis etwa Mitte des vergangenen Jahrhunderts aus heutiger Sicht extensiv einzustufende Nutzungsformen wie die einschürige, späte Mahd oder die Beweidung mit niedrigen Besatzdichten. Der Düngemiteleinsatz war bis dahin gering. Das Landschaftsbild prägten die an eine solche Nutzung angepassten Streu- und Feuchtwiesen, Mager- und Trockenrasen sowie Glatthaferwiesen. Seit den 1950er Jahren führten die Einführung intensiver Bewirtschaftungsformen (mehrschürige Mahd oder intensive Beweidung mit mineralischer Volldüngung) aber auch die Nutzungsaufgabe an Grenzertragsstandorten zu einem eklatanten Rückgang dieser Grünlandbiotope und der für sie charakteristischen Arten (Bakker 1989, Schrautzer & Wiebe 1993, Rosenthal et al. 1998). In Deutschland wurde etwa seit Beginn der 1980er Jahre versucht, dem Artenrückgang in der Kulturlandschaft durch staatlich geförderte Extensivierungsprogramme zu begegnen. Wesentliche Nutzungsaufgaben der in den Programmen aufgeführten Grünland- Vertragsvarianten sind die Reduktion von Schnitanzahl und Besatzdichte, ein später erster Mahdtermin oder Beweidungsbeginn sowie der Verzicht auf Düngung. Eine Literaturlauswertung europäischer Feldexperimente zeigt, dass die botanische Artenvielfalt durch extensive Mahd oder Beweidung ohne Düngung in gefährdeten Grünlandbiotopen

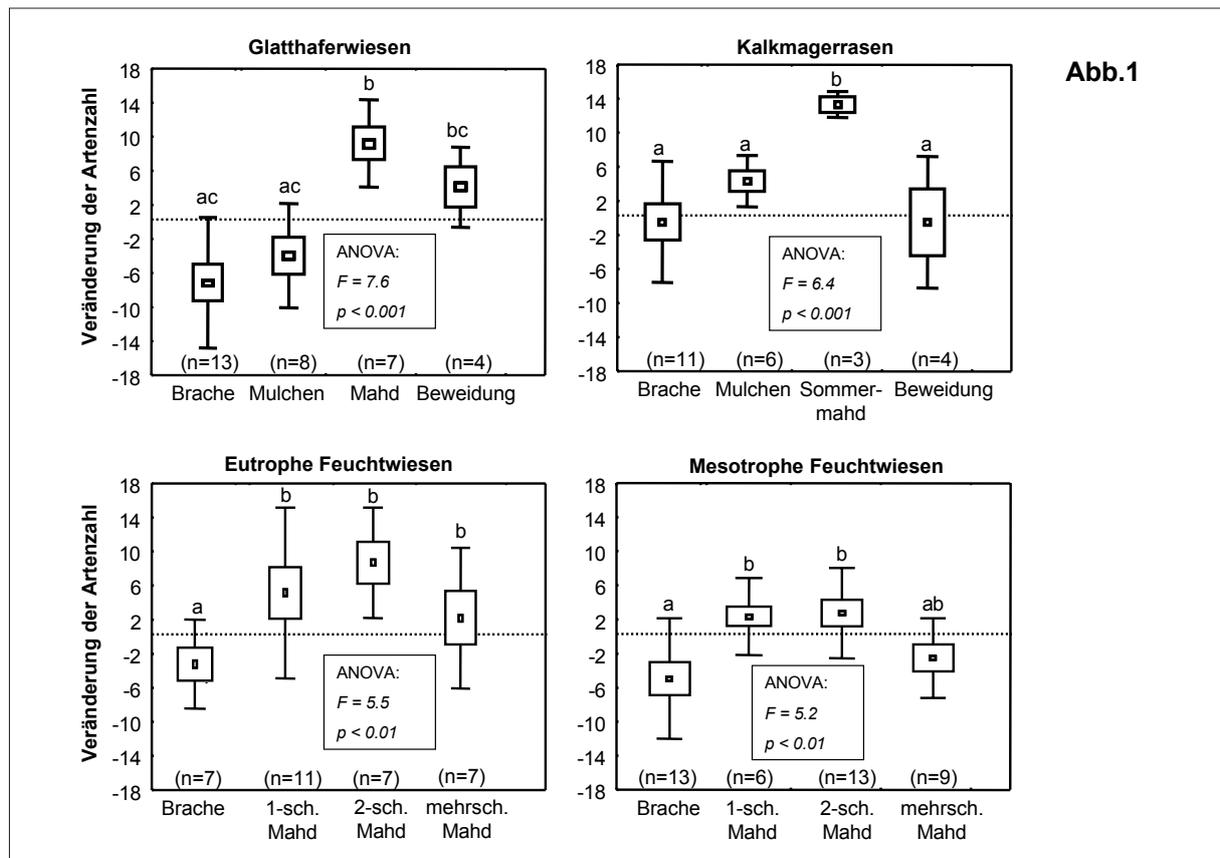


Abb. 1: Entwicklung der Artenvielfalt unterschiedlicher Grünlandbiotope in Abhängigkeit von der Nutzungsform. Datengrundlage: Europäische Grünland-Managementexperimente (29 Quellen, 393 Untersuchungsflächen, Untersuchungszeitraum 6-10 Jahre).

Mineralböden (Glatthaferwiesen, Kalkmagerrasen) erhalten oder gefördert werden kann (Abb. 1). Weiterhin ist die Mahd ohne Düngung mit maximal 2 Schnitten im Jahr eine geeignete Pflegemaßnahme, um artenreiche Feuchtwiesen an Niedermoorstandorten zu erhalten. Gleichwohl tritt heute die Mahd aufgrund des hohen Kostenaufwandes in den Hintergrund und wird zumindest im norddeutschen Raum nur noch vereinzelt praktiziert. Über den langfristigen Einfluss der extensiven Beweidung auf die botanische Artenvielfalt des Feuchtgrünlandes gibt es bislang nur wenige gesicherte Ergebnisse. So ermittelten zum Beispiel Stammel et al. (2003) in gemähten Streuwiesen höhere Artenzahlen als in beweideten Beständen, konnten aber bezogen auf die Anzahl gefährdeter Arten keine Unterschiede zwischen diesen Nutzungsformen feststellen. Nach Untersuchungen von Voß (2001) aus Schleswig-Holstein waren beweidete Feuchtwiesen etwas artenreicher als gemähte.

Als Alternative zu bisherigen, eher kleinflächig ausgerichteten Pflegekonzepten im Naturschutz wird seit einiger Zeit die großflächige extensive Beweidung propagiert, mit der mehrere Artenschutzziele auf einer Fläche gleichzeitig verwirklicht werden sollen. Man erwartet von dieser Beweidungsform, dass durch sie ein Mosaik unterschiedlicher Sukzessionsstadien entsteht, welches sowohl lichtbedürftigen, konkurrenzschwachen Offenlandarten als auch Pflanzen und Tieren später Sukzessionsstadien Lebensraum bietet (Riecken et al. 1998, Olff et al. 1999). Im oberen Eidertal bei Kiel, einem typischen Flusstal jungpleistocäner Moränenlandschaften, wird seit 1999 ein Naturschutzprojekt umgesetzt, welches die Vernässung der Niederungen und die Offenhaltung des Grünlandes durch großflächige extensive Beweidung zum Ziel hat. Die Begleitforschung erfolgt unter anderem im Rahmen eines vom BMBF geförderten Forschungsprojektes. Im folgenden Beitrag werden vegetationskundliche Ergebnisse dieses Projektes vorgestellt und dabei folgende Fragen erörtert:

- ◆ Wie stark werden die im Eidertal vorhandenen Grünlandtypen beweidet?
- ◆ Welchen Einfluss hat die großflächige Beweidung auf die botanische Artenvielfalt im Grünland?
- ◆ Kommt es durch die großflächige Beweidung zu einem Mosaik unterschiedlicher Sukzessionsstadien?
- ◆ Lässt sich durch die großflächige Beweidung die Erhaltung gefährdeter, nur kleinflächig auftretender Vegetationstypen sicherstellen?

2. Untersuchungsgebiet

Das ca. 400 ha große, früher kleinparzelliert genutzte Projektgebiet liegt wenige Kilometer südwestlich von Kiel in der Jungmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins (Abb. 2). Es umfasst feuchte bis nasse, zeitweilig überflutete Komplexe unterschiedlicher Niedermoorarten (Quell-, Durchströmungs-, Verlandungs- und Überflutungsmoore) der Eiderniederung sowie daran anschließende, aus Mineralböden bestehende Hänge. Zu Projektbeginn 1999 kamen „offene“, extensiv genutzte Grünlandssysteme wie mesotrophente Weidelgras-Weiden und Feuchtwiesen nur kleinflächig vor. Im Niedermoorbereich waren außerdem Biotop mit ganzjährig nahe der Bodenoberfläche liegenden Wasserständen (z.B. Schilfröhrichte) selten. Der Flächenanteil später, durch hochwüchsige Pflanzenarten gekennzeichneten

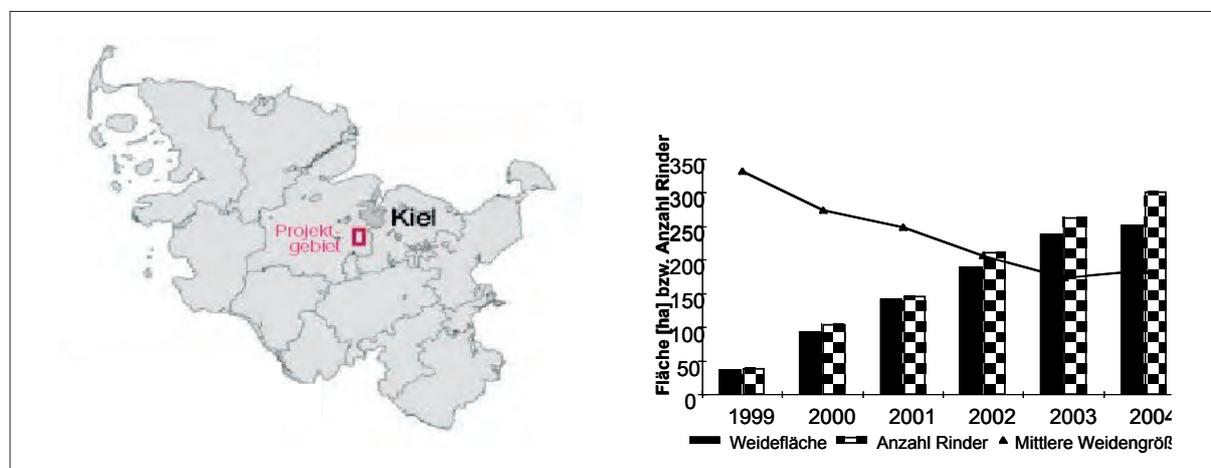


Abb. 2: Lage des Projektgebietes in Schleswig-Holstein und Umsetzung des Naturschutzkonzeptes.

Sukzessionsstadien betrug etwa 40 %. Seit 1999 werden mit Hilfe einer an den Bedürfnissen der Grundeigentümer angepassten Vertragsgestaltung kontinuierlich neue großflächige Weiden eingerichtet. Fast die gesamte beweidungsfähige Fläche wurde bis 2004 für das Naturschutzkonzept gewonnen (Abb. 2). Die Flächen werden überwiegend mit schwarzbunten Jungrindern (max. 1,5 Tiere/ha) von Mai bis Oktober beweidet.

3. Methoden

Großräumige Vegetationsveränderungen wurden mit Hilfe flächendeckender Kartierungen zu Projektbeginn 1999 und 2003 erfasst. Um das Weideverhalten der Rinder zu ermitteln, wurden im gleichen Zeitraum jährlich Verbisskartierungen durchgeführt. Für die kleinräumige Erfassung der Vegetationsdynamik wurden in unterschiedlichen Weiden Transekte (Dauerflächen) angelegt und jährlich beprobt.

4. Ergebnisse

Die Resultate der Verbisskartierung zeigen, dass Vegetationstypen mit niedriger Futterqualität (z.B. artenreiche Feuchtwiesen) verhältnismäßig schwächer verbissen werden als solche mit hoher Futterqualität wie eutraphente Weidelgras-Weiden (Abb. 3). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Futterwert von Pflanzenbeständen und der Verbissintensität ergibt sich jeweils für die hohe und niedrige Verbissklasse.

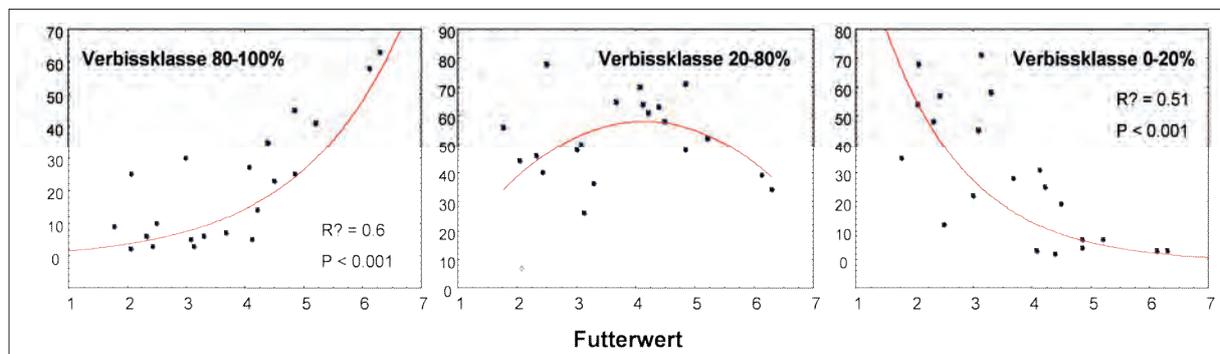


Abb. 3: Ergebnisse der Verbisskartierungen von 2001 bis 2003. Die Häufigkeitsverteilungen der Verbissklassen für die Vegetationstypen wurden in Beziehung gesetzt zum Futterwert der Vegetationstypen.

Auf den Dauerflächen der Weide „Grevenkrug“ blieb die Gesamtartenzahl an den Niedermoorstandorten (überwiegend Feuchtwiesen) nahezu konstant (Abb. 4). Die Anzahl der unter Artenschutzgesichtspunkten wertvollen Feuchtwiesen- und Niedermoorarten nahm dagegen leicht ab. Auf den Mineralböden wurden steigende Gesamtartenzahlen registriert. Die Zunahme konzentrierte sich dabei auf euryöke eutraphente Grünlandarten (Abb. 4).

Das auf der Grundlage der Vergleichskartierung erstellte Sukzessionsschema dokumentiert die hohe, durch die großflächige Beweidung hervorgerufene Vegetationsdynamik (Abb. 5). Es fanden sowohl retrogressive wie progressive Sukzessionsvorgänge statt. Auffällig ist, dass artenreiche, eutraphente Feuchtwiesen lokal eine Verbrachungstendenz aufwiesen

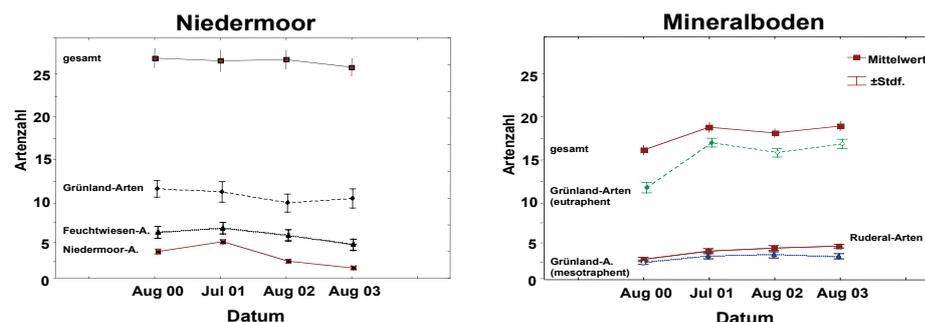


Abb. 4: Entwicklung der Gesamtartenzahl und der Artenzahl soziologischer Gruppen auf der Weide „Grevenkrug“ (40 ha) differenziert nach Niedermoor- und Mineralbodenstandorten.

Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Ergebnisse erlauben noch keine endgültige Beurteilung der Auswirkungen der großflächigen Beweidung auf die botanische Artenvielfalt im Projektgebiet. Folgende Tendenzen zeichnen sich allerdings bereits jetzt ab:

- ◆ Auf den Mineralböden deutet sich eine positive Entwicklung an. Man kann davon ausgehen, dass sich an diesen Standorten künftig großflächig artenreiche Magerweiden ausbreiten werden.
- ◆ Feuchtwiesen werden lokal unterbeweidet. Die Erhaltung der Artenvielfalt ist an solchen Standorten gefährdet. Über eine leichte Erhöhung der Besatzdichte oder die Verlängerung des Beweidungszeitraumes könnte der Beweidungsdruck auf die Niedermoorstandorte erhöht werden. Damit würden sich auch die Chancen für eine Erhaltung von nur kleinflächig vorkommenden Vegetationstypen (z.B. mesotraphente Feuchtwiesen) erhöhen.
- ◆ Durch die großflächige, extensive Beweidung entsteht ein Mosaik aus unterschiedlichen Sukzessionsstadien. Davon profitieren vor allem zahlreiche Tierartengruppen (Schrautzer et al. 2004).

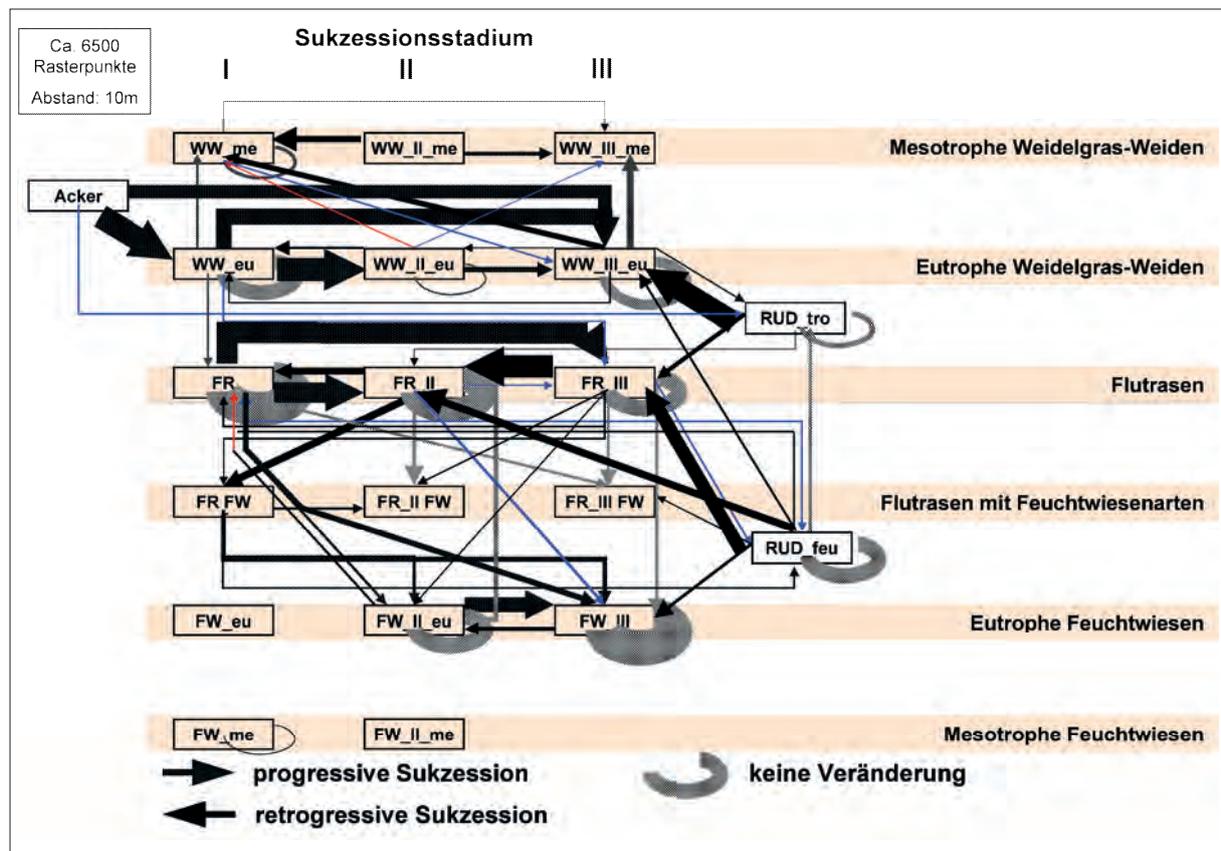


Abb. 5: Großräumige Vegetationsveränderungen im Projektgebiet. Datengrundlage: Kartierungen der Jahre 1999 und 2003.

Literatur

- BAKKER, J.P. (1989): Nature management by grazing and cutting. *Geobotany* 14, 397 S.
- OLFF, H.; VERA, F.W.M.; BOKDAM, J.; BAKKER, E.S.; GLEICHMAN, J.M.; DE MAEYER, K. & SMIT, R. (1999): Shifting mosaics in grazed woodlands driven by the alteration of plant facilitation and competition. – *Plant. Biol.* 1: 127-137.
- RIECKEN, U., FINCK, P., KLEIN, M. & SCHRÖDER, E. (1998): Überlegungen zu alternativen Konzepten des Naturschutzes für den Erhalt und die Entwicklung von Offenlandbiotopen. *Natur und Landschaft* 73 (6): 261-270.

- ROSENTHAL, G., HILDEBRANDT, J., ZÖCKLER, C., HENGSTENBERG, M., MOSSAKOWSKI, D., LAKOMY, W. & BURFEINDT, I. (1998): Feuchtgrünland in Norddeutschland. Ökologie, Zustand, Schutzkonzepte. *Angew. Landschaftsökologie* 15, 219 S., Bonn-Bad Godesberg.
- SCHRAUTZER, J. & WIEBE, C. (1993): Geobotanische Charakterisierung und Entwicklung des Grünlandes in Schleswig-Holstein. *Phytocoenologia* 22: 105-144.
- SCHRAUTZER, J., IRMLER, U., JENSEN, K., NÖTZOLD, R. & HOLSTEN, B. (IM DRUCK): Auswirkungen großflächiger Beweidung auf die Lebensgemeinschaften eines nordwestdeutschen Flusstales. *Angew. Landschaftsökologie*.
- STAMMEL, B., KIEHL, K. & PFADENHAUER, J. (2003): Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing. *Applied Vegetation Science* 6: 245-254.
- VOSS, K. (2001): Die Bedeutung extensiv beweideten Feucht- und Überschwemmungsgrünlandes in Schleswig-Holstein für den Naturschutz. Mitt. AG Geobot in Schl.-Holst. U. Hmbg. 61, 185 S., Kiel.

Anschrift des Verfassers:

PD. Dr. Joachim Schrautzer
Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität Kiel
Olshausenstr. 40
D-24098 Kiel
Email: jschrautzer@ecology.uni-kiel.de

Ökonomische Bewertung einer Standweidenutzung mit Jungrindern

M. Anger

Institut für Pflanzenbau der Universität Bonn

1. Einleitung und Problemstellung

Futterbaulich betrachtet, ist das Ziel einer effizienten Bewirtschaftung von Weidegrünland die geeignete Anpassung der Besatzdichte an die auf der Weidefläche produzierte Biomasse (KLAPP, 1971). Die Höhe des Futterertrages und damit die maximale Besatzdichte ist vorrangig von der Standortgüte, dem Potential der Grünlandnarbe und wesentlichen Bewirtschaftungsfaktoren abhängig. Ein wesentliches Instrument zur Steuerung der Beweidungsintensität stellt die N-Versorgung der Grünlandbestände dar. Reglementierend auf den Einsatz von N-Düngern wirken sich jedoch nicht nur pflanzenbauliche Gesichtspunkte sondern auch die ökonomische Rahmenbedingungen aus. Zu diesen zählen nicht nur Preise bzw. Kosten sondern auch agrarpolitisch ausgerichtete Fördermaßnahmen. Inwieweit sich gültige Rahmenbedingungen in Nordrhein-Westfalen (NRW) auf unterschiedliche Standweidenutzung mit Jungrindern auswirken, wird nachfolgend anhand von futterbaulichen sowie ökonomischen Bewertungen für einen Mittelgebirgsstandort aufgezeigt.

2. Material und Methoden

Die futterbauliche Basis der vorgestellten Berechnungen stellen Ergebnisse eines fünfjährigen Weideversuches im Bergischen Land dar (KÜHBAUCH et al., 1996, ANGER et al., 2002) Kennzeichen der Standweidenutzung ist eine unterschiedliche N-Düngungsintensität mit zwei stark variierenden Abstufungen (Tab. 1). Damit ergab sich eine deutliche Differenzierung in der Besatzdichte. Die Beweidung nach dem „put and take“-System mit ein- bis zweijährigen schwarzbunten Färsen orientierte sich am Futteraufwuchs. Die ökonomische Bewertung basiert auf gültigen Standardwerten (ANONYMUS, 1998 + 2004).

Tab. 1: Kenndaten des Beweidungsversuches mit Jungrindern nahe Radevormwald / Bergisches Land (385 m ü. NN; Ø 7.9°C und 1,362 mm a⁻¹, Lolio-Cynosuretum)

Kenndaten	N-intensiv	N-extensiv
N-Düngung (kg N ha ⁻¹) mit KAS	250 (5 x 50)	0
mittlere Energiedichte (MJ NEL kg ⁻¹)	6,0	6,1
durchschnittliche Besatzdichte (GV ha ⁻¹)	4,9	2,9
Flächengröße (ha)	1,3	2,2

3. Ergebnisse und Diskussion

Die monetäre Bewertung der Energieerträge ergibt bei unterstellten Weideverlusten von 30 bzw. 40 % für die intensive bzw. extensive Weidevariante sowie einem Grundfutterpreis von 0,15 € je 10 MJ NEL mit 584 bzw. 356 € ha⁻¹ zwischen den beiden Varianten eine deutliche Differenz je Flächeneinheit, jedoch keine Unterschiede je GV. Die Haltung der gleichen GV-Anzahl setzt einen Flächenverhältnis von 1 : 1,62 ha zwischen intensiv und extensiv voraus (Tab. 2). Die Berechnung der wesentlichen Kosten für beide Varianten zeigt, dass die intensive Beweidung nur bei knappem Flächenangebot, d.h. hohem Pachtpreis, einen geringfügigen Kostenvorteil besitzt, die extensive Variante bei geringem Pachtpreis (Tab.2).

Tab. 2: Kostenberechnung der intensiven und extensiven Standweidenutzung mit Jungrindern im Bergischen Land

Berechnungsgrößen	Variante	N-intensiv	N-extensiv	Diff. je GV (int.. – ext.)
Futterbauliche Rahmendaten				
- Besatzdichte (GV ha ⁻¹ über 180 Weidetage)		4,7	2,9	
- Besatzstärke (GV ha ⁻¹ a ⁻¹)		2,3	1,4	
- Flächenbedarf (ha) [= Berechnungsbasis]		1,00	1,62	
Kosten (in € Flächenbedarf⁻¹ a⁻¹)				
- Pachtpreis	gering (150,- € ha ⁻¹)	100	162	- 27
	hoch (300,- € ha ⁻¹)	250	405	- 67
- Düngung	N-Dünger (0,50 € kg ⁻¹ N)	150	0	65
	N-Ausbringung* (bei 5 Gaben a ⁻¹)	32	0	14
- Kalkung	Kalk (alle 3 Jahre)		60	- 10
	Kalk-Ausbringungskosten*		10	- 2
- Pflege*	für Walzen, Schleppen, Mulchen	37	60	- 10
- Zaun	Material-anteilig	10	16	- 3
	Unterhaltung*	13	21	- 3
I. Gesamtkosten				
	bei geringem Pachtpreis	385	329	24
	bei hohem Pachtpreis	535	572	- 16
II. Gesamtkosten (inkl. Extensivierungszuschuss)**				
	bei geringem Pachtpreis	385	81	132
	bei hohem Pachtpreis	535	324	92

* Berechnung des Arbeitsaufwandes mit 12,50 € Akh⁻¹

** z.B. bei markt- und standortangepasste Landbewirtschaftung (MSL) mit NRW-Grünlandextensivierung (1,4 GV ha⁻¹, untersagte mineralische N-Düngung) Kostenvorteile von 248 € für die extensive Weidefläche von 1,62 ha; Tierprämien bleiben unberücksichtigt, da gleiche GV-Anzahl in den Berechnungsvarianten

Die extensive Beweidung nach dem ‚put and take‘-System mit möglichst kurzer Narbe und günstigen Energiedichten kann die geringeren Flächenerträge mit geringeren Kosten kompensieren. Bei Teilnahme an Extensivierungsprogrammen, die ausschließlich Mineraldüngung und Viehbesatz reglementieren, ergibt sich schon bei Extensivierungsprämien von 153,- € je ha bereits eine deutliche ökonomische Überlegenheit der extensiven Standweide gegenüber der gedüngten Variante mit höherem Viehbesatz. Darüber hinaus besitzt die extensive Standweide ökologische Vorteile aufgrund geringerer Nitratausträge, die mit 4 – 27 kg NO₃-N ha⁻¹ in den Einzeljahren denen von Schnittgrünland nahe kommen (Anger et al., 2002).

Literatur

ANONYMUS (1998): Taschenbuch Landwirtschaft 1998/99. 19. Aufl., Kuratorium für Technik und Bauwesen (KTBL), Landwirtschaftsverl. Münster, 273 S.

ANONYMUS (2004): pers. Mitteilungen von Mitarbeitern der LWK-Nordrhein-Westfalen.

ANGER, M., HÜGING, H., HUTH, C. & KÜHBAUCH, W. (2002): Nitrat-Austräge auf intensiv und extensiv beweidetem Grünland erfasst mittels Saugkerzen- und Nmin-Beprobung. 1. Einfluss der Beweidungsintensität. *Plant Nutrition and Soil Sci.* 165, 640-647.

KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden. 4. Aufl., Verl. P. Parey, Berlin und Hamburg, 620 S.

KÜHBAUCH, W., ANGER, M. & HÜGING, H. (1996): Auswirkungen unterschiedlicher Weideverfahren auf die Kontamination des Bodenwassers mit Nitratstickstoff sowie die Zusammensetzung der Grünlandnarbe, die Futterproduktion und die Weideleistung. *Landwirtschaftl. Fakultät Bonn, USL-Forschungsberichte (ISSN 0943-9684)* H. 35, 92 S.

Präferenz, Futterwert, Ertrag und Ausdauer verschiedener Grasarten bei Winterweide mit Mutterschafen

Bockholt, R., Bergmann, I. u. T. Gebbing***

Professur Grünland und Futterbau im Institut für Landnutzung
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

1. Zielstellung

Die ganzjährige Freilandhaltung von Rohfutter verwertenden Tierarten wird in Nordostdeutschland bei vollständiger Sommerweide und teilweiser Winterweide mit Mutterkühen, Mutterschafen und Pferden auf grundwasserfernen Mineralböden praktiziert. Noch offene Fragen einer gewünschten Ausdehnung der Winterweide werden in einer an Mutterschafe gebundenen Versuchsdurchführung geklärt.

2. Lösungsweg

Auf einer Mineralbodenweide der Versuchsstation Rostock (grundwasserferner IS; Wasserstufe 2-Parabraunerde, mittlere Temperatur des Jahres 7,9° C; mittlerer Jahresniederschlag 590 mm; Besatzstärke 1 GV/ha Mutterschafe (+ Lämmer während der Sommermonate) wurde durch Einbeziehung von Nebenweiden in die sommerliche Beweidung die Möglichkeit geschaffen, ab 1. August 40 bis 60% der Weidefläche für den Winter zu reservieren. Der letzte Aufwuchs des Sommers wurde durch Düngung mit 100 kg N/ha auf die Winterweide vorbereitet. Seit dem Winter 1999 / 2000 bis zum Winter 2003 / 2004 wurden Weideversuche jeweils in den Monaten November bis Januar durchgeführt. Auf der Winterweide sind die in Streifen angesäten wintergrünen Grasarten *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Festulolium braunii* und die nicht wintergrüne Referenzgrasart *Dactylis glomerata* jeweils gleichzeitig zur Beweidung angeboten worden. Im Rahmen von Belegarbeiten zahlreicher Studenten wurden Ertragsfeststellungen, Futterwertuntersuchungen, Auszählungen der grasenden Schafe und Höhenmessungen des Weidegrases mit der Plattenmethode vorgenommen. Repräsentative Futterproben wurden zu Beginn der Beweidung der einzelnen Koppeln und zum Ende in Weidekäfigen gewonnen. Die Futterenergie wurde mit Hilfe der Rohnährstoffmethode, einer Cellulasemethode und nach dem Hohenheimer Futterwerttest (HFT) berechnet. Der Hohenheimer Futterwerttest ist an der Universität Bonn*** (T. Gebbing) mit Pansensaft fistulierter Schafe durchgeführt worden.

3. Ertrag und Anteile von nekrotischem Gewebe

In Abhängigkeit von der Nutzungsdauer der Ansaaten ist mit differenzierten Ertragsrelationen zu rechnen. Der Trockenmasseertrag fällt unterschiedlich aus in Abhängigkeit davon, welche Nutzungsjahre derselben Ansaat gemittelt werden. Durch Wiederholung der Ansaaten von Deutschem Weidelgras und Wiesenschweidel, die im ersten und zweiten Jahr besonders ertragsstark sind und später nachlassen, werden vorübergehende Vorteile von Knaulgras und Rohrschwengel, welche bei Berechnung 3 - 4 jähriger Mittelwerte zu verzeichnen waren, wieder ausgeglichen (Tab. 1). Das Eintreten strenger Januarfröste führt zu einer starken Reduzierung der Erträge. Durch Verzögerung der Beweidung bis zum Monat Februar kann mit 50% Ertragsverlust gerechnet werden. Die Anteile von nekrotischem Gewebe erhöhen sich von Monat zu Monat, jedoch ist das Eintreten gravierender Veränderungen bei wintergrünen Gräsern von der Stärke der Fröste im Januar abhängig. Bei den überwiegend milden Wintern im Küstenbereich der Ostsee hatte das Deutsche Weidelgras Vorteile gegenüber anderen wintergrünen Gräsern.

4. Relative Vorzüglichkeit der Grasarten (Präferenz)

Im Mittel von 10 Versuchen auf 3 Koppeln mit verschiedenen Gras - Kombinationen ist folgende Rangfolge der Beliebtheit als Winterweidefutter festgestellt worden: 1. *Lolium perenne*, 2. *Festulolium*

braunii und *Festuca rubra* 3. *Festuca arundinacea* 4. *Dactylis glomerata* (Tab. 1 und 2). *Dactylis glomerata* wurde als Lagerfläche bevorzugt, da die verschmähte Phytomasse die beste Isolierschicht zum feuchten und kalten Untergrund darstellte.

Tab. 1: Ertragsmittel in dt TM / ha von 5 Wintern und Anzahl der Werte(n)

Grasart	November	Dezember	Februar	Gesamt
<i>Dactylis glomerata</i>	17,3 (11)	16,2(6)	9,9 (6)	14,8 (23)
<i>Festuca arundinacea</i>	19,8 (13)	17,4 (6)	7,0 (3)	16,8 (22)
<i>Festuca rubra</i>	20,1 (5)	18,1 (2)	10,5 (3)	13,7 (10)
<i>Festulolium braunii</i>	16,6 (6)	20,2 (4)	7,5 (2)	15,9 (12)
<i>Lolium perenne</i>	17,6 (8)	18,6 (6)	12,5 (4)	16,6 (18)
Gesamtergebnis	18,0 (43)	18,1 (24)	9,6 (18)	15,9 (85)

Tab. 2: Anteile von nekrotischem Gewebe (%) von 5 Wintern, Mittelwert, Max. und Minimum

Grasart	November	Dezember	Februar	Gesamt
<i>Dactylis glomerata</i>	62 (75 bis 30)	65 (90 bis 50)	90 (95 bis 80)	71 (95 bis 30)
<i>Festuca arundinacea</i>	18 (20 bis 10)	26 (15 bis 40)	57 (40 bis 65)	26 (10 bis 65)
<i>Festuca rubra</i>	13 (15 bis 10)		70 (70 bis 95)	32 (95 bis 10)
<i>Festulolium braunii</i>	34 (60 bis 10)	24 (45 bis 15)	35 (10 bis 60)	29 (10 bis 60)
<i>Lolium perenne</i>	14 (20 bis 5)	18 (30 bis 10)	20.(30 bis 10)	17 (30 bis 5)
Mischbestände	20 (30 bis 10)		26 (50 bis 15)	23 (50 bis 15)
<i>Taraxacum officinale</i>	30 (35 bis 25)	40 (50 bis 30)		35 (50 bis 35)
Gesamtergebnis	32 (75 bis 5)	34 (90 bis 10)	47 (95 bis 15)	36 (95 bis 5)

Tab. 3: Rang der Grasarten in Bezug auf die Präferenz bei Winterweide in 10 Versuchen

Koppel	Winter	Lolium perenne	Festuca rubra	Festulolium	Festuca arundinacea	Dactylis glomerata
K5	1999/2000	1	2	-	3	4
	2000/2001	1	2	-	3	4
	2001/2002	3	2	-	1	4
	2002/2003	1	-	3	2	4
	2003/2004	2	-	1	3	4
K3	2001/2002	1	-	3	2	4
	2002/2003	1	-	2	3	4
	2003/2004	3	-	1	2	4
K1	2001/2002	1	-	3	2	4
	2002/2003	2	-	1	3	4
Rang	Mittel	1,7	2,0	2,0	2,4	4
	Anzahl	N=10	N=3	N=7	N=10	N=10
	Max-Min	(3-1)	(2-2)	(3-1)	(3-1)	(4-4)

Die Rangfolge der Präferenz auf der Winterweide ergibt Übereinstimmung mit der Präferenz auf der Sommerweide, die außerdem in mehreren Versuchen geprüft wurde. Das Ergebnis der Verbisstiefe präsentierte sich in der Reihenfolge *Festuca rubra*, *Festulolium*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*. Auch diesbezüglich herrschte Übereinstimmung mit der Rangfolge der Verbisstiefe auf der Sommerweide (Tab.4). Zuletzt wurde die fast völlig abgestorbene Phytomasse des Knaulgrases verzehrt, jedoch blieb die Verbisstiefe des Knaulgrases deutlich hinter den wintergrünen Grasarten zurück. Schließlich muss festgestellt werden, dass der von einigen Autoren favorisierte Rohrschwengel außer dem Ertragsvorteil bei 3 bis 4-jähriger Nutzung der Ansaaten keine weiteren Vorteile besitzt. Auch im Monat Januar war er nicht stärker frequentiert als *Festuca rubra*, *Festulolium* und *Lolium perenne*.

Tab. 4: Verbisstiefe (cm) der Grasarten in 10 Versuchen

Koppel	Winter	<i>Lolium perenne</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Festulolium</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
K5	1999/2000	3,0	3,0	-	3,5	4,4
	2000/2001	3,5	3,2	-	3,8	4,2
	2001/2002	2,8	3,0	-	3,0	4,3
	2002/2003	2,8	-	2,6	4,2	4,3
	2003/2004	4,0	-	3,4	4,4	4,7
K3	2001/2002	3,9	-	3,9	3,9	5,1
	2002/2003	2,7	-	3,3	3,8	6,5
	2003/2004	3,7	-	3,2	3,4	5,1
K1	2001/2002	4,3	-	3,3	3,1	7,3
	2002/2003	3,2	-	3,2	3,0	6,0
Cm	Mittel	3,4	3,1	3,3	3,6	5,2
	Anzahl	N=10	N=3	N=7	N=10	N=10
	Max.-Min.	2,8-4,3	3,0-3,2	2,6-3,9	3,0-4,4	4,2-7,3

5. Futterwert des Winterfutters nach Grasarten und Monaten

Die Differenzen zwischen den nach verschiedenen Methoden ermittelten Energiedichten belegen, dass zur Futterwertermittlung von Winterweidefutter nur der Hohenheimer Futtertest geeignet ist, der mit Pansensaft von Spendertieren durchgeführt wird (Tab.5). Nur mit Hilfe dieses Futtertestes kann die Differenz des Futterwertes zwischen dem nicht wintergrünen Knaulgras und den wintergrünen Grasarten nachvollzogen werden. Nur mit Hilfe dieses Futtertestes ist es darüber hinaus möglich, die zeitabhängige Verringerung der Futterqualität des 3. Aufwuchses bei langfristiger Verzögerung der Weidenutzung richtig zu erkennen. Die Futterqualität verringerte sich in den Monaten November bis Februar bei nach dem Hohenheimer Futterwerttest ermittelten Energiewerten im Mittel der Grasarten um 1,5 MJ Umsetzbare Energie bzw. um 0,9 MJ Nettoenergie Laktation. Von den sonstigen Inhaltsstoffen werden besonders Kaliumgehalt und Kalziumgehalt sowie die in Wasser löslichen Kohlenhydrate (Zuckergehalt) nach langen und strengen Frostperioden des Monats Januar reduziert (Tab. 6).

Tab. 5: Rohnährstoffe und nach verschiedenen Methoden berechnete Energiedichte aus 2 Weidewintern, ** Cellulasewerte noch nicht vollständig,* *Festuca r.* aus erstem Aufwuchs

Art / Monat	Rohprotein (g / kg TM)	Rohfaser (g/kg .TM)	Rohache (g/kg TM)	MJ NEL/ kg TM (Rohn.)	MJ NEL/ kg TM (Cell.)**	MJ NEL (MJ/kg TM) HFT	ME MJ/kg TM HFT	Anzahl Werte HFT
<i>Dactylis gl.</i>	145	264	95	5,9	4,9**	4,0	6,7	19
<i>Festuca ar.</i>	139	245	93	6,0	5,9**	5,1	8,5	15
<i>Festuca rubra..</i>	147	219	88	6,2	6,4**	3,9*	6,5	5
<i>Festulolium</i>	174	229	100	6,1	5,9**	5,2	8,7	11
<i>Lolium perenne.</i>	182	213	112	6,1	6,4**	5,0	8,3	12
<i>Mischbestände</i>	210	224	71	6,5	6,2**	4,8	8,0	8
<i>Taraxacum off.</i>	151	148	143	6,1				
November	152	225	92	6,2	5,9**	5,2	8,7	30
Dezember	152	230	110	5,9	5,5**	4,6	7,7	17
Februar	185	244	98	6,1	6,0**	4,3	7,2	23
Gesamt	161	232	99	6,1	5,8**	4,7	7,8	70

Tab.6: Weitere Inhaltsstoffe des Futters aus 3 Weidewintern

	N (g / kg TM)	P (g/kg .TM)	K (g/kg TM)	Na (g/kg TM)	Ca (g/kg TM)	WIK (g/kg TM)	Anzahl Werte(n)
<i>Dactylis gl.</i>	23	2,6	19	0,83	3,3	56	27
<i>Festuca ar.</i>	23	3,1	23	1,26	3,0	99	24
<i>Festuca rubra</i>	26	3,4	25	0,71	4,3	42	10
<i>Festulolium</i>	27	3,6	23	0,98	3,4	119	14
<i>Lolium perenne</i>	28	3,6	25	1,41	3,2	114	21
Mischbestände	27	3,7	14	1,69	3,8	49	17
<i>Taraxacum off.</i>	25	2,8	43	0,96	8,4	67	6
November	24,7	3,3	27	1,07	3,9	104	56
Dezember	24,9	2,9	25	1,21	3,6	98	27
Februar	27,1	3,4	13	1,05	3,4	49	36
Gesamt	25	3,2	22	1,10	3,6	87	119

6. Zustand der Grasnarbe nach mehrjähriger Winterbeweidung

Die von verschiedenen Gräsern dominierten Grasnarben wurden durch Winterweide in folgender Rangfolge geschädigt: **1. *Festuca rubra***, **2. *Lolium perenne***, **3. *Festuca arundinacea***, **4. *Dactylis glomerata***. Die von Rotschwengel und Deutschem Weidelgras dominierten Grasnarben mussten nach 3 bzw. 4 Jahren wegen Unterschreitung eines Flächenanteils von 50% erneuert werden, während Knaulgras und Rohrschwengel in 5 Versuchswintern durchgängig ohne Wiederholung der Ansaaten genutzt werden konnten.

7. Weitere Ergebnisse

Die Mutterschafe nahmen ohne Krafftuttermgaben im Monat November noch zu (+4,5 kg), während in den Monaten Dezember und Januar Gewichtsreduzierungen (-1,3 kg; -0,4 kg) registriert wurden. Anfang Mai wurde eine Geburtenrate von durchschnittlich 1,4 gesunden Lämmern je Mutterschaf erreicht.

8. Schlussfolgerungen

Mit einem durch den Verzicht auf Stallanlagen begründeten ökonomischen Nutzen ist die Winterweide mit Mutterschafen unter den Bedingungen Nordostdeutschlands ohne gesundheitliche Beeinträchtigung der Tiere praktikierbar. Für die Winterweide sind prinzipiell alle wintergrünen Grasarten geeignet. Während *Festuca arundinacea* eine längere Ausdauer und Ertragstreue besitzt, sind *Lolium perenne* und *Festulolium*, vermutlich auf Grund ihres höheren Zuckergehaltes, und *Festuca rubra* aus unbekanntem Gründen die beliebteren Grasarten. Problematisch ist die Bereitstellung des Winterweidefutters aus dem 3. Aufwuchs einer vorhandenen Weide- oder Schnittfläche, da der 3. Aufwuchs den geringsten Ertrag erwarten lässt. Mit 100 kg N/ha wurden unter Praxisbedingungen im 5 – jährigen Mittel 18 dt TM/ha erzielt. Ohne N – Düngung (z. B. im ökologischen Landbau) ist Winterweide aus einem dritten Aufwuchs nicht lohnend. Die Reservierung des Futters aus dem 3. Aufwuchs über den Monat Dezember hinaus lohnt sich auf Grund gravierender Ertrags- und Qualitätsverluste im Januar nicht mehr. Bei einer Besatzstärke von 1,0 GV /ha Mutterschafen (+ Lämmern während der Sommermonate) ist die Reservierung von Winterweideflächen unter den gegebenen klimatischen Bedingungen nur durch Einbeziehung von Nebenweideflächen möglich, die während der Sommermonate nicht von denselben Tieren genutzt werden. Deshalb sollte bei der Gestaltung einer gewünschten langfristigen Winterweide nicht nur an wintergrüne langlebige Grasarten, sondern auch an den kurzfristigen Anbau von bewährten Winterzwischenfrüchten des Ackerfutterbaus gedacht werden. Bei ganzjähriger Außenhaltung der Mutterschafe muss die Lammzeit in die Monate April oder Mai verlegt werden, um Lämmerverluste zu vermeiden.

‘Low-Input’ Tierproduktion durch Beweidung von leguminosenhaltigem Grünland- Ergebnisse aus dem extremen Versuchsjahr 2003

U. Sölter, J.-M. Greef und A. Dyckmans

Institut für Pflanzenbau und Grünlandforschung der FAL Braunschweig

1. Einleitung und Problemstellung

Der Einsatz von luftstickstoffbindenden Leguminosen in einer extensiven und nachhaltigen Tierproduktion ist unerlässlich, um auf mineralischen Stickstoffdünger verzichten zu können. Der Anbau von Weißklee in der Weidewirtschaft hat eine lange Tradition und ist die bisher geeignetste Weidekleeart. Erschwerend bei dieser Kleeart ist die nicht leicht einzuschätzende und schwankende Produktivität und Bestandesbildung im Vegetationsverlauf. Weißklee reagiert stark auf Wassermangel und erholt sich nur zögerlich nach einer länger anhaltenden Trockenperiode (FRAME *et al.*, 1998). Aus diesem Grunde wurden im Rahmen des EU geförderten Projektes, mit dem Acronym LEGGRAZE (low input animal production based on forage legumes for grazing), die selten in der Weidewirtschaft angebaute Leguminosenarten Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Rotklee (*Trifolium pratense*), und als Standartleguminose der Weißklee (*Trifolium repens*) mit der GII Standartmischung angesät.

2. Material und Methoden

Die Leguminosenarten Weißklee (*Trifolium repens*), Rotklee (*Trifolium pratense*) und Hornklee (*Lotus corniculatus*) der relativ trockenheitstolerant ist (MIGLEY, 1951), wurden mit der Gras-GII Standartmischung im Frühjahr 2002 in dreifacher Wiederholung auf einer insgesamt 15ha großen Fläche angesät. Die Aussaatstärke betrug 4kg/ha Weißklee, 6 kg/ha Rotklee und 8kg/ha Hornklee mit jeweils 17kg/ha Gras. Im 1. Hauptnutzungsjahr 2003 erfolgte der Auftrieb der weiblichen Jungrinder auf die Standweiden Anfang Mai. Mitte Juli musste der Weideversuch auf Grund der anhaltenden Trockenheit abgebrochen werden.

Die Quantität des vorhandenen Pflanzenbestandes (Herbage Mass) wurde mit Hilfe der Bestandeshöhenmessung (Ashgrove Pasture Meter, Hamilton, New Zealand) geschätzt (TROTT *et al.*, 2002; DULLER, 2004; WEISSBACH *et al.*, 1995). Dabei wird die Höhe des gestauchten Bestandes unterhalb einer 32*32cm großen Metallplatte gemessen. Dazu wurde alle vier Wochen und in vierfacher Wiederholung der Bereich unter der Metallplatte in 5cm Höhe geschnitten und die Trockenmasse bestimmt. Die Probenahme begann im Herbst des Anlagejahres 2002 und endete im Juli 2003. Die Beziehung Bestandeshöhe und Herbage Mass konnte für jede Leguminosen-Grasmischung in einer Regressionsgleichung dargestellt werden (Tabelle 2).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Wetterbedingungen während der Weideperiode von Anfang Mai bis Mitte Juli 2003 wichen hinsichtlich der Temperatur und des Niederschlags von den Werten des langjährigen Mittels ab: in diesem Zeitraum fiel 90mm weniger Regen und es war knapp 2°C wärmer als im vergleichbaren Zeitraum des langjährigen Mittels (Tabelle 1).

Tabelle 1: Niederschlag und durchschnittliche Tagestemperatur des Jahres 2003 von April bis Juli und die entsprechenden Werte des langjährigen Mittels

	2003 mm	langjähriges Mittel mm	2003 °C	langjähriges Mittel °C
April	35	49	9,0	8,1
Mai	29	57	14,1	12,8
Juni	37	68	18,7	15,8
Juli	46	62	19,5	17,5

Es zeigte sich, dass der Weißklee zu Beginn der Weideperiode mit einem verhältnismäßig hohen Futterangebot hervortrat (Abb.:1), dieses aber mit zunehmender Trockenheit starken Schwankungen unterlag. Die Dürre führte dann trotz der Rücknahme der Besatzdichte zu einem Zusammenbruch des Weißkleebestandes. Das Futterangebot auf der Rotkleeeweide fiel im Vergleich zur Weißkleevariante deutlich niedriger aus. Die einsetzende Trockenheit führte zu einem deutlichen Rückgang des Bestandes, so dass die Besatzdichte ebenfalls stark reduziert werden musste. Die Hornkleeeweide hingegen zeichnete sich mit einem konstant mittleren Futterangebot aus, welches auch nicht durch die einsetzende Trockenheit beeinflusst wurde. Dieses führte dazu, dass in diesem Versuchsjahr die Besatzdichte in der Hornkleevariante im Gegensatz zu der Weißklee- und Rotkleevariante aufrechterhalten werden konnte.

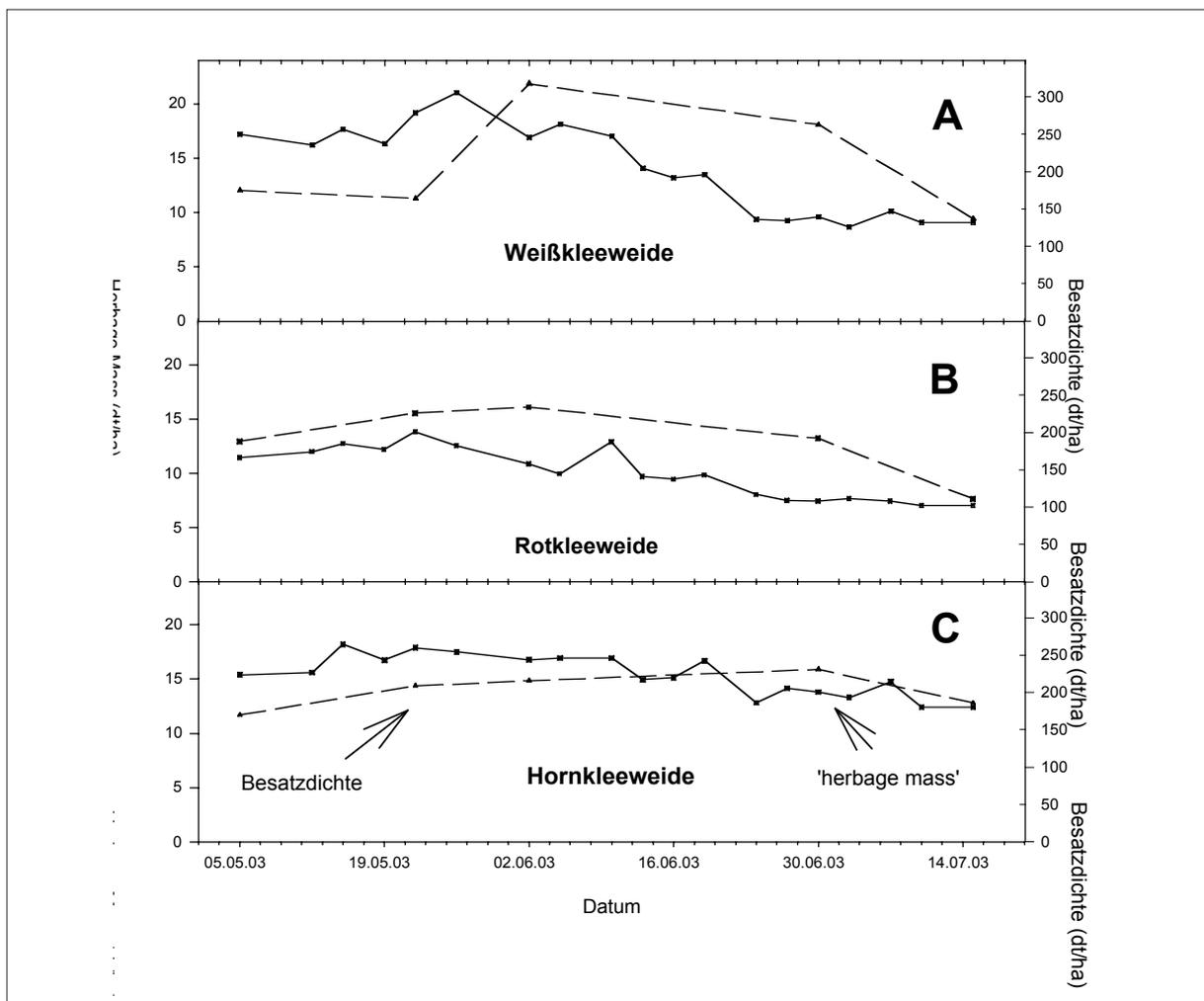


Abb. 1: Entwicklung der Herbage Mass (durchgezogene Linie) und der Besatzdichte (gestrichelte Linie) in den drei Leguminosenvarianten (A: Weißkleeeweide, B: Rotkleeeweide, C: Hornkleeeweide)

Tabelle 2: Regressionsgleichungen der drei Leguminosen-Grasmischungen und ihr Bestimmtheitsmaß (r^2) zur Schätzung der Herbage Mass mit Hilfe der Bestandeshöhenmessung

Ansaat	Regressionsgleichung	r^2
Weißklee+Gras	Herbage Mass (dt/ha) = 2,11* Bestandeshöhe (cm) + 1,46	0,58
Rotklee+Gras	Herbage Mass (dt/ha) = 1,43* Bestandeshöhe (cm) + 2,21	0,74
Hornklee+Gras	Herbage Mass (dt/ha) = 1,19* Bestandeshöhe (cm) + 7,34	0,79

In der Tabelle 2 ist zu sehen, dass die Weißklee Gleichung eine höhere Steigung hat als die Rot- und Hornklee Gleichungen. Das Bestimmtheitsmaß der Regressionsgleichungen des Rotklee und des Hornklee liegen auf einem höheren Niveau als das des Weißklee. Der Hauptanteil der erhobenen Messwerte der drei Varianten Weißklee, Rotklee und Hornklee liegt bei einer Bestandeshöhe von 5-10cm und einer Herbage Mass von 10-20dt/ha. Anzumerken ist, dass im Frühjahr der Bestand hauptsächlich Blätter aufweist, die durch das Messgerät heruntergedrückt werden. Später im Jahr, wenn die Grasstängel ausgebildet sind und die Kleestängel anfangen zu verholzen, werden sie nicht mehr so stark durch das Messgerät gestaucht und ergeben bei der Messung eine größere Bestandeshöhe. In den folgenden Versuchsjahren wird die Datenerhebung fortgeführt, um die Regressionsgleichungen zu verbessern.

4. Schlussfolgerungen

Die extremen Wetterbedingungen im Versuchsjahr 2003 führten zu einem Zusammenbruch der Weißklee- und Rotklee weide. Die Hornklee weide konnte ihre Produktivität trotz extremer Trockenheit für einen längeren Zeitraum aufrechterhalten. In den folgenden Versuchsjahren wird sich zeigen, inwieweit sich die beiden alternativen Leguminosenarten gegenüber dem etablierten Weißklee behaupten können.

Literatur

- DULLER, C. (2004): Monitoring grass growth. Grass Farmer, Spring 2004, 6-7
- FRAME, J., CHARLTON, J.F.L & LAIDLAW, A.S. (1998): Temperate Forage Legumes, 26-27
- MIGLEY, A.R. (1951): Birdsfoot trefoil – a promising forage plant. Better Crops with Plant Food 34 (4): 6-11
- TROTT, H., INGWERSEN, B., WACHENDORF, M. & TAUBE, F. (2002): Schätzung des Trockenmasseertrages auf Dauergrünland mit Hilfe einer Höhenmessung. Pflanzenbauwissenschaften, 6 (2), 78-83
- WEIßBACH, F., HOPPE, T. & SCHMIDT, L. (1995): Kontrolle des Weidemanagements durch Bestandeshöhenmessung. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau d. Ges. Pflanzenbauwiss. 39. Jahrestagung Freising-Weihenstephan, 115-119

Evolution de la place du pâturage dans les systèmes laitiers en Europe

André PFLIMLIN, Institut de l'Élevage, France

Introduction

Jusqu'à la mise en place des quotas en 1984, la production laitière européenne s'est fortement développée dans les zones de plaines labourables de la façade atlantique et de la Mer du Nord, aux dépens des zones d'élevage plus traditionnelles, notamment des régions herbagères de plaine et de montagne, et par conséquent, aux dépens du pâturage. Depuis, cette évolution s'est nettement ralentie, notamment pour certaines régions de montagnes qui ont su développer des filières fromagères à forte valeur ajoutée et qui ont aussi bénéficié de mesures politiques spécifiques (suppléments de quotas, plan de développement rural...). Mais globalement, avec l'accroissement de la production par vache et de la taille des troupeaux, le développement de la ration complète à base de maïs ensilage et de concentré toute l'année semble se généraliser.

Cependant, après plus de trois décennies de Marché Commun et malgré une politique agricole commune favorisant la productivité, la spécialisation et la standardisation des modes de production, force est de constater que la diversité des systèmes d'élevage laitiers reste encore très importante à l'échelle européenne. Cette diversité subsiste tout d'abord parce que les systèmes d'élevage d'herbivores restent très liés aux conditions naturelles elles-mêmes très variées au titre des climats, des sols, de l'altitude, de la pente, etc. Elle est aussi le fruit de l'histoire et du contexte socio-économique local, qui a favorisé ou non le développement de filières de produits de qualité. Mais cette histoire, ce patrimoine culturel et gastronomique peuvent-ils résister à l'élargissement des marchés, à la mondialisation ?

Certes, cette diversité s'est considérablement réduite dans la filière laitière et la restructuration, tant au niveau de la production que de la transformation, se poursuit à un rythme important dans la plupart des pays de l'Union. Tout se passe comme si la course au volume restait la seule solution de survie face à la mondialisation des marchés et des grandes étables américaines, Néo-zélandaises ou d'Europe centrale.

La dernière réforme de la PAC (2003) et l'élargissement de l'Union Européenne en 2004 risquent fort d'accélérer cette tendance. Il n'est donc pas inutile de rappeler qu'il reste une large gamme de choix entre les deux scénarios extrêmes suivants :

- Une production tournée vers le marché mondial avec des produits standard : beurre, fromage et poudre de lait, sans distinction de leur origine, de leur mode de production et d'alimentation des vaches. Dans ce cas, il suffirait de 75 000 élevages à 200 vaches, situés en zone de polyculture-élevage, pour assurer la production laitière de l'UE à 15, soit 10 fois moins de producteurs qu'aujourd'hui. Sachant que ce type de troupeau correspond à la taille moyenne actuelle des nouveaux Länder d'Allemagne, l'hypothèse n'est pas pure utopie.
- Une production tournée vers le marché interne européen et régionalisé en mettant en avant la qualité, la traçabilité, le lien au territoire, le respect des animaux et de l'environnement, ce qui correspond à l'attente d'une part croissante des consommateurs. Dans ce cas, le prix du lait supérieur et les aides au producteur seront rattachés aux externalités positives précédentes, ce qui permettra de maintenir davantage d'élevages viables, avec des vaches au pré, un tissu rural plus dense et une économie régionale plus dynamique.

Cette 2^{ème} voie n'est réellement crédible que si l'Europe a la volonté de maîtriser sa production par rapport à sa consommation. Or cet équilibre peut être obtenu par le maintien d'un régime des quotas laitiers avec des aménagements réduisant ou en supprimant le recours aux exportations subventionnées.

Cette voie reste d'autant plus crédible, qu'elle s'appuie sur une diversité qui perdure et qui est présentée ci-après, en privilégiant une lecture par grandes zones géographiques assimilées à des zones d'élevage. Cette entrée par la géographie physique permet de mieux cerner l'importance de ces régions d'élevage, notamment celles situées en zones herbagères dont le pâturage reste le mode de valorisation dominant, souvent classées en zones défavorisées quant à leur potentiel agronomique, mais riches en produits de qualité et en potentiel touristique.

I - Le pâturage tient une place très variable selon les pays, les régions et les systèmes d'élevage.

L'Europe physique a été façonnée par une chaîne de montagnes quasi continue du Nord-Ouest de l'Espagne jusqu'aux Carpates en Roumanie. Le versant Sud de cette chaîne descend rapidement vers la mer et forme l'Europe Méditerranéenne, avec une côte étroite et très peuplée, marquée par une longue sécheresse d'été. Le versant Nord-Ouest est plus doux, avec un climat plus tempéré et laisse place à de larges plaines plus ou moins fertiles. De plus, à l'échelle des pays ou des régions, le relief atténue ou amplifie les effets du climat et le type de sol, labourable ou non, et conditionne la place de l'élevage. Cette différenciation physique a également été modelée par l'histoire des systèmes agraires comme par les politiques nationales et internationales. L'image actuelle des systèmes d'élevage est bien le produit de cette construction dans l'espace et le temps, génératrice de différenciations et d'inégalités des espaces ruraux.

On peut ainsi identifier cinq grandes zones d'élevage (relativement continues pour l'Europe continentale) et dont les principales caractéristiques sont rassemblées ci-après (tableau 1 = provisoire, un traitement Nuts 3 est en cours).

Tableau 1. Répartition des exploitations d'élevage, des surfaces et des animaux par zone géographique en Europe (UE à 15 – 2000) [Total Europe (en 000) et répartition en %]

Zones	Exploitations d'élevage			Surfaces (ha)			Cheptel de souche			
	Total	Zones défavorisées Montagne	Autre	SAU	Prairie Perma.	P. Temp. + Culture Fourragère	Vaches lait.	Vaches All.	Brebis	Chèvres
Total (000)	2 320	700	732	126 713	44 558	12 930	20 578	11 951	69 325	9 387
Montagnes humides	21	42	12	7	13	7	12	12	4	7
Régions méditerranéennes	30	45	25	35	30	14	12	18	50	83
Zones herbagères de plaine	18	1	27	14	35	24	29	37	34	2
Zones de cultures fourragères	25	7	30	28	14	39	40	27	9	7
Régions nordiques	3	5	4	4	-	13	4	2	-	-
Régions de culture	2	-	1	6	2	4	3	4	2	1

Sources : Eurostat – Census 2000. Nuts 2. Traitement Institut de l'Elevage

On peut noter que les trois premières zones (montagne humide, zone méditerranéenne et zone herbagère), regroupent 70 % des exploitations d'élevage, plus de la moitié des vaches laitières, 90 % des chèvres et des brebis ainsi que les deux-tiers de vaches allaitantes. Dans ces trois régions, on trouve les trois quarts des prairies permanentes en Europe et des surfaces en zones défavorisées, les deux étant souvent liées. Il faut aussi souligner que les vaches laitières représentent environ 50 % des U.G.B. herbivores de souche et que leur transformation progressive en granivore (ensilage de maïs + concentré) risque d'entraîner une sous-valorisation, voire un abandon partiel des 45 millions d'hectares de prairies de l'Europe à 15.

Dans la présentation qui suit, nous résumons les principales caractéristiques du milieu et des systèmes d'élevage laitiers, en précisant la place du pâturage des quatre principales zones d'élevage ainsi définies.

1. Dans les montagnes humides, le lait et le pâturage restent indispensables pour l'économie régionale et l'entretien du territoire.

Dans les massifs alpins et rhénans, c'est le troupeau laitier qui valorise encore l'essentiel des prairies. En montagne, c'est le pourcentage de surface fauchable qui conditionne l'équilibre des systèmes d'élevage. Dans les montagnes humides, l'hiver est long et nécessite des stocks importants. Par conséquent, ce sont les surfaces de fauche disponibles qui conditionnent la taille du troupeau qui va hiverner, la pâture, notamment celle des pentes, étant moins limitante... mais aussi moins facile à valoriser par les vaches laitières traites 2 fois par jour.

Avec l'accroissement de la taille des troupeaux laitiers, ceux-ci se concentrent de plus en plus dans les vallées, laissant aux seules génisses le soin d'utiliser les pâturages difficiles, comme dans les Alpes Bavaroises par exemple.

En revanche, le Tyrol autrichien a su maintenir davantage de petites exploitations laitières dans les zones de montagne en favorisant le développement du tourisme à la ferme. A l'évidence, **le lait valorisé en fromages de qualité, associé aux activités touristiques, est un moyen de choix pour maintenir un tissu rural vivant**, seule garantie pour rester une zone d'accueil offrant des paysages ouverts et entretenus. L'exemple des Alpes savoyardes en est une excellente illustration. Pour les fromages à forte valeur ajoutée tels le Beaufort et le Reblochon, le cahier des charges met en avant la référence au terroir et l'autonomie fourragère. Ces fourrages sont valorisés par des races locales dont la production est plafonnée, avec une relance de la traite en alpage, donc du pâturage des vaches laitières.

Cependant, dans la plupart des montagnes, le lait continue de migrer vers la vallée ou la plaine abandonnant les hauteurs et les pentes au troupeau allaitant. Celui-ci peut assurer la fonction d'entretien d'espaces ouverts pour le tourisme, mais avec une valeur ajoutée pour l'économie locale bien moindre.

2. Dans les régions méditerranéennes, la Holstein et la ration complète toute l'année se généralisent.

Dans cette zone sèche qui s'étend des plateaux du Centre de l'Espagne aux piémonts méditerranéens français, puis au Centre et au Sud de l'Italie et au Sud des Balkans, c'est principalement l'élevage de petits ruminants laitiers qui valorise encore d'importantes surfaces de parcours très vulnérables aux incendies.

Cependant, on trouve, aussi dans cette même zone, des vallées très fertiles, plus ou moins larges, qui peuvent assurer une grande partie de la production laitière et fromagère comme dans la plaine du PO en Italie. Ainsi sur la rive droite du Pô, au pied des Apennins, se fabrique le Parmesan, l'un des fromages le plus prestigieux et une des AOC les plus importantes d'Europe. Bien que l'essentiel de la production soit réalisé en plaine, le cahier de charges de la production (foin, limitation du concentré) et de la transformation (lait cru, affinage de 24 mois en moyenne) ont permis de préserver les traditions et la qualité donc un prix du lait très supérieur au Grana, un fromage du même type, sur une zone beaucoup plus vaste et moins de contraintes de production et de fabrication. Mais là aussi, le pâturage n'a jamais été très populaire et a été abandonné au profit de la ration complète avec beaucoup de concentré.

3. Dans les plaines herbagères, des systèmes plus économes mais qui valorisent peu leur avantage lié au pâturage

Situées entre les bassins de grande culture et les massifs montagneux primaires, ces régions n'ont pas suivi la course à la productivité des régions labourables du fait des fortes contraintes de sols et de climat. **La prairie de longue durée qui prédomine** y est valorisée principalement par le troupeau laitier dans les Iles Britanniques et par le troupeau bovin allaitant en France. Aujourd'hui, cette image de «production naturelle à base d'herbe» reste encore peu valorisée.

Au Royaume-Uni, comme en Irlande, l'herbe représente la ressource fourragère principale sinon exclusive pour la production laitière, mais les deux systèmes diffèrent fortement quant à la période de vèlage qui module l'importance du pâturage. Au Royaume-Uni, **les vèlages ont lieu principalement en automne ou en début d'hiver, ce qui nécessite des stocks d'ensilage d'herbe** importants et de bonne qualité. Aussi, les efforts de recherche-développement ont porté autant sur l'alimentation hivernale (ensilage ressuyé + conservateur, ration complète) que sur la conduite du pâturage. Celui-ci reste

cependant un maillon essentiel, même pour les grands troupeaux de plus de 100 vaches pour lesquels les techniques de pâturage simplifié ou de pâturage continu sont largement utilisées.

En Irlande, pays très arrosé où la pousse de l'herbe est assez régulière sur 6 à 8 mois, **le souci de réduire les coûts de production se traduit par un objectif maximal de production de lait à base d'herbe pâturée**. Les vêlages très groupés en février-mars (environ 4 à 6 semaines avant la mise à l'herbe) entraînent **une très forte saisonnalité de la collecte** (5 fois plus de lait en mai qu'en décembre). Le pâturage est conduit de façon assez intensive avec des fertilisations azotées de 200 à 300 unités par hectare, du pâturage tournant sur de nombreuses parcelles et des temps de séjour très courts. En hiver, les stocks d'ensilage d'herbe sont limités et de qualité moyenne mais suffisante pour les vaches en fin de lactation ou tarées. A partir des premiers vêlages, les éleveurs distribuent les meilleurs stocks et une même qualité de concentré à toutes les vaches jusqu'à la mise à l'herbe. **En France**, ces systèmes herbagers de plaine, avec peu ou pas de maïs, représentent moins de 10 % des élevages laitiers et sont localisés principalement en Normandie et en Lorraine. Globalement, ils se maintiennent difficilement en nombre, mais avec deux groupes d'éleveurs assez différents : une majorité d'éleveurs âgés, avec des troupeaux conduits de façon traditionnelle et des groupes de nouveaux éleveurs herbagers qui recherchent une conduite économe en maximisant le pâturage, quitte à réduire la production par vache, de 1 000 à 2 000 kg de lait.

4. Les régions de cultures fourragères ont privilégié le maïs aux dépens de la prairie et de l'environnement.

Sur l'axe orienté Nord-Est/Sud-Ouest qui relie les régions d'élevage intensif du Jütland au Pays Basque, on retrouve de nombreux points communs entre les systèmes d'élevage avec une proportion de fourrages annuels qui croît vers le Sud aux dépens des prairies et du pâturage. Les sols (bien que de natures géologiques différentes), mais aussi les systèmes d'élevage du Massif Armoricain présentent des caractéristiques communes avec ceux de la zone sableuse du Sud et de l'Est des Pays-Bas.

Une part importante de cultures fourragères, de maïs ensilage, mais aussi des prairies renouvelées tous les 3 à 5 ans, permettent des chargements élevés, proches de 2 U.G.B. par hectare en Bretagne, voire davantage en Hollande. La densité agricole, l'étroitesse des structures et la proximité des ports ont favorisé le développement de l'élevage de porcs et de volailles hors sol, source d'excédent de lisier aboutissant aujourd'hui à classer une large part du territoire, voire la totalité en zone vulnérable.

Dans ces deux régions, le maïs a pris une très large place aux dépens de la prairie au cours des trois dernières décennies et représente souvent plus du tiers de la surface fourragère. Laissant le sol nu pendant 8 mois par an, cette culture présente des risques sérieux de pollution de l'eau par les nitrates et les pesticides dans ce type de milieu. Mais la simplicité de sa culture ainsi que sa bonne valeur énergétique ont fait de ce fourrage une composante essentielle de l'alimentation des vaches laitières de plus en plus productives. Cependant, depuis une quinzaine d'années, un certain « retour à l'herbe » s'est opéré à l'initiative de certains groupes d'éleveurs de Bretagne et des Pays de la Loire. Le développement des prairies à trèfle blanc, l'extension du pâturage, le développement de l'enrubannage, parfois le retour du foin sont autant d'indices d'une évolution vers des systèmes à plus forte proportion d'herbe qui doivent permettre de réduire à la fois les achats d'aliments et d'engrais, la charge de travail et les risques pour l'environnement. Aux Pays-Bas, compte tenu d'un coût du foncier 5 à 10 fois plus élevé, l'objectif reste le maintien d'une productivité élevée par vache et par hectare, en ajustant les intrants au plus près... quitte à réduire la part du pâturage.

C'est bien dans ces régions englobant une large part de l'Allemagne que le débat sur la place des prairies et du pâturage reste le plus ouvert.

5. Dans l'Europe du Nord, le pâturage se maintient grâce au lait biologique.

Dans **le Nord de la Scandinavie (Finlande, Suède)**, la forêt alterne avec de larges clairières de cultures fourragères assez intensives pour la production laitière. Climatiquement, cette zone peut être rapprochée de la zone de montagne humide, la latitude compensant l'altitude, mais elle présente aussi des problèmes communs avec la zone de culture fourragère intensive précédente. Elle n'a plus de tradition fromagère très développée, mais connaît un développement assez important de la production laitière biologique.

Ces pays ont connu une intensification laitière assez rapide depuis leur entrée dans l'Union Européenne. La période de pousse de l'herbe étant limitée par la latitude, la période de stabulation obligatoire est de l'ordre de 8 mois, l'abandon du pâturage n'entraînant que peu de frais de logement supplémentaires, et se généralise rapidement avec l'augmentation de la taille des troupeaux et des niveaux de production. Cependant, cette pratique du pâturage reste obligatoire dans le cadre de la production du lait biologique et les éleveurs concernés sollicitent des références et des appuis de la recherche dans ce secteur.

6. Dans l'Europe de l'Est, les deux extrêmes.

L'Union venant de s'élargir à 10 nouveaux membres, principalement de l'Europe Centrale, il faut resituer rapidement la place du pâturage dans ces systèmes laitiers. Même sans disposer de statistiques harmonisées, on peut dire très succinctement que l'on va trouver deux situations extrêmes :

- Des grands troupeaux de plusieurs centaines de vaches (en Hongrie, Slovaquie, République Tchèque principalement, ainsi que dans les nouveaux Länder allemands) où les vaches sont nourries à l'auge toute l'année, avec beaucoup de maïs ensilage et de concentré, comme dans les systèmes laitiers méditerranéens.
- De petits troupeaux de 2 à 20 vaches, principalement en Pologne, en Slovénie, dans les Pays Baltes, mais aussi en Bulgarie et en Roumanie. La plupart de ces éleveurs n'auront pas les moyens de s'agrandir rapidement et devront privilégier une conduite économe avec du pâturage bien conduit. Par ailleurs, compte tenu du taux de chômage dans ces mêmes pays (14 à 20 %), une restructuration laitière trop rapide ne pourrait qu'aggraver une situation sociale déjà difficile.

Ce tour d'horizon assez large illustre la diversité des contextes et des systèmes laitiers et montre que le pâturage reste un enjeu important dans de nombreuses régions d'Europe.

II – Les raisons du déclin du pâturage en production laitière

On peut citer plusieurs causes agissant parfois indépendamment, mais le plus souvent simultanément et en synergie. Parmi les principales, on peut noter :

- La génétique et plus précisément la holsteinisation du troupeau laitier européen.
- L'évolution des systèmes d'alimentation avec le développement spectaculaire du maïs ensilage, puis de la ration complète.
- L'augmentation de la taille des troupeaux nécessitant de nouveaux bâtiments plus fonctionnels et de nouvelles surfaces pas forcément accessibles pour le pâturage.

La plus grande maîtrise, la sécurité de conduite d'un système d'alimentation sur stock avec la ration complète par rapport aux aléas du pâturage pour des troupeaux à haut niveau de production devient ainsi un argument de poids, sans oublier les aspects plus psychologiques, telle que l'image de modernité qui est associée aux systèmes d'élevage automatisés, alors que le pâturage garde une image de technique plus traditionnelle.

1. Une amélioration génétique incompatible avec le pâturage ?

L'importation massive de semences de taureaux Holstein Frison Nord Américain au cours des 30 dernières années a éliminé les rameaux Pie Noir Européen, de même que de nombreuses autres races laitières ou mixtes à quelques exceptions près, telles que la Fleckvieh, la Simmenthal et la Montbéliarde, trois races cousines, la M.R.Y. et les races rouges ou Pie Rouge scandinaves. Cependant, depuis les quotas, les aides en faveur de l'agriculture biologique et des races locales, le regain d'intérêt pour les produits de terroir, la holsteinisation évolue moins vite ou se stabilise.

Il n'empêche que plus de 70 % des vaches laitières européennes (et plus de 90 % dans certains pays) sont de race Holstein avec un potentiel de plus de 8 000 litres qui continue de progresser à un rythme de plus de 100 litres/an, ce qui entraîne un curieux dilemme pour les nutritionnistes soucieux de bien alimenter ces vaches de plus en plus productives pour leur permettre d'exprimer tout leur potentiel,

mais aussi pour éviter des sous-nutritions dommageables pour la santé et la reproduction ! Pour limiter les risques, il faudrait choisir entre un peu de pâturage en milieu et fin de lactation ou pas de pâturage du tout !

Ce n'est pas l'avis des chercheurs et des éleveurs Néo-zélandais et Irlandais. Ceux-ci veulent sélectionner une vache capable de produire 80 à 90 % du lait avec de l'herbe pâturée et de vêler chaque année en tout début du printemps. La Holstein Nord Américain montre des problèmes de fécondité dans ce type de conduite, les éleveurs de ces pays ont longtemps gardé un type local de plus petit gabarit et se tournent aujourd'hui vers d'autres races (Pie Rouge, Brune, Jersey) ou les croisements (Dillon, 2003). D'autres éleveurs veulent démontrer que la «tyrannie de la génétique» ne s'impose que par manque d'imagination et que l'on peut aussi conduire des troupeaux Holstein sur des systèmes très économes avec beaucoup d'herbe et peu de concentré sans pénaliser la santé et la reproduction. C'est ce que montre un groupe d'éleveurs herbagers des Pays de Loire qui ont arrêté ou réduit la culture du maïs ensilage au profit de systèmes herbagers très économes, tout en utilisant la génétique disponible. Les performances par vache ont baissé sans effet négatif pour la santé et la reproduction. Par contre, toutes les charges ont été fortement réduites et le revenu a été amélioré en maintenant pour une charge de travail plus faible et mieux répartie (Brunschiwig et al., 2001). Tableau

De même, dans un essai de longue durée (9 ans, 996 lactations), conduit par les Chambres d'Agriculture de Bretagne et l'Institut de l'Élevage (Pottier et al., 2003), la réduction des apports de concentré, (de 1 600 à 300 kg par vache et par an) sur un troupeau Holstein à 7 - 8000 litres de lait, et un système d'alimentation avec 5 mois d'ensilage de maïs et 7 mois de pâturage, a entraîné une baisse de 900 kg de lait pour 1 000 kg de concentré économisé, des modifications du taux protéique et butyreux assez limitées (- 1 g de T.P. et + 2 g de T.B. pour 1 000 kg de concentré économisé), peu d'effets sur l'état corporel, une baisse des interventions sanitaires et une légère diminution du taux de réforme.

2. L'irrésistible ascension du maïs et de la ration complète

La révolution fourragère la plus importante des 30 dernières années est incontestablement le développement du maïs ensilage pour l'alimentation des laitières. Après une première période de très forte croissance des surfaces jusqu'à la fin des années 1980 en France, et un peu plus tard en Allemagne, la stabilisation actuelle se traduit en fait par une augmentation de la part du maïs dans la ration des vaches laitières, celles-ci étant en forte diminution depuis la mise en place des quotas. Aujourd'hui, plus d'une vache sur deux en Europe, et près de la moitié des élevages laitiers, ont une ration hivernale à base de maïs ensilage. Outre ses nombreux atouts techniques, celui-ci a aussi bénéficié des primes PAC depuis 1992, ce qui encourage son expansion aux dépens des systèmes herbagers, y compris au Royaume-Uni jusqu'en Ecosse et même en Irlande. Certes, dans ces pays, la prairie et le pâturage restent largement prédominants, mais la gestion de l'herbe, avec une fauche des excédents plus limitée, sera plus aléatoire et peut se traduire par une réduction des surfaces pâturées.

La deuxième révolution de l'alimentation des troupeaux laitiers a été le développement de la ration complète distribuée avec une remorque mélangeuse. Cette technique, longtemps réservée aux grands troupeaux laitiers et aux ateliers d'engraissement d'Amérique du Nord, a connu un très grand succès dans tous les pays depuis une dizaine d'années. Avec la baisse des prix des céréales (depuis 1992), l'augmentation de la part de concentrés dans la ration peut être intéressante, notamment lorsque le foncier est rare et cher. Le mélange de maïs ensilage avec 2, 3 voire 4 tonnes de concentré par vache et par an n'entraîne pas trop de problèmes digestifs, pourvu que l'on y ajoute un peu de paille hachée ou de foin. L'équipement étant coûteux, l'éleveur peut être tenté de l'amortir sur l'année entière et de ne plus sortir les vaches au pâturage. C'est ce que l'on constate de plus en plus au Danemark et dans différents Länder d'Allemagne où le pâturage était peu développé, non seulement pour les grands troupeaux des nouveaux Länder, mais aussi en Bavière avec des troupeaux de 30 – 40 vaches et un surcoût par litre de lait important.

3. La croissance des troupeaux s'accélère, ce qui condamnera le pâturage tôt ou tard ?

Dans la plupart des pays du monde, on peut constater une augmentation du nombre de vaches par exploitation et parallèlement, une diminution du nombre d'éleveurs, sauf dans l'Asie du Sud Est où le

nombre de petits producteurs augmente pour satisfaire une demande locale en augmentation (Hemme, 2003).

En Europe, les quotas laitiers ont ralenti cette évolution pendant une dizaine d'années, puis avec la mise en place de bourses de quotas non attachées à la terre, la restructuration s'est à nouveau accélérée au Danemark et aux Pays-Bas notamment.

La recherche d'une charge de travail plus régulière et concentrée sur la traite, l'alimentation, les soins aux animaux, plaide pour une conduite en stabulation permanente, les travaux de culture et de récolte étant assurés par des entreprises. Dans ces conditions, on peut rajouter des modules de 100 vaches avec un vacher sans trop se soucier du parcellaire, mais les économies d'échelle restent modestes si la main d'œuvre spécialisée est correctement rémunérée. D'ailleurs, les résultats comptables du RICA montrent que le revenu par travailleur familial varie peu d'un pays à l'autre, malgré des différences de quotas, de 1 à 2,5 ! (cf. Tableau, Chatelier, 2003).

Comparaisons de structures et de revenus en système lait en Europe

	France	Allemagne	Irlande	Pays-Bas	Danemark
Production en kg/exploitation	205 000	213 000	173 000	407 000	407 000
UTA	1,73	2,06	1,58	1,63	1,74
Prod/UTA en kg	118 500	103 000	109 500	250 000	234 000
EBE/expl. en €	48 400	48 000	30 200	78 400	75 700
EBE/UTA Familiale en €	29 900	31 800	21 600	50 600	63 100
Résultat/UTA Familiale en €	17 400	15 100	17 300	16 000	17 000

Chatelier 2003 – RICA Europe 1999 – Traitement INRA- GEB Institut de l'Élevage

- On observe le même revenu UTAF pour les 5 pays.
- En fait, le revenu moyen par UTAF varie seulement de 10 000 à 20 000 € pour des quotas laitiers qui vont de 1 à 5 pour l'UE à 15.

En France, en l'absence de marché des quotas, c'est le regroupement de troupeaux laitiers qui s'est beaucoup développé depuis une dizaine d'années. Motivée principalement par l'astreinte biquotidienne de la traite, cette formule permet de se libérer un week-end ou un dimanche sur deux. Par contre, le nouveau troupeau regroupé nécessite une nouvelle stabulation dont la localisation ne permettra généralement pas de valoriser les deux blocs de prairies pâturées précédemment. Parfois, cela entraîne l'arrêt complet du pâturage des laitières, car la conduite de troupeaux de 80 – 100 vaches au pâturage semble hors de portée. Pourtant, l'expérience montre que l'on peut conduire des troupeaux de plusieurs centaines de vaches au pâturage en Nouvelle Zélande, et plus près de nous, en Irlande et au Royaume-Uni, pour peu que l'on dispose d'un bon parcellaire et de chemins stabilisés.

4. Le robot de traite va aussi à l'encontre du pâturage

Face à l'astreinte de la traite bi-quotidienne, la robotisation de la traite passionne les éleveurs et leurs conseillers. C'est sûrement une des innovations majeures des dernières décennies. Mais pour le moment cette traite automatique ne concerne qu'une minorité d'éleveurs, une certaine taille de troupeau 60-120 vaches, assez homogène, avec une alimentation en stabulation de préférence. Les éleveurs qui ont adopté le robot constatent parfois qu'ils passent autant de temps à surveiller les vaches et le robot que précédemment en salle de traite. Certes l'éleveur peut y adjoindre toute une série de capteurs pour mieux suivre son troupeau, ce qui peut être précieux, et choisir ses heures de surveillance électronique. Mais bon nombre d'éleveurs préfèrent encore passer davantage de temps au milieu de leurs vaches que de les ausculter à travers les critères d'alerte de l'ordinateur. Là aussi, comme pour la ration complète, une fois que l'investissement est réalisé, il faut l'utiliser au mieux, ce qui conduit souvent à la limitation du pâturage dans un premier temps puis à son arrêt complet pour le troupeau laitier.

En fait, c'est bien la combinaison des quatre facteurs précédents qui nous amène très logiquement à admettre la fin prochaine du pâturage pour une large part des vaches laitières. Et pourtant, les arguments pour son maintien, voire son développement, n'ont jamais été aussi nombreux.

III – Les nouveaux enjeux et les arguments pour une relance du pâturage

1. Maintenir le revenu en réduisant les coûts et la charge de travail des éleveurs

La réforme de la PAC de 2003, couverture au marché mondial sous la pression de l'O.M.C. (Organisation Mondiale du Commerce) et l'élargissement de l'Union Européenne vers les pays de l'Europe Centrale et Orientale (P.E.C.O.) vont sans doute accélérer la **tendance à la baisse des prix des produits laitiers**. Pour y faire face, il faut réduire les coûts de production. Nul ne contestera que le pâturage permet de fournir l'U.F. la moins chère, la Nouvelle-Zélande et l'Irlande en sont de bonnes illustrations. Cependant, pour les grandes unités laitières de l'Allemagne de l'Est, des P.E.C.O. et du Sud de l'Europe, la stabulation permanente est devenue la règle, et le retour vers le pâturage n'est envisagé que de façon marginale.

Par contre, **pour les systèmes laitiers du Nord-Ouest de l'Europe** qui assurent les deux tiers de la production de l'Union Européenne, **le pâturage devrait rester un des atouts majeurs pour la réduction des coûts de production, même si cela se traduit souvent par de moindres performances** par vache et par hectare comme le montrent plusieurs études récentes en Irlande (Mayne, 2000 ; Dillon, 2003), en Angleterre (Leaver, 2000) ou dans l'Ouest de la France (Brunschwig et al., 2001).

Pour ces systèmes, on peut proposer **trois pistes de réduction des coûts** :

- Remplacer les achats d'engrais par **une meilleure valorisation des engrais de ferme et l'introduction du trèfle blanc** ; cette quasi-autonomie en éléments fertilisants est accessible à tous les niveaux d'intensification, car s'appuyant sur une fertilité des sols acquise sur plusieurs décennies.
- **Allonger la durée du pâturage** pour réduire les stocks fourragers et les achats de concentré, sans modifier la conduite du troupeau. C'est une voie bien explorée en Irlande, au Royaume-Uni et dans l'Ouest de la France.
- **Mieux caler les périodes de mise bas par rapport à la pousse de l'herbe** de façon à maximiser la production de lait et de viande au pâturage. Sans minimiser l'importance de l'évolution des marchés qui poussent à une production à contre-saison ou à une production uniforme sur l'année, il serait peut-être justifié pour un nombre croissant d'éleveurs de revoir les surcoûts entraînés par des mises bas de plus en plus avancées vers le début de l'automne, ce qui nécessite une augmentation des stocks fourragers en quantité et qualité, mais aussi davantage de places en stabulation et de stockage d'effluents entraînant une augmentation des charges de structure.

Mais les éleveurs sont aussi de plus en plus sensibles à la charge de travail et en particulier à l'astreinte de la traite. Or, celle-ci peut aussi se simplifier et notamment dans les systèmes où le pâturage tient une large place avec des vélages groupés permettant de fermer la salle de traite pendant plusieurs semaines.

On expérimente également le passage à une traite par jour pendant une partie de l'année, correspondant par exemple à la période de semis ou de récolte de fourrages ou d'autres cultures prioritaires. Les premiers travaux engagés en Nouvelle-Zélande et en France montrent que c'est une technique qui ne pose pas de problème sanitaire particulier, même pour des vaches Holstein en début de lactation. La perte de lait est de l'ordre de 30 % sur les primipares et de 20 % sur les multipares, perte qui peut être compensée par un coût d'alimentation plus réduit, un allègement du temps de traite et surtout, de la levée de la double astreinte quotidienne.

C'est au pâturage, où le coût de l'alimentation est le plus faible, que l'on peut sûrement recourir le plus à ces techniques de simplification du travail qui s'inscrivent alors dans une logique de conduite économique de l'ensemble de l'atelier laitier, et qui séduisent de plus en plus d'éleveurs en France (Institut de l'Elevage, 2003).

2. Mieux répondre à l'attente des consommateurs

Le pâturage doit apporter une plus-value aux produits laitiers.

Les produits laitiers ne sont pas des matières premières que l'on peut transporter sans conséquences au gré du marché mondial, mais des aliments à la fois nobles et fragiles. **Les récentes crises alimentaires** (listéria, dioxine et surtout E.S.B.) montrent très clairement que le consommateur réagit de plus en plus fort lorsqu'il n'a plus confiance dans la filière et notamment dans les modes de production des éleveurs. Ces craintes doivent être prises en considération car elles répondent à **un besoin de sécurité légitime par rapport aux aliments et à la santé.**

L'autonomie fourragère et le pâturage sont, à la fois, une sécurité pour le consommateur et la garantie d'une production «propre» avec une capacité suffisante de recyclage des déjections animales permettant de limiter, sinon d'éviter, les risques de pollution de l'eau.

Cette autonomie fourragère **permet aussi d'établir un lien direct entre le terroir et le produit.** Cette liaison entre les caractéristiques des laits et des fourrages d'une part, avec la composition de la flore d'autre part, au pu être démontrée récemment pour la fabrication de fromages en alpage ou de «crus locaux» de Comté sur les plateaux du Jura (Grapin et Coulon, 1996). De même, on a pu montrer que la composition en acide gras poly-insaturés des laits provenant de vaches au pâturage était différente de celle des vaches alimentées à l'auge et que cette différence avait un effet favorable sur la réduction des maladies cardio-vasculaires grâce à leur teneur plus élevée en oméga 3 et en C.L.A. Ainsi, avec le pâturage on produit de la matière grasse animale dont les effets sont bénéfiques pour la santé humaine, alors que le discours médical actuel insiste encore sur les effets négatifs.

3. Mieux protéger l'environnement et l'eau en particulier

La prairie pérenne ou permanente présente des atouts indiscutables par rapport aux cultures annuelles et au maïs ensilage notamment. Son couvert végétal permanent et dense permet de :

- Limiter l'érosion et le ruissellement de surface.
- Limiter les fuites de nitrates en arrière-saison et en hiver.
- D'assurer un stockage de carbone et d'azote sur de longues périodes.
- D'éviter le recours aux pesticides.

Plus globalement, le pourcentage de prairies dans une exploitation ou dans une région est un indicateur environnemental important et très surveillé puisque faisant partie des mesures d'écoconditionnalité.

Cependant, **la prairie fertilisée et pâturée de façon intensive n'est pas sans risque, en particulier par le lessivage de nitrate** accumulé en arrière-saison. Plusieurs auteurs ont montré qu'**au delà d'une fertilisation de 200 à 250 unités d'azote au pâturage**, il y avait davantage de risques qu'avec une fertilisation double en régime de fauche.

Ainsi, Simon et al. (1996) et Le Gall et al. (1999) ont montré qu'**au-delà de 500 jours (U.G.B.) de pâturage par hectare**, le risque de lessivage de nitrate s'accroissait très rapidement. Ce seuil doit être modulé en fonction du milieu plus ou moins drainant, mais aussi en fonction de la répartition de la fertilisation (privilégier les apports au printemps), de l'alternance pâture-fauche, ainsi que de la durée et de la période de pâturage. Ainsi, **l'allongement de la période de pâturage à l'automne ou en début d'hiver préconisé pour réduire les stocks d'hiver n'est peut être pas sans risque pour l'eau**, même avec un chargement limité.

4. Conserver la biodiversité et entretenir les paysages

La recherche de l'autonomie fourragère encourage l'entretien de l'ensemble des surfaces y compris le pâturage des pentes, des parcours, et peut souvent bénéficier d'aides publiques (mesures agri-environnementales, article 21) en contribuant à l'entretien du paysage et de la biodiversité.

Le maillon principal de la biodiversité, c'est la prairie permanente ou naturelle qui résume à travers sa flore des nombreuses années d'adaptation à un milieu souvent difficile et à des pratiques d'exploitations très variées, mais parmi lesquelles le pâturage reste le plus commun et le plus diversifié.

Sans être exclusif, prairie permanente et pâturage sont un tandem assez universel et globalement très bénéfique à la biodiversité. Cela n'exclut pas les prairies temporaires, mais souligne que la conception de prairies mono-spécifiques, qui a longtemps prévalu en France est dépassée puisque la très grande majorité des prairies semées sont des associations ou des mélanges complexes.

Certes, la biodiversité s'aborde à d'autres niveaux d'organisation que la seule parcelle agricole. C'est bien souvent **l'échelle du paysage** qui est pertinente. Il faut prendre en compte l'ensemble de l'espace concerné et pas seulement l'agrégation des parcelles agricoles (ou forestières) qui composent ce paysage : les chemins, les haies, les ruisseaux, les bordures de champs, les bosquets deviennent des éléments essentiels pour la circulation des animaux et des graines sur laquelle repose le maintien de la biodiversité (Burel et Baudry, 1999 ; Baudry et Burel, 2000). Mais cette biodiversité n'a réellement subsisté que dans les régions bocagères avec une large part de prairies valorisées par le pâturage.

5. Favoriser le bien-être animal

Pour nos sociétés de plus en plus urbanisées, le pâturage représente à l'évidence le mode d'alimentation et d'élevage le plus naturel, donc le plus conforme au bien-être animal.

L'accès au pâturage pendant plusieurs mois fait d'ailleurs partie du cahier des charges de la production laitière biologique dans de nombreux pays d'Europe. Cette même demande est formulée de façon plus large aux Pays-Bas où le pâturage devrait rester la règle, même en production conventionnelle. Or, les systèmes d'alimentation des troupeaux laitiers dans la plupart des pays de l'Europe Continentale ont évolué dans le sens inverse ces dernières décennies. Même si les élevages laitiers ne sont pas les premières cibles des associations de protection des animaux, cette « nouvelle demande » de la société peut être prise en considération de façon objective et positive par les systèmes d'élevage valorisateurs de fourrages et d'espaces. Cependant, le pâturage, malgré un *a priori* favorable **peut aussi engendrer des stress**, en l'absence d'abri pour se protéger du soleil l'été ou du froid humide l'hiver, et ceci plus particulièrement pour tous les jeunes animaux. Il faudra démontrer que les avantages l'emportent largement sur les inconvénients, notamment pour le pâturage prolongé, dès lors que l'on intègre quelques règles de bonne gestion qui améliorent à la fois le confort de l'animal, la pérennité de la prairie et la protection de l'environnement.

En résumé de cette troisième partie, le pâturage apparaît aux yeux du consommateur, de plus en plus urbain, comme le mode d'élevage et d'alimentation le plus naturel, conciliant les principales attentes quant à la qualité du produit, l'environnement, l'entretien du paysage et le bien-être animal.

Conclusion et perspectives

1. Au début du XXI^{ème} siècle, le pâturage reste un choix rentable

Le pâturage restera prédominant pour les systèmes d'élevage allaitants bovins et ovins, d'abord pour réduire les coûts, et ceci quel que soit le milieu.

Par contre, **pour les systèmes laitiers, l'évolution vers une production de lait à l'âge est plus radicale** car favorisée par le développement de l'ensilage de maïs de la ration complète mélangée et maintenant de robot de traite. Par conséquent, la réduction du pâturage peut apparaître inéluctable avec l'augmentation des performances laitières et de la taille des troupeaux. Or, bien que la plus grosse part du lait se fasse à partir des fourrages stockés en Europe aujourd'hui (à la différence de la Nouvelle-Zélande ou de l'Irlande), **on constate depuis quelques années un retour au pâturage ou vers plus de pâturage** dans de nombreux pays, en France, au Royaume-Uni, mais aussi dans les Etats du Nord-Est des Etats-Unis et ceci même avec des troupeaux de plusieurs centaines de vaches.

Ainsi, dans le Wisconsin, premier Etat laitier du Dairy Belt, le pâturage des vaches laitières avait été complètement abandonné dans les années 1970 au profit de la stabulation permanente et d'une alimentation automatisée à partir de silos tours de maïs ensilage et de haylage de luzerne. Depuis le début des années 1990, un net retour vers le pâturage s'est développé et concerne plus de 20 % des éleveurs, tous soucieux de revenir à des systèmes moins coûteux, moins exigeants en travail et plus respectueux de l'environnement. Ce mouvement des nouveaux herbagers semble aussi se développer dans les autres Etats de la région des Grands Lacs et apparaît comme une forme de résistance face à la course

au gigantesque des «feed lots laitiers» de l'Ouest Américain. Cette expérience mérite attention, car elle se fait dans un contexte peu favorable au pâturage, de par le climat, très continental, avec un printemps très court, avec une industrie agroalimentaire peu attentive aux conditions de production et une recherche-développement qui avait déserté ce secteur en même temps que les éleveurs il y a 30 ans.

2. Les nouvelles attentes de la société européenne devraient renforcer cette évolution en faveur du pâturage

La sécurité sanitaire des produits issus de l'élevage est redevenue une des demandes prioritaires des consommateurs alors qu'elle paraissait acquise dans la plupart des filières. Cependant, cette demande s'est élargie de plus en plus souvent à **la qualité des aliments**, leur authenticité, leur valeur nutritive ainsi qu'aux **conditions de production**. Le bien-être des animaux et le respect de l'environnement, et en particulier de l'eau, seront de plus en plus souvent associés à l'image des produits entraînant de nouvelles exigences et de nouvelles garanties. Les attentes ne s'expriment ainsi plus uniquement sur les produits eux-mêmes, mais également sur la façon de les produire, c'est-à-dire sur les pratiques et les savoir-faire des éleveurs (et des transformateurs) ; les politiques publiques, les contrats, les cahiers des charges concernent ainsi de plus en plus les manières de faire et le processus de production lui-même, et pas seulement les structures d'exploitation ou les productions. Face à toutes ces attentes, **le pâturage apparaît comme le mode d'alimentation idéal pour rassurer le consommateur**. Si on y ajoute son impact bénéfique sur l'entretien des paysages et de la bio-diversité, les arguments en faveur du maintien, voire d'une extension du pâturage, semblent de plus en plus convaincants.

Mais ces nouvelles attentes de la société de l'Europe de l'Ouest à fort pouvoir d'achat doivent se traduire par un contrat plus équilibré. Les contraintes liées aux nouvelles réglementations ou aux cahiers des charges doivent se traduire par une plus-value sur les prix et par une préférence d'achat de la part du consommateur, par rapport à des produits sans garantie d'origine sur la production du marché mondial. Un label Pâturage pourrait être un premier pas dans cette direction.

3. De nouvelles pistes pour la recherche-développement

L'appui aux éleveurs, l'élaboration d'outils d'aide à la décision à différents pas de temps, de la prévision de la campagne fourragère au changement de parcelle, offrent encore un large champ de travail. Cependant, le pâturage reste un art qui nécessite un apprentissage pratique difficile à codifier en quelques règles simples. Et comme pour tous les arts, les vrais artistes, c'est-à-dire les bons herbagers sont peu nombreux. De même, les bons conseillers dans ce domaine sont tout aussi rares.

Nous ne pouvons pas non plus faire l'économie d'une **réflexion sur le choix des types de vaches et des modes de conduite les plus adaptés** à la fois à valoriser des espaces fourragers très diversifiés et à produire de façon rentable pour l'éleveur.

Il ne s'agit donc plus, que ce soit pour les chercheurs, les techniciens ou les praticiens, d'ajouter quelques «contraintes» supplémentaires, mais bien de revoir en profondeur les modes d'élevage, les choix de matériel génétique (animal ou végétal), la place des ressources pâturées dans les systèmes d'alimentation, les techniques de conduite des animaux, les critères d'évaluation économique, etc. Et cela doit être mené dans un contexte beaucoup plus ouvert, dans lequel de nombreux acteurs, hors du monde agricole (consommateurs, naturalistes, collectivités locales, etc.), ont de plus en plus leur mot à dire... et le disent. La conception et la pratique de nos métiers respectifs de chercheur, de conseiller et d'éleveur, s'en trouveront profondément changées, et c'est un défi assez stimulant à relever !

Bibliographie

- Brunschwig Ph., Véron J., Perrot, Ch., Faverdin P., Delaby L., Seegers H., 2001. Etude technique et économique de Systèmes laitiers herbagers en Pays de la Loire. Renc. Rech. Ruminants 8, 237-243.
- Chatelier V., 2003. Les exploitations laitières de l'Union européenne. Eléments de comparaison entre Bassins de production. Dossier Economie de l'Elevage N° 328.

- Hemme T., 2003. Evolution in Dairy Farming IDF Bruges, sept. 2003.
- Institut de l'Elevage, 2001. Le marché mondial des produits laitiers. Dossier Economie de l'Elevage N° 301.
- Institut de l'Elevage, 2001. La filière laitière en Italie : entre protection et libéralisme. Dossier Economie de l'Elevage N° 302.
- Institut de l'Elevage, 2001. La filière laitière en Espagne: un développement sans garde-fous. Dossier de l'Elevage N° 304.
- Institut de l'Elevage, 2002. L'élevage bovin, ovin et caprin : Lait et Viande au recensement agricole de 2000. Dossier Economie de l'Elevage N° 318.
- Institut de l'Elevage, 2002. Le lait au Danemark : la restructuration jusqu'où ? Dossier Economie de l'Elevage N° 314.
- Institut de l'Elevage, 2002. La filière laitière en Pologne : gérer la reprise. Dossier de l'Economie de l'Elevage N° 316b.
- Institut de l'Elevage, 2003. La filière laitière en Allemagne : une évolution préoccupante. Dossier de l'Elevage N° 326.
- Pflimlin A., Hubert B, Leaver D., 2001. Pâturage : importance actuelle et nouveaux enjeux. Fourrages 166, 117-135.
- Pflimlin A., Kempf M., 2002. Evolution de la filière laitière Bio dans quelques pays d'Europe. Renc. Rech. Ruminants, 9, 215-218.
- Pflimlin A., Perrot Ch., Parguel P., 2003. Evolution of dairy systems in Europe and prospects for quality dairy products in proceeding of the 6th international livestock farming system symposium. Benevento-It. 2003.
- Pflimlin A., Todorov N.A. 2003. Trends in European forage systems for milk and meat production : facts and new concerns EGF Vol. 8. Grassland Science in Europe. Pleven Bulgarie mai 2003.
- Portier B., Brocard V., Le Mens D., Lopez C., 2003. Effet du niveau de complémentation sur les performances et le coût alimentaire des vaches laitières. Renc. Rech. Ruminants 10, 361-367.

Ökologische Auswirkungen der Weidewirtschaft

M. Anger

Institut für Pflanzenbau der Universität Bonn

1. Einleitung und Problemstellung

Dauergrünland stellt historisch betrachtet ein wichtiges Element in der Kulturlandschaft in Mitteleuropa dar, sowohl in Tal- als auch in Höhenlagen. Ergänzend zur primären Funktion als Raufutterbasis für Wiederkäuer bekommt Grünland –in Folge der Intensivierung der Landwirtschaft– spätestens seit Mitte der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts zusätzliche Funktionen, die die ökologische Bedeutung des Grünlandes unterstreichen:

- Schutz von Boden, Wasser und Luft (abiotische Ressourcen)
- Beitrag zum Erhalt floristischer und faunistischer Diversität und seltener Habitats (biotische Ressourcen)
- Beitrag zum Erhalt einer vielseitigen Kulturlandschaft (ästhetische Ressourcen)

Unabhängig von der Beweidungsintensität prägen weidende Rinder und Schafe nicht nur das Landschaftsbild vieler Regionen (ästhetischer Ressourcenschutz), sondern Weidewirtschaft bietet prinzipiell wohl die höchste Qualität tiergerechter Haltung in der Landwirtschaft. Der allgemein ressourcenschonenden extensiven Weidenutzung mit meist reduzierter Besatzdichte kommt insbesondere für den Schutz biotischer Ressourcen eine bedeutsame Rolle zu. Demgegenüber ist mit dem Weidegang von Milch- und Fleischrindern, die innerhalb des Workshopthemas im Vordergrund stehen, eine primär an hochwertiger Futterqualität ausgerichtete Weidewirtschaft verbunden. Dies setzt intensive Bewirtschaftung mit früher und häufiger Nutzung voraus, womit aber meist auch artenarme Narben verbunden sind, die i.d.R. dem *Lolium-Cynosuretum* zugeordnet werden können. Ökologische Auswirkungen einer derartig intensiven Weidewirtschaft besteht in der möglichen Belastung abiotischer Ressourcen.

Abiotischer Ressourcenschutz auf Grünland und damit auch in der Weidewirtschaft umfasst vorrangig Nährstoffverluste, die mit dem Exkrementrückfluss verbunden sind. RYDEN und Kollegen (1984) haben bereits frühzeitig den Zusammenhang zwischen hoher Besatzdichte infolge erhöhter N-Düngung und erhöhten Austrägen von Nitrat (NO_3) nachgewiesen. Erhebliche gasförmige Verluste in Form von Ammoniak (NH_3) sowie den Treibhausgasen Lachgas (N_2O) und Methan (CH_4) sind ebenfalls ein Kennzeichen der Grünlandnutzung und nehmen einen erheblichen Stellenwert in den verschiedenen zwischenstaatlich vereinbarten Jahresinventuren ein (z.B. PAIN *et al.* 1998, CHADWICK *et al.*, 1999). Obwohl für die agronomische Größenordnung gering, sind zudem die P-Eutrophierung auf Grünland (HAYGARTH und JARVIS, 1999) sowie die exkrementbürtige Sickerwasserbelastung mit humanpathogenen Parasiten (MAWDSLEY *et al.*, 1996, ANGER *et al.*, 2000) von Bedeutung.

Inwieweit mit geeigneter Weidewirtschaft abiotische Ressourcen geschont werden können, soll nachfolgend am Beispiel der N-Verluste aufgezeigt werden, da diese im Grünlandbetrieb unter den emittierenden Stoffen eine erhebliche Umweltrelevanz aufweisen. Mit erheblicher Quellstärke emittieren die N-Verbindungen NO_3 und NH_3 mit unmittelbaren Auswirkungen auf die Wasser- und die Luftqualität sowie N_2O mit deutlich geringerer Emissionsstärke, das jedoch mit erheblicher Wirkungseffizienz als Treibhausgas und ozonabbauend wirkt; indirekt haben N-Frachten in naturnahe terrestrische und aquatische Ökosysteme eine Eutrophierung und damit meist eine erhebliche Beeinflussung biotischer Ressourcen zur Folge.

Die N-Belastung durch intensive Weidewirtschaft wird im folgenden im Vergleich zu anderen Grünlandnutzungsformen, wie z.B. der Schnitt- oder Mähweidenutzung, kalkuliert – mit einem Modell, das wichtige Strategien in einem Grünlandbetrieb berücksichtigt.

2. Material und Methoden

Der Einfluss der Weidewirtschaft auf umweltrelevante N-Verluste in Form von NO_3 , NH_3 und N_2O wird vorrangig anhand von Modellberechnungen vorgestellt (ANGER, 2001). Der Kalkulationsansatz basiert auf umfangreichen mehrjährigen Weide-/Schnittversuchen sowie Detailstudien zur N-Freisetzung auf typischen *Lolio-Cynosureten* an den Standorten Rengen/Eifel (480 m ü. NN, 7,8° C, 811 mm), Radevormwald/Bergisches Land (385 m ü. NN, 7,9° C, 1.362 mm) und Kleve/Niederrhein (48 m ü. NN, 9,6° C, 762 mm). Ein Vorteil dieses Kalkulationsansatzes liegt in der für einzelne Nutzungstermine berechenbare N-Verluste bei Weidenutzung; die Simulation der Beweidung erfolgte durch Beprobungen von terminlich gestaffelten und standardisiert ausgebrachten Exkrementstellen.

Vergleiche zwischen Strategien der Weide- oder Schnittnutzung erfolgen unter Berücksichtigung der mit der Nutzungsart verbundenen Stoffströme und Emissionsursachen, die als Systeme zusammengefasst werden (Abb. 1). Auf Weiden liegt ein nahezu geschlossener N-Kreislauf vor („System-Weide“). Bei Schnittnutzung jedoch sind die dazugehörigen Stoffströme nicht nur auf die eigentliche Schnittfläche begrenzt, sondern mit dem Schnitt ist immer eine nachfolgende Verwertung des Schnittgutes i.d.R. im Stall verbunden, mit Ausscheidung der vom Schnittgrünland stammenden Nährstoffe sowie damit einhergehende Lagerung und Ausbringung der Exkrementnährstoffe mit den Wirtschaftsdüngern („System-Mahd“). Mit diesem Systemansatz werden N-Verluste bei alleinigem Weidegang ausschließlich auf der Weidefläche berücksichtigt, während die Schnittnutzung die N-Verluste auf der Schnittfläche, im Stall, Güllelager einschließt; die mit dem System-Mahd verbundenen N-Verluste bei der Gülleausbringung werden z.T. gesondert ausgewiesen, da in den Berechnungen sowohl ein emissionsreiches als auch ein emissionsarmes Verfahren mit 35 % bzw. 12,5 % N-Verluste aus der applizierten Gülle unterstellt wird. Die nachfolgend kurz beschriebenen Auswirkungen auf die umweltrelevanten N-Verluste in Weidewirtschaftssystemen mit intensiver Nutzung und hoher Futterqualität, werden als N-Verluste je Produkteinheit dargestellt; konkret je gehaltener GV mit einem Tagesbedarf von 72 MJ NEL kg^{-1} TS je GV aus dem Grünlandfutter; eine flächenbezogene Darstellung ist für NO_3 -Austräge sinnvoll.

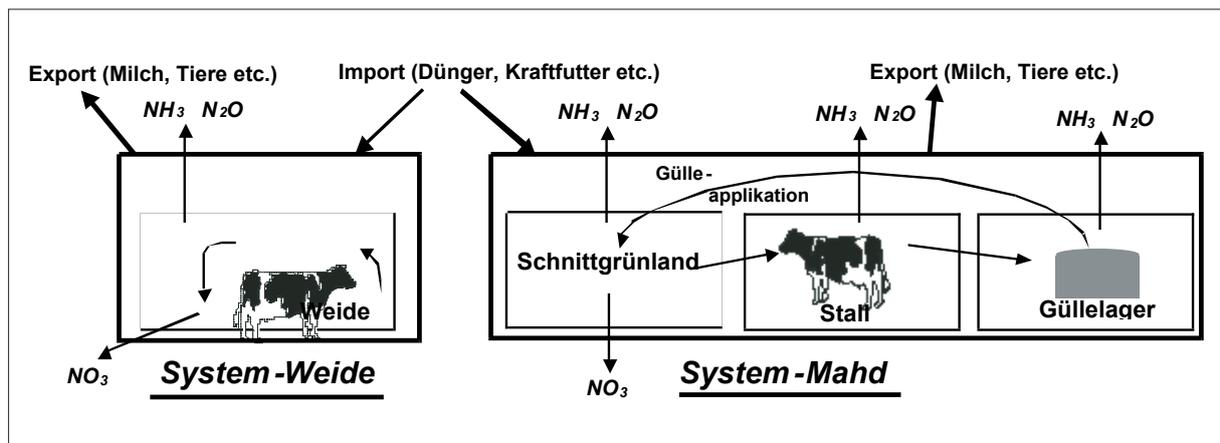


Abb. 1: Skizzierung der N-Ströme und N-Emissionen im System-Weide und im System-Mahd

3. Ergebnisse und Diskussion

Der N-Kreislauf in Grünlandsystemen und im Grünlandbetrieb ist äußerst komplex. Eine dieser Komplexität gerecht werdende Erfassung wichtiger Strategien der Grünlandbewirtschaftung kann in Versuchsbetrieben oder durch Verknüpfung von Grünlandexperimenten mit kleinen Betriebseinheiten nur begrenzt und äußerst aufwendig ermittelt werden (z.B. LEDGARD *et al.*, 1999, AARTS *et al.*, 2000). Soll das Verständnis der Prozesse der N-Verluste in all ihren Verknüpfungen erhöht werden, kann auf die Verwendung ausreichend genauer Modelle nicht verzichtet werden (z.B. ANGER und SCHOLEFIELD 2002).

Wie die Modellkalkulationen bestätigen, überwiegen quantitativ im System-Weide NO_3 -Austräge, im System-Mahd NH_3 -Emissionen. Bezogen auf die umweltrelevanten N-Verluste lässt

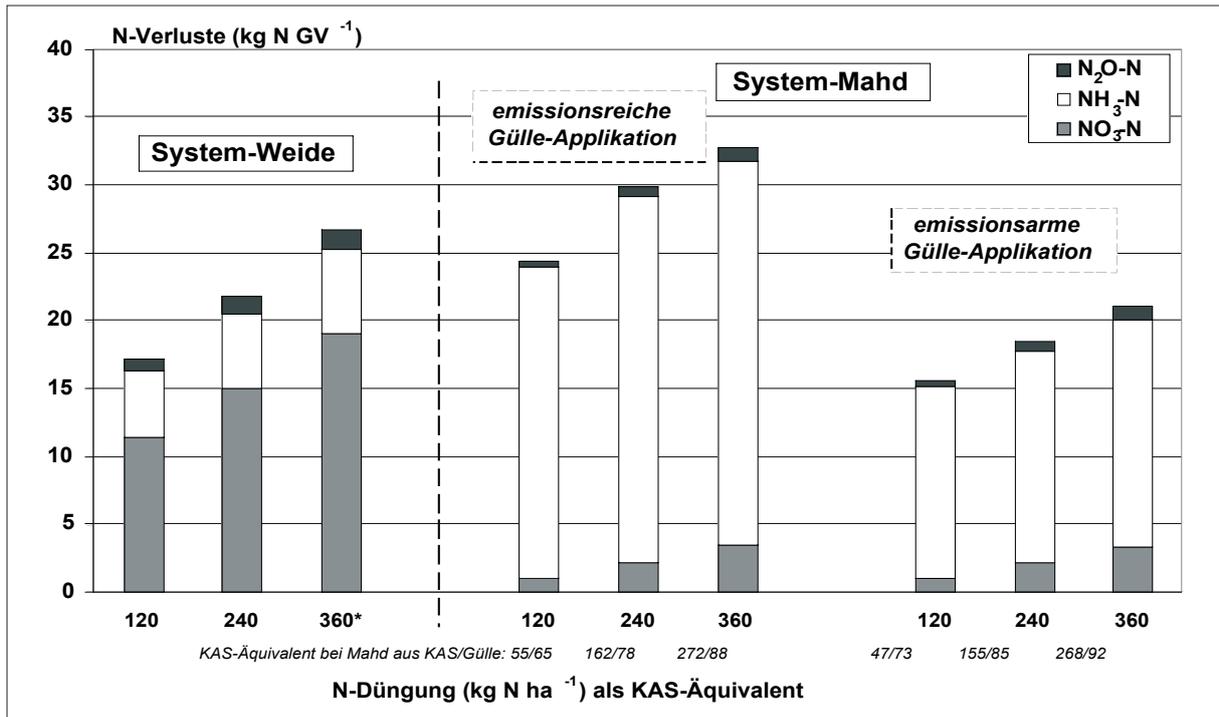


Abb. 2: Kalkulation wichtiger umweltrelevanter N-Verluste als NH₃, NO₃ und N₂O (in kg N je GV, auf gleicher Basis von 176 Weide-/Stalltagen) für den Mittelgebirgsstandort Rengen / Eifel im System-Weide (bei Kalkamonsalpeter(KAS)-Düngung, 6,4 MJ NEL kg⁻¹ TS) und im System-Mahd (inkl. Stall-, Lagerverluste bei emissionsreicher bzw. -armer Gülleausbringung auf Schnittflächen; bei KAS-/Gülledüngung und einer Futterqualität von 6,0 MJ NEL kg⁻¹ TS)

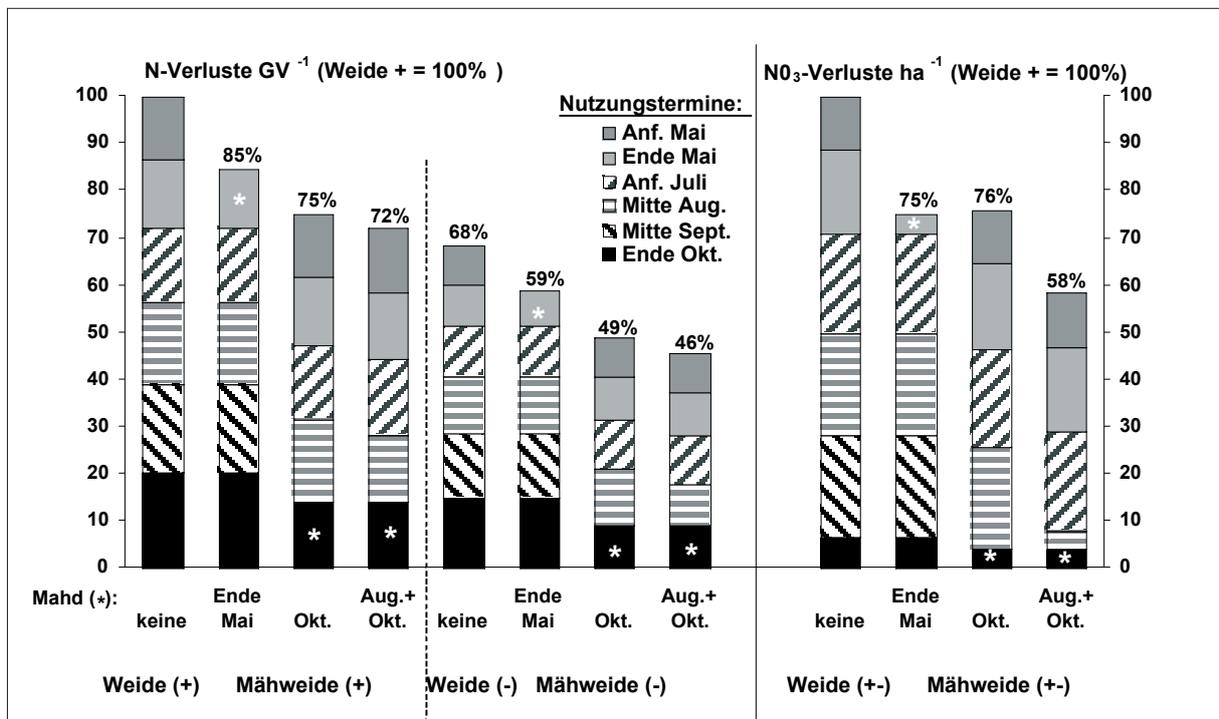


Abb. 3: Kalkulierte umweltrelevante N-Verluste der einzelnen Nutzungstermine bei Weidenutzung und von drei verschiedenen Mähweideformen mit Schnitt (*) Ende Mai, Ende Oktober bzw. August + Ende Oktober, mit emissionsreicher Gülledüngung[+]und emissionsarmer Gülledüngung[-] von 120 kg N ha⁻¹ a⁻¹ Bewirtschaftungsdauer 176 Tage (in % dargestellt als N-Verluste je GV (links) und als NO₃-Verluste je ha (rechts); 100 % = Weidegang mit emissionsreicher Gülledüngung mit 34 kg N-Verlusten GV⁻¹ bzw. 20 kg NO₃-N-Austrag ha⁻¹; unterstellte Futterqualität hier einheitlich 6,0 MJ NEL kg⁻¹ TS)

Tab. 1: Kalkulierte ganzjährige umweltrelevante N-Verluste und N-Importe in Grünlandbetrieben mit Mahd und ganzjähriger Stallhaltung (Mahdbetrieb) bzw. mit Weidegang in der Vegetationsperiode (Weidebetriebe A & B; Weideperiode 176 Tage, Stallperiode 189 Tage) bei angestrebter Besatzstärke von 1,3 GV ha⁻¹ für Rengen/Eifel bei einheitl. 6,0 MJ NEL kg⁻¹ TS

	Mahd-Betrieb	Weide-Betrieb A	Weide-Betrieb B
Anteil Schnittgrünland (in %) ¹⁾	100	52	52
tatsächliche Besatzstärke (GV ha ⁻¹)	1.30	1.30	1.15 [1.30 ¹⁾]
Ø der N-Verluste (kg N GV ⁻¹):			
bei emissionsreicher Gülleapplikation	40	41	37 
bei emissionsarmer Gülleapplikation	28	35	30 
N-Import: kg N ha ⁻¹ a ⁻¹ als KAS-N	36	91	19 
kg N ha ⁻¹ a ⁻¹ als Futter-N	-	-	- [+18 ¹⁾]

1) in B Anstieg auf 1,3 GV ha⁻¹ bei Futter-Import mit 17 % XP für 55 Tagesrationen (= 66 t TS bzw. 18 kg N ha⁻¹) sich im System-Mahd die Überlegenheit des Systems-Weide nur durch emissionsärmere aber teurere

Gülleapplikation (z.B. Schleppschlauchtechnik, starke Wasserverdünnung) kompensieren (Abb. 1). Mit dem Modellansatz lassen sich zudem Kombinationen von Weide- und Stallhaltung durch effiziente Mähweidenutzung (Abb.2) bzw. unterschiedliche tägliche Beweidungsdauer kalkulieren. Betriebsbezogen können Strategien des Weideganges mit Winteraufstallung der ganzjährigen Stallhaltung gegenübergestellt werden (Tab. 1). Die betriebsbezogenen N-Verluste unterstreichen die Bedeutung einer an der Produktivität des Standortes angepassten Besatzstärke für mögliche Einsparungspotentiale und zeigt die begrenzt sinnvolle Substitution von N-Dünger durch Futterzukauf im Einzelbetrieb.

Abschließend ist festzuhalten: Weidewirtschaft kann – entgegen weitverbreiteter Meinung – der Schnittnutzung ökologisch durchaus überlegen sein, zumal zusätzlich positive Effekte für das Landschaftsbild und die tiergerechte Haltung mit dem Weidegang einhergehen.

Literatur

- AARTS, H.F.M., HABEKOTT, B. & VAN KEULEN, H. (2000): Nitrogen (N) management in the ‚De Marke‘ dairy farm system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56, 231-240.
- ANGER, M., 2001: Kalkulation der umweltbelastenden Stickstoffverluste auf Dauergrünland und Bewertung des nachhaltigen Stickstoffeinsatzes im Grünlandbetrieb. *Habil.schrift Universität Bonn*, 290 S.
- ANGER, M., KARANIS, P. & KÜHBAUCH, W. (2000): Verlagerung der pathogenen Parasiten *Cryptosporidium sp.* und *Giardia sp.* mit dem Sickerwasser auf Grünland. *Mitt. der AG Grünland und Futterbau in der Ges. f. Pflanzenbauwiss.* 2, 233-236.
- ANGER, M. & SCHOLEFIELD, D. (2002): Schätzung der umweltrelevanten N-Verluste auf Grünland im Mittelgebirgsraum Vergleich zweier Schätzmodelle. *Mitt. der AG Grünland und Futterbau in der Ges. f. Pflanzenbauwiss.* 4, 23-29.
- CHADWICK, D.C., SNEATH, R.W., PHILLIPS, V.R. & PAIN, B.F. (1999): An UK inventory of nitrous oxide emissions from farmed livestock. *Atmosph. Environm.* 33, 3345-3354.
- HAYGARTH, P.M. & JARVIS, S.C. (1999): Transfer of phosphorus from agricultural soils. *Advances in Agronomy* 66, 195-249.
- LEDGARD, S.F., PENNO, J.W. & SPROSEN, M.S. (1999): Nitrogen inputs and losses from clover / grass pastures grazed by dairy cows, as affected by nitrogen fertilizer application. *J. Agric. Sci. Camb* 132, 215-225.
- MAWDSLEY, J.L., BROOKS, A.E. & MERRY, R.J. (1996): Movement of the protozoan pathogen *Cryptosporidium parvum* through three contrasting soil types. *Biol. and Fertility of Soils* 21, 30-36.
- PAIN, B.F., VAN DER WEERDEN, T.J., CHAMBERS, B.J., PHILLIPS, V.R. & JARVIS, S.C. (1998): A new inventory for ammonia emissions from UK agriculture. *Atmosph. Environm.* 32, 309-313.
- RYDEN, J.C., BALL, P.R. & GARWOOD, E.A. (1984): Nitrate leaching from grassland. *Nature* 311, 50-53.

Vorkommen von Fusarientoxinen in Silomais – aktuelle Daten und Bedeutung für die Rinderfütterung

E. Oldenburg und F. Höppner

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft,
in Braunschweig

1. Einleitung und Problemstellung

Zu den wichtigsten pilzlichen Schaderregern, die Maispflanzen während des Aufwuchses im Feld infizieren, gehören Arten der Gattung *Fusarium*. Fusarien können direkt über die Wurzel bzw. Stängel, Blätter und Kolben oder indirekt mittels Überträger, z.B. pflanzensaugende Insekten, in die Pflanze eindringen.

Fusarien sind in der Lage, eine Vielzahl von strukturell und toxikologisch unterschiedlichen Mykotoxinen zu bilden. In Mais mitteleuropäischer Herkunft kommen häufig Trichothecene (Deoxynivalenol, Nivalenol, T-2 Toxin u.a.) sowie Zearalenon und Derivate vor (OLDENBURG, 1993, OLDENBURG *et al.*, 1996; LEW *et al.*, 2001, SCHOLLENBERGER *et al.*, 2004), die bei Überschreiten bestimmter Konzentrationen im Futter beim landwirtschaftlichen Nutztier zu Leistungseinbußen oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können (DÄNICKE *et al.*, 2000, HUSSEIN und BRASEL, 2001). Frühere Untersuchungen ergaben, dass beim Silomais am häufigsten Stängel (Stängelfäule) und Blätter im unteren Bereich der Pflanze, dagegen weniger häufig die Kolben mit Fusarientoxinen belastet sind (OLDENBURG, 1993; LEW *et al.*, 1997).

Um abzuschätzen, ob bzw. in welchem Ausmaß mit kritischen Toxin-Konzentrationen in der praktischen Rinderfütterung zu rechnen ist, wurde eine mehrjährige Erhebungsstudie zum Vorkommen von Fusarientoxinen in Silomais durchgeführt.

2. Material und Methoden

Die Silomais-Proben stammten aus einem bundesweiten Sortenversuch (Blockanlage mit 2 Wiederholungen, Parzellengröße 60 m²) im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes mit der Universität Kiel, dem Deutschen Maiskomitee, verschiedenen Länderdienststellen des Sortenprüfwesens sowie Maiszüchtungsunternehmen. Von 8 Silomais-Sorten wurden 10 Ganzpflanzen pro Parzelle in den Jahren 2000 bis 2003 bundesweit an 22 Standorten in 10 Bundesländern zur Erntereife (30, 35 und 40 %TM in der Ganzpflanze) per Hand geerntet (Schnitthöhe über den Kronenwurzeln) und gehäckselt. Jeweils 500 g Häckselgut wurde bei 80°C ofengetrocknet und auf 1 mm Siebdurchgang vermahlen.

Das Probenmaterial wurde mittels ELISA (Ridascreen FAST DON, Nachweisgrenze 0,22 mg DON/kg, bzw. Ridascreen FAST Zearalenon, Nachweisgrenze 0,1 mg/kg, Fa. R-Biopharm, Darmstadt) auf die Fusarientoxine Deoxynivalenol (DON) sowie fallweise auf Zearalenon (ZON) untersucht. Proben, die nach der ELISA-Methode mehr als 5 mg DON/kg TM enthielten, wurden zusätzlich mittels HPLC (VDLUFVA-Verbandsmethode modifiziert nach VALENTA *et al.*, 2002, Probenaufreinigung mit Immunoaffinitäts-Säulchen DONtest HPLC, Fa. VICAM, Watertown, USA, Nachweisgrenze 0,1 mg/kg) auf DON-Gehalte überprüft.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Konzentrationen an DON in den insgesamt 741 untersuchten Silomais-Proben variierten zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren aufgrund von witterungsbedingten Einflüssen und in Abhängigkeit vom Reifegrad zur Ernte (Tab. 1). Im Jahr 2002 wurden aufgrund der ungewöhnlich langanhaltenden feuchten Witterung wesentlich häufiger höhere DON-Gehalte, im besonders trockenen Jahr 2003 dagegen häufiger niedrigere DON-Gehalte im Vergleich zu den Jahren 2000 und 2001 festgestellt.

Mit zur Ernte zunehmendem Trockenmasse-Gehalt in der Gesamtpflanze stieg der Anteil an DON-positiven Proben in den Untersuchungsjahren 2000, 2001 und 2003 deutlich an, während 2002 witterungsbedingt bei allen Reifegraden mehr als 80% der Proben DON enthielten (Tab. 1). Auch die Mittelwerte der

positiven Proben stiegen mit zunehmenden Reifegrad in der Regel an. Die höchsten Konzentrationen an DON (>10 mg/kg TM) wurden bei Ernte-Trockenmassen von 35-40% festgestellt.

Tab. 1: Deoxynivalenol-Gehalte in Silomais

Erntejahr	TM (%)	Proben		DON (mg/ kg TM)	
		n	% positiv	Mittelwert*	Bereich*
2000	30	82	34	1,3	0,24 - 5,9
	35	64	69	1,4	0,24 - 12,9
	40	50	86	1,1	0,26 - 10,9
2001	30	84	48	0,8	0,24 - 4,1
	35	45	76	1,1	0,24 - 4,4
	40	31	84	1,9	0,30 - 11,5
2002	30	82	83	1,6	0,26 - 9,6
	35	52	92	2,5	0,28 - 14,3
	40	48	96	2,4	0,30 - 10,4
2003	30	61	38	0,8	0,24 - 2,8
	35	82	63	0,8	0,26 - 6,3
	40	60	73	1,9	0,29 - 8,4

* positive Proben (>0,22 mg/kg TM)

Die Überprüfung der ELISA-Daten der hochkontaminierten Proben >5 mg DON/kg TM ergab bei der HPLC-Analyse im Mittel um ca. 50 % geringere Werte für DON. Dies stimmt mit dem bei Getreide- bzw. Getreideprodukten beobachteten Trend überein, dass mit HPLC im Vergleich zum ELISA geringere DON-Gehalte gemessen werden (KRSKA *et al.*, 2001; VALENTA *et al.*, 2002). Bei zusätzlichen Analysen der hochkontaminierten Silomais-Proben auf Metabolite des DON mittels LC-MS wurden in den Proben z.T. größere Mengen an acetylierten Formen des DON sowie Nivalenol festgestellt (OLDENBURG und ELLNER, 2004). Die in dieser Untersuchung beobachteten Differenzen zwischen den ELISA- und den HPLC-Daten sind daher wahrscheinlich auf Kreuzreaktionen des ELISA-Antikörpers mit diesen Metaboliten sowie auf Toxinverluste bei der Probenaufreinigung für die HPLC-Analyse zurückzuführen (OLDENBURG und ELLNER, 2004).

Die Analyse einer Auswahl von 107 DON-haltigen Proben aus allen 4 Versuchsjahren ergab bei 88% der Proben positive ZON-Befunde im Bereich von 0,11 bis 1,97 mg/kg TM, wobei der Mittelwert der positiven Proben bei 0,26 mg/kg TM lag.

Vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft wurden im Jahr 2000 Orientierungswerte für DON und ZON im Rinderfutter herausgegeben, bei deren Unterschreitung nicht mit einer Beeinträchtigung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere zu rechnen ist (Tab. 2). Diese Orientierungswerte gelten für die verfütterte Gesamtration und nicht für Teilkomponenten des Futters. Sie wurden auf der Basis der zum Zeitpunkt der Herausgabe verfügbaren Untersuchungsergebnissen abgeleitet, berücksichtigen jedoch keine Langzeiteffekte insbesondere auf die Fruchtbarkeit und das Immunsystem und auch keine möglichen zusätzlichen Stressfaktoren (z.B. Haltungsbedingungen), die das Allgemeinbefinden der Tiere beeinträchtigen könnten (DLG-Arbeitskreise „Futter und Fütterung“ und „Umweltfragen“, 2000).

Tab. 2: Orientierungswerte für Gehalte an Mykotoxinen in Futtermitteln für Rinder

Tierkategorie	Mykotoxin (in mg/kg bei 88% TM)	
	DON	ZON
Kälber (präruminierend)	2,0	0,25
Weibliche Aufzuchtrinder/Milchkühe	5,0	0,5
Mastrinder	5,0	-*

*nach derzeitigem Wissensstand keine Orientierungswerte erforderlich

Die in dieser Erhebungsstudie in Silomais gefundenen DON-Gehalte (ELISA-Daten) lagen in den Untersuchungsjahren 2000, 2001 und 2003 nur selten (ca. 2% der Proben) über dem Orientierungswert von 5,0 mg DON/kg für weibliche Aufzuchttrinder/Milchkühe bzw. Mastrinder, im Jahr 2002 kam dies dagegen häufiger vor (ca. 7% der Proben). Der Orientierungswert für präruminierende Kälber von 2 mg DON/kg wurde in ca. 8% der untersuchten Proben in 2000, 2001 und 2003, sowie in ca. 25% der Proben in 2002 überschritten. ZON (ELISA-Daten) wurde ebenfalls fallweise in Konzentrationen oberhalb der Orientierungswerte nachgewiesen. Bei der Interpretation der ELISA-Daten muss jedoch berücksichtigt werden, dass chemisch ähnliche Substanzen des Analyten, z. B. Vorstufen bzw. Metabolite, positive Reaktionen ergeben. Acetylierte Formen des DON bzw. Nivalenol wurden als zusätzliche Kontaminationen in Proben dieser Untersuchung nachgewiesen (OLDENBURG und ELLNER, 2004). Auch in anderen Untersuchungen wurde festgestellt, dass beim Mais häufig mit Kontaminationen von mehreren Trichothecenen zu rechnen ist (LEW *et al.*, 1997; SCHOLLENBERGER *et al.*, 2004). Da grundsätzlich, insbesondere bei starkem Fusarienbefall von Kulturpflanzen eine hohe Wahrscheinlichkeit von Multitoxin-Kontaminationen besteht, ist eine Risikobewertung für die Rinderfütterung anhand der Orientierungswerte für die Einzeltoxine DON bzw. ZON schwierig.

Da in dieser Erhebungsstudie unter Berücksichtigung der geschilderten Analysenproblematik die Gehalte an DON und ZON meist deutlich unterhalb der Orientierungswerte lagen und bei der Rationsgestaltung in der praktischen Rinderfütterung Silomais/Maissilage in der Regel zu einem Anteil von 40 bis 60 % in der Gesamtration vorliegt, lässt sich ein nur geringes Risiko für Rinder mit vollentwickeltem Pansen durch die Aufnahme von Fusarientoxin-haltigem Silomais ableiten. Im Einzelfall können jedoch hohe Belastungen mit Fusarientoxinen von mehreren mg/kg nicht ausgeschlossen werden, insbesondere, wenn in einem Produktionsjahr feuchte Witterungsbedingungen vorherrschen und bei Reifegraden >35 % TM geerntet wird. Grundsätzlich besteht für das empfindlicher auf Fusarientoxine reagierende präruminierende Kalb eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass kritische Konzentrationen an DON und ZON im Silomais erreicht werden.

4. Schlussfolgerungen

Bei der Verfütterung von stark mit Fusarientoxinen kontaminierten Silomais ist darauf zu achten, dass die übrigen Komponenten der Ration frei von Mykotoxin-Belastungen sind. An präruminierenden Kälber sollte nur qualitativ hochwertiger Silomais verfüttert werden.

Toxische Wirkungen durch hoch mit unterschiedlichen Fusarientoxinen belastetem Silomais auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Rindern sollten genauer untersucht werden, um eine bessere Risikobewertung zu ermöglichen

Minimierungsstrategien zur Begrenzung der Fusarientoxinbildung in Silomais wie z. B. die Wahl von gegenüber Stängelfäule wenig anfälligen Sorten oder die Anhebung der Schnitthöhe bei der Ernte zur Abtrennung von stärker mit Fusarientoxinen belasteten Pflanzenteilen sollten angewendet werden, um eine hohe Qualität der Ernteprodukte anzustreben.

Literatur

DÄNICKE, S., VALENTA, H. und ÜBERSCHÄR, K.-H. (2000): Risikoabschätzung und Vermeidungsstrategien bei der Fütterung. In: DÄNICKE, S. und OLDENBURG, E. (HRSG.), Risikofaktoren für die Fusariumtoxine in Futtermitteln und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung und Fütterung, *Landbauforschung Völkenrode*: Sonderheft 216, 35-139.

DLG-ARBEITSKREISE „Futter und Fütterung“ und „Umweltfragen“ (2000): Mykotoxine. Vermeiden statt „Bekämpfen“. *DLG-Mitteilungen* 8, 13-17.

HUSSEIN, H.S. AND BRASEL, J.M. (2001): Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology* 167 (2), 101-134.

KRSKA, R., BAUMGARTNER, S. JOSEPHS, R. (2001): The state-of-the-art in the analysis of type-A and -B-trichothecene mycotoxins in cereals. *Fresenius J. Anal. Chem.* 371, 285-299.

LEW, H., ADLER, A., BRODACZ, W. und EDINGER, W. (1997): Zum Vorkommen von Nivalenol in Getreide und Mais. *Proceedings 19. Mykotoxin-Workshop*, 02.-04. Juni 1997, MÜNCHEN, 6-9.

- LEW, H., ADLER, A., EDINGER, W., BRODACZ, W., KIENDLER, E. und HINTERHOLZER, J. (2001): Fusarien und ihre Toxine bei Mais in Österreich. *Bodenkultur* 52 (3), 199-207.
- OLDENBURG, E. (1993): Occurrence of zearalenone in maize. *Mycotoxin Research* 9, 72-78.
- OLDENBURG, E., LEPSCHY, J., VALENTA, H. und WEISSBACH, F. (1996): Fusarientoxine in Silomais – Abhängigkeit von Sorte und Standort. *Proceedings 18. Mykotoxin-Workshop*, Kulmbach, 10.-12. Juni 1996, 174-179.
- OLDENBURG, E. und ELLNER, F. (2004): Fusarientoxine in Silomais – Analytik und Bewertung. Tagungsband 26. Mykotoxin-Workshop, 17-19. Mai 2004, Herrsching, *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 3, 24.
- SCHOLLENBERGER, M., MÜLLER, H.-M. und DROCHNER, W. (2004): Fusarientoxingehalte in Mais und Produkten auf Maisbasis. Tagungsband 26. Mykotoxin-Workshop, 17.-19. Mai 2004, Herrsching, *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 3, 93.
- VALENTA, H., DÄNICKE, S. und WOLF, J. (2002): Vergleich einer HPLC- und einer ELISA-Methode zur Bestimmung von Deoxynivalenol in Mühlenstäuben, Kleien und Getreide. *Berichtsband 114. VDLUFA-Kongress*, Leipzig, 16-20 September 2002, *VDLUFA-Schriftenreihe* 58, 675-679.

Leistungen und Wirtschaftlichkeit der weidebasierten Milchproduktion

M. Piehl*, S. Weber* und J. Müller**

*Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern Schleswig-Holstein GmbH

**Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft
der Universität Göttingen in Vechta

1. Einleitung und Problemstellung

Die Milcherzeugung ist seit geraumer Zeit durch eine Steigerung der Einzeltierleistung zur Reduzierung der Stückkosten gekennzeichnet. Die aktuell unbefriedigende Erlössituation verlangt allen Milchviehhaltern darüber hinaus enorme Anstrengungen ab, die Produktionskosten auch absolut zu senken. In diesem Zusammenhang wird die Weidewirtschaft mit Milchkühen auf Grund des Einsparpotentials im Bereich der Futterkosten wieder häufiger ins Feld geführt, insbesondere in den klassischen Grünlandgebieten mit einer langen Weidetradition. Im Folgenden soll versucht werden, neben den Futterkosten auch die verfahrensabhängigen Faktorkosten in eine ökonomische Analyse über die relative Vorzüglichkeit des Verfahrens einzubeziehen und so die Entscheidung für oder gegen eine weidebasierte Milchproduktion zu objektivieren.

2. Material und Methoden

Vergleiche zur Vorzüglichkeit von weide- bzw. schnittbasierten Verfahren der Milcherzeugung beruhen häufig auf Modellkalkulationen, die sich auf die Kosten der Futtererzeugung beschränken. Da Annahmen zur gesamtbetrieblichen Kostenstruktur sehr spekulativen Charakter hätten, wird folgerichtig auf eine weiterführende Gesamtkostenrechnung verzichtet. Kostenerhebungen in Praxisbetrieben lassen hingegen einen Verfahrensvergleich auf Gesamtkostenebene zu, wenn eine hinreichend große Anzahl an Betrieben in einer standörtlich und betriebsstrukturell vergleichbaren Gebietskulisse zur Verfügung steht.

Innerhalb der Unternehmensberatung der LMS-Landwirtschaftsberatung wird in Mecklenburg-Vorpommern jährlich der Betriebszweig Milchproduktion ausgewertet. Die Daten des Wirtschaftsjahres 2003 bilden den Kern der vorliegenden Auswertungen. Es muss allerdings eingeräumt werden, dass aufgrund der bestehenden Kostenerfassung der Betriebszweig Milchproduktion nur in Gänze, d.h. einschließlich der betriebseigenen Nachzucht darzustellen ist. Ein direkter Zusammenhang zwischen der tatsächlichen Milchviehweide und dem wirtschaftlichen Erfolg ist somit in dieser Auswertung noch nicht vollständig nachweisbar, da auch die Jungviehweide zu diesem definierten Betriebszweig hinzugezählt wird.

Die Wahl der Bezugsbasis, Fläche oder Kuh, richtet sich nach dem Auswertungsziel und ist nicht beliebig. Die Weideleistung je ha Weidefläche ist zwar ein guter Maßstab für die Flächenverwertung, aber zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung ungeeignet. Entweder erfolgt ein Bezug auf die Kosten verursachende Produktionseinheit (€/Kuh) oder die gesamten Produktionskosten des Verfahrens werden auf die Produkteinheit (Ct/kg FECM) bezogen. Letzteres macht insbesondere dann Sinn, wenn die Milch nicht kontingiert ist.

3. Ergebnisse

Welche Weideleistungen können erzielt werden ?

Die zu erzielenden Weideleistungen sind einerseits abhängig von der Flächenbonität, andererseits von der Art der Weideführung (Tab. 1).

Tabelle 1: Orientierungswerte für Weideerträge auf Milchviehweiden in Abhängigkeit von der Standortbonität und der Weideführung

Bruttoertrag d. Weidefläche	Nettoweideertrag in MJ NEL / ha			
	Niveau d. Weideführung hoch		Weideführung mit Mängeln	
in MJ NEL / ha	ohne Mähanteil	mit Mähanteil	ohne Mähanteil	mit Mähanteil
30.000	23.500	26.000	21.000	24.500
40.000	32.000	34.500	26.000	31.000
50.000	41.000	45.000	30.000	37.500
60.000	50.000	54.000	33.000	46.500
70.000	56.500	63.000	35.500	56.000

Wesentliches Manko der Weidewirtschaft ist der begrenzte Nettoweideertrag. Es gelingt nur wenigen Betrieben, ohne höhere Mähanteile eine Nettoweideleistung von mehr als 40.000 MJ NEL/ ha zu erzielen. Hauptgrund dafür ist die Begrenzung in der täglichen Grundfutterleistung des Einzeltiers, die in den seltensten Fällen die 20 l im Durchschnitt der Weideperiode erreicht. Mag das im Frühjahr noch gelingen, so sind es im Spätsommer oft weniger als 15 l, die dem Weidegras entstammen.

Aus ernährungsphysiologischen Gründen verbietet sich eine Krafffutterergänzung des protein- und energiereichen Weidegrases von deutlich mehr als 6 kg pro Tier und Tag zur Kompensation.

Eine Erhöhung des Viehbesatzes vermag zwar den Weideertrag je ha Futterfläche zu erhöhen, senkt aber über eine standortspezifische Besatzdichte hinaus die Leistung pro Weidetier infolge mangelnder Selektionsmöglichkeiten, vermehrter Trittschäden und gemiedener Geilstellen. Dann ist eine Erhöhung der Flächenleistung nur durch eine verlustmindernde Zunahme des Mähanteils möglich. Die Verlängerung der Weidesaison ist kein probates Mittel zur Erhöhung der Weideleistung, da es sowohl im zeitigen Frühjahr als auch im Herbst an der nötigen Qualität des Weideaufwuchses mangelt.

Wie ist die Weidewirtschaft ökonomisch zu bewerten?

Unstrittig ist, das Weidefutter nach wie vor das preiswerteste Futter für die Milchproduktion darstellt. So kann bei der Milchviehweide unter den Verhältnissen nordwestdeutscher Familienbetriebe mit variablen Futterkosten von 7-9 Ct / 10 MJ NEL gerechnet werden. Zum Vergleich: Bei der Grassilage sind es immerhin ca. 13 Ct / 10 MJ NEL. Auch arbeitswirtschaftlich weist die Milchviehweide Vorteile auf, wenngleich diese nicht so groß sind, wie viele vermuten: Während der Hektar Grünland für die Silagewerbung einen Arbeitsaufwand von ca. 14 AKh verursacht, kann die Weide bereits mit annähernd 8 AKh/ha gemanagt werden.

Ähnliche Kostendifferenzen zwischen den verschiedenen Arten der Grundfüttererzeugung treten auch in nordostdeutschen Milchviehbetrieben zu Tage (Tab. 2), obwohl diese durch größere Milchviehbestände und einen höheren Fremdarbeitsanteil gekennzeichnet sind. Im Vergleich zu den nordwestdeutschen Familienbetrieben sind deutlich geringere Direktkosten aber auch ein geringeres Ertragsniveau zu verzeichnen. Trotz der geringeren Futterkosten haben Weidekühe aufgrund der niedrigeren Nettoweideleistung einen höheren Flächenbedarf als Kühe in Sommerstallhaltung, so dass sich die flächenbezogenen Futterkosten entsprechend erhöhen. Im Fixkostenbereich kann zwar eine verminderte Afa für den Lagerraum geltend gemacht werden, es entstehen aber auch zusätzliche Kosten für Einzäunung, Tränkwasserversorgung und ggfs. Zufütterungseinrichtungen in Höhe von etwa 12-15 €/ha.

Für den Erfolg der Milchproduktion, und damit für die Fortführung einer Grünlandverwertung mit Milchkühen und deren Nachzucht, ist das Wirtschaftsergebnis nach 365 Tagen entscheidend. Das heißt, dass unter unseren klimatischen Bedingungen eine Periode betrachtet werden muss, die über die zeitlich begrenzte Weideperiode hinausgeht.

Tabelle 2: Vergleich der Futterkosten bei Weidewirtschaft (Ganztagsweide) und bei Sommerstallfütterung mit Grassilage von Milchviehbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern (incl. Nachzucht, ohne Anrechnung öffentlicher Direktzahlungen)
Quelle: LMS Landwirtschaftsberatung 2003

	Weide	Grassilage vom Grünland	Silomais
Betriebe	77	94	95
Fläche ha/Betrieb	38 (max. 234)	97 (max. 820)	74 (max. 719)
Trockenmasse dt TM/ha	50,6	61,9	104,8
Energieertrag MJ NEL / ha		37.000	66.700
Energiedichte MJ NEL / kg TM		5,98	6,36
Saatgut EUR/ha	10	9	98
Dünger EUR/ha	51	78	71
Pflanzenschutz EUR/ha	4	6	56
Direktkosten EUR/ha	67	108	247
Arbeiterledigung (Löhne, Lohnansatz, Berufsgenossenschaft, Lohnarbeit, Maschinenkosten) EUR/ha	169	467	575
Gebäudekosten EUR/ha	2	20	35
Flächenkosten (Pacht, Pachtansatz, Grundsteuern, Boden- und Wasserverband) EUR/ha	63	46	74
Sonstige Kosten EUR/ha	69	25	38
Kosten Gesamt EUR/ha	373	670	974
Kosten EUR / dt TM	7,37	10,82	9,29
Kosten ct / 10 MJ NEL		18,11	14,60
Öffentliche Direktzahlungen ct / 10 MJ NEL		0,54	3,85

Für eine abschliessende Beurteilung der Verfahren ist die Vollkostenbetrachtung unerlässlich. Diese Betrachtung muss die Position der Leistungen (Milchverkauf, Tierverkauf, Bestandsänderungen, Direktzahlungen) genauso vollständig umfassen wie die Direktkosten (Tierverkauf, Futter, Tiergesundheit, Besamung, Wasser-Strom-Heizung), die Arbeiterledigungskosten, die Kosten für Lieferrechte, die Gebäudekosten und Sonstiges. Über die Konkurrenzfähigkeit der zu beurteilenden Verfahren der Milchproduktion entscheiden letztlich die Stückkosten je kg FECM-Milch (siehe Tab. 3).

Es bestätigt sich in der Erhebung der positive Einfluss der Weide auf Parameter, die mit der Tiergesundheit im Zusammenhang stehen. So verzeichnen die Betriebe mit Weidehaltung geringere Kuhverluste und Zwischenkalbezeiten, sowie etwas geringere Tierarztkosten. Die höheren Erlöse durch den Viehverkauf dürften ebenso wie die geringeren Kosten der Bestandesergänzung im Falle der weidenden Betriebe mit deren besseren Flächenausstattung und umfangreicheren Nachzucht zu erklären sein. Die bescheidenen Grundfutterleistungen der Weidebetriebe deuten auf erhebliche Reserven in der Weidewirtschaft hin. Der mit 20 dt/Kuh nicht gerade geringe jährliche Krafffutteraufwand sowie die trotz Weidewirtschaft nicht wesentlich geringeren Futterkosten je Kuh zeigen, dass das Weidegras nicht die gewünschte Rolle in den Futtrationen spielen konnte. Dies kann zumindest teilweise mit der extremen Trockenheit des Erhebungsjahres 2003 erklärt werden, die viele Betriebe zu umfangreichen Rationsergänzungen zwang. Die arbeitswirtschaftlichen Einsparpotentiale der Weidewirtschaft, ablesbar an den Differenzen zur Gruppe der Betriebe mit ganzjähriger Stallhaltung in den Positionen ‚Personalkosten‘ und ‚Arbeiterledigungskosten‘, entsprechen in etwa den Erwartungen. Die Gebäudekosten erwiesen sich überraschenderweise als diejenige Kostenposition, die den Weidewirtschaft betreibenden Betrieben den größten Vorteil bescherte. Dies ist insofern von Bedeutung, als dass dieser Position in vergleichenden Kalkulationen von Weide- und Schnittnutzungssystemen gemeinhin keine Beachtung geschenkt wird, da man von gleichen Gebäudekosten ausgeht. Offenbar setzen insbesondere diejenige Betriebe, die in neue Ställe investiert haben, stark auf die Ganzjahresstallhaltung mit TMR-Fütterung.

Tabelle 3: Vergleich der Stückkosten der Milcherzeugung von Betrieben ohne und mit Weidewirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern (incl. Nachzucht, Wirtschaftsjahr 2003)

Quelle: LMS Landwirtschaftsberatung 2003

Kennzahl	Stallhaltung		mit Weidehaltung	
Betriebe	24		71	
Kuhbestand Stk.	359 (max. 2.517)		243 (max. 1.168)	
Rinderbestand GV/Kuh	1,48		1,52	
Futterflächenausstattung	ha/Kuh	0,83	0,96	
	ha/GV	0,55	0,63	
Kuhverluste	7,3 %		5,6 %	
Zwischenkalbezeit	415		404	
Milchleistung FECM kg/a	8.191		7.795	
Erstkalbealter Monate	27,4		28,8	
effektive Nutzungsdauer Monate	23,3		24,4	
Kraffutter dt TM/Kuh	23,8		20,2	
Grundfutterleistung kg/Kuh	3.158		2.850	
	€ je Kuh	ct je kg FECM	€ je Kuh	ct je kg FECM
Erträge aus Milch	2.444	29,84	2.274	29,17
Tierverkauf/Bestandsveränderungen	185	2,26	205	2,62
Direktzahlungen	56	0,68	53	0,68
sonstiges	24	0,29	27	0,36
Leistungen gesamt	2.709	33,07	2.559	32,83
ausgewählte Kostenpositionen				
Tierzukauf	78,28	0,96	61,63	0,79
Kraffutter	592,32	7,23	558,35	7,16
Grund- und Saffutter (incl. Flächen)	647,29	7,90	632,15	8,11
Tiergesundheit	104,79	1,28	96,24	1,23
Personalkosten	537,75	6,57	528,72	6,78
Arbeiterledigungskosten	792,18	9,67	710,19	9,11
Gebäudekosten	204,74	2,50	151,79	1,95
Saldo Leistungen – Gesamtkosten		- 0,46		+ 0,39

4. Schlussfolgerungen

Die Untersuchung bestätigte den bekannten Vorteil der Weidewirtschaft im Hinblick auf die direkten Erzeugungskosten des Grundfutters. Dieser kann unter norddeutschen Verhältnissen mit etwa 5-6 ct / 10 MJ NEL beziffert werden. Der Einfluss der Futterkosten auf die Gesamtkosten der Milcherzeugung darf jedoch nicht überschätzt werden. Wie die Erhebung zeigt, spielen die Faktorkosten, und hier insbesondere die für die Arbeitserledigung und die Gebäude, ebenfalls eine gewichtige Rolle. Nur wenn auch in diesen Positionen durch die Weidewirtschaft Kosten gegenüber einer reinen Stallhaltung eingespart werden können, sind die bestehenden Nachteile in der Produktionsleistung zu kompensieren. Dies war im Mittel der erhobenen Betriebe bei einem Leistungsunterschied von lediglich 150 € je Kuh zugunsten der Stallhaltung der Fall, so dass sich die Weidewirtschaft auch bei einer Vollkostenbetrachtung als durchaus wirtschaftliche Alternative darstellt. Da aber die Möglichkeiten der Leistungssteigerung über 8.500 l FCM je Kuh*Jahr ohne Verdrängung des Weidegrases in der Ration begrenzt sind, werden sich weidebasierten Haltungssysteme in naher Zukunft nur dort behaupten können, wo sich überproportionale Einsparungen im Bereich der Arbeits-, Gebäude- und Remontierungskosten realisieren lassen.

Literatur

LMS (2004): Arbeitskreisbericht Rinderhaltung in Mecklenburg-Vorpommern, Bad Doberan
MÜLLER, J. (2004): Ist der Weidegang out? top agrar 4 (2004), S. 88-90.

Grünlandkartierung der Gemeinde Schuttrange

2003 - 2004

Projektdurchführung:

Biologische Station - Naturzenter SIAS
Fondation „Hëllef fir d’Natur“

AENDEKERK, Raymond
THIEL, Marc

im Auftrag vom luxemburgischen Umweltministerium.

Einleitung

Die Gemeinden Niederdanven, Weiler-la-Tour, Contern, Sandweiler und Schuttrange bilden das Gemeindesyndikat SIAS, dem neben einer gemeinsamen Kläranlage auch eine biologische Station angeschlossen ist. Aufgabe dieser biologischen Station ist es, den Naturschutz in den Gemeinden zu organisieren, Naturschutzprojekte durchzuführen und als lokale Anlaufstelle für Privatleute, Organisationen und Verwaltungen zu fungieren.

Untersuchungsgebiet

Die 16 km² große, im südöstlichen Teil Luxemburgs gelegene Gemeinde Schuttrange umfasst 5 Ortschaften und etwa 3250 Einwohner. Die 16 gemeindeansässigen Landwirte bewirtschaften etwa 856ha Land, wovon das **Grünland 541ha** einnimmt. Der Waldanteil der Gemeinde liegt bei 22,1%. Der Keuper bildet an den meisten Stellen den geologischen Untergrund.

Ziel

Ziel der Grünlandkartierung in der Gemeinde Schuttrange war es, Flächen zu lokalisieren, die schützenswerte Arten beherbergen und somit im Hinblick auf Biodiversität interessant sind. Die Kartierung dient demnach als Planungsgrundlage beim Abschließen neuer Biodiversitätsverträge mit den ortsansässigen Landwirten.

Methodik der Kartierung

Bei der Kartierung wurde versucht, die verschiedenen Strukturen und Vegetationszusammensetzungen der einzelnen Flächen möglichst genau und vollständig zu erfassen. Während der Begehung der Flächen wurden die wahrgenommenen Arten notiert und später 6 Abundanzklassen zugeordnet.

Feldgehölze, wie Hecken, Gestrüpp oder Bäume wurden nicht kartiert. Ebenfalls von der Kartierung ausgenommen waren Ackerflächen, Privatgrundstücke - sofern sie als solche erkannt werden konnten - und Waldgebiete.

Auswertung der Kartierung

Als schützenswürdige Parzellen werden die Flächen angesehen, in deren Artenliste wenigstens eine laut Anhang des Biodiversitätsreglementes schützenswerte Pflanze enthalten ist.

In der Gemeinde Schuttrange konnten auf insgesamt 464 Untersuchungsflächen 177 Parzellen determiniert werden, auf denen wenigstens eine laut Anhang des Biodiversitätsvertrages schützenswerte Art mit wenigstens einem Exemplar vertreten war. Diese hohe Anzahl an potentiellen Biodiversitätsflächen unterstreicht die Wichtigkeit der Grünlandbestände innerhalb der Gemeinde Schuttrange im Hinblick auf den floristischen Artenschutz.

Auf besonders schützenswerten Parzellen wurde mit den Landwirten ein ökologisches und auf die Bedürfnisse der Pflanzen ausgerichtetes Nutzungs- und Pflegemanagement ausgearbeitet. Zentralpunkt dieses so genannten Biodiversitätsvertrages ist neben einer geringen Besatzdichte auch die Einschränkung bzw. Unterlassung der Düngung sowie der Pflanzenschutzmittelanwendung und die strikte Regelung der Beweidungszeiten. Die Biodiversitätsprogramme garantieren demnach eine ökologische Bewirtschaftung der Fläche während der 5-jährigen Laufzeit des Vertrages und sind ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung der floristischen Biodiversität auf landwirtschaftlich genutztem Grünland.

Vorschau

Auch in diesem Jahr führt die Biologische Station SIAS in Zusammenarbeit mit der Stiftung „Hëllef fir d’Natur“ eine weitere Grünlandkartierung durch. Nach Schuttrange wird in diesem Jahr die in Norden angrenzende Gemeinde Niederanven kartiert. Obwohl die floristischen Aufnahmen noch nicht alle abgeschlossen sind, zeichnet sich in Niederanven eine ähnliche Situation wie in Schuttrange ab. Auch hier konnte etwa auf einem Drittel der gesamten Grünlandfläche Biodiversitätsarten nachgewiesen werden. Auf einer etwa 8 ha grossen, biologisch bewirtschafteten Parzelle konnten sogar 128 Pflanzenarten nachgewiesen werden, von denen 28 als Biodiversitätsarten ausgewiesen sind. Im Schnitt werden etwa 40 Pflanzenarten auf einer Fläche nachgewiesen. Die Grünlandflächen des Syrtals sind demnach in Punkto floristischer Artenvielfalt hoch interessant.

Die Entwicklung des Stellenwertes der Weidenutzung in der europäischen Milchproduktion

André PFLIMLIN, Institut de l'Elevage, Frankreich

Einleitung

Bis zur Quoteneinführung im Jahre 1984 hat sich die europäische Milchproduktion stark in den Ackerlandebenen der atlantischen Region sowie in den angrenzenden Küstengebieten der Nordsee entwickelt, dies auf Kosten der traditionelleren Zuchtgebiete, vor allem in den Grasregionen des Flachlandes und der Berge, und folglich auch auf Kosten der Weidenutzung.

Seit der Quoteneinführung und anderer Agrarfördermassnahmen konnte diese Entwicklung zu Gunsten von den dadurch stärker geförderten Regionen gedrosselt werden, dies vor allem in jenen Bergregionen, in welchen die Käseproduktion einen hohen Stellenwert einnimmt. Global gesehen scheint es jedoch, als würde sich die Entwicklung der ganzjährigen Vollration auf Basis von Maissilage und Kraftfutter mit der Zunahme der Leistung pro Kuh und der Grösse der Herde durchsetzen.

Mittlerweile, nach mehr als 3 Jahrzehnten gemeinsamen Marktes und trotz einer gemeinsamen Agrarpolitik welche Produktivität, Spezialisierung und Standardisierung der Produktionsmethoden fördert, stellt man jedoch fest, dass die Vielfalt der Milchproduktion auf europäischer Ebene immer noch sehr gross ist. Diese Vielfalt bleibt bestehen weil die Haltung von Wiederkäuern sehr stark an das natürliche, sehr vielfältige Umfeld wie Klima, Bodenbeschaffenheit, Höhelage, Hangneigung usw. gebunden ist. Sie ist ebenso das Resultat von Geschichte und sozioökonomischem Umfeld, welches die Entwicklung von Qualitätsprodukten entweder gefördert oder gehemmt hat. Aber können diese Umstände, dieses kulturelle und gastronomische Erbe der Erweiterung der Märkte und der Globalisierung standhalten?

Die Mannigfaltigkeit in der Milchproduktion hat sich stark verringert und die Umstrukturierung sowohl auf Ebene der Produktion, wie auch in der Verarbeitung setzt sich in den meisten Ländern der Union in bedeutendem Maße fort. Es scheint als sei der Wettlauf um die Menge (Masse) die einzige Überlebenschance gegenüber der Globalisierung der Märkte und den grossen amerikanischen, neuseeländischen und zentraleuropäischen Betrieben.

Die letzte Reform der gemeinsamen Agrarpolitik (2003) und die Erweiterung der europäischen Union 2004 laufen Gefahr diese Tendenz noch zu beschleunigen. Es ist daher wichtig, darauf hinzuweisen, dass es zwischen den beiden Extremzenarien auch noch eine breite Palette anderer Möglichkeiten gibt:

- Eine Weltmarkt orientierte Produktion mit den Standardprodukten Butter, Käse und Pulvermilch, ohne Unterschiede in Bezug auf Herkunft, Herstellungsverfahren und Fütterung. In diesem Falle würden 75 000 Betriebe mit durchschnittlich 200 Kühen, in Regionen gemischtwirtschaftlichen Betriebsstrukturen angesiedelt, reichen um die Milchproduktion der Europäischen Union der 15 zu sichern. Dies wären also 10-mal weniger Produzenten als heute. Diese Hypothese ist nicht utopisch, wenn man bedenkt, dass die Grösse dieser Betriebe der momentanen Durchschnittsgrösse in den neuen deutschen Bundesländern entspricht.
- Eine zum europäischen und regionalisierten Binnenmarkt orientierte Produktion mit Schwerpunkten auf Qualität, Rückverfolgbarkeit, Herkunftsbezogenheit, Respekt von Tier und Umwelt, welche den Erwartungen einer immer grösser werdenden Anzahl Konsumenten entspricht. In dem Fall werden der höhere Milchpreis und die Beihilfen mit den vorher genannten positiven Effekten verknüpft, welches das Überleben einer grösseren Anzahl an Betrieben mit Weidehaltung, eine dichtere ländliche Anordnung und eine dynamischere regionale Wirtschaft ermöglicht.

Dieser zweite Weg ist nur dann glaubhaft, wenn Europa den Willen hat die Produktion dem Verbrauch anzupassen. Dieses Gleichgewicht kann durch das Beibehalten der Milchquoten und einer Agrarpolitik, die gegebenenfalls regulierend eingreifen kann, erreicht werden.

Diese Variante ist umso glaubwürdiger, da sie sich auf eine weiter bestehende Vielfalt stützt.

Dieses wird im Folgenden dargestellt, wobei geographische Grossregionen mit tierischen Produktionsgebieten gleichzusetzen sind. Die Betrachtung über die physische Geographie erlaubt die Wichtigkeit der tierischen Produktionsgebiete besser zu erfassen, insbesondere jene, welche sich in Grünlandgebieten befinden, in denen die Weidenutzung die Hauptwertsteigerungsmethode bleibt, die allerdings oft wegen ihres agronomischen Potentials als benachteiligte Regionen eingestuft werden. Oftmals sind diese Regionen für ihre Qualitätsprodukte und Tourismus bekannt.

I- Die Weidenutzung hat einen sehr unterschiedlichen Stellenwert je nach Land, Region oder Tierhaltungssystem

Das geografische Europa wurde durch eine quasi durchgehende Gebirgskette von Nordwestspanien bis zu den Karpaten Rumäniens gebildet. Der südliche Hang dieser Kette steigt steil hinab zum Meer und bildet das mediterrane Europa, mit einer schmalen stark bevölkerten Küste, welche von einer langen Trockenperiode im Sommer geprägt wird. Der nordwestliche Hang ist milder, mit einem gemäßigten Klima und

weiten, mehr oder weniger fruchtbaren Ebenen. Hinzukommt, dass auf Landes- oder regionaler Ebene das Relief die Effekte von Klima und Bodenart, bestellbar oder nicht, mildert oder verstärkt und hierdurch die Tierhaltung ermöglicht wird. Diese geografische Einteilung wurde auch durch die historische Entwicklung der Landwirtschaft sowie durch nationale und internationale Politik beeinflusst. Das heutige Bild der Tierhaltungssysteme ist das Produkt dieser räumlichen und zeitlichen Beschaffenheit, die Erzeugung von Unterschieden und Ungleichheiten des ländlichen Raumes.

Somit kann man fünf grosse (für das kontinentale Europa relativ durchgehende) tierische Produktionsgebiete identifizieren. Die wichtigsten Eigenschaften sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 1: Verteilung der Tierbetriebe, der Flächen und der Tiere nach geographischen Gebieten in Europa (EU-15 – 2000) [Total für Europa (in 000) und Verteilung in %]

Gebiete	Betriebe			Flächen (ha)			Viehbestand			
	Total	Benachteiligte Gebiete		Landw. Nutzfläche	Dauerwiese	Wiesen + Futterkulturen	Milchkühe	Mutterkühe	Schafe	Ziegen
		Gebirge	Ander e							
Total (000)	2 320	700	732	126 713	44 558	12 930	20 578	11 951	69 325	9 387
Gebirgslagen	21	42	12	7	13	7	12	12	4	7
Mittelmeerregionen	30	45	25	35	30	14	12	18	50	83
Weideregionen des Flachlandes	18	1	27	14	35	24	29	37	34	2
Futterbauregionen	25	7	30	28	14	39	40	27	9	7
Nördliche Regionen	3	5	4	4	-	13	4	2	-	-
Ackerbauregionen	2	-	1	6	2	4	3	4	2	1

Quelle: Eurostat – Census 2000. Nuts 2. Verarbeitung: Institut de l'Elevage

Man stellt fest, dass die drei ersten Zonen (Gebirgslagen, mediterrane Zone und Weideregion) 70 % der Zuchtbetriebe, mehr als die Hälfte der Milchkühe, 90 % der Ziegen und Schafe sowie zwei Drittel der Mutterkühe umfasst. In diesen drei Regionen befinden sich 75% des Dauergrünlandes Europas und der benachteiligten Regionen, welches beides des Öfteren zusammenhängt. Hervorzuheben ist ausserdem, dass die Milchkühe ungefähr 50 % der rauhfutterverzehrenden G.V.E ausmachen und dass ihre progressive Umwandlung in Körnerfresser (Maissilage und **Kraftfutter**) zu einer Abwertung, ja sogar teilweise zur Aufgabe der 45 Millionen ha Weide in Europa führen könnte.

In folgender Vorstellung resümieren wir die Haupteigenschaften von Umwelt und Milchproduktionssystemen und bestimmen die Stellung der Weidenutzung in den so definierten vier Hauptproduktionsgebieten näher.

1. In den Gebirgslagen bleibt die Milch und Weidenutzung für die regionale Wirtschaft und für die Landschaftspflege unentbehrlich

Im Alpen- und Rheinmassiv wird der grösste Teil der Weiden durch Milchviehherden genutzt. Die Anzahl der gehaltenen Tiere wird in den Gebirgslagen durch den Anteil an Mähfläche bestimmt. Im Gebirge ist der Winter lang und erfordert grosse Futterreserven. Folglich sind es die zur Verfügung stehenden Mähflächen, welche die Grösse der überwinternden Herde festlegen. Die Weide, besonders in Hanglagen, ist weniger knapp... jedoch von Milchkühen, welche zweimal täglich gemolken werden. schlechter nutzbar,

Mit der Vergrösserung der Milchviehherde, konzentriert sich die Milchproduktion immer weiter in die Täler, das schwierigere Weideland wird den Färsen überlassen, wie zum Beispiel in den Bayrischen Alpen.

Das österreichische Tirol konnte hingegen mehrere kleine Milchbetriebe in den Bergregionen halten indem die Entwicklung des Hoftourismus gefördert wurde. Offensichtlich ist die Verarbeitung der Milch zu Qualitätskäse, verbunden mit touristischen Aktivitäten, ein erstklassiges Mittel um ein lebendiges ländliche Struktur zu erhalten, welche die alleinige Garantie einer **Region** mit offenen und instand gehaltenen Landschaften bietet. Das Beispiel der Alpen der "Haute Savoie" zeigt dieses auf hervorragende Weise. Für Käse mit hohem Mehrwert wie der "Beaufort" oder der "Reblochon" stehen die Futtertransparenz (Herkunftsnachweis) und Futterautonomie im Lastenheft. Dieses Futter wird von den lokalen Rassen, deren Produktion begrenzt ist, genutzt; das Melken in den Alpen, und somit die Weidenutzung der Milchkühe erleben einen Aufschwung.

In den meisten Bergregionen wandert jedoch die Milchviehwirtschaft in die Täler oder Ebenen aus und überlässt die Höhen und Hänge den Mutterkuhherden. Diese können die Aufgabe der Landschaftspflege übernehmen, dies jedoch mit einem weit niedrigeren Wert für die lokale Wirtschaft.

2. In den mediterranen Regionen verbreiten sich Holsteinzucht und Totalemischung

In diesem trockenen Gebiet, welches sich von der zentralen Hochebene Spaniens bis zum französischen mediterranen Piemont, sowie zum Zentrum und Süden Italiens und zum Süden des Balkans erstreckt, werden die grossen, stark brandgefährdeten Weideflächen durch die Zucht von kleinen Wiederkäuern (Ziegen, Schafe) genutzt.

Jedoch findet man in diesen Gebieten auch fruchtbare, mehr oder weniger breite Täler welche, wie die Poebene, ein Grossteil der Milch- und Käseproduktion sicherstellen. Rechtsseitig des Flusses, am Fusse der Apenninen, wird der Parmesan hergestellt, welches einer der hochwertigsten Käse und eine der wichtigsten geschützten Ursprungsbezeichnungen Europas ist. Obwohl der Grossteil der Produktion in der Ebene stattfindet, haben das Herstellungslastenheft (Heu, Einschränkung des Kraftfutters) und das Verarbeitungslastenheft (frische Milch, Veredlung während 24 durchschnittlich Monaten) es ermöglicht, Tradition und Qualität beizubehalten. Hierdurch wurde somit in einer viel grösseren Region und mit weniger Herstellungseinschränkungen ein viel höherer Milchpreis als für den Grana, ein Käse vom gleichen Typ, ermöglicht. Aber auch hier war die Weidehaltung nie sehr populär und wurde auf Kosten der Vollration mit viel Kraftfutter aufgegeben.

3. In den Grünlandebenen findet man sparsamere Systeme welche die Vorteile der Weidehaltung nur wenig nutzen

Zwischen den Ackerbaugebieten und den primären Gebirgsmassiven angesiedelt sind diese Regionen dem Wettlauf um Produktivität der Ackerlandregionen auf Grund der grossen Boden- und Klimaeinschränkungen nicht nachgefolgt. In Britanien wird die dominierende Langzeitweide hauptsächlich durch Milchviehhaltung, in Frankreich durch die Mutterkuhhaltung genutzt. Heutzutage wird dieses Bild der "natürlichen Produktion auf Basis von Grünlandfutter" nur noch wenig geschätzt.

In England wie auch in Irland stellt das Grasfutter die Haupt- wenn nicht Exklusivfutterquelle für die Milchproduktion dar; beide Systeme unterscheiden sich jedoch durch die Kalbesaison, welche die Weidehaltung beeinflusst. In England findet das Kalben hauptsächlich im Herbst oder Anfang Winter statt, was grosse Reserven an hochwertiger Grassilage voraussetzt. Somit haben die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowohl die Winterfütterung (Silage mit Silierhilfsmitteln, Vollration) wie auch die Weidehaltung umfasst. Letztere bleibt jedoch ein Hauptbestandteil, sogar für grosse Herden von mehr als 100 Kühen für welche die Technik der vereinfachten Weidehaltung oder der Dauerweidehaltung weitgehend genutzt wird.

In Irland, wo es viel regnet und der Graswuchs ziemlich regelmässig über 6 bis 8 Monate andauert, wird eine Kostenreduzierung durch eine maximale Milchproduktion auf Basis von Weidegras angestrebt. Die saisonale Abkalbung im Februar-März (etwa 4 bis 6 Wochen vor dem Weidegang) hat zur Folge dass die Milchannahme sehr stark saisonbedingt ist 5-mal mehr Milch im Mai als im Dezember). Die Weidehaltung ist ziemlich intensiv mit einer Stickstoffdüngung von 200 bis 300 kg/ha, die Weidenutzung rotiert mit einer sehr kurzen Aufenthaltszeit über viele Parzellen. Im Winter sind die Grassilagereserven

stark eingeschränkt und von mittelmässiger Qualität, jedoch ausreichend für Kühe am Ende der Laktation oder Trockenstehende. Ab dem Kalben, bis zum Weidegang werden die Kühe mit den besten Reserven und mit ausgewogenem Kraftfutter gefüttert.

In Frankreich stellen diese Weidesysteme der Ebenen, mit wenig oder gar keinem Mais, weniger als 10 % der Milchbetriebe dar und sind hauptsächlich in der Normandie oder der Lorraine angesiedelt.

Diese im Allgemeinen kleine Betriebsgruppe besteht jedoch aus 2 grundverschiedenen Züchtergruppen: eine Mehrzahl alter Züchter mit traditionell geführten Herden und eine Gruppe junger **Weidehalter** welche eine ökonomische Haltung mit maximaler Weidenutzung anstreben, auch wenn die Produktion hierdurch 1000 bis 2000 kg Milch pro Kuh weniger beträgt.

4. In den Futterbauregionen wird der Mais auf Kosten von Grünland und Umwelt bevorzugt

Auf der Nordost/Südwest Achse welche die intensiven Zuchtregionen des Jütlandes mit dem des Baskenlandes verbindet findet man viele Gemeinsamkeiten zwischen den Produktionssystemen mit einem gegen Süden zunehmenden Ackerfutteranteil auf Kosten von Wiesen und Weiden. Die Böden (wenngleich verschiedener geologischer Natur) aber auch die Produktionssysteme des Armorikanischen Massivs (Bretagne) haben ähnliche Eigenschaften wie die der Sandregion im Süden und Osten der Niederlanden.

Ein Grossteil der Futterkulturen, Silomaiskulturen aber auch 3-5 jähriger Feldfutter, ermöglichen eine hohe Besatzdichte, welche nahezu 2 GVE pro Hektar in der Bretagne, sogar noch mehr in den Niederlanden beträgt. Eine hohe Betriebsdichte, die Enge der Strukturen und die Nähe zu den Häfen haben die Schweinezucht und die flächenunabhängige Geflügelzucht begünstigt. Diese sind verantwortlich für Überschüsse an Gülle welche dazuführen, dass heute ein grosser Teil der Region, sogar fast die ganze Region, als **grundwassergefährdete** Zone eingestuft wird.

In diesen zwei Regionen hat der Mais in den letzten 3 Jahrzehnten einen hohen Stellenwert auf Kosten der Wiesen eingenommen und macht oft mehr als ein Drittel der Futterfläche aus. Da der Boden während 8 Monaten im Jahr brach liegt, stellt diese Kultur in dieser Gegend ein ernstes Risiko für den Trinkwasserschutz durch Nitrate und Pestizide dar. Die einfache Anbauweise der Kultur, sowie der gute Energiewert machen jedoch aus diesem Futter eine wesentliche Komponente der Fütterung der in der immer anspruchsvolleren (produktiveren) Milchviehwirtschaft. Seit etwa 15 Jahren wurden jedoch auf Initiative einiger Züchtergruppen aus der Bretagne und dem "Pays de la Loire" eine gewisse "Rückkehr zum Gras" praktiziert. Die Entwicklung der Weisskleeweiden, die Ausdehnung der Beweidung, die Entwicklung von Wickelballen aber auch die Heugewinnung sind Indizien einer Evolution zu Systemen mit grösserem

Grünlandanteilanteil, welche den Ankauf von Futter und Dünger, die Arbeitsbelastung und die Risiken für die Umwelt zu reduzieren sollen.

In den Niederlanden, wo der Landpreis 5 bis 10 mal höher ist, bleibt die Aufrechterhaltung einer hohen Produktivität pro Kuh und Hektar als Hauptziel bestehen, indem der Input auf das Genauste angepasst wird....auch wenn der Anteil an Weideland reduziert wird.

In den deutschen Grünlandregionen bleibt die Diskussion um den Stellenwert der Wiesen und Weiden offen.

5. In Nordeuropa bleibt die Weidehaltung Dank der ökologischen Milchproduktion aufrechterhalten

In Nordskandinavien (Finnland, Schweden) wechseln sich Wald und grosse Lichtungen mit ziemlich intensivem Futterbau für die Milchproduktion ab. Klimatisch gesehen kann diese Zone mit der Zone der Gebirgslagen verglichen werden, wobei die Höhe durch die geographische Breite kompensiert wird. Sie weist jedoch auch Gemeinsamkeiten mit der vorherigen Intensivfutterregion auf. Die Käsetradition ist kaum ausgeprägt, die ökologische Milchproduktion hingegen ziemlich stark entwickelt.

Diese Länder haben seit ihrem Eintritt in die Europäische Union eine relativ schnelle Milchintensivierung mitgemacht. Die Vegetationszeit des Grases ist auf Grund der geographischen Lage begrenzt, die obligatorische Stallhaltungsperiode beträgt etwa 8 Monate. Durch die Aufgabe der Weidehaltung werden nur geringe zusätzliche Unterhaltskosten verursacht und mit der Vergrößerung der Herde und des Produktionsniveaus verstärkt sich diese Tendenz. Jedoch bleibt die Praxis der Weidehaltung im Rahmen der ökologischen Milchproduktion verpflichtend bestehen und die betroffenen Züchter beanspruchen Beratung und Unterstützung der Forschung in diesem Sektor.

6. In Osteuropa gibt es beide Extreme

Die Union wurde um 10 neue Mitglieder, welche hauptsächlich aus Zentraleuropa stammen, erweitert. Die Stellung der Weidehaltung in diesen Milchsystemen muss noch eingeordnet werden. Auch ohne harmonisierte Statistiken zeichnen sich zwei Extremsituationen ab:

- Grosse Herden mit mehreren hundert Kühen (in Ungarn, Slowakei, der Tschechischen Republik hauptsächlich, sowie in den neuen deutschen Ländern) wo die Kühe, ähnlich wie in den mediterranen Milchproduktionssystemen ganzjährig am Trog mit viel Silomais und Kraftfutter gefüttert werden.
- Kleine Herden von 2 bis 20 Kühen, hauptsächlich in Polen, in Slowenien, in den baltischen Ländern, aber auch in Bulgarien und Rumänien. Die Meisten dieser Züchter werden nicht die Mittel haben sich schnell zu vergrößern und müssen eine ökonomische Haltung

mit gut geführtem Weideland bevorzugen. Ausserdem würde, berücksichtigt man die Arbeitslosenrate (14 bis 20%) in diesen Ländern, eine zu rapide Milchrestrukturierung die bereits schwierige soziale Situation noch verschlimmern.

Dieser weite **Überblick** veranschaulicht die Vielfalt der Zusammenhänge und der Milchproduktionssysteme und zeigt, dass die Weidehaltung in vielen Regionen Europas ein wichtiger Faktor bleibt.

II- Gründe für den Rückgang des Weidelandes in der Milchproduktion

Mehrere teilweise unabhängige, meistens jedoch gleichzeitig und in Synergie wirkende Gründe können genannt werden. Die Wichtigsten sind:

- Die Genetik und genauer gesagt die Holsteinisierung der europäischen Milchherden
- Die Evolution der Fütterungssysteme mit der spektakulären Entwicklung des Silomais und der Vollration
- Die Vergrößerung der Herden, wozu neue funktionellere Gebäude und grössere Flächen benötigt werden, die den Weidegang nicht unbedingt erleichtern

Die bessere Aufsicht, die Leitungssicherheit eines Fütterungssystems mit Reserven und Vollration gegenüber den Risiken der Weidehaltung für Herden mit hohem Produktionsniveau wird zu einem gewichtigen Argument, ohne die psychologischen Aspekte, wie das Bild von Modernität, welches mit den automatisierten Zuchtssystemen verbunden wird, zu vergessen, während die Weidehaltung ein Bild traditioneller Technik behält.

1. Eine mit der Weidehaltung unvereinbare genetische Verbesserung?

Der massive Import von Sperma nordamerikanischer, friesien Holsteintiere in den letzten 30 Jahren hat die schwarzbunten Zweige, wie auch viele andere Milch- oder Mischrassen, mit Ausnahme einiger, wie das Fleckvieh, die Simmenthal oder die Montbeliarde, 3 verwandte Rassen, die M.R.Y. und die roten oder rotbunten skandinavischen Rassen, ausgerottet. Seit Einführung der Milchquoten, den Beihilfen für ökologische Landwirtschaft, der Förderung zur Erhaltung lokaler Rassen und dem wiederauflebenden Interesse für regionale Produkte entwickelt sich die Holsteinisierung jedoch weniger schnell oder stabilisiert sich.

Trotzdem gehören 70% der europäischen Milchkühe, mit einem Potential von mehr als 8000 Litern, welches jährlich um 100 Liter gesteigert wird,

der Holstein-Rasse an. Dies stellt ein wahres Dilemma für die Tierernährungswissenschaftler dar, welche darauf bedacht sind diese ständig produktiver werdenden Kühe gut zu ernähren damit sie ihr ganzes Potential ausdrücken können aber auch damit gesundheits- und reproduktionsgefährdende Unterernährung vermieden wird! Um die Risiken zu vermindern müsste man sich entweder zwischen ein wenig Weidegang während oder am Ende der Laktation oder überhaupt keinem Weidegang entscheiden!

Die Wissenschaftler und Züchter Neuseelands und Irlands sind anderer Meinung. Diese wollen Kühe, welche fähig sind, 80 bis 90 % der Milch mit Weidegras zu produzieren und welche saisonal Anfang des Sommers kalben. Die nordamerikanische Holsteinkuh weist bei diesem Haltungstyp Fruchtbarkeitsprobleme auf, die Züchter dieser Länder haben sehr lange einen lokalen Typ von kleinerer Statur gehalten und wenden sich heute anderer Rassen (Rotbunt, Braunvieh, Jersey) oder Kreuzungen zu (DILLON, 2003). Andere Züchter wollen beweisen dass die "Tyrannei der Genetik" sich nur bei mangelnder Einbildungskraft aufdrängt und dass man Holsteinherden auch auf sehr ökonomische Weise mit viel Gras und wenig Kraftfutter halten kann, ohne dabei Gesundheit oder Fortpflanzung zu gefährden. Dies demonstriert eine Gruppe **Weidehalter** aus dem "Pays de la Loire" die den Silomaisanbau reduziert oder eingestellt haben, zu Gunsten sehr ökonomischer Grassysteme und indem sie auf die vorhandene Genetik zurückgreifen. Die Einzeltierleistung wurde reduziert, ohne jedoch einen negativen Einfluss auf die Gesundheit und die Fortpflanzung zu haben. Die Gesamtlasten wurden hingegen stark reduziert und das Einkommen verbessert, eine niedrigere besser verteilte Arbeitslast konnte erzielt werden (BRUNSWIG **ET AL.**, 2001).

Ebenso konnte bei einem Langzeitversuch (9 Jahre, 996 Laktationen) welcher von der Landwirtschaftskammer der Bretagne und dem Institut d'élevage (POTTIER ET AL., 2003) durchgeführt wurde, die Reduzierung der Kraftfutttergabe (von 1600 auf 300 kg pro Kuh und pro Jahr) bei einer Holsteinherde von 7000 bis 8000 Litern Milch und einem Fütterungssystem von 5 Monaten Maissilage und 7 Monaten Weidehaltung eine Senkung von 900 kg Milch bei 1000 kg gespartem Kraftfutter, eine sehr begrenzte Veränderung des Eiweiss- und Fettgehaltes (-1g des Eiweissprozentsatzes und + 2g des Fettprozentsatzes bei 1000 kg gespartem Kraftfutter), wenig Einfluss auf die Körperkondition, eine Senkung der tierärztlichen Eingriffe und eine leichte Reduzierung Remontierungsrate erzielt werden.

2. Die unaufhaltsame Zunahme von Mais und Vollration

Die bedeutendste Futterrevolution der letzten 30 Jahre ist unbestreitbar die Entwicklung der Maissilage zur Fütterung der Milchkühe. Nach einer ersten Phase starken Flächenwachstums bis Ende der achtziger Jahre in Frankreich, und etwas später in Deutschland äussert

sich die momentane Stabilisierung durch eine Ausweitung des Maisanteils in der Ration der Milchkühe, deren Anzahl seit der Quoteneinführung stark gesunken ist. Heute basiert die Fütterung bei mehr als einer von zwei Kühen in Europa und bei fast der Hälfte der Milchviehbetriebe in der Winterration auf Maissilage. Neben ihren zahlreichen technischen Vorteilen wurde der Maianbau auch seit 1992 durch die GAP Prämien bevorteilt, was seine Verbreitung auf Kosten der **Weidehaltungssysteme** fördert, dies auch in England, in Schottland und sogar in Irland. Sicherlich werden die Wiesen und Weiden in diesen Ländern weiterhin überwiegen, aber die Grünlandwirtschaft, mit einer begrenzteren Mahd der Überschüsse wird ungewisser sein und wird sich durch eine Rückführung der Weidewirtschaft äußern.

Die zweite Revolution der in Milchviehfütterung war die Entwicklung Totalenmischration mit dem Futtermischwagen. Diese Technik, welche sehr lange den grossen Milchviehherden sowie den Mastbetrieben Nordamerikas vorbehalten war, kennt seit etwa zehn Jahren in sämtlichen Ländern einen grossen Erfolg. Mit der Senkung der Getreidepreise (seit 1992) kann eine Steigerung des Krafftutereinsatzes in der Ration, vor allem wenn Flächen rar und die Pachtpreise hoch sind., interessant werden. Die Mischung von Maissilage mit 2, 3 oder sogar 4 Tonnen Krafftutter pro Kuh und Jahr bedeuten nicht unbedingt Verdauungsprobleme, vorausgesetzt man gibt etwas gehäckseltes Stroh oder Heu hinzu. Da der Maschineneinsatz teuer, ist kann es für den Betriebsleiter sinnvoll sein die Fütterungstechnik ganzjährig einzusetzen und die Kühe nicht mehr auf die Weide zu lassen.

Dies stellt man immer öfters in Dänemark und in verschiedenen Regionen Deutschlands, in denen die Weidehaltung nur wenig entwickelt ist, fest, nicht nur für die grossen Herden der neuen Bundesländer, sondern auch in Bayern mit Herden von 30 bis 40 Kühen und einem hohen Aufwand pro Liter Milch.

3. Der Wachstum der Herden beschleunigt sich, wird dies früher oder später das Aus für die Weidehaltung sein?

In den meisten Ländern, mit Ausnahme Südostasiens, wo die Anzahl kleiner Produzenten, um einer lokalen Nachfrage zu begegnen, steigt, stellt man eine Zunahme der Tierzahl pro Betrieb und parallel dazu, eine Reduzierung der Anzahl an Betrieben fest (HEMME, 2003).

In Europa haben die Milchquoten diese Entwicklung während etwa zehn Jahren gedrosselt, dann jedoch, mit der Einführung der nicht ans Land gebundenen Quotenbörsen, wurde die Restrukturierung in Dänemark und in den Niederlanden wieder beschleunigt.

Die Forderung nach regelmässigerer Arbeitszeit welche sich aufs Melken, die Fütterung und die Tierpflege konzentriert sprechen für eine permanente Stallhaltung, bei welcher die Feldarbeit und die Ernte von Lohnunternehmern übernommen wird. Unter diesen Umständen kann man „Module“ von 100 Kühen mit einem Melker hinzufügen ohne weitere

Weideflächen zu benötigen; die größenbedingten Kosteneinsparungen sind jedoch gering, wenn die spezialisierten Arbeitskräfte korrekt bezahlt werden. Übrigens schwankt das Einkommen pro Arbeiter trotz Quotendifferenzen von 1 bis 2,5 von Land zu Land gering, wie die Buchführungsresultate des RICA zeigen (siehe Tabelle, CHATELIER, 2003).

Vergleich zwischen Strukturen und Einkommen der Milchbetriebe in Europa

	Frankreich	Deutschland	Irland	Niederlande	Dänemark
Milchproduktion in kg/Betrieb	205 000	213 000	173 000	407 000	407 000
Arbeitskraft/Betrieb	1,73	2,06	1,58	1,63	1,74
Milchproduktion in kg/Arbeitskraft	118 500	103 000	109 500	250 000	234 000
Einkommen/Betrieb. in EUR	48 400	48 000	30 200	78 400	75 700
Einkommen/Familienarbeitskraft in EUR	29 900	31 800	21 600	50 600	63 100
Resultat/Familienarbeitskraft in EUR	17 400	15 100	17 300	16 000	17 000

Quelle: Chatelier 2003 – RICA Europe 1999 – Verarbeitung: INRA- GEB Institut de l'Elevage

- Für die 5 Länder stellt man das gleiche Gehalt pro Familienarbeitskraft fest.
- Das Durchschnittsgehalt pro Familienarbeitskraft schwankt nur zwischen 10 000 und 20 000 Euro bei Milchquoten welche von 1 bis 5 in der EU-15 gehen.

In Frankreich, ohne Quotenmarkt, hat sich die Fusion von Milchviehbetrieben seit etwa zehn Jahren stark entwickelt. Zumindest die tägliche Melkarbeit kann an den Wochenenden von nur einem Partner übernommen werden, so dass die Wochenenden alternierend frei sein können. Die fusionierte Herde benötigt oftmals grössere Stallungen, so dass die alten Betriebsstandorte mit dem entsprechenden Weideland nicht mehr geeignet sind. Manchmal führt dieses zur Aufgabe der Weidehaltung mit Milchkühen, da die Weideführung von Herden mit 80 bis 100 Kühen nicht in Frage zu kommen scheint.

Trotzdem zeigt die Erfahrung dass man Herden von mehreren hundert Kühen auf die Weide führen kann, dies sowohl in Neuseeland wie auch näher bei uns, in Irland und in England, vorausgesetzt man verfügt über guten Parzellen und befestigte Wege.

4. Der Melkroboter steht im Gegensatz zur Beweidung

Hinsichtlich des täglichen Melkzwangs fasziniert die Automatisierung des Melkens die Tierhalter und Berater. Er ist sicherlich eine der Hauptinnovationen der letzten Jahrzehnte. Momentan betrifft das automatische Melken nur eine Minorität an Betrieben, eine bestimmte

Herdengrösse von 60 bis 120 Kühen, welche ziemlich homogen und vorzugsweise mit Stallfütterung gehalten wird. Betriebe mit Melkroboter stellen oftmals fest, dass sie eben soviel Zeit mit der Überwachung und Beobachtung der Kühe und des Roboters verbringen, wie vorher beim Melken im Melkstand. Sicher, der Züchter kann eine ganze Anzahl an Meßfühler hinzufügen um seine Herde besser zu kontrollieren, was nützlich sein kann, und er kann auch den Zeitraum seiner elektronischen Bewachung wählen. Aber viele Züchter bevorzugen dennoch mehr Zeit inmitten ihrer Kuhherde zu verbringen, als sie über die Alarmkriterien des Computers abzuhorchen. Auch hier, wie bei der Vollration, muss die Investition, die einmal getätigt ist, bestmöglich genutzt werden, was oft erstmals zur Verringerung der Weidehaltung und dann zum kompletten Weidestopp für die Herde führt.

Es ist die Kombination der vier vorher erwähnten Faktoren welche uns logischerweise dazu verleitet die Weidehaltung für einen grossen Teil der Milchkühe aufzugeben. Und trotzdem sind die Argumente für ihre Aufrechterhaltung, sogar ihre Entwicklung zahlreicher denn je.

III- Die neuen Ziele und die Argumente für den Aufschwung der Weidehaltung

1. Das Einkommen beibehalten und Kosten und Arbeitsbelastung der Tierhalter reduzieren

Die GAP Reform von 2003, Produktion zu Weltmarktpreisen auf Druck der Welthandelsorganisation und die Erweiterung der Europäischen Union zu den Ländern Zentral- und Osteuropas werden ohne Zweifel die Tendenz zum Fall der Preise der Milchprodukte beschleunigen. Um diesem entgegenzuhalten müssen die Produktionskosten reduziert werden.

Niemand wird bestreiten dass die Weidehaltung die billigste **Futtereinheit** ermöglicht, Irland und Neuseeland sind die besten Beispiele hierfür.

Die permanente Stallhaltung ist jedoch für die grossen Milchviehherden von Ostdeutschland, den Ländern Zentral- und Osteuropas und Südeuropas die Regel geworden, die Rückkehr zur Weidehaltung wird nur marginal in Betracht gezogen.

Für die Milchproduktionssysteme Nordwesteuropas, welche Zweidrittel der Produktion der Europäischen Union sichern, sollte die Weidehaltung einer der Haupttrümpfe für die Reduzierung der Produktionskosten bleiben, auch wenn sich dies öfters durch eine geringere Leistung pro Kuh und pro Hektar äussert, wie es einige rezente Studien in Irland (MAYNE, 2000; DILLON, 2003), in England (LEAVER, 2000) oder in Westfrankreich (BRUNSCHWIG ET AL, 2001) zeigen.

Im Ganzen können 3 Richtungen zur Kostenreduzierung eingeschlagen werden:

- Den Zukauf mineralischer Düngemittel durch eine bessere Nutzung des wirtschaftseigenen Düngers ersetzen und die Förderung von Weissklee; diese Quasi-Autonomie an Düngeelementen ist bei sämtlichen Intensivierungsstufen möglich, da sie sich auf die über mehrere Jahrzehnte angeeignete Bodenfruchtbarkeit stützt
- Die Weidedauer verlängern um die Futterreserven und den Kraftfutterzukauf zu reduzieren, ohne die Haltung der Herde zu verändern. Dies ist eine viel erforschte Richtung in Irland, in England und in Ostfrankreich
- Den Zeitraum des Kalbens besser gegenüber dem Graswuchs planen um somit die Milch- und Fleischproduktion während des Weidegangs zu maximieren. Ohne die Bedeutung der Marktentwicklung welche zu einer asaisonalen oder ganzjährig gleichmäßigen Produktion verleitet zu bagatellisieren, wäre es vielleicht für viele Betriebsleiter sinnvoll die Mehrkosten durch das immer weiter zu Beginn des Herbstes verlegte Kalben zu überdenken. Dies erfordert nämlich eine quantitative und qualitative Vergrößerung der Futterreserven, aber auch mehr Stallplätze und mehr Güllelager, was wiederum eine Vergrößerung der Betriebsstruktur mit sich bringt.

Die Züchter werden ausserdem immer empfindlicher gegenüber der Arbeitsbelastung und insbesondere gegenüber dem Melkzwang. Diese Dauerbelastung kann jedoch durch Weidehaltungssysteme mit saisonaler Abkalbung entschärft werden, so kann die Melkarbeit während mehrerer Wochen eingestellt werden.

Am Übergang zu einer Melkzeit pro Tag während eines Teils des Jahres, zum Beispiel während der Periode der Aussaat oder der Futterernte oder anderer Arbeitsspitzen wird ebenfalls experimentiert.

Die ersten Versuche in Neuseeland und in Frankreich zeigen, dass diese Methode sogar für Holstein-Kühe am Anfang der Laktation, keine Gesundheitsprobleme mit sich bringt. Der Milchverlust beträgt ungefähr 30% bei den Erstlaktierenden und 20 % bei den **anderen Kühen**, ein Verlust welcher durch reduzierte Futterkosten, eine Verkürzung der Melkzeit und vor allem durch das Aufheben des täglichen Melkzwangs kompensiert werden kann.

Bei der Weidehaltung, wo die Futterkosten am niedrigsten sind, greift man sicherlich am ehesten auf solche arbeitserleichternden Techniken zurück. Dieses bedeutet logischerweise ein reduzierter Aufwand für den gesamten Milchviehbetrieb, welches für die Züchter Frankreichs immer reizvoller wird (INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2003).

2. Besser den Erwartungen des Konsumenten gerecht werden

Die Weidehaltung muss den Milchprodukten einen Mehrwert einbringen.

Milchprodukte sind keine Rohprodukte, welche man ohne Folgen je nach Wille des Weltmarktes transportieren kann, sondern ein ebenso edles wie empfindliches Lebensmittel. Die rezente Lebensmittelkrisen (Listeria, Dioxine, B.S.E) zeigen deutlich dass der Verbraucher immer heftiger reagiert, wenn er kein Vertrauen in das Produkt und seine Verarbeitung und insbesondere in die Produktionsweise der Züchter hat. Diese Ängste müssen berücksichtigt werden weil sie einem legitimen Bedürfnis nach Sicherheit in Bezug auf Lebensmittel und Gesundheit entsprechen. Die Futterautonomie und die Weidehaltung sind sowohl eine Sicherheit für den Verbraucher als auch Garantie einer "sauberen" Produktion mit ausreichender Wiederverwertung der tierischen Ausscheidungen, wodurch der Trinkwasserschutz ebenfalls gefördert wird. Durch die Futterautonomie kann auch eine direkte Verbindung zwischen Produkt und Herkunft hergestellt werden. Die Verbindung von Futter und Milch einerseits und der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes andererseits wird seit einiger Zeit für die Käsefabrikation in den Alpen und für die regionale Produktion von Rohmilchkäse "**crus locaux**" aus dem Comté des Juraplatus unter Beweis gestellt (GRAPIN ET COULON, 1996). Es konnte auch bewiesen werden, dass sich mehrfach ungesättigte Fettsäuren der Weidemilch, von denen der Silagemilch durch den höheren Gehalt an Omega 3 und C.L.A unterscheiden. Dieser Unterschied hat einen positiven Einfluss auf die Reduzierung von Herzgefäßkrankheiten. Somit werden durch die Weidehaltung tierische Fette, welche eine positive Auswirkung auf die menschliche Gesundheit haben, produziert, während die medizinische Diskussion noch immer über die negativen Effekte diskutieren.

3. Umwelt und Wasser besser schützen

Das Dauergrünland hat unumstrittene Vorteile gegenüber einjährigen Ackerkulturen unter anderem der Maissilage. Durch die dauerhafte und dichte Bodenbedeckung wird:

- die Erosion und der Oberflächenabfluss reduziert
- der Nitratverlust im Spätherbst und Winter zu reduziert
- organische Substanz im Boden angereichert und Stickstoff konserviert
- der Pestizideinsatz reduziert

Der Weideanteil eines Betriebes oder einer Region ist demzufolge ein wichtiger Umweltindikator dem auch weiterhin Beachtung geschenkt werden muss.

Das intensiv gedüngte und beweidete Grünland stellt jedoch, vor allem durch die Nitratauswaschung im Spätherbst, nach wie vor einen Risikofaktor dar.

Mehrere Autoren haben gezeigt dass eine Düngung von mehr als 200 bis 250 kg/ha Stickstoff auf einer Weide ein grösseres Risiko darstellt als eine doppelt so hohe Düngung auf einer Schnittfläche.

SIMON ET AL. (1996) und LE GALL ET AL. (1999) haben bewiesen dass bei über 500 GVE Weidetagen pro Hektar das Risiko des Nitrataustrags sehr schnell steigt.

Dieser Richtwert muss abhängig von Entwässerungsmassnahmen, von der Verteilung der Düngung (die Frühjahrsgaben sind besser), vom Wechsel zwischen Beweidung und Mahd, sowie von der Dauer und dem Zeitraum der Beweidung, angepaßt werden. Somit wirkt die Verlängerung der Weidedauer im Herbst oder Anfang Winter, um die Winterfütterungszeit zu verkürzen, negativ auf das Trinkwasser, dies sogar bei begrenzter Besatzdichte.

4. Die Biodiversität beibehalten und die Landschaft unterhalten

Das Ziel der Futterautonomie fördert die Erhaltung der gesamten Flächen, auch die Beweidung von Hängen und Extensivgrünland. Oftmals kann hierfür auch auf staatliche Beihilfen zurückgegriffen werden, die zum Erhalt der Landschaft und Biodiversität beitragen (1257/99 oder nationale Förderprogramme).

Das Dauergrünland ist ein Hauptelement der Biodiversität. In der Pflanzenzusammensetzung spiegelt sich oftmals die langwierige Anpassung an Umwelt, Standort und wechselnde Bewirtschaftungsmassnahmen wider, wobei hier die Beweidung zwar die am meisten verbreitete aber auch gleichzeitig die vielseitigste Bewirtschaftungsform darstellt. Wiese und Weide sind ein vielseitiges Gespann, welches sehr vorteilhaft für die Biodiversität ist. Dies schließt mehrjährige Feldfutterflächen nicht aus, unterstreicht jedoch daß Ansaatwiesen mit nur einer Art, und dies wurde lange Zeit in Frankreich praktiziert, überlebt sind, ein Grossteil der neu eingesäten Grünlandflächen sind bereits artenreichere Mischungen.

Biodiversität bedeutet jedoch nicht Biodiversität der einzelnen Parzelle, sondern muss auch übergeordnet betrachtet werden. Sehr oft ist die Landschaft als Maßstab maßgebend. Der insgesamt betroffene Lebensraum muss in Betracht gezogen werden und nicht nur eine Ansammlung landwirtschaftlicher oder forstwirtschaftlicher Parzellen welche die Landschaft ausmachen: Wege, Hecken, Bäche, Feldraine, und Baumgruppen werden zu wichtigen Elementen für den Kreislauf von Flora und Fauna welche letztendlich die Biodiversität ausmachen (BUREL UND BAUDRY, 1999; BAUDRY UND BUREL, 2000). Eine derartige Biodiversität kann nur in einer abwechslungsreichen, mit Hecken durchzogenen Weidelandschaft fortbestehen.

5. Den Tierschutz fördern

Für unsere zunehmend urbanisierte Gesellschaft stellt die Weidehaltung offensichtlich die natürlichste Fütterungs- und Zuchtmethod für den Wiederkäuer dar und somit auch jene welche dem Tierschutz am meisten entspricht.

Der Weidegang während mehrerer Monate im Jahr ist übrigens in vielen Ländern Teil des Lastenheftes für die ökologische Milchproduktion. Ähnliche Anforderungen werden auch auf vielen konventionellen Betrieben in den Niederlanden gestellt, hier soll die Weide ein Bestandteil der Fütterung bleiben.

Die Fütterungssysteme in der Milchproduktion haben sich jedoch in den meisten Ländern Kontinentaleuropas entgegengesetzt entwickelt. Auch wenn Milchviehbetriebe nicht unbedingt die Zielscheibe der Tierschutzorganisationen sind, kann diese "neue Nachfrage" der Gesellschaft sich objektiv und positiv auf Weidehaltungssysteme auswirken.

Jedoch kann die Weidehaltung, obschon *a priori* positiv zu beurteilen, auch Stress bedeuten, wenn z.B. kein Schutz vor der Sonne oder der feuchten Kälte vorhanden ist, insbesondere für junge Tiere.

Es ist jedoch nicht schwer zu erkennen, dass die Vorteile gegenüber den Nachteilen überwiegen, insbesondere für eine lange Weidedauer, wenn nur einige Regeln der guten fachlichen Praxis eingehalten werden, die sowohl den Tierkomfort als auch die Nachhaltigkeit für Weiden und Umwelt berücksichtigen.

Zusammenfassend für diesen dritten Teil scheint die Weidehaltung in den Augen des Verbrauchers die natürlichste Zucht- und Fütterungsmethode zu sein, vor allem deshalb, weil durch das Bild der Weide die Erwartungen in Bezug auf Produktqualität, Umwelt, Landschaftspflege und Tierschutz in Übereinstimmung gebracht werden.

Schlussfolgerung und Perspektiven

1. Anfang des 21. Jahrhunderts bleibt die Weidehaltung eine rentable Wahl

Für **Mutterkuh- und Schafshaltungssysteme** wird die Weidehaltung weiterhin in welcher Gegend auch immer überwiegen, vor allem um die Kosten zu reduzieren.

Für die Milchviehhaltung ist die Entwicklung zu einer Milchproduktion "**aus dem Trog**", begünstigt durch die Zunahme der Maissilage der gemischten Vollration und des Melkroboters, gravierend,

so dass die Reduzierung des Weidelandes mit der Verbesserung der Milchleistung und der Vergrößerung Milchviehherden unabwendbar scheint. Obschon heute in Europa der grösste Teil der Milch mit gelagertem Futter hergestellt wird (im Gegensatz zu Neuseeland und Irland) stellt man seit einigen Jahren in vielen Ländern die Wiederkehr zur Beweidung oder zu mehr Beweidung fest, dies in Frankreich, in England, aber auch in den Nordoststaaten der Vereinigten Staaten und dies sogar bei Herden mit mehreren Hundert Kühen.

Im Wisconsin, dem ersten Milchstaat des Dairy Belt, wurde die Weidehaltung der Milchkühe in den 70er Jahren komplett zu Gunsten der Ganzjahresstallhaltung und einer automatisierten Fütterung mit Maissilage und Luzerneheu Hochsilos aufgegeben. Seit Anfang 1990, hat sich eine deutliche Rückkehr zur Weidehaltung entwickelt. Dieses betrifft mehr als 20 % der Betriebe, welche alle, auf günstigere, weniger arbeitsaufwendigere und umweltfreundlichere Systeme zurückzugreifen möchten. Diese Bewegung der *jungen Weidehalter* scheint sich auch in den anderen Staaten der Region um die grossen Seen zu entwickeln und scheint eine Form des Widerstandes gegenüber den riesigen "Milch feed lots" Westamerikas zu sein. Diese Erfahrung verdient Beachtung da sie sich, was das Klima angeht, welches sehr kontinental mit einem sehr kurzen Frühjahr ist, in einem für die Weidehaltung wenig günstigen Umfeld abspielt, mit einer Agrarnahrungsmittelindustrie welche wenig auf die Produktionsbedingungen achtet und einer Entwicklung in der Forschung, die seit 30 Jahren stagniert, als die grossen Zuchtbetriebe abgewandert sind.

2. Die Erwartungen der europäischen Gesellschaft dürften eine Entwicklung zu Gunsten des Weidelandes unterstützen

Die Lebensmittelsicherheit von Produkten tierischer Herkunft ist eine der vorrangigen Anforderungen der Verbraucher geworden; in den meisten Produktionszweigen scheint dieses bereits Standard zu sein. Die Anforderungen weiten sich immer öfters auf die Qualität der Lebensmittel, auf ihre Echtheit, ihren Nährwert und ihre Produktionsbedingungen. Tierschutz und Umweltschutz, vor allem Wasserschutz, werden immer öfters mit dem Image von Produkten mit neuen Anforderungen und neuen Garantien verbunden. Diese Erwartungen äussern sich nicht mehr nur im Hinblick auf die Produkte, sondern auch durch die Herstellungsweise, das heisst durch die Gewohnheiten und Erfahrungen der Tierhalter; die Politik sowie die Kontrakte und Lastenhefte betreffen also mehr und mehr die Produktionsprozesse und nicht nur die Bewirtschaftungsstrukturen oder die Produkte. Entsprechend diesen Anforderungen scheint die Weidehaltung die ideale Fütterungsmethode um den Verbraucher zu beruhigen. Rechnet man die positive Auswirkung auf die Landschaft und die Biodiversität hinzu, so werden die Argumente für den Beibehalt oder die Ausdehnung der Weidehaltung immer überzeugender.

Diese neuen Erwartungen der Gesellschaft Westeuropas, welche eine grosse Kaufkraft besitzt, müssen jedoch auf einem ausgeglichenen Abkommen beruhen. Die mit der neuen Gesetzgebung und den Lastenheften verbundene Einschränkungen müssen sich sowohl durch einen Mehrpreis als auch beim Kauf von Seiten des Verbrauchers durch einen Vorzug gegenüber Produkten des Weltmarktes ohne Herkunftsgarantie äussern. Ein Weideland-Label könnte ein erster Schritt in diese Richtung sein.

3. Neue Wege der Forschung und Entwicklung

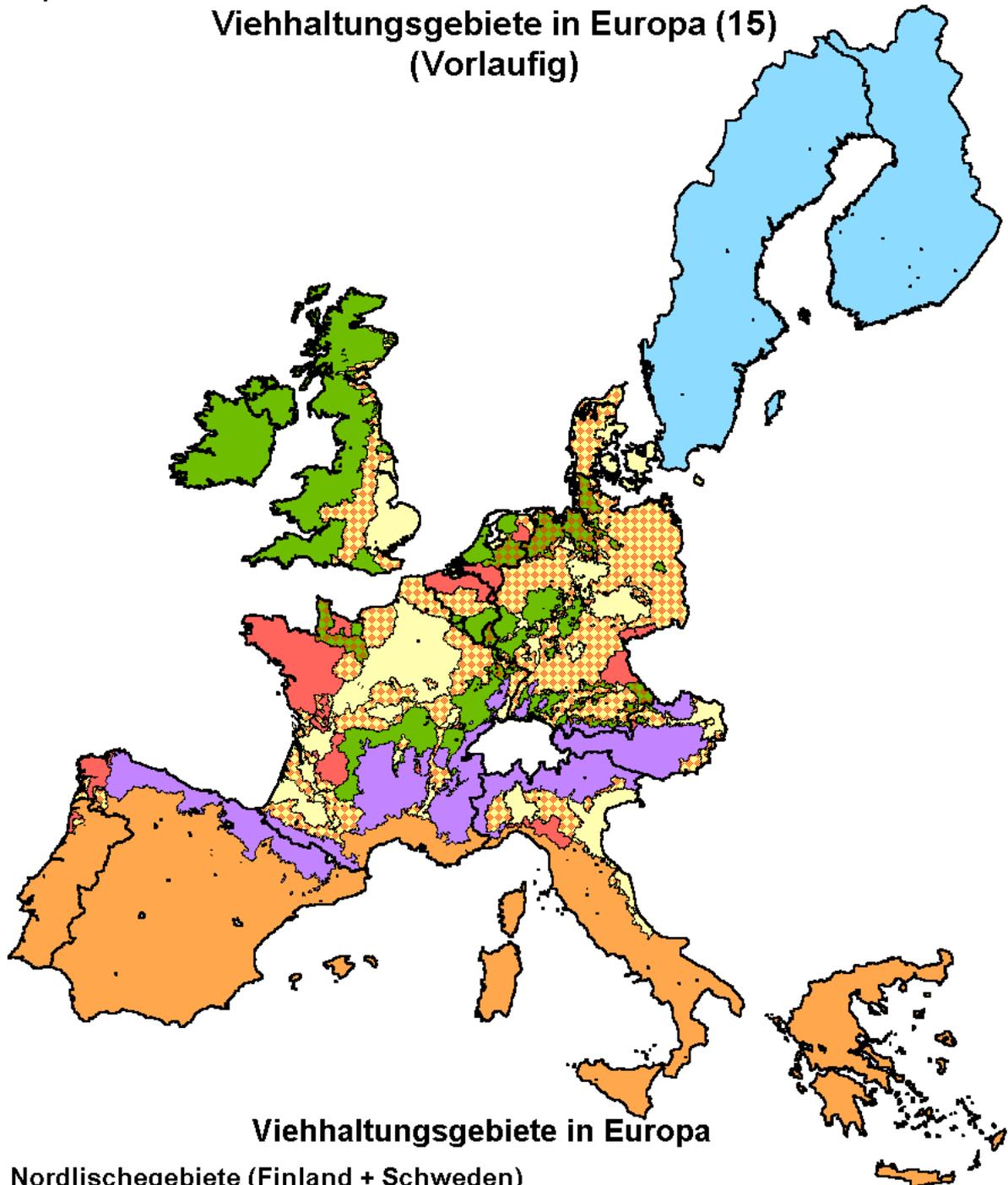
Die Unterstützung der Tierhalter, die Entwicklung von Instrumenten zur Entscheidungshilfe, von der Vorhersage der Weidekampagne bis hin zur Weideführung, stellen immer noch ein grosses Arbeitsgebiet dar. Die Weidehaltung bleibt nach wie vor eine Kunst, die eine lange Erfahrung benötigt und sich nicht mit ein Paar einfachen Regeln entschlüsseln lässt. Und wie bei allen Künsten sind die richtigen Künstler, also die guten Weidehalter, selten. Ebenso wie die guten Berater auf diesem Gebiet. Ausserdem müssen Überlegungen bei der Wahl der Rinderrassen und Haltungsmethoden, die für die verschiedenartigen Weidegebiete am besten geeignet sind, angestellt werden.

Für die Forscher, Techniker und Praktiker gilt also nicht nur einige zusätzlichen "Faktoren" hinzuzufügen, sondern grundsätzlich die Haltungsform, die Wahl des genetischen (tierischen und pflanzlichen) Materials, die Stellung der Weideressourcen in den Fütterungssystemen, die Tierhaltungstechniken, die ökonomische Gesichtspunkte zu überarbeiten. Dies muss in einem offenen Kontext geschehen in welchem zahlreiche Akteure, auch Nichtlandwirtschaftliche Gruppen (Verbraucher, Naturschützer, lokale Volksgruppen, usw.) ein Mitspracherecht haben. Die Auffassung und die Praxis unserer jeweiligen Berufe als Forscher, Berater und Landwirt wird dadurch grundsätzlich verändert, und dies ist eine grosse Herausforderung!

Bibliographie

- Brunschwig Ph., Véron J., Perrot, Ch., Faverdin P., Delaby L., Seegers H., 2001. Etude technique et économique de Systèmes laitiers herbagers en Pays de la Loire. Renc. Rech. Ruminants 8, 237-243.
- Chatelier V., 2003. Les exploitations laitières de l'Union européenne. Eléments de comparaison entre Bassins de production. Dossier Economie de l'Elevage N° 328.
- Hemme T., 2003. Evolution in Dairy Farming IDF Bruges, sept. 2003.
- Institut de l'Elevage, 2001. Le marché mondial des produits laitiers. Dossier Economie de l'Elevage N° 301.
- Institut de l'Elevage, 2001. La filière laitière en Italie : entre protection et libéralisme. Dossier Economie de l'Elevage N° 302.
- Institut de l'Elevage, 2001. La filière laitière en Espagne: un développement sans garde-fous. Dossier de l'Elevage N° 304.
- Institut de l'Elevage, 2002. L'élevage bovin, ovin et caprin : Lait et Viande au recensement agricole de 2000. Dossier Economie de l'Elevage N° 318.
- Institut de l'Elevage, 2002. Le lait au Danemark : la restructuration jusqu'où ? Dossier Economie de l'Elevage N° 314.
- Institut de l'Elevage, 2002. La filière laitière en Pologne : gérer la reprise. Dossier de l'Economie de l'Elevage N° 316b.
- Institut de l'Elevage, 2003. La filière laitière en Allemagne : une évolution préoccupante. Dossier de l'Elevage N° 326.
- Pflimlin A., Hubert B, Leaver D., 2001. Pâturage : importance actuelle et nouveaux enjeux. Fourrages 166, 117-135.
- Pflimlin A., Kempf M., 2002. Evolution de la filière laitière Bio dans quelques pays d'Europe. Renc. Rech. Ruminants, 9, 215-218.
- Pflimlin A., Perrot Ch., Parguel P., 2003. Evolution of dairy systems in Europe and prospects for quality dairy products in proceeding of the 6th international livestock farming system symposium. Benevento- It. 2003.
- Pflimlin A., Todorov N.A. 2003. Trends in European forage systems for milk and meat production : facts and new concerns EGF Vol. 8. Grassland Science in Europe. Pleven Bulgarie mai 2003.
- Portier B., Brocard V., Le Mens D., Lopez C., 2003. Effet du niveau de complémentation sur les performances et le coût alimentaire des vaches laitières. Renc. Rech. Ruminants 10, 361-367.

Viehhaltungsgebiete in Europa (15) (Vorläufig)

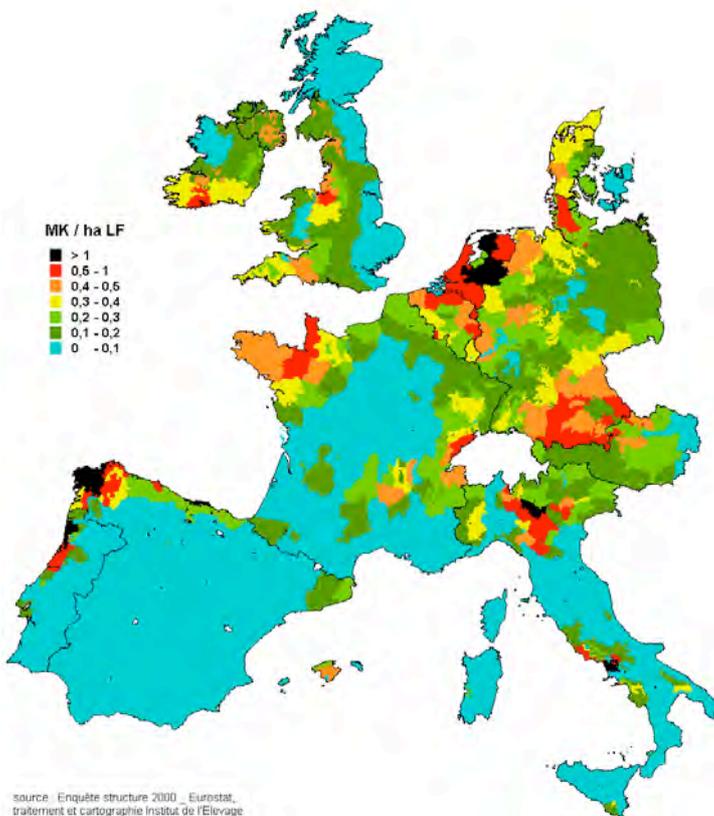


Viehhaltungsgebiete in Europa

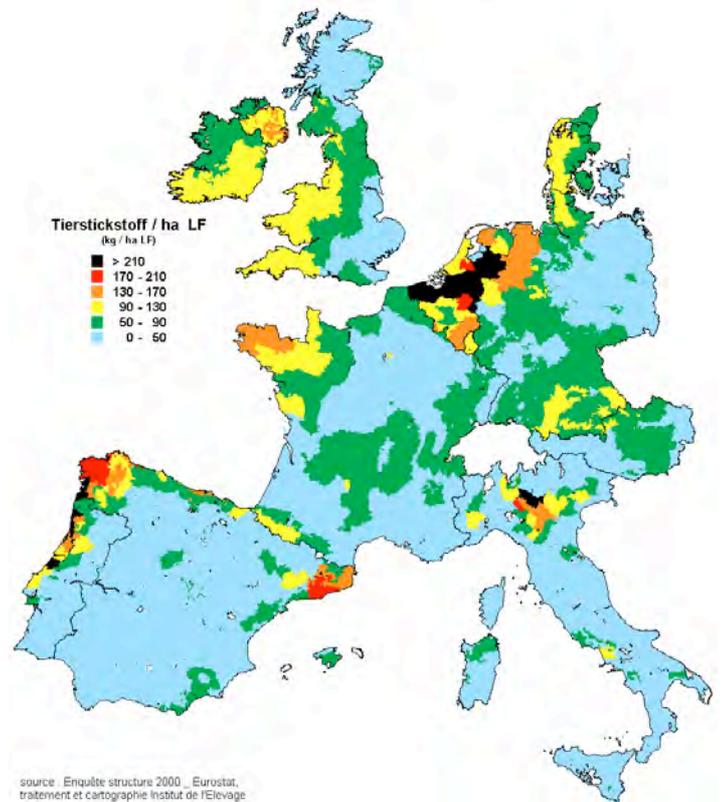
- Nordliche Gebiete (Finland + Schweden)
- Ackerlandgebiete [1] : HFFL/LF < 20%
- Grünlandgebiete [1] : Dauergrünland/ LF >= 40% und Mais/HFFL < 10%
- Grünlandgebiete mit Mais [1] : Dauergrünland/ LF >= 40% und Mais/HFFL > 10%
- Futterbauggebiete [1] : (Übrige Gebiete mit Kurzzeitlischewiesen und Mais)
- Gemisch Ackerland und Viehhaltung [1] : 20 < HFFI/LF < 50%
- Bergengebiete (Europäische Kommissionsbestimmung)
- Mittelmeergebiete (Biogeographical Regions - E.E.A., 2001)

[1] Quelle : Nach Eurostat – Strukturerzensus 2000,
Verarbeitung von Institut de l'Elevage 2004

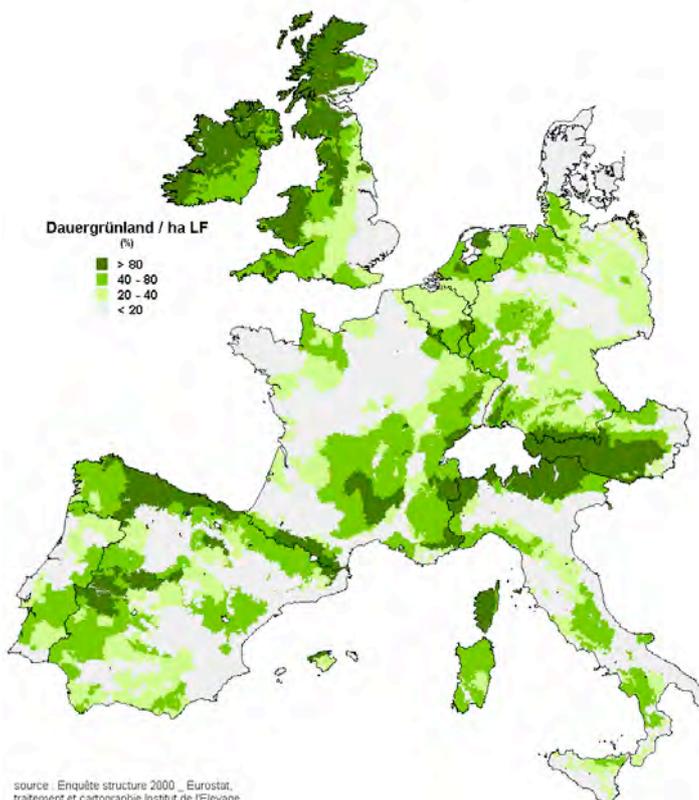
Milchkühe / ha LF



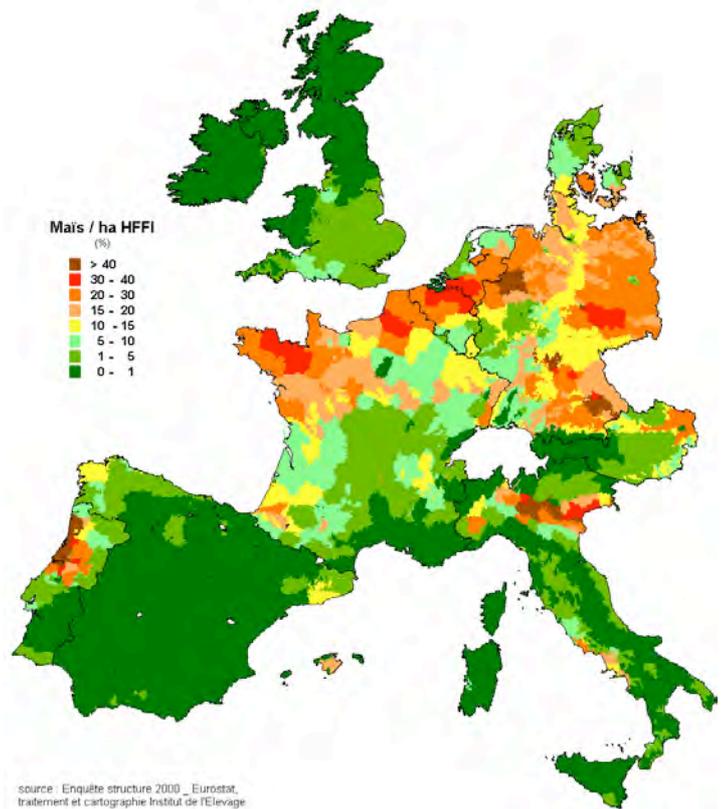
Tierstickstoff / ha LF



Dauergrünland / ha LF



% Mais / ha HFFI



Zeit-Raum Dynamik des Futterangebotes auf extensiver Standweide

N. Sahin, K-U. Röver, M. Hofmann, J. Isselstein

1. Einleitung

Vielgestaltigkeit und Artenreichtum des Grünlandes gelten heute in Mitteleuropa als in hohem Maße gefährdet. In den letzten Jahren gewinnt das Ziel die Diversität von Pflanzen- und Tierarten des Grünlandes durch geeignete Bewirtschaftung zu fördern zunehmend an Bedeutung. Extensive Beweidung gilt dabei als eine Erfolg versprechende Möglichkeit agronomische und ökologische Ziele in Einklang zu bringen (ROOK et al.2004).

In der vorliegenden Studie sollte auf einer extensiven Standweide mit Rindern (1) die räumliche Verteilung von Futterangebot und dominierenden Arten sowie (2) deren zeitliche Dynamik dokumentiert werden. Weiterhin wurde geprüft, (3) welchen Einfluß die Beweidungsintensität/Besatzstärke auf die genannten Zielgrößen ausübt.

2. Material und Methoden

Im Rahmen des EU-Projektes 'FORBIOBEN' wurde ein mehrjähriger Weideversuch mit wachsenden Ochsen durchgeführt. Die Versuchsfläche wird als Standweide mit niedrigem (=extensive Variante, Zielnarbenhöhe 12 cm) und hohem (=intensive Variante, Zielnarbenhöhe 6 cm) Tierbesatz genutzt. In 2003 wurden von Mai bis Oktober monatlich in jeder Parzelle 50 m- Dauertransekte im Abstand von 1 m beprobt. An jedem Beprobungspunkt wurde die komprimierte Narbenhöhe (compressed sward height, CSH) mit dem sogenannten Disc-Meter (CASTLE, 1976) gemessen und der Mengenanteil der Hauptbestandbildner in % Biomasse geschätzt.

Der Zusammenhang zwischen Narbenhöhe und Biomasse wurde mehrfach im Verlauf der Vegetationsperiode über Ertragsschnitte und lineare Regression geprüft, so dass allen Höhenmessungen die entsprechenden Biomassen zugeordnet werden konnten. Wegen extremer Trockenheit war die eindeutige Identifikation der Hauptbestandbildner nur bis Juli 2003 möglich.

3. Ergebnisse und Diskussion

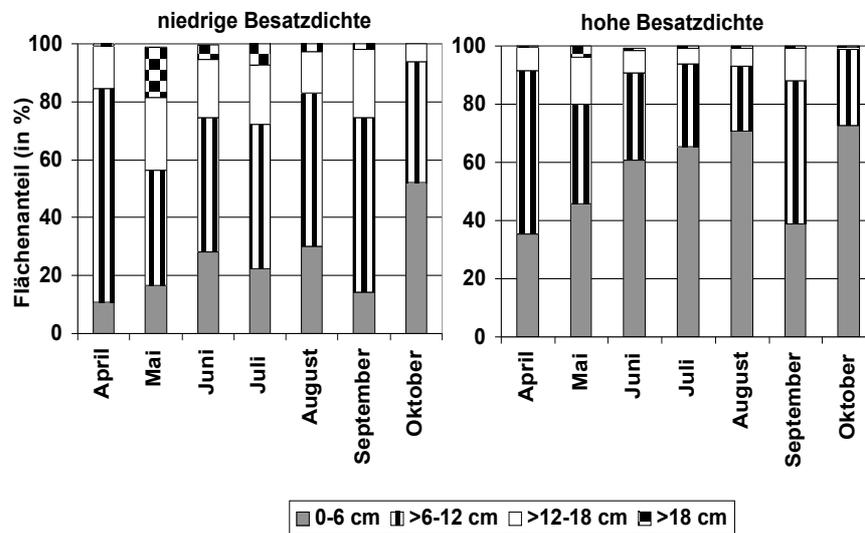
Abbildung 1 zeigt für die Standweiden mit niedrigem und hohem Tierbesatz jeweils die Flächenanteile verschiedener Narbenhöhenklassen im Verlauf der Weidesaison. In der Variante mit niedriger Besatzdichte wiesen Narbenhöhen von >6-12 cm den größten Flächenanteil auf. Lediglich im Oktober, als die mittlere Narbenhöhe deutlich unter der Zielnarbenhöhe lag, war auf knapp 50 % der Fläche die Narbenhöhe im Bereich 0 bis 6 cm. Bei der hohen Besatzdichte nahm der Flächenanteil sehr kurzer Narbenbereiche (0-6 cm) von knapp 40 % zu Weidebeginn bis auf über 60 % im Sommer kontinuierlich zu. In der Variante mit hohem Tierbesatz wiesen nur geringe Flächenanteile Höhen von >12-18 cm auf und überständige Bereiche mit Narbenhöhen >18 cm gab es kaum. Die Flächenausweitung der kurzrasigen Bereiche in der Variante mit hohem Tierbesatz ging vor allem auf Kosten der nächsthöheren Höhenklasse. Offenbar dehnen die Rinder mit nachlassender Narbenproduktivität im Verlauf des Sommer und somit geringerem Futterangebot in den niedrigwüchsigen Bereichen die Beweidung zunächst auf mittlere Narbenhöhen aus, bevor auch überständige Bereiche in die Beweidung einbezogen werden.

Abbildung 2 zeigt für jeden Messtermin das Futterangebot in der Variante mit niedrigem und hohem Tierbesatz sowie die Verteilung des Gesamt-Futterangebotes auf Narbenbereiche mit verschiedenen Höhenklassen. Das Futterangebot in der Variante mit niedrigem Tierbesatz nahm von 2300 kg TS ha⁻¹ im Frühjahr bis 3300 TS ha⁻¹ im Sommer kontinuierlich zu, danach wieder ab bis auf 1800 kg TS ha⁻¹ im Herbst. Bei der niedrigen Besatzdichte trug der Narbenhöhenbereich bis 6 cm kaum zum Futterangebot bei; der weitaus größte Anteil des Futterangebotes befand sich im Narbenbereich >6-12 cm Höhe. Das Futterangebot in der Variante mit hohem Tierbesatz lag im Frühsommer bei über 2000 kg TS ha⁻¹ und nahm zum Herbst hin kontinuierlich ab. In dieser Variante war der Anteil des Futterangebotes in Narbenbereichen mit bis zu 6 cm Höhe erheblich; im Sommer befand sich knapp die Hälfte

des Gesamt-Futterangebots in dieser Höhenklasse. Diese stark verbissenen Bereiche bieten dem Weidetier zwar qualitativ hochwertiges Futter, jedoch ist die Futteraufnahme je Biss und Zeit begrenzt. Um den täglichen Energiebedarf in einer wenig variablen Grasezeit zu decken, sind die Tiere gezwungen, auch höhere Narbenbereiche in die Beweidung einzubeziehen.

Abbildung 3 zeigt das Futter-Angebot der sechs mengenmäßig bedeutsamsten Hauptbestandsbildner. In der Variante mit niedrigem Tierbesatz war bereits im Frühjahr das Biomasse-Angebot der Obergräser (*Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*) und von *Festuca rubra* wesentlich höher als in der Variante mit niedrigem Tierbesatz; dieser Effekt verstärkte sich kontinuierlich bis zum Sommer. Bei hoher Besatzdichte war *Lolium perenne* mengenmäßig am stärksten vertreten.

Abbildung 1: Flächenanteil (in %) von Narbenhöhenklassen



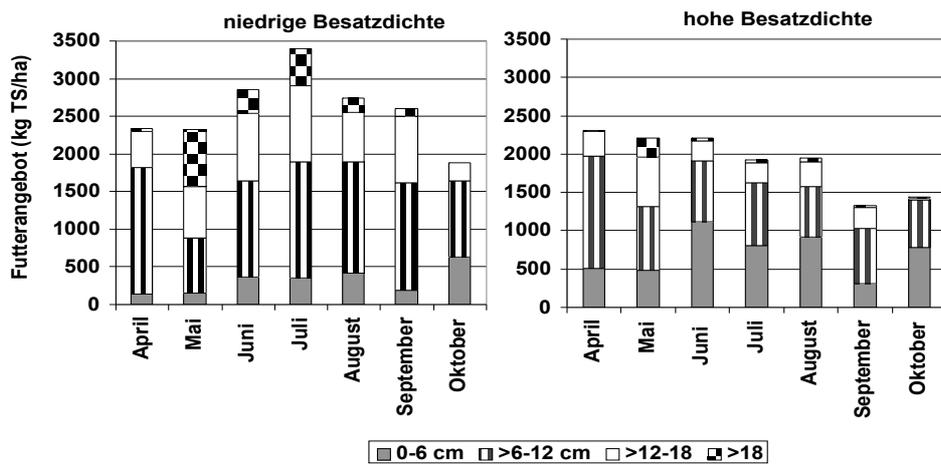


Abbildung 2: Verteilung des Gesamt-Futterangebotes auf Narbenbereiche mit verschiedenen Höhenklassen

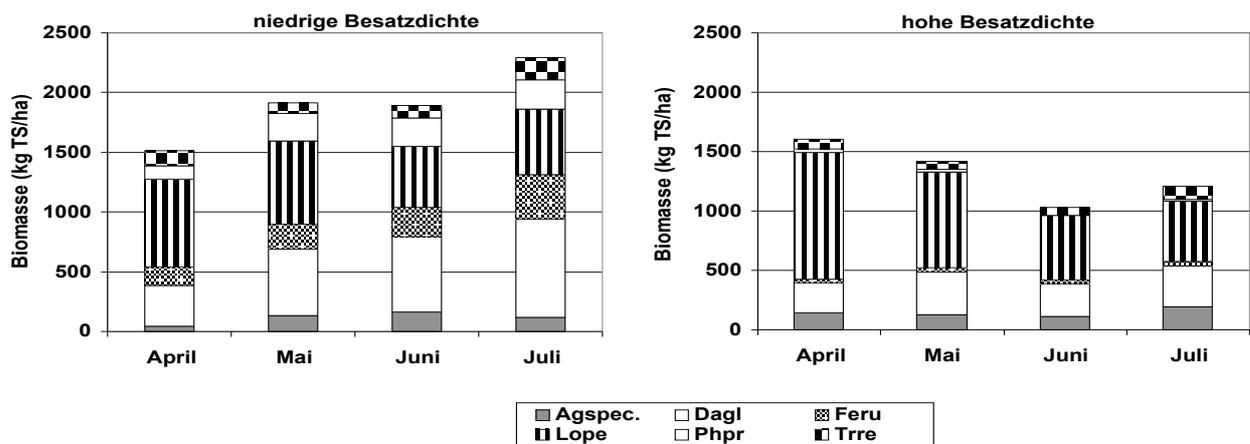


Abbildung 3: Biomasse der Hauptbestandbildner bei niedriger und hoher Besatzdichte

Tabelle 1 zeigt die Aufteilung des Gesamt-Futterangebotes der mengenmäßig bedeutsamsten Hauptbestandbildner (vgl. Abbildung 3) auf Narbenbereiche mit verschiedenen Höhenklassen. *Lolium perenne* wies in kurzrasigen Bereichen (bis 6 cm) signifikant geringere Biomasse in der niedrigen Besatzdichte auf als in der hohen Besatzdichte, dagegen war in Bereichen mit Narbenhöhen über 6 cm das Futterangebot dieser Art in beiden Varianten ähnlich. *Dactylis glomerata* war mit Ausnahme der kurzrasigen Bereiche in der niedrigen Besatzdichte der mengenmäßig bedeutsamste Hauptbestandbildner und hatte in dieser Variante signifikant höhere Biomasse als in der hohen Besatzdichte. Bei *Festuca rubra* und *Phleum pratense* hatte die Variante einen noch stärker signifikanten, aber gleichgerichteten Einfluß auf die Biomasse.

Tabelle 1: Verteilung des Futterangebotes (in kg TS ha⁻¹) der Hauptbestandbildner auf Narbenbereiche mit verschiedenen Höhenklassen im Juni 2003

Var	Höhe	Agspec.	Dagl	Feru	Lope	Phpr	Trre
niedr.	0-6	7	21	5	174	9	53
	>6-12	83	271	127	253	71	41
	>12-18	91	308	138	104	88	6
	>18	2	147	9	25	152	9
hoch	0-6	30	72	2	240	1	43
	>6-12	60	102	21	238	0	20
	>12-18	36	73	4	102	0	5
	>18	23	108	0	55	0	0
ANOVA							
Höhe (H)		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Var (V)		ns	0.001	<0.001	ns	<0.001	ns
H x V		ns	0.001	0.006	0.008	<0.001	ns

^{#1} Höhe=Narbenhöhenklasse, ^{#2} Var=Variante: niedr=niedriger Tierbesatz, hoch=hoher Tierbesatz,

^{#3} Agspec=*Agrostis stolonifera* + *A. capillaris* + *A. gigantea*, Dagl=*Dactylis glomerata*, Feru=*Festuca rubra*, Lope=*Lolium perenne*, Phpr=*Phleum pratense*, Trre=*Trifolium repens*;

[§]Varianzanalyse nach Wurzeltransformation

P. pratense war mengenmäßig am stärksten in der höchsten Narbenhöhenklasse (>18 cm) vertreten, wogegen *F. rubra* in dieser Höhenklasse kaum vorkam. *Agrostis spec.* war sowohl in den kurzrasigen als auch in den sehr hohen Narbenbereichen geringer vertreten als in den mittelhohen Narbenbereichen. *Trifolium repens* kam hauptsächlich in den Narbenhöhenbereichen bis 12 cm vor, in höheren Bereichen mit nur geringer Biomasse. Somit unterscheidet sich in den Bereichen bis einschließlich 12 cm das Futterangebot in seiner mengenmäßigen Zusammensetzung nicht wesentlich zwischen den Varianten mit niedrigem und hohem Tierbesatz. Werden von den Weidetiere jedoch auch höherwüchsige Bereiche in die Futterselektion miteinbezogen, so ist deren Zusammensetzung deutlich unterschiedlich mit einer Dominanz von Obergräsern in der niedrigen Besatzdichte, wogegen in der hohen Besatzdichte *Lolium perenne* vorherrscht.

4. Schlussfolgerungen

Die Untersuchung hat gezeigt, dass extensive Weidesysteme durch eine erhebliche zeitliche und räumliche Variabilität der Struktur der Grasnarbe und des Futterangebots gekennzeichnet sind. Die Erfassung dieser Variabilität ist die Voraussetzung dafür, dass die Weideleistung und die Produktivität der Grasnarbe analysiert und erklärt werden können. In weiteren Untersuchungen soll die Variabilität der Qualität des angebotenen Futters und die Futteraufnahme einbezogen werden.

5. Literatur

CASTLE, M.E., 1976: A simple disc instrument for estimating herbage yield. Journal of the British Society 31, 37-40.

ROOK, A.J., Dumont, B., Isselstein, J., Osoro, K., WallisDeVries, M.F., Parente, G., Mills, J., 2004: Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. Biological Conservation 119, 137-150.

Artenvielfalt der Fauna auf extensiver Standweide

Sayer, M.*, Röver, K.-U., Isselstein, J.

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, *Institut für Zoologie, Anthropologie & Entwicklungsbiologie, Abt. Ökologie

Universität Göttingen

1. Einleitung

Mitteleuropäische Grasländer sind artenreiche Ökosysteme und Lebensraum für eine Vielzahl von Tieren unterschiedlichster Größe, Lebensweise und taxonomischer Zugehörigkeit (CURRY 1994). Die resultierende Biodiversität steht in engem Zusammenhang mit Modus und Intensität der Bewirtschaftung durch den Menschen, wobei intensive Beweidung in aller Regel mit einer Verarmung der Fauna verbunden ist (KRUESS & TSCHARNTKE, 2002).

Im Rahmen eines Feldversuchs (ROOK et al., 2004) sollen u.a. Zustand und Entwicklung der Wirbellosenfauna dokumentiert und mögliche Veränderungen im Zusammenhang mit dem Beweidungsregime ermittelt werden. Als exemplarische Zielgruppen wurden Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera), Heuschrecken (Saltatoria) und am Boden lebende Spinnentiere und Insekten, insbesondere Laufkäfer (Carabidae), ausgewählt. Alle sind in unterschiedlichem Ausmaß direkt oder indirekt vom Zustand der Vegetation abhängig (Stichworte: Nährpflanzen, Schutz) oder stellen Ansprüche an Boden und Pflanzendecke (Stichworte: Mikroklima, Deckungsgrad, mechanische Störung der Grasnarbe).

Ein Monitoring dieser Zielgruppen erfordert einen jeweils eigenen methodischen Zugang in Form eines Erfassungsprogramms. Diese bestehen hier in (a) systematischen Beobachtungen (transect-counts) von Schmetterlingen, in (b) schematisierten Kescherfängen von Heuschrecken und (c) dem Fallenfang von Wirbellosen an der Bodenoberfläche. Alle drei Ansätze liefern halbquantitative Daten zu Arten- und Individuenzahlen von Populationen und Gemeinschaften, die beträchtlicher interannueller und saisonaler Variation unterliegen können. Es gilt also, Präsenz von Arten zu dokumentieren, relative Häufigkeiten zu bestimmen und numerische Reaktionen von Populationen zu ermitteln und zu werten. Exemplarisch werden Ergebnisse dieser Vorgehensweise vorgestellt.

2. Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet liegt am Nordostrand des Solling (O: 9°42'17", N: 51°47'00") in 180-220m NN und ist überwiegend südwestlich exponiert. Das Dauergrünland ist zur Hälfte von Buchenwald, zur Hälfte von Grünland umgeben und hat eine Gesamtgröße von etwa 16 ha. Auf dieser langjährig ungedüngten und als Standweide genutzten Fläche wurde im Frühjahr 2002 ein Weideversuch mit Ochsen (Standweide) in drei Varianten bei drei Wiederholungen (Blöcken) angelegt (Parzellengröße ein ha):

1. Fleckvieh/intensiv (FV int): Rinderrasse Fleckvieh 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): Rasse Fleckvieh, 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): extensive Beweidung durch die mittelgroße Rinderrasse Deutsch Angus bei einer Zielnarbenhöhe von 12 cm. Es soll geprüft werden, ob mit einer besser an den Standort angepassten Rinderrasse sowohl der agronomische Nutzen als auch das Ziel erhöhter Biodiversität eher erreicht werden kann.

Die Beweidung erfolgte vom 16.05.-26.09.2002 und vom 24.04.-14.10.2003. Wegen der Trockenheit im Verlaufe der zweiten Vegetationsperiode mussten die Ochsen die Parzellen vom 08.07.-29.09.2003 verlassen.

Bei unterschiedlichem Zuschnitt der Parzellen sind jeweils drei 50m lange Transekte so ausgepflockt, dass maximale Abstände untereinander und zu den Parzellengrenzen (Zäune) gewahrt bleiben.

Für die Schmetterlingszählungen wurde zu fünf (2002) und neun (2003) Terminen zwischen Mai und September bei langsamem Fortschreiten ein imaginärer Kubus von 2.5m beiderseits

* 2m Höhe * 50m Transektlänge inspiziert und jeder gesichtete Falter notiert. Im Einzelfall waren Tiere zwecks Ansprache zu fangen oder genau zu untersuchen, ansonsten wurden für ein Transekt 2-4 Minuten benötigt. Von wechselnden Startpunkten aus erfolgte so die sukzessive Begehung aller Transekte (1.35km Gesamtstrecke).

Ebenfalls längs der Transekte wurden mit einem langstieligen 'Demelt-Kescher' zu jeweils vier Terminen pro Jahr Heuschrecken gefangen. Ein solcher Census bestand aus vier Einzelproben (à 8 Streifschlägen auf eine Länge von 12,5m) je Transekt und sukzessiver Abarbeitung sämtlicher 27 Strecken, ebenfalls von wechselnden Startpunkten aus. Alle gefangenen Heuschrecken wurden nach Art, Alter und Geschlecht handverlesen und vor Ort wieder freigesetzt. Der Zeitaufwand lag zwischen fünf und >20min je Transekt, zu den Zeitpunkten größter Aktivität musste der Census auf zwei Tage verteilt werden.

Längs der Transekte sind in 10m-Abständen je vier Bodenfallen-Halterungen dauerhaft eingegraben und durch Eisenbügel gegen Viehtritt geschützt. Für drei 14tägige Fangperioden im Mai, Juli und Sep/Okt wurden feste Deckel gegen offene Plastikbecher mit Fangflüssigkeit (Diethylenglykol, Essigsäure, Alkohol und Wasser (30:10:10:40)) getauscht. Der gesamte Fang wurde dann im Labor gereinigt, vorsortiert und in 70%igem Ethanol konserviert, später unter dem Binokular aussortiert, klassifiziert und bestimmt.

3. Ergebnisse

(a) Im Untersuchungsgebiet wurden bislang 21 Tagfalterarten in stark wechselnden Anteilen (gesamt und jährlich) angetroffen, bei den systematischen Erhebungen wurden in beiden Jahren >800 Falter gezählt. Während die meisten Arten als sporadische oder regelmäßige Besucher der Flächen einzuordnen sind, waren 64% resp. 56% aller Falter in beiden Jahren Ochsenaugen (*Maniola jurtina*). Diese Art ist flächenhaft präsent - zum Zeitpunkt maximaler Aktivität in 2002 und insgesamt in beiden Jahren waren 100% der Transekte 'besetzt' -, präferierte dabei aber einige Teilflächen und Versuchspartzen mehr oder weniger deutlich. Dem direkten Vergleich der Parzellenmuster aus den ersten beiden Jahren (Abb. 1) ist zu entnehmen, dass (1) in beiden Jahren ein gleichsinniger Gradient in der Aktivität vom tiefer gelegenen Bereich der Versuchsfläche (Block A) zum oberen Hang (Block C) vorlag, (2) in 2002 deutlich weniger Falter in der Beweidungsvariante FV int und überdurchschnittlich viele in der Variante DA ext angetroffen wurden, und (3) in 2003 eine insgesamt ausgeglichene Verteilung herrschte und ein Trend zu einer gegenläufigen Entwicklung bestand: die intensiv beweideten Parzellen zeigten übereinstimmende Zuwächse, in den Varianten DA ext flogen in allen drei Fällen relativ weniger Falter.

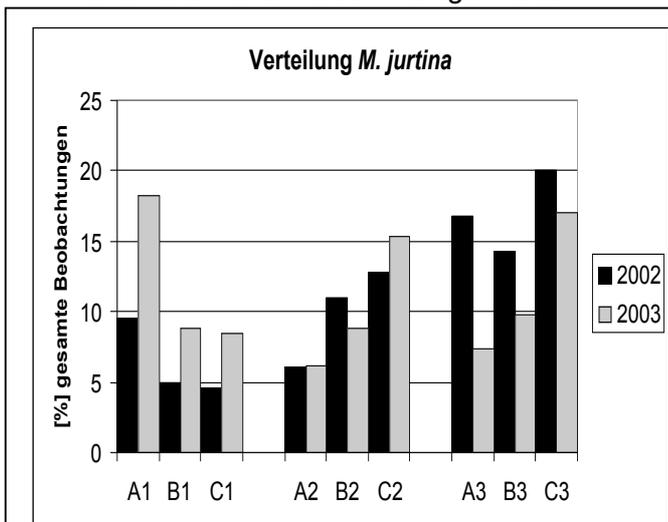


Abb. 1: Aktivität des dominanten Tagfalters im ersten und zweiten Versuchsjahr

Datengrundlage: Summen der Beobachtungen aus beiden Jahren nach je 5 Begehungen sämtlicher Transekte (3*50m pro Parzelle, N= 525 resp. 451). A,B,C: Blöcke, 1,2,3: FV int, FV ext, DA ext.

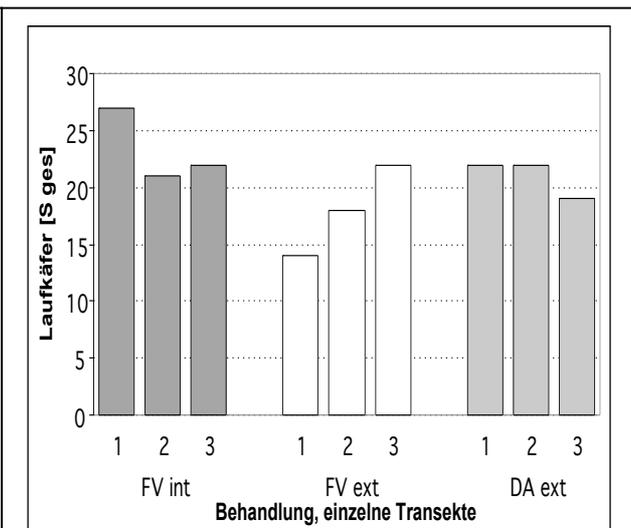


Abb. 2: Artenzahl der Laufkäfer im zweiten Versuchsjahr

Beweidungsvarianten vgl. Text, 1-3 Arbeitsnummer der – nicht einheitlich orientierten - Transekte. Summierte Artenzahlen aus 3 vierzehntägigen Fangperioden.

(b) Auf der Untersuchungsfläche leben mindestens elf Heuschreckenarten, drei davon in hoher Dichte bzw. großer Zahl. Typisch für die Tiergruppe fiel der Gesamt-Fangerfolg von acht Individuen/Probe (=12m Strecke) Anfang Juli auf 0.3 Mitte September. Die Auswertung der Fänge bedarf der Berücksichtigung populationsbiologischer Aspekte, so dass hier nur einige auffällige und qualitative Resultate genannt werden können. Die Langfühlerschrecke *Metrioptera roeseli* zeigte bereits im ersten Jahr mit 0.44-1.56 N/50m eine klare Präferenz für die Varianten FV ext und DA ext, die in 2003 (1.7-2.7 N/50m) bestätigt wurde. Auf den FV int-Parzellen waren maximal 0.1 (2003: 0.4) N/50m anzutreffen. In beiden Jahren gab es einen deutlichen Blockeffekt, der auf ausgeprägte Besiedlungsschwerpunkte im oberen Hang zurückgeht. Die Abundanz der Kurzfühlerschrecken betrug 2003 in der Variante FV int nur etwa ein Drittel des Wertes aus den anderen Parzellen (7.9 vs. 21.6-22.8 N/50m). Bei ihnen lässt sich belegen, dass die Einbußen bereits in der Verteilung der Jugendstadien sichtbar sind und damit im ersten Beweidungsjahr hervorgerufen wurden. Allerdings sind die Befunde für die dominierenden Arten *Chorthippus albomarginatus* und *C. montanus* nicht gleich. Die Fangzahlen des Letzteren waren im zweiten Jahr nur wenig höher (9-12 statt 5-8), während *C. albomarginatus* etwa dreifache Dichten erreichte (28-30 statt 7-11, jeweils durchschnittliche Fangzahlen / Transekt zum Termin maximaler Aktivität).

(c) Die Bodenfallen fingen in beiden Jahren gut übereinstimmende Anzahlen von Käfern (Coleoptera gesamt jeweils ~10000 Individuen). In den einzelnen taxonomischen Gruppen gab es aber erhebliche Unterschiede: bezogen auf 2002 wurden z.B. im Folgejahr fast 50% mehr Laufkäfer (Carabidae) gefangen. Bislang sind 46 Carabidenarten von der Versuchsfläche bekannt, von denen 34 in beiden Jahren auftraten. Die mittlere Artenzahl pro Parzelle (pro ha!) lag in beiden Jahren bei $S=14$. Flächendeckend und mit >100 Individuen gefangen wurden 11 Arten, weitere 11 blieben Einzelnachweise oder auf einzelne Transekte beschränkte Vorkommen. Für die übrigen Laufkäferarten ergaben sich sowohl ausgeprägte Verteilungsmuster als auch diffus verteilte Fänge. Unterschiede im Artenreichtum beruhen damit vor allem auf selteneren bzw. nur selten in Bodenfallen gefangenen Laufkäfern, welche sich nur schwer von Zufallsfunden trennen lassen.

In beiden Jahren sank die Artenzahl vom Frühjahr zum Herbst von $S>20$ auf $S<15$ und unter den Beweidungen FV int und DA ext kamen vier bis fünf Arten mehr vor als in den FV ext-Parzellen (Abb. 2). Die Variation innerhalb der Parzellen (also zwischen den Transekten) lag dabei allerdings in derselben Größenordnung wie die der Blöcke und Behandlungen.

Bei hoher Variation (z.B. dominante Arten *Carabus auratus* und *Nebria brevicollis* 0-180 resp. 0-250 N/Transekt in 2003) ergeben sich zwischen den Jahren hochsignifikante Korrelationen der Räumuster auf Artniveau. Für den Artenreichtum in dieser Tiergruppe sind diese schwach ausgeprägt ($rS=0.35$, $P=0.07$), bereinigt um Einzeltiere aber ebenfalls gegeben ($rS=0.47$, $P<0.02$).

4. Diskussion

(a) Zahlreiche Faktoren beeinflussen die Aktivität und den Fortpflanzungserfolg der Tagfalter und Beobachtungen der Imagines sind eine ausgesprochen fehlerträchtige Methode zur Bestandserfassung. Besonders attraktive Nektarquellen bewirken temporäre Aggregationen von Faltern, deren Verhalten dann Abundanzunterschiede vortäuscht. Andererseits sind alljährliche Bestandsschwankungen gerade bei den in der Kulturlandschaft häufigen Vertretern (z.B. den an Brennesseln lebenden Nymphaliden wie Kleiner Fuchs oder Tagpfauenauge) üblich. Je nach Witterung während der Raupenentwicklung und Zustand der Parasitoiden- und Räuberpopulationen können erste und zweite Generation besonders zahlreich ausfallen - wie es auch auf der Versuchsfläche in 2002 der Fall war (*Aglais urticae*, *Inachis io*: 4-15fache Anzahlen gegenüber 2003). Nach Langzeit-Monitoring-Programmen sind weit größere Schwankungen bekannt (z.B. SUTCLIFFE et al. 1996). Bei dieser Untersuchung spielen beide Phänomene eine Rolle: massierte Distelvorkommen z.B. auf der Parzelle A1 locken besonders viele Falter an und suggerieren Abundanzunterschiede (Abb. 1). Der sehr unterschiedliche Witterungsverlauf in den beiden Jahren hat zudem große Unterschiede bei den Anzahlen mehrerer Falterarten verursacht. Diese Umstände müssen berücksichtigt werden, wenn der Einfluss der Beweidung beurteilt werden soll.

Für das gegensätzliche Verteilungsmuster der dominierenden Art *M. jurtina*, die zur Eiablage kurzrasige Bereiche benötigt (EBERT, 1991), gibt es keine einfache Erklärung. Im trockenen Sommer 2003 könnten die früh großflächig abgegrasteten FV int-Parzellen das attraktivere Eiablage-Habitat gewesen sein, während bei durchschnittlicher Witterung 2002 das Nebeneinander von Nektarquellen (größerer Blütenreichtum in FV ext und DA ext) und Ablageplätzen (beweidete patches) wichtiger waren.

(b) Die Heuschrecken liessen insgesamt und z.T. auch artspezifisch klare Effekte der Beweidungsregime erkennen. Mit intensiverer Beweidung und mit Fortdauer des Versuchs wurden die FV int-Parzellen zunehmend unattraktiver, sowohl als Aufenthaltsorte wie zur Reproduktion. Vegetationsstruktur und Mikroklima sind flächenhaft so stark verändert, dass sich selbst robuste und vglw. anspruchslose Arten wie *M. roeseli* (vgl. SCHLUMPRECHT & WAEBER, 2003) zurückziehen. Entsprechend ihrer ökologischen Valenz reagierten die einzelnen Arten differenziert und zeigten interessanterweise auch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten mit den beiden Rinderrassen, obwohl diese einer vergleichbaren Beweidungsintensität unterliegen. Wenig plausibel, aber nicht auszuschliessen ist, dass das Verhalten der Ochsen (Grasen, Liegeplätze) dabei eine Rolle spielt.

(c) Das umfangreiche Material aus den Fallenfängen zeigt, dass die Versuchsfläche von typischen Gemeinschaften der an der Bodenoberfläche aktiven Wirbellosen bevölkert wird. Am Beispiel der Laufkäfer lässt sich zeigen, dass ein in beiden Versuchsjahren ähnliches Verteilungsmuster bestand: trotz beträchtlicher artspezifischer und großer Variation in den Gesamtfangzahlen spiegeln die Fänge keine zufällige, sondern eine strukturierte Besiedlung wieder. In den meisten Fällen ist die Aktivität einzelner Arten dort hoch oder niedrig, wo es auch im Vorjahr der Fall war. Einige auffällige Abweichungen können als Folge der Versuchsbedingungen interpretiert werden, wie z.B. ein vermehrtes Auftreten von ‚Störungszeigern‘ in den FV int-Parzellen.

Dass Gemeinschaftsparameter wie der Artenreichtum rasche Reaktionen auf die Beweidungsregime zeigen würden, war für das erste Versuchsjahr nicht zu erwarten. Selbst wenn einzelne Arten auf die veränderten Bedingungen empfindlich reagierten und binnen eines Jahres von den Parzellen verschwänden, kann dies durch vermehrtes Auftreten anderer kompensiert werden. Dass überhaupt eine Reaktion feststellbar ist - im Sinne eines signifikanten Beitrags zur Varianzaufklärung – kann als Bestätigung der gewählten Erfassungsmethode gewertet werden.

Aus tierökologischer Sicht ist anzunehmen, dass die Varianten FV ext und DA ext keine oder die geringeren Unterschiede in Relation zu FV int aufwiesen. Der Beweidungsdruck (Viehbesatz) sollte sich ungleich stärker auswirken als Phänomene im Zusammenhang mit der Rinderrasse (Verhalten, Weideleistung). Die bisherigen Ergebnisse lassen dies an der Bodenoberfläche aber nicht erkennen, so dass das dritte Versuchsjahr abgewartet werden sollte.

Literatur

- CURRY, J. P. 1994: Grassland invertebrates: ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth. London: Chapman & Hall, 437p.
- EBERT, G.; RENNWALD, E. 1991: Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 2: Tagfalter II. Satyridae etc. Stuttgart: Ulmer, 535p.
- KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. 2002: Grazing Intensity and the Diversity of Grasshoppers, Butterflies, and Trap-Nesting Bees and Wasps. Conservation Biology 16, p1570–1580.
- ROOK, A.J., Dumont, B., Isselstein, J., Osoro, K., WallisDeVries, M.F., Parente, G., Mills, J., 2004: Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. Biological Conservation 119, 137-150.
- SCHLUMPRECHT, H.; WAEBER, G. 2003: Heuschrecken in Bayern (hrsg. v. BLU, DgFO & DVL). Stuttgart: Ulmer, 515p.
- SUTCLIFFE, O.L., THOMAS, C.D. & MOSS, D. (1996) Spatial synchrony and asynchrony in butterfly population dynamics, Journal of Animal Ecology, 65, 85-95