

Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau

in der Gesellschaft für
Pflanzenbauwissenschaften

Band 3

2001

45. Jahrestagung

vom 23. bis 25. August 2001
in Gumpenstein

Kurzfassungen der Referate und Poster

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

WISSENSCHAFTLICHER FACHVERLAG GIESSEN 2001

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft
für Grünland und Futterbau
Band 3**

Unredigierte Mitgliederinformationsschrift

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

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

PD Dr. Martin Elsäßer, AG - Leiter

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

**45. Jahrestagung
vom 23. bis 25. August 2001
in Gumpenstein**

Kurzfassungen der Referate und Poster

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

WISSENSCHAFTLICHER FACHVERLAG
GIESSEN 2001

© 2001 by Wissenschaftlicher Fachverlag
Dr. Fleck
Sudetenstraße 29
D-35428 Niederkleen

Tel.: 06447/1224
Fax: 06447/1209
e-mail: WFV-BP.Fleck@t-online.de

ISBN 3-933303-51-6

Vorwort

Auf Einladung der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft findet die 45. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften vom 23. 08 bis 25. 08 2001 in Gumpenstein statt. Damit erfolgt die Fortsetzung einer bereits langjährigen Tradition in der Durchführung von länderübergreifenden Fachtagungen – beginnend mit der 1. Alpenländischen Grünlandtagung in den frühen 60er-Jahren, über zahlreiche Arbeitstagungen zu „Fragen der Güllerei“ bis hin zur Veranstaltungsserie des Alpenländischen Expertenforums.

Die Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau an der BAL Gumpenstein und der HBLA Raumberg bietet dabei nicht nur eine ideale Plattform zur Präsentation und zum Austausch neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse sondern auch zur Herstellung und Pflege von Kontakten zwischen den zahlreichen teilnehmenden Institutionen aus dem In- und Ausland. In insgesamt 14 Vorträgen und 32 Postern werden im Verlauf dieser Tagung zahlreiche Themen der Grünlandwirtschaft und des Futterbaues wie etwa Sortenprüfung, Pflanzensoziologie, Düngung, Futterkonservierung und Weidewirtschaft aufgegriffen und diskutiert. Der diesjährige Workshop ist dem Thema der Unkrautproblematik im Grünland unter besonderer Berücksichtigung des Stumpflättrigen Ampfers gewidmet und greift damit ein europaweites Problem der Grünlandwirtschaft auf. An dieser Stelle sei allen Autoren recht herzlich für die rechtzeitige Übermittlung der schriftlichen Beiträge gedankt, wodurch der Tagungsband in bewährter Weise bereits zum Zeitpunkt der Tagung bereitgestellt werden kann.

Neben der Besichtigung ausgewählter pflanzenbaulicher und viehwirtschaftlicher Versuchseinrichtungen der BAL Gumpenstein erfolgt im Rahmen einer Exkursion der Besuch von landwirtschaftlichen Betrieben von der Tallage bis zur extremen Berglage im Steirischen Ennstal. Natürlich kommen auch Kultur und *social events* nicht zu kurz – das Damenprogramm umfaßt zahlreiche kulturelle Leckerbissen, die gemeinsame Abschlußexkursion führt unter anderem in das Stift Admont mit einer Besichtigung der weltbekannten Stiftsbibliothek.

Ein herzlicher Dank gilt an dieser Stelle dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Herrn Mag. Wilhelm Molterer, der am Donnerstag, dem 23. August 2001, zu einem Abendessen an der HBLA Raumberg einlädt. Besonderer Dank gebührt auch allen Mitarbeitern der BAL Gumpenstein für die Vorbereitung und Organisation der Tagung sowie für die redaktionellen Arbeiten zur Erstellung des Tagungsbandes.

Gumpenstein, im August 2001

Dir. Dr. Kurt Chytil



Inhaltsverzeichnis

Situation und Perspektiven der Alpenländischen Land- und Milchwirtschaft	1
K. BUCHGRABER	
Vegetationstypen, Böden und Ertragspotential des Wirtschaftsgrünlandes im Mittleren Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut und Konsequenzen für die Bewirtschaftung	9
A. BOHNER und M. SOBOTIK	
Der Wandel der Landnutzung und der Kulturlandschaft im alpenländischen Grünlandgebiet Österreichs	23
M. SEGER	
Methodische Aspekte zur Bestimmung der symbiotischen N₂-Fixierungsleistung von Leguminosen	29
R. LOGES, K. INGWERSEN und F. TAUBE	
P-Bilanzen von Mähgrünland und P-Verlagerung mit dem Sickerwasser bei langjährig differenzierter mineralischer und organischer Düngung	33
M. KAYSER, M. BENKE und J. ISSELSTEIN	
GRASFARM - ein Simulationsmodell für Stoffflüsse und Bewirtschaftung im Grünlandbetrieb	37
J. SCHELLBERG, I. RADEMACHER und W. KÜHBAUCH	
Der Ampfer - das Problemkraut der Grünlandbauern	41
E.M. PÖTSCH	
Jugendentwicklung und Konkurrenzverhalten von Rumex obtusifolius L.	45
A. LÜSCHER, J. NÖSBERGER, B. JEANGROS und U. NIGGLI	
Keimverhalten von Rumex crispus und Rumex obtusifolius	47
CH. ZIRON und W. OPITZ VON BOBERFELD	
Rumex obtusifolius auf Niedermoor in Mecklenburg-Vorpommern (Verbreitung, Futterwert, Siliereignung, Rückdrängung durch Extensivierung)	49
R. BOCKHOLT und B. KANNEWURF	
Veränderung der botanischen Zusammensetzung von Wiesen im Alpenraum als Indikator für die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung	53
L. NIEMEYER, S. BUHOLZER, J. NÖSBERGER, A. OBERSON, E. FROSSARD, J. TROXLER, B. JEANGROS, M. SCHÜTZ und A. LÜSCHER	
Futterqualität ausgewählter Trockenrasenarten in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz und N-Düngung	57
P. THEOBALD	
Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität von Mähstandweiden auf den Anteil minderwertiger Pflanzen in der Narbe	61
H. GIEBELHAUSEN, A. MILIMONKA und K. RICHTER	
Futterqualität von Auegrünland: Einfluss von Nutzungszeitpunkt und Artenzusammensetzung	65
C. FRANKE und G. SPATZ	
Schätzung des Erntetermines von Silomais in Nordostdeutschland auf der Grundlage von Wärmesummen	69
J. PICKERT, F. HERTWIG und R. SCHUPPENIES	
Einfluß von Arten- und Sortenauswahl auf den Ertrag und die Zusammensetzung von Gras- und Kleegrasmischungen im Ackerland	71
F. HRABE, J. SKLADANKA und L. ROSICKA	



Nitratauswaschung unter Silomais in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform und der N-Düngungsintensität - Ergebnisse aus dem N-Projekt Karkendamm	75
M. BÜCHTER, M. WACHENDORF und F. TAUBE	
Steigerung der N-Effizienz im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb durch Futterbau in Fruchtfolgen - Erste Ergebnisse	79
K. VOLKERS, M. WACHENDORF und F. TAUBE	
Kritische Rohproteinkonzentration bei Silomais als Indikator der Stickstoffversorgung	83
A. HERRMANN, N. JOVANOVIĆ und F. TAUBE	
Regionale Erntezeitprognose Silomais - Projektbeschreibung und erste Ergebnisse	85
A. HERRMANN, A. KORNER und F. TAUBE	
Zur Nitratverlagerung in einer Maisfruchtfolge	89
K. SCHMALER und K. RICHTER	
Ertrag, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Erbse/Gersten-GPS im Vergleich zu Rotklee gras	91
S. WICHMANN, S. DREYMAN, R. LOGES und F. TAUBE	
Ertrag und Futterqualität von Luzerne, Rotklee und Weißklee als Reinsaat sowie im Gemenge mit Deutschem Weidelgras	93
R. LOGES, S. WICHMANN und F. TAUBE	
Entwicklung der Weißkleeanteile von Dauergrünlandbeständen bei differenzierter Nutzungsform (Weide, Mähweide, Schnitt) und N-Düngungsintensitäten	95
B. INGWERSEN, M. WACHENDORF und F. TAUBE	
Einfluß einer Milchsäurebakterienbehandlung auf Silagequalitäten, Fütterungskenngrößen und Leistungsmerkmale von Hochleistungskühen eines Praxisbetriebes	97
R. WULFES, H.-J. LAUE, T. MÜLLER, C. JÖHNK und J. THAYSEN	
Vergärbarkeit von nitratarmem Grünfütter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Pflanzenart	101
K. WEISS, E. KAISER und A. MILIMONKA	
Mulchen von Grünland - eine Variante der Landschaftspflege	105
H. KÄDING und G. PETRICH	
Entwicklung von Feuchtwiesen auf einem Auenstandort an der mittleren Elbe	107
S. SCHÄFER, K. SCHÜTTLER und M. PETERHÄNSEL	
Schätzung des Trockenmasseertrages auf Dauergrünland mit Hilfe einer Höhenmessung	111
H. TROTT, B. INGWERSEN, M. WACHENDORF und F. TAUBE	
Vergleich der spektralen Reflexion verschiedener Rasengrasarten im V-NIR Bereich anhand bodennaher Aufnahmen	113
I. RADEMACHER, K. HÜNTING und W. KÜHBAUCH	
Die Photosyntheseleistung von Lolium perenne und Festuca rubra gemessen an ganzen Pflanzen und einzelnen Blättern	115
G. SCHULTE AUF'M ERLEY, I. RADEMACHER und W. KÜHBAUCH	
Zum Bröckelverhalten von Pflanzenbeständen unterschiedlicher Gesellschaftszugehörigkeit	119
M. STERZENBACH, J. SIEGL und W. OPITZ VON BOBERFELD	
Abhängigkeit der Mineralstoffkonzentrationen verschiedener Weideaufwüchse vom Kräuteranteil am Beispiel von Plantago lanceolata	123
H. LASER	
Untersuchungen über die Auswirkungen unterschiedlicher Schnitthöhen auf Ertrag, Qualität und Pflanzenbestand auf einem voralpinen Grünlandstandort	127
R. SCHRÖPEL	

Die Wirkung einer Schwefeldüngung auf Qualitätsparameter von futterbaulich genutzten Grasbeständen in Schleswig-Holstein	129
U. JAHNS und F. TAUBE	
Zur Aussagegenauigkeit empirisch ermittelter Nitrat-Austräge auf beweideten Grünlandflächen	133
M. ANGER	
Hochauflösende Wiegung von Weidetieren zur Erfassung von Weideverhalten und Mastleistung – Genauigkeit einer automatischen Weidewaage	137
K. AUERSWALD, H. SCHNYDER UND P. RIEDEL	
Selektive Futterraufnahme durch Milchkühe auf Umtriebsweiden – Auswirkungen auf Ertrag und Futterqualität	139
J. BAADE, M. WACHENDORF und F. TAUBE	
Leistungsmerkmale von Rinderstandweiden in Nordirland	143
C. LAMPE, M. WACHENDORF und F. TAUBE	
Quantifizierung von Düngungs- und Witterungseinflüssen auf die Ertragsbildung von Standweiden	147
M. WACHENDORF, C. LAMPE und F. TAUBE	
Zur Selenversorgung von Mutterkühen	151
W. OPITZ VON BOBERFELD	
Zur Schätzung der Futterraufnahme auf extensiven Standweiden über Tierwägung und Kot-Stickstoff-Bestimmung	153
J. STRODTHOFF und J. ISSELSTEIN	
Zum Einfluss von Frühjahrs- und Herbstmahd auf die Nitratauswaschung unter Mähweiden	155
B. LANDWEHR und J. ISSELSTEIN	
Raum-Zeit-Dynamik der Narbenstruktur einer Standweide im Isergebirge bei variiertem Besatzstärke	159
O. CORRELL, V. PAVLU UND J. ISSELSTEIN	

Situation und Perspektiven der Alpenländischen Land- und Milchwirtschaft

K. BUCHGRABER

Entwicklung der Grünlandwirtschaft

Das österreichische Grünland hat in den letzten 50 Jahren von der Bedeutung für den Bauern und für die Gesellschaft eine starke Wandlung erfahren. Wurden ursprünglich auch die noch so kleinen Grünlandflächen für die Zugtiere (Pferde, Ochsen, Kühe etc.) und für die Milchtiere (Kühe, Ziegen und Schafe) auf allen Standorten mäßig genutzt, so fand in den Jahren 1970 bis 1990 zumindest in den Gunstlagen eine gewisse Intensivierung in der Nutzung und Düngung statt. Durch die Anhebung der Flächen- und Tierleistungen versuchte der Grünland- und Viehbauer hier sein Einkommen einigermaßen zu halten. In den Gunstlagen schreitet der Konzentrationsprozess in den Tierbeständen infolge einer gewissen Strukturvergrößerung der Betriebe und der Milchkontingentausstattung gerade in den letzten fünf Jahren deutlich voran.

In den Bergregionen konnte diese Strategie der höheren Produktionsleistung wegen der Steilheit der Flächen, der geringen Humusaufgabe, des rauerer Klimas mit kürzeren Vegetationszeiten und der ungünstigen Verkehrslage nicht greifen.

In der Düngung galt der Wirtschaftsdünger im Grünland bis in die Sechzigerjahre als alleiniger Nährstofflieferant – bis in die Fünfzigerjahre waren Stallmist und Jauche vorherrschend – ab diesem Zeitraum kam die Güllewirtschaft stark auf und so wurde in den Jahren der „Intensivierung“ doch auch ein gewisser Anteil an Mineraldünger auf den Wiesen und Weiden eingesetzt. Mitte der Achtzigerjahre begann in Österreich das Gedankengut des biologischen Landbaues in der Praxis vereinzelt Fuß zu fassen und damit kehrte auch bei den konventionellen Grünland- und Viehbauern die traditionelle Kreislaufwirtschaft in der

Bewirtschaftung zurück. Die Wirtschaftsdünger – auch der Kompost – werden wieder höher geschätzt und sachgerecht ausgebracht.

Auch in der Nutzung der Wiesen vollzog sich der Wandel von der reinen Trockenfutterbereitung (Heu, Grummet) zu einer verstärkten Konservierung der Aufwüchse zu Silage. Legte früher der Grünlandbauer großen Wert auf hohe Massenerträge und strukturbetontes Grundfutter, so braucht heute das leistungsorientierte Milchvieh hohe Futterqualitäten.

Die EU- und nationalen Förderungsprogramme zur Sicherung und Verbesserung der ökologischen Verhältnisse und ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit der bäuerlichen Betriebe konnten den Preisverfall der Agrarprodukte nach dem EU-Beitritt großteils abfangen, jedoch werden die künftigen Entgelte für die Leistungen zur Erhaltung der Kulturlandschaft (ÖPUL 2000, Sockelbetrag etc.) gerade von den kleineren Bergbetrieben dringend benötigt.

Die Motivation vieler Grünland- und Viehbauern, ihre Wiesen, Weiden und

Almen auch weiterhin mit ihrem Vieh zu nutzen und zu pflegen, ist gesunken. Ein größerer Strukturwandel in der Landwirtschaft ist im Gange (vergleiche *Abbildung 1*).

Allein in den letzten fünf Jahren sind die Betriebe kleiner 20 ha um 20.000 zurückgegangen, die größeren sind in ihrer Anzahl etwa gleich geblieben. Von den derzeit 141.189 kleineren Betrieben (< 20 ha) sind 79 % im Nebenerwerb, bei den größeren Betrieben (> 20 ha) liegt der Anteil der Nebenerwerbsbetriebe vergleichsweise bei 23 %.

Auch wenn ein gewisses Wachsen der Betriebsgrößen zu beobachten ist, die kleinstrukturierten Verhältnisse in Österreich werden jedoch in diesen benachteiligten Gebieten nicht die Größe und Wettbewerbsfähigkeit von Betrieben in europäischen Gunstlagen (Holland, England, Norddeutschland, Dänemark etc.) erreichen.

Die Agrarpolitik hat in den letzten Jahren bereits viele positive Akzente zur Entwicklung der Landwirtschaft umgesetzt, sie wird aber auch künftig mit einer offensiven Lenkungs politik die Veränderungen mitgestalten müssen.

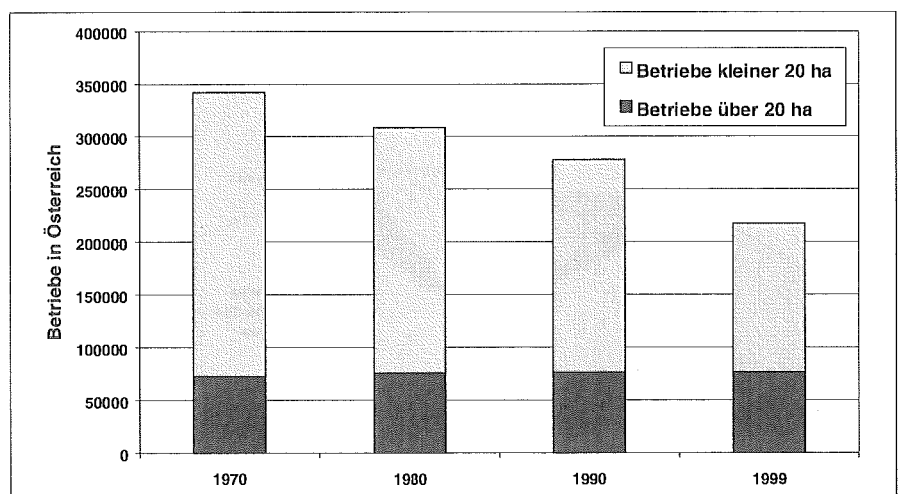


Abbildung 1: Land- und forstwirtschaftliche Betriebe in Österreich in den Jahren 1970 bis 1999

Autor: Univ.DoZ.Dr. Karl BUCHGRABER, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, BAL Gumpenstein, A-8952 IRDNING



Nutzung erhält Kulturlandschaft

Bisher wurde das österreichische Grünland mit einer angepassten, produktiven Nutzung gepflegt und offengehalten. Das raufutterverzehrende Tier – Rind, Pferd, Schaf, Ziege, Rot- und Schalenwild – steht im Mittelpunkt der alpenländischen Kreislaufwirtschaft. Der Tierbesatz in den Grünlandgebieten lag mit durchschnittlich 0,8 GVE/ha in einem sehr ökologischen Bereich. Die tierstärksten Flächen wurden in den Gunstlagen mit rund 2,0 GVE/ha noch nicht überbesetzt und die tierschwächsten Extensivflächen erhielten meist noch eine ausreichende Bestoßung. Trotzdem gingen in den letzten 50 Jahren rund 700.000 ha Grünland verloren.

Die dadurch höheren Waldanteile waren österreichweit gesehen kein Problem, jedoch in den einzelnen Regionen (Seitentäler, schwer zugängliche Regionen, etc.) spürte man den zunehmenden Druck des wachsenden Waldanteils im Hinblick auf eine intakte Kulturlandschaft, in der noch eine ausreichende Infrastruktur vorhanden sein sollte.

Eine "gesunde" und abwechslungsreiche Kulturlandschaft ist sowohl für Mensch als auch Tier und Pflanze eine wichtige Voraussetzung. Ein harmonisches Gleichgewicht sollte angestrebt werden.

Prognose für die Entwicklung der Grünland- und Viehbetriebe sowie der Kulturlandschaft bis ins Jahr 2008

Diese Prognose wurde bis zum Jahre 2008 angesetzt, da sich in diesem Jahr bzw. im Jahre 2006 definitiv entscheiden wird, ob die Milchquotenregelung in Europa weitergeführt werden soll. Bei diesen Annahmen sind globale Entwicklungen am Markt und im Konsumentenverhalten nicht berücksichtigt. Es können sich also kurzfristig, wie wir von der europäischen BSE-Krise erfahren haben, sehr wohl wesentliche externe Einflüsse auf die alpenländische Landwirtschaft niederschlagen. Diese Prognose baut hauptsächlich auf die steigende Milchleistung je Einzeltier und die dadurch veränderte Fütterung auf.

Es konnte schon in den letzten fünf Jahren beobachtet werden, dass sich die Grünland- und Viehbetriebe hinsichtlich ihrer Bewirtschaftung auf unterschiedliche Weise entwickeln und einteilen lassen.

Drei Betriebstypen "**Spezialisierte Milchviehbetriebe, Milchviehbetriebe in Berggebieten, Extensive Tierhalter im Grünland**" stellen die großen Kategorien in der Grünlandbewirtschaftung künftig dar, je nach betriebsinternen bzw. -externen Möglichkeiten wird es Er-

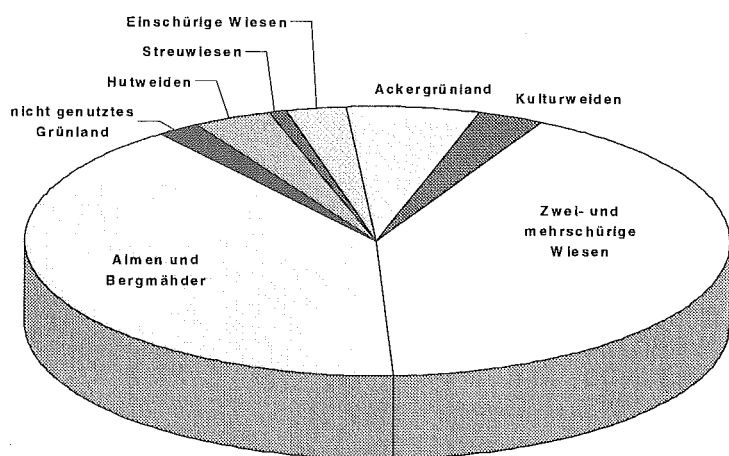
werbskombinationen und fließende Übergänge geben.

Die kleineren Milchviehbetriebe insbesondere mit Direktvermarktung werden sich nicht nur in den Berglagen sondern auch in den Gunstlagen halten, ebenso wird es auch in Gunstlagen eine extensive Tierhaltung oder eine ausschließliche Grünlandnutzung ohne Tierhaltung geben. Umgekehrt werden in den besten Berglagen auch spezialisierte Milchviehbetriebe aus den bisherigen Betrieben hervorgehen. Der Milchviehbetrieb in den Berglagen wird oftmals mit der extensiven Tierhaltung kombiniert wirtschaften, wobei die besten Flächen für das Milchvieh und die extensiveren Flächen für Jungvieh, Mutterkühe, Ochsen- oder Kalbinnenmast bzw. für Schafe, Ziegen, Pferde und Wild genutzt werden. Wie sehen nun künftig die Betriebstypen im österreichischen Grünland aus?

Spezialisierte Milchviehbetriebe in Gunstlagen und besseren Berglagen

Die spezialisierten Milchviehbetriebe betreiben mit Hochleistungstieren, bestem Management im Stall (Fütterung, Haltung, Herdenbetreuung) sowie mit qualitativer Grundfutterproduktion vom Feld (Pflanzenbestände) bis zum Barren (Konservierung) eine Milchwirtschaft auf hohem Niveau. Die Milchleistung pro Kuh und Laktation wird hier künftig bei durchschnittlich 8000 kg liegen (vergleiche Kasten). Der Kraftfuttereinsatz in diesem Milchleistungsbereich erhöht sich in den nächsten Jahren um ca. 25 % und verdrängt das Grundfutter. Diese spezialisierten Milchviehbetriebe werden etwa 40 bis 60 Kühe in Gunstlagen des Alpenraumes halten. Die Betriebe werden etwa 50 bis 70 ha bewirtschaften, sie werden als "**Alpenländische Großbetriebe**" bezeichnet und als Familienbetrieb geführt werden. Das Milchkontingent von 300.00 bis 400.000 kg sollte neben den Förderungsprogrammen ausreichen, um diese Betriebe im Vollerwerb zu halten. Diese spezialisierten Milchviehbetriebe werden in der Zukunft die wesentlichste Basis für die österreichische Milchwirtschaft darstellen. Sollte nach dem Jahre 2008 die Milchquotenregelung in

Ausmaß und Vielfalt des österreichischen Grünlandes im Jahr 1999



Spezialisierte Milchviehbetriebe in Gunstlagen und besseren Berglagen

Tierbesatz im Betrieb:	über 1,4 bis 2,0 GVE/ha
Grünlandflächen:	3 bis 6 Nutzungen pro Jahr
Ertragsleistung:	80 bis 130 dt TM/ha
Energiedichte im Grünlandfutter:	über 6,0 MJ NEL/kg TM
Milchleistung je Betrieb:	Ø 8.000 kg/Kuh/Laktation
Kuhzahl je Betrieb:	ca. 40 bis 60
Milchkontingent je Betrieb:	200.000 bis 400.000 kg
Milchkühe in dieser Bewirtschaftung:	ca. 230.000
Milchleistung in diesen spezialisierten Milchviehbetrieben:	1,5 Mio. t
LN je Betrieb:	50 bis 70 ha

Anzahl der Spezial-Milchviehbetriebe in Gunst- und besseren Berglagen Österreichs		
Jahr 2000	Jahr 2006	Jahr 2008
500	3.000	5.000

Europa fallen, so würden diese Betriebe am ehesten geeignet sein, unter den liberalen Verhältnissen Milch zu produzieren.

Milchviehbetriebe im Berggebiet

Die Milchviehbetriebe im Berggebiet können aufgrund der Benachteiligung durch die Hanglage, das Klima und der Verkehrslage und durch die meist angeschlossene Forstwirtschaft nur eine kleinere Milchherde von 10 bis 30 Kühen halten. Die zeitaufwendige Handarbeit und die kostenintensivere Mechanisierung lässt bei der vorhandenen Arbeitskapazität am Betrieb höchstens eine Bewirtschaftung von 15 bis 50 ha Grünland zu (vergleiche Kasten).

Die Nutzung des Grünlandes lässt meist auch keine Futterqualitäten auf höchstem Niveau zu, sodass auch die Milchleistung der Kühe nur etwa bei durchschnittlich 5000 kg/Laktation liegen wird. Ein höherer Kraftfuttereinsatz bei diesen Kühen würde zwar die Milcherträge steigern, jedoch könnten die anfallenden Nährstoffe nur sehr schwer in der Kreislaufwirtschaft ohne ökologische Schäden untergebracht werden.

Die Milchviehbetriebe in den Berggebieten sollten mit den Erträgen aus dem Milchkontingent von rund 30.000 bis 60.000 kg/Jahr, den Förderungsprogrammen (ÖPUL 2000, Ausgleichszahlung, Sockelbetrag etc.) und den Einkommensmöglichkeiten aus der Waldwirtschaft,

Milchviehbetriebe im Berggebiet Österreichs

Tierbesatz im Betrieb:	von 0,2 bis max. 1,4 GVE/ha
Grünlandflächen:	1 bis max. 3 Nutzungen pro Jahr
Ertragsleistung:	5 bis 80 dt TM/ha
Energiedichte:	von 5,0 bis 6,0 MJ NEL/kg TM
Milchleistung je Betrieb:	um 5.000 kg/Kuh/Laktation
Kuhzahl je Betrieb:	rund 10 bis 30
Milchkontingent je Betrieb:	30.000 bis 60.000 kg
Milchkühe in dieser Bewirtschaftung:	ca. 320.000
Milchleistung in den kombinierten Betrieben:	1,2 Mio. t
LN je Betrieb:	15 bis 50 ha

Anzahl der Milchviehbetriebe im Berggebiet Österreichs (A- und D-Quote)		
Jahr 2000	Jahr 2006	Jahr 2008
72.000	40.000	30.000

Extensive Tierhalter im Grünland

Tierbesatz im Betrieb:	von 0,2 bis max. 1,4 GVE/ha
Grünlandflächen:	1 bis max. 2 Nutzungen pro Jahr
Ertragsleistung:	5 bis 50 dt TM/ha
Energiedichte:	von 4,0 bis 5,0 MJ NEL/kg TM
GVE-Besatz je Betrieb:	von 10 bis 500
LN je Betrieb:	rund 5 bis 1000 ha

Anzahl der Betriebe:		
Jahr 2000	Jahr 2006	Jahr 2008
48.000	40.000	35.000

Urlaub am Bauernhof, Ab-Hof-Vermarktung etc. ein vernünftiges Betriebseinkommen erzielen. Der Milchviehbetrieb im Berggebiet wird in der Regel auch je nach Flächenausstattung eine extensive Tierhaltung führen. Wenn neben der Milchproduktion keine Möglichkeiten bestehen, so wird der Milchviehbetrieb im Berggebiet auch als Nebenerwerbsbetrieb geführt werden müssen.

Extensive Tierhalter im Grünland

Um die - vom Milchvieh nicht genutzten Grünlandflächen – Wiesen, Weiden und Almen auch im ökologischen und produktiven Sinne zu verwerten, sollen größere Flächeneinheiten mit Mutterkuhhaltung, Ochsen- und Kalbinnenmast, Pferde-, Schafe- und Ziegenhaltung in extensiver Form bewirtschaftet werden. Auch die Versorgung des Wildes spielt in Österreich eine wichtige Rolle. Insgesamt sind rund 570.000 GVE in extensiver Form vom Grünland zu ernähren, es werden damit rund 800.000 ha Grünland produktiv genutzt. Die Betriebsgröße kann hier von ganz kleinen Einheiten (weniger als 10 Mutterkühe) bis großen, gemeinschaftlich genutzten (Betriebskooperationen) Einheiten gehen.

Das Einkommen erhalten die kleineren Betriebe schwerpunktmäßig von der Forstwirtschaft, Urlaub am Bauernhof und Ab-Hof-Vermarktung. Aufgrund der kleineren Flächen und Tierbestände können nicht allzu große Entgelte aus den Förderungsprogrammen (Mutterkuhprämie, Extensivierungsprämie, Ochsen- und Kalbinnenprämie etc.) erwartet werden. Da es aber wichtig ist, auch möglichst viele dieser Betriebe intakt zu erhalten, wird ab dem Jahre 2002 diesen Betrieben der Sockelbetrag helfen, die Existenzen dieser extensiven Tierhalter und Grünlandbewirtschafteter abzusichern.

Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe sinkt

In den letzten 30 Jahren haben in Österreich von den Betrieben mit weniger als 20 ha Betriebsfläche über 130.000 Betriebe ihre Tore für immer geschlossen (vergleiche *Abbildung 2*). Pro Jahr bedeutet dies eine Betriebsaufgabe von rund 4.300

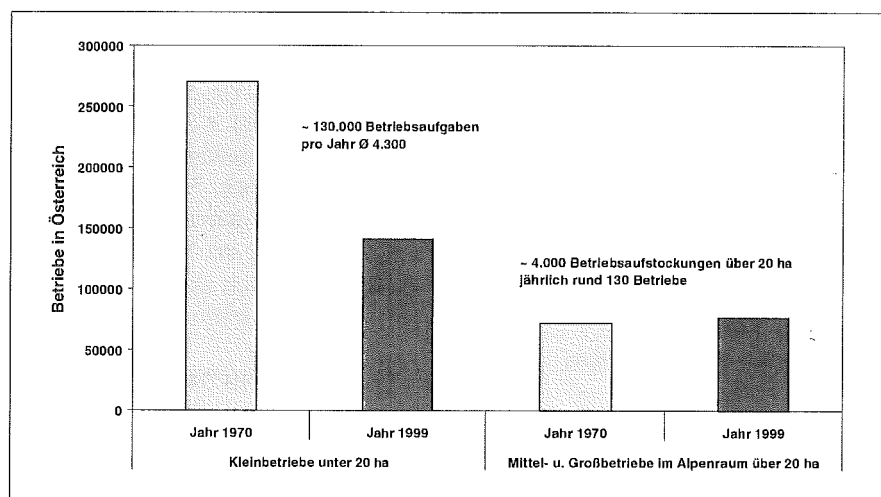


Abbildung 2: Betriebsaufgaben und Betriebsaufstockungen in Österreich in den Jahren 1970 bis 1999

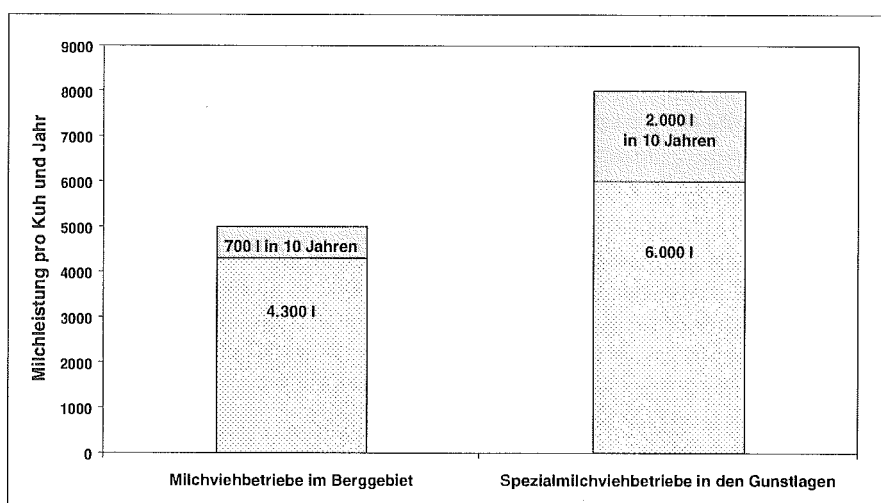


Abbildung 3: Durchschnittliche Milchleistungen bei Milchkühen in Österreich bei unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen im Jahr 2010

Höfen. Natürlich hat es in dieser Zeit eine flächenmäßige Vergrößerung der Betriebe gegeben, doch sind bei den Betrieben, die mehr als 20 ha Grundfläche besitzen, in diesem Zeitraum nur rund 4.000 hinzugekommen. Zieht man die Betriebsaufgaben in den "Mittel- und Großbetrieben im Alpenraum" ab, so

bleiben pro Jahr nur rund 130 Betriebe übrig, die sich tatsächlich von den Kleinbetrieben zu den "Mittel- und Großbetrieben" entwickelt haben. Dies zeigt schon, wie gering eigentlich die Mobilität in den Besitzstrukturen in Österreich ist und wie marginal das "Größerwerden" der Betriebe voranschreitet.

Tabelle 1: Anzahl der Betriebe mit raufutterverzehrenden Tieren im österreichischen Grünland in den Jahren 2000 bis 2008

Betriebsformen	2000	2006	2008
Spezialisierte Milchviehbetriebe in Gunstlagen und besseren Berglagen	500	3.000	5.000
Milchviehbetriebe in Berggebieten (A+D-Quote)	72.000	40.000	30.000
Betriebe mit extensiver Tierhaltung	48.000	40.000	35.000
Gesamtbetriebe	120.500	83.000	70.000

In den österreichischen Grünland- und Viehwirtschaftsbetrieben findet zwar eine schwer sichtbare, jedoch rasante Entwicklung in den angepassten Bewirtschaftungstypen für die Standort- und Erwerbsverhältnisse in den einzelnen Regionen statt. Dabei geht es einerseits um die Spezialisierung in den Milchviehbetrieben der Gunst- und besseren Berglagen. Diese Betriebe stocken die Kuhzahlen und das Milchkontingent auf und rüsten sich für eine wettbewerbsfähige Milchproduktion unter trotz allem benachteiligten Verhältnissen. Diese alpenländischen Großbetriebe in der Milchviehhaltung werden mit ihren 40 bis 60 Milchkühen bis zum Jahre 2008 auf rund 5.000 Betriebe anwachsen (Tabelle 1). Sie werden wohl künftig die Basis für die Milchwirtschaft in Österreich auch für die Molkereien und Käseereien sein.

Die kleineren milchproduzierenden Bergbetriebe von derzeit rund 72.000 werden bis zum Jahre 2008 hingegen auf etwa 30.000 Betriebe zurückgehen, sie werden sich auch leicht in der Fläche und in den Tierzahlen vergrößern. Die Betriebe mit extensiver Tierhaltung werden bis zum Jahre 2008 auf rund 35.000 Betriebsstellen zurückgehen, allerdings mit einer deutlichen Anhebung der Tierzahlen – möglicherweise auch in größeren Betriebsgemeinschaften.

In den letzten 30 Jahren haben die Grünlandbetriebe um rund 95.000 abgenommen, sie werden in den nächsten acht Jahren um noch weitere 50.000 Betriebe zurückgehen. Haben in den letzten Jahrzehnten jährlich rund zwischen 3.000 und 4.000 ihre Betriebe aufgegeben, so wird sich dieser Prozess im nächsten Jahrzehnt auf jährlich 5.000 bis 6.000 Betriebe in den Grünlandgebieten Österreichs erhöhen.

Weniger Kühe mit höheren Leistungen

Die Milchleistung der Kühe hat sich im letzten Jahrzehnt um durchschnittlich 784 kg/Kuh gesteigert, in den letzten vier Jahren lag bei den Kontrollkühen die Leistungssteigerung bei 126 kg Milch (HOFINGER et al, 1999). Diese Leistungssteigerung hat bei den Hochleistungsbetrieben eine andere Dynamik als in den Berggebieten. Die Milchviehbetriebe im Berggebiet haben bisher 4.300 kg Milch/Kuh und Laktation ermolken

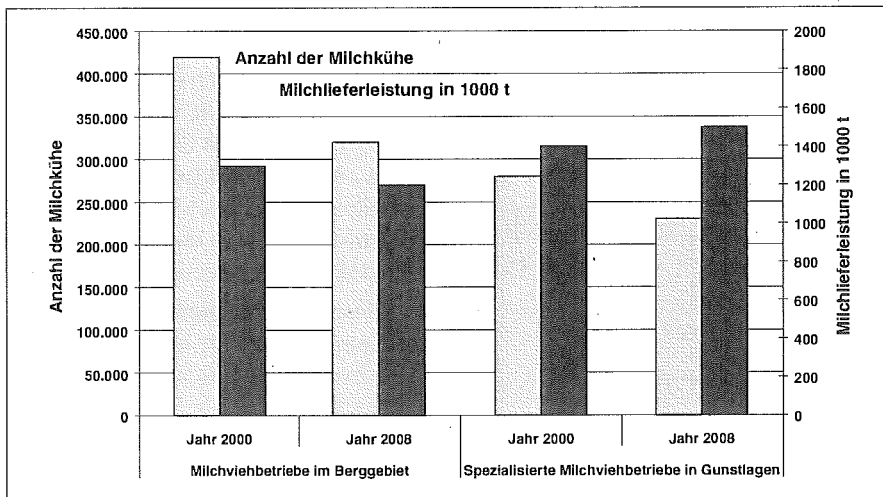


Abbildung 4: Entwicklung im Milchkuhbestand sowie in der Milchlieferleistung in den unterschiedlichen Bewirtschaftungstypen im österreichischen Grünland in den Jahren 2000 bis 2008

und davon rund 70 % an die Molkerei abgeliefert. Die Hochleistungsbetriebe stehen durchschnittlich bei rund 6.000 kg Milch/Kuh und Laktation und bei einer Ablieferungsquote von rund 80 %. In den nächsten zehn Jahren wird die Milchleistung in den extensiveren Milchviehbetrieben im Berggebiet auf durchschnittlich 5.000 kg Milch ansteigen, d.h. pro Kuh und Jahr wird es aufgrund des Züchtungsfortschrittes und des leicht verbesserten Managements vom Feld bis in den Stall eine Leistungssteigerung von 70 kg/Kuh und Laktation geben. Bei den Hochleistungskühen wird der Zuchtfortschritt und vor allem die Weiterentwicklung in der Rationsgestaltung, in der Grundfutterqualität und in der Fütte-

rungstechnik insgesamt eine Milchleistungssteigerung von rund 200 kg/Kuh und Laktation bewirken. Die durchschnittliche Hochleistungskuh wird in den spezialisierten Milchviehbetrieben in rund zehn Jahren 8.000 kg pro Laktation geben (vergleiche Abbildung 3).

Durch diese Leistungssteigerung können weniger Milchkühe die österreichische Referenzmilchmenge von rund 2,7 Mio. t produzieren. In den Berggebieten sollen von den 410.000 Milchkühen im Jahre 1999, die rund 1,3 Mio. t Milch abliefern, im Jahre 2008 noch rund 320.000 Milchkühe in diesen Lagen verbleiben. Die Reduktion von knapp 100.000 Milchkühen bewirkt allerdings nur eine um 100.000 t geringere Milchlieferlei-

stung. Diese 100.000 t Milch sollten in den nächsten fünf Jahren in die spezialisierten Milchviehbetriebe in den Gunstlagen und besseren Berglagen verlagert werden (vergleiche Abbildung 4).

In den Gunstlagen und besseren Berglagen sollen von den derzeit 280.000 Milchkühen noch 230.000 Hochleistungskühe übrig bleiben. Diese Hochleistungskühe werden rund 1,5 Mio. t Milch abliefern. Von den rund 700.000 Milchkühen werden in acht Jahren rund 550.000 Milchkühe übrigbleiben, wobei 320.000 im Berggebiet und 230.000 in den Spezialbetrieben stehen werden. Damit die spezialisierten Milchviehbetriebe das nötige Kontingent zur Verfügung haben, müssen rund 100.000 t von den kleineren Milchbetrieben in diese Betriebe gelangen (vergleiche Abbildung 5). Innerhalb der Gunstlagen wird es auch einen starken Strukturwandel und einen Milchquotenfluss geben.

Höhere Leistung verlangt energiereiches Futter

Die Grundfutterqualität konnte je nach Jahreswitterung in den Gunstlagen stark und in den Berglagen etwas angehoben werden. Da die Milchleistung je Kuh insbesondere bei Hochleistungskühen deutlich ansteigen wird, ist es notwendig, die Energiekonzentration in der Futterration zu steigern. Nach STEINWIDDER (2000) nimmt der Kraftfuttereinsatz mit steigender Milchleistung zu, wobei eine Kuh mit 5000 kg Milch etwa 700 kg Kraftfutter und eine mit 8000 kg Milch etwa 2000 kg Kraftfutter neben dem Grundfutter pro Jahr benötigt (vergleiche Abbildung 6).

Es findet mit zunehmendem Kraftfuttereinsatz auch eine gewisse Grundfutterverdrängung aus der Ration statt, d.h. je mehr Kraftfutter in der Fütterung eingesetzt wird, desto geringer ist bei gleichbleibender Milchreferenzmenge für Österreich der Grundfutterbedarf.

Wurden in Österreich im Jahre 1999 an alle raufutterverzehrenden Tiere noch 7,3 Mio. t TM Grundfutter verfüttert, so wird im Jahre 2008 nach den Veränderungen in den Tierbeständen und in den Futterrationen aufgrund der steigenden Milchleistung um rund 5 % weniger gebraucht. 5 % bedeuten je nach der Ertragssituation in den Jahren etwa 300.000 bis 500.000

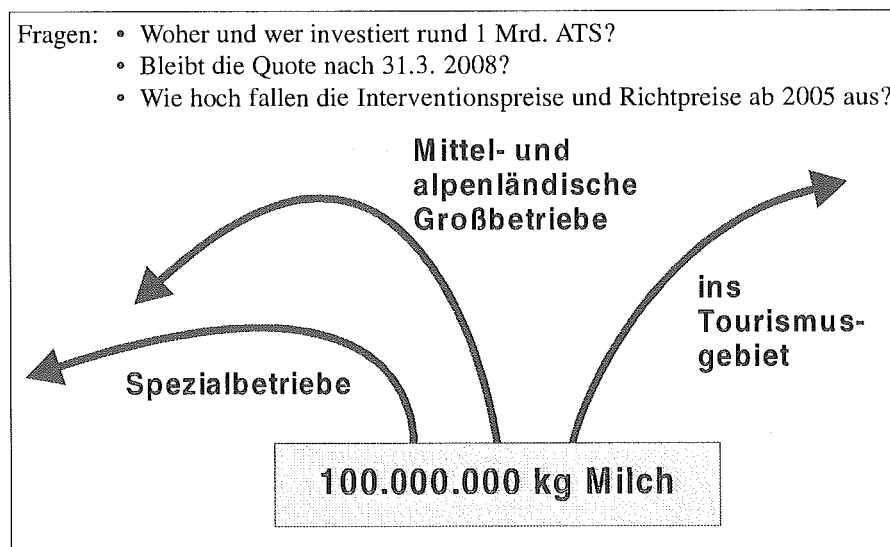


Abbildung 5: Milchquotenfluss in Österreich bis zum Jahr 2005

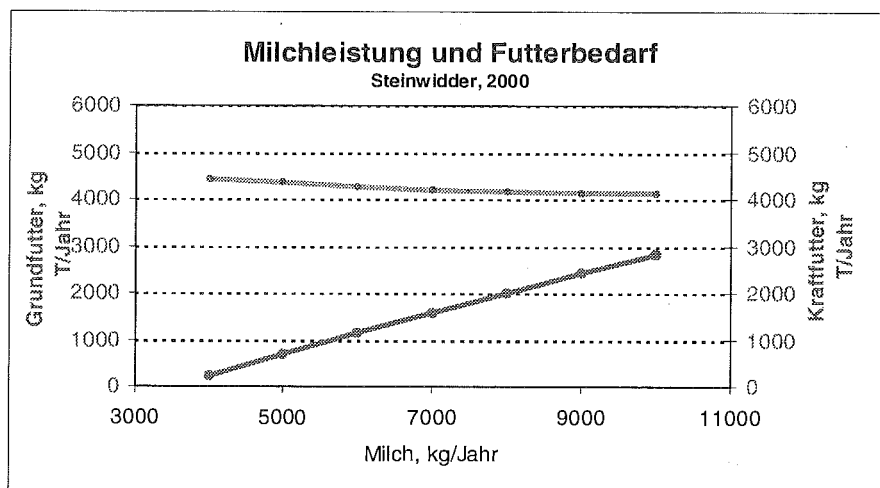


Abbildung 6: Milchleistung und Futterbedarf

t TM Grundfutter/Jahr, die künftig nicht mehr verfüttert werden können (Tabelle 2).

Hingegen wird um etwa 25 % mehr Kraftfutter, das sind etwa 200.00 bis 250.000 t, in den Grünlandgebieten benötigt werden (vergleiche Tabelle 3).

Freisetzung von Grünlandflächen

Es wird künftig mit weniger Kühen bei höherem Kraftfuttereinsatz weniger Grundfutter aus den Wiesen und Weiden

benötigt, es werden Flächen von der tierischen Nutzung freigesetzt.

Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, werden in den nächsten Jahren rund 110.000 RGVE in Österreich weniger vorhanden sein. Der Rinderbestand wird diese Reduktion tragen müssen.

Die GVE-Reduktion fällt nur dann so gering aus, wenn auch das Mutterkuhkontingent von 325.000 mit "echten" Mutterkühen erfüllt wird. Wird dieses Kontingent mit 65.000 Kalbinnen "belastet", so sinkt der Tierbestand gerade im ex-

tensiven Bereich um weitere 100.000 GVE ab. Dies würde eine weitere Verschlechterung der Grünlandnutzung nach sich ziehen. Bei den Pferden, Schafen und Ziegen wurde davon ausgegangen, dass künftig eine kleine Aufstockung der Tierbestände möglich ist. Das Rot- und Schalenwild wurde in diese Berechnung mit 10.000 GVE einbezogen.

Die Freisetzung von nicht mehr benötigtem Grünland beginnt bei extensiveren und schwer zugänglichen Flächen. Es sind Grünlandflächen in Seitentälern, auf steilen Hängen, trockene oder nasse Flächen sowie Flächen mit ungünstiger Ertragslage.

Vom ökonomischen Standpunkt trifft es jene Flächen mit dem geringsten wirtschaftlichen Ertrag. Aus Sicht des Ökologen sind es die wertvollsten Flächen, die auch im NATURA 2000 von Bedeutung wären. Die Hutweiden, ein- und zweimähdigen Wiesen, Almflächen, extensiv geführte Wirtschaftswiesen zeigen die höchste Artenvielfalt mit den unterschiedlichsten Pflanzengesellschaften. Diese Entwicklung wäre vom ökologischen Standpunkt aus eine Katastrophe.

Die Auswirkungen der reduzierten Tierzahlen insbesondere von Muttertieren auf die Freisetzung von extensivem Grünland in Österreich sind mit etwa 250.000 bis 400.000 ha zu veranschlagen (vergleiche Tabelle 5). Es könnten ganze Seitentäler und Regionen zuwachsen und entsiedelt werden.

Schlussfolgerungen

Der fortschreitende Strukturierungsprozess in der Landwirtschaft ist mehr durch die Auffassung vieler kleiner Betriebe als durch das echte Anwachsen von Mittel- und Großbetrieben gekennzeichnet. Da in den Berggebieten größere Betriebe kaum in der heutigen Form bewirtschaftet werden können, heißt das auch, dass viele Flächen keine Pflege mehr erfahren. Ein Zuwachsen der Kulturlandschaft und eine Verschlechterung des ländlichen Raumes sind die Folge. Die wirtschaftliche Absicherung der überlebensfähigen Einzelbetriebe in diesen benachteiligten Bergregionen sollte verstärkt betrieben werden. Es sollten aber auch brauchbare Modelle für die gemeinschaftliche Nutzung und Bewirtschaftung von gefähr-

Tabelle 2: Grundfutter aus Grünland und Feldfutterbau sowie Futterbedarf für die raufutterverzehrenden Tiere in Österreich

Kultur	Grundfutterproduktion in 1.000 t TM/Jahr im österreichischen Grünland und Feldfutterbau	Futterbedarf für raufutterverzehrende Tiere/Jahr ¹⁾ (Rinder, Pferde, Schafe, Ziegen und Wild)
Grünland und feldfutterartiges Grünland	~ 6.500	~ 6.000
Silomais und sonstiges Feldfutter	~ 1.000	~ 1.000
Summen	~ 7.500	~ 7.000

¹⁾ Futterbedarf nach dem Tierbestand im Jahre 2008 berechnet.

Tabelle 3: Futterbedarf bei Rindern, Pferden, Schafen, Ziegen und Rot- und Schalenwild in Österreich

Tierart und Nutzung	Grundfutter in 1.000 t TM		Kraftfutter in t	
	1999	2008	1999	2008
Kombinierte Milchkuh	1.840	1.518	168.000	224.000
Hochleistungskuh	1.329	1.091	308.000	460.000
Mutterkühe	771	1.423	-	-
Junggrinder, Pferde, Schafe, Ziegen, Wild	3.371	2.924	150.000	150.000
Gesamtfutter	7.311	6.956	626.000	834.000
	Differenz:	- 5 %	Differenz:	+ 25 %

Tabelle 4: Entwicklung der raufutterverzehrenden Großvieheinheiten ¹⁾ in Österreich in den Jahren 1999 bis 2008

Jahr 1999	Milchkühe		Mutterkühe	Jungvieh < 1 Jahr	Jungvieh 1-2 Jahre	Rinder > 2 Jahre	Pferde	Schafe	Ziegen
	Berggeb.	Spezialbetr.							
Anzahl	410.000	270.000	189.000	630.586	488.283	159.359	81.566	352.277	57.993
Ø Gewicht in kg	700	700	600	160	450	550	400	40	30
GVE	574.000	378.000	226.800	201.788	439.455	175.295	65.253	28.182	3.480
Rinder-GVE gesamt		1.985.338							
Pferde, Schafe, Ziegen und Wild		106.915							
GVE im Jahr 1999		2.092.253							
Jahr 2008 (geschätzt)	Milchkühe		Mutterkühe	Jungvieh < 1 Jahr	Jungvieh 1-2 Jahre	Rinder > 2 Jahre	Pferde	Schafe	Ziegen
	Berggeb.	Spezialbetr.							
Anzahl	320.000	230.000	325.000	630.000	356.750	147.750	90.000	380.000	60.000
Ø Gewicht in kg	700	700	600	160	450	550	400	40	30
GVE	448.000	345.000	390.000	201.600	321.075	162.525	72.000	30.400	3.600
Differenz: ~ 110.000 GVE									
Rinder-GVE gesamt		1.868.200							
Pferde, Schafe, Ziegen und Wild		116.000							
GVE im Jahr 2008		1.984.200							

¹⁾ Großvieheinheiten = GVE = 500 kg Lebendgewicht
RGVE = raufutterverzehrende Großvieheinheit

deten Gebieten (Seitentäler, Almen etc.) für die Praxis angeboten und dargelegt werden. Die arbeits- und investitionsintensive Milchwirtschaft in den Berggebieten wird durch extensivere Tierhaltungsformen teilweise abgelöst werden. Es sollte allerdings auch die extensive Milchviehhaltung im Berggebiet verankert bleiben, allerdings nicht in den schwierigen Lagen. Die extensive Tierhaltung und die Milchwirtschaft in den Berggebieten sind von den Voraussetzungen her bestens für die Bewirtschaftung nach dem biologischen Landbau geeignet.

Die Milchwirtschaft in den Berggebieten wird in den kommenden Jahren etwas an Bedeutung verlieren, dafür sollte die extensive Tierhaltung mit allen Formen der naturnahen Fleischproduktion verstärkt Einzug halten. Hier gilt es allerdings auch den derzeit angeschlagenen Rindfleischmarkt wieder zu

aktivieren und den Konsumenten dieses Fleisch schmackhaft zu machen.

Die besten Berglagen und die Gunstlagen im österreichischen Grünland werden künftig von den alpenländischen Großbetrieben in bäuerlich und familiär geprägter Form bewirtschaftet werden. Diese Entwicklung hin zu spezialisierten Milchviehbetrieben mit Kuhzahlen zwischen 40 und 60 (100) hat bereits eingesetzt und vollzieht sich täglich. Diese spezialisierten Milchviehbetriebe werden bereits vor aber besonders nach dem Jahre 2008 die Basis für die österreichische Milchwirtschaft sein. Es werden wohl in den nächsten fünf Jahren von den kleineren und mittleren Milchbetrieben die benötigten Milchkontingente in diese spezialisierten Milchviehbetriebe verlagert werden. Die Finanzierung aber auch die Verfügbarkeit dieser Kontingente wird für die Spezialbetriebe oftmals zum Problem wer-

den. Es sollte hier eine Hilfestellung angeboten werden, jedoch sollte Österreich nicht von der Quotenregelung in Europa abweichen.

Trotz aller Bemühungen im Berggebiet und in den sogenannten Gunstlagen wird es noch genügend Grünlandflächen geben, die von den Tieren nicht mehr genutzt werden. Die jährlich aufwachsende Biomasse sollte aber künftig energetisch und stofflich verwertet werden. In guten Wuchsjahren kann mit 500.000 bis 1,0 Millionen Tonnen Trockenmasse gerechnet werden. Die Forschung auf diesem Sektor läuft gut an und es zeigen sich bereits die ersten technischen Möglichkeiten, das "grüne Gras" als Rohstoff (Faser, Dämmstoff, Stoffe für die Pharmazie und für die Lebensmittelindustrie etc.) für die Industrie oder für den Bioreaktor zu verwenden.

Die traditionellen Bewirtschaftungsformen im Alpenraum sind in Bewegung und es werden sich im kommenden Jahrzehnt die Weichen für neue Strukturen und Technologien eröffnen. Die Öffentlichkeit muss diesen schwierigen Prozess voll unterstützen, ansonsten sind nicht nur die Bauern sondern auch die gepflegte und offene Kulturlandschaft sowie der ländliche Raum in Gefahr.

Literatur

HOFINGER, M., J. WIESBÖCK und E. POTUCEK (1999): Die österreichische Rinderzucht 1999, Ausgabe 2000.

STEINWIDDER, A. (2000): persönliche Mitteilung

Tabelle 5: Flächenfreisetzung im Grünland aufgrund des geringeren Futterbedarfes in Österreich bis zum Jahre 2008

Auswahlkriterien	Flächenausmaß in ha	Ertrag in t pro Jahr	Grundfutter in 1.000 t TM
Hutweiden	70.000	2,5	175
Einmähdige Wiesen	34.000	2,5	85
Kulturweiden	20.000	6,5	130
Mehrmähdige Wiesen	10.000	7,0	70
Almen	80.000	0,5	40
Nicht genutztes Grünland	40.000	-	-
Summe	254.000		500

Vegetationstypen, Böden und Ertragspotential des Wirtschaftsgrünlandes im Mittleren Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut und Konsequenzen für die Bewirtschaftung

A. BOHNER und M. SOBOTIK

1. Einleitung

Die kleinbäuerlichen Betriebsstrukturen und vielfältigen Geländebeziehungen begünstigen im Berggebiet das räumliche Nebeneinander unterschiedlich intensiv bewirtschafteter Grünlandflächen; dies gewährleistet ein Höchstmaß an Biodiversität und Landschaftsästhetik. Mit einer standortgerechten Grünlandbewirtschaftung leisten die Bauern einen aktiven Beitrag zum Arten- und Biotopschutz und zur Kulturlandschaftspflege. Eine vielfältige, reich strukturierte, bäuerliche Kulturlandschaft hat einen hohen Erholungs- und Erlebniswert. Davon profitiert auch der Tourismus und somit die gesamte Volkswirtschaft.

Seit einiger Zeit werden in Österreich auf Grund geänderter sozioökonomischer Rahmenbedingungen Grünlandflächen immer häufiger nicht mehr bewirtschaftet. Im Zeitraum 1980 bis 1995 haben nicht nur Hutweiden, Streuwiesen und einmähdige Dauerwiesen flächenmäßig abgenommen; eine Flächenreduktion ist erstmalig auch bei den mehrmähdigen Dauerwiesen eingetreten (Tabelle 1). Mit der Auflassung vieler kleiner Betriebe infolge des Strukturwandels in der Landwirtschaft und mit der allmählichen Verdrängung des Grundfutters durch vermehrten Kraftfuttereinsatz vor allem in den spezialisierten Milchviehbetrieben in Gunstlagen werden in Zukunft noch mehr Grünlandflächen nicht mehr bewirtschaftet (BUCHGRABER, 2001). Mit der daraus resultierenden allmählichen Verdrängung sinkt nicht nur die Arten- und Biotopvielfalt, sondern es geht auch die Attraktivität der Kulturlandschaft verloren. Grünlandflächen mit hohem Ertragspotential hingegen werden in Zukunft vor allem in Gunstlagen in-

Tabelle 1: Änderungen in der Kulturartenverteilung 1937-1995; Flächenangabe in ha; Quelle: PFUSTERSCHMID et al., 1999

	1937	1960	1970	1980	1995
Dauerwiesen mehrmähdig	588.000	726.500	826.600	890.000	861.200
Dauerwiesen einmähdig	300.000	282.200	180.000	100.000	56.400
Streuwiesen	40.000	24.200	25.800	19.300	15.800
Kulturweiden	50.000	54.150	43.300	42.300	67.100
Hutweiden	300.000	289.800	246.100	182.900	81.100
Almen und Bergmäher	963.000	921.000	893.400	806.100	858.700
Ackerland	1.976.000	1.646.800	1.543.700	1.487.600	1.405.300
Waldflächen	3.134.500	3.141.700	3.205.900	3.281.800	3.290.550

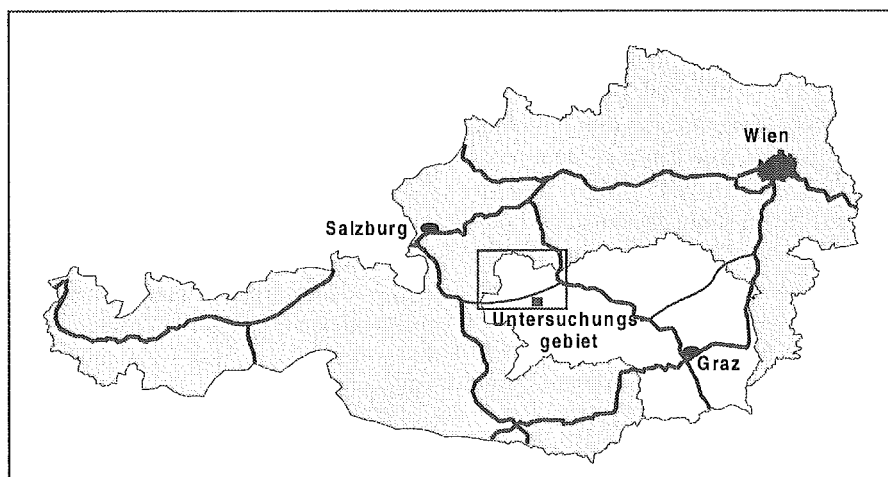


Abbildung 1: Das Untersuchungsgebiet

tensiver genutzt. Nicht nur einzelne Pflanzenarten, sondern auch Pflanzengesellschaften sind sowohl durch diese Nutzungsintensivierung als auch durch eine Bewirtschaftungsaufgabe in ihrer Existenz gefährdet. Diese gegenläufigen Trends - Nutzungsintensivierung einerseits, Bewirtschaftungsaufgabe andererseits - sind weder aus ökologischer noch aus volkswirtschaftlicher Sicht wünschenswert. Es besteht daher die Forderung und Pflicht, die derzeitige bäuerliche Kulturlandschaft mit ihren vielfältigen Vegetationstypen und folglich hoher Biodiversität zu erhalten. Dazu ist allerdings eine umfangreiche vegetationsöko-

logische Zustandserhebung der einzelnen Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes notwendig.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, den Istzustand des Wirtschaftsgrünlandes im Mittleren Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut aus vegetationsökologischer und landwirtschaftlicher Sicht zu dokumentieren und auf mögliche Gefahren und Konsequenzen für die Bewirtschaftung hinzuweisen. Im Mittelpunkt dabei steht das Wirtschaftsgrünland; das Extensivgrünland (insbesondere Trespen-Halbtrockenrasen, Narzissenwiesen, Moore) wird zusammen mit Ertrag und Futterqualität in einer späteren Veröffentlichung mit berücksichtigt.

Autoren: Dr. Andreas BOHNER und Dr. Monika SOBOTIK, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING



2. Untersuchungsgebiet: Lage, Geologie, Boden, Klima

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Mittleren Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut (Abbildung 1). Es hat Anteil an den Nördlichen Kalkalpen und an der Grauwackenzone. Die Nördlichen Kalkalpen sind aus mesozoischen Kalkgesteinen aufgebaut. Die Grauwackenzone besteht vorwiegend aus paläozoischen metamorphen Gesteinen.

Die Bodentypen sind im Untersuchungsgebiet sehr vielfältig und vor allem lithologisch sowie orographisch differenziert. Am Talboden der Enns (640 m Seehöhe) herrschen schluffreiche, meist Mg-übersättigte Augleye und vergleyte Graue Auböden vor. Im Zuge der Ennsregulierung (1860 – 1960) erfolgte eine Flächenentwässerung, was stellenweise zu einer leichten Verbraunung vor allem der Augleye geführt hat. Im Bereich der Nördlichen Kalkalpen sind Braunerden und Kalklehm-Rendsinen (Pseudorendsinen im Sinne von F. Solar) vorherrschend. In der Grauwackenzone dominieren leichte Braunerden. Im Verlandungsbereich stehender Gewässer kommen Nieder- und Übergangsmoore vor. In Mulden, an Hangfüßen und Hangverebnungen sind Gleye und Anmoore weit verbreitet.

Das Untersuchungsgebiet weist in den tieferen Lagen eine Juli-Temperatur von

16-17° C und eine Jahresmittel-Temperatur von 6-7° C auf (Tabelle 2). In rund 1000 m Seehöhe beträgt die Juli-Temperatur nur mehr 14-15° C und die Jahresmittel-Temperatur 5-6° C. Die Tallagen sind im Winter Kaltluftseen; die Jänner-Temperatur beträgt im langjährigen Mittel -3 bis -5° C. Die Lagen oberhalb von etwa 1000 m Seehöhe sind durch die winterliche Temperaturinversion wärmebegünstigt; die Jänner-Temperatur liegt im langjährigen Mittel unter -3° C. Der Jahresniederschlag beträgt 1000 bis 1400 mm (Tabelle 3). Für das Niederschlagsgeschehen haben im Untersuchungsgebiet die W-, NW- und N-Strömungen die größte Bedeutung. Die Nördlichen Kalkalpen sind die Hauptstaugebiete für diese Frontensysteme; im Steirischen Salzkammergut beträgt daher der Jahresniederschlag am Talboden gebietsweise über 2000 mm. In der Vegetationsperiode (April bis September) fallen ca. 60 % des Jahresniederschlages. Im langjährigen Mittel (1981-1990) werden etwa 80 bis 130 Tage mit Schneebedeckung gezählt; vor allem das Steirische Salzkammergut ist relativ schneereich. Das Untersuchungsgebiet kann klimatisch als relativ winter- und sommerkühl sowie mäßig niederschlags- und schneereich eingestuft werden. Für die Vegetation ist daher weniger der Niederschlag und die Niederschlagsverteilung, sondern vielmehr die Temperatur (Wärme) der begrenzende klimatische Faktor. Im Untersuchungsgebiet kommen auch mehrere

Kühlezeiger (insbesondere *Persicaria bistorta* und *Juncus filiformis*) am Talboden vor. Nur an südexponierten, besonders wärmebegünstigten Standorten können sich trockenheitsertragende und wärmebedürftige Pflanzen halten. "Echte" Trockenheits- und Wärmezeiger fehlen im Untersuchungsgebiet weitgehend. Die wärmere Laubwaldstufe (Eichen-Hainbuchenwald) ist nicht vorhanden. Die Buche (*Fagus sylvatica*) hat ihren Verbreitungsschwerpunkt auf südexponierten Berghängen; sie zeigt noch einen suboceanischen Klimaeinfluß an.

3. Methoden

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten nach der Methode BRAUN-BLANQUET. Die Größe der homogenen Aufnahmefläche betrug 50 bis 100 m² und überschritt immer das Minimumareal. Die Benennung der Pflanzensippen richtet sich nach ADLER et al. (1994). Es wurden nur Farn- und Blütenpflanzen erfaßt. Das den Auswertungen zugrundeliegende Aufnahmematerial wurde bereits teilweise an anderer Stelle publiziert (BOHNER & SOBOTIK, 2000 b) bzw. wird vollständig zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht.

Die Bodenansprache erfolgte aus dem Bohrstock. Die Bodenproben wurden im Herbst aus der Tiefenstufe 0-10 cm gezogen. Die Analysemethoden richten sich nach der jeweiligen ÖNORM (pH-Wert in einer 0.01 M CaCl₂-Lösung; elektrische Leitfähigkeit konduktometrisch; Karbonatgehalt nach Scheibler; C und N mittels Elementaranalyse; P₂O₅ und K₂O mit der CAL/DL-Methode; P₂O₅ im Wassereextrakt 1:10; austauschbare mineralische Kationenbasen und Sesquioxide mit einer 0,1 M BaCl₂-Lösung; Fe, Mn, Zn und Cu mit einem EDTA-Auszug; Mg nach Schachtschabel; Bor mit dem Acetatauszug nach Baron).

Durch die Angabe des Variabilitätskoeffizienten (* = > 30 %; ohne * = < 30 %) soll die zum Teil beträchtliche natürliche Variabilität einzelner Kenngrößen hervorgehoben werden.

4. Ergebnisse

4.1 Lebensformenspektrum

Im Wirtschaftsgrünland dominieren Hemikryptophyten (Tabelle 4). Hohe An-

Tabelle 2: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur (in °C) in den Jahren 1981-1990; Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1994

Meßstation	Seehöhe in m	Monate												Jahres- mittel	Mittel IV-IX
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Aigen i. Ennstal	640	-4,5	-2,8	2,5	6,9	11,7	14,4	17,0	15,9	12,6	7,7	1,3	-2,3	6,7	13,1
Liezen	670	-3,3	-1,7	3,1	7,4	12,3	14,5	17,2	16,4	13,3	8,8	2,2	-1,4	7,4	13,5
Bad Aussee	670	-3,4	-2,1	2,5	7,0	12,2	14,5	17,1	16,3	12,8	8,7	2,1	-1,2	7,2	13,3
Irdning	710	-3,5	-2,1	2,8	7,1	11,9	14,5	16,9	16,1	12,9	8,3	1,8	-1,7	7,1	13,2
Pürgg	790	-3,1	-1,8	2,9	7,1	12,0	14,4	17,3	16,3	13,0	8,5	2,0	-1,2	7,3	13,4
Bad Mitterndorf	804	-5,2	-3,9	1,0	5,5	10,8	13,3	16,1	15,1	11,7	7,1	0,5	-2,9	5,8	12,1
Donnersbachwald	985	-4,7	-3,9	0,3	4,4	9,1	11,6	14,3	13,5	10,4	6,2	0,0	-2,9	4,9	10,6
Oppenberg	1060	-2,8	-3,0	0,9	4,8	9,3	11,8	14,6	14,0	11,2	7,1	0,7	-1,8	5,6	11,0

Tabelle 3: Monats- und Jahressummen der Niederschläge (in mm) in den Jahren 1981-1990; Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1994

Meßstation	Seehöhe in m	Monate												Jahres- mittel	Mittel IV-IX	Zahl d. Tage m. Schnee- bedeckung
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Aigen i. Ennstal	640	102	66	65	49	80	114	135	129	87	59	56	81	1023	549	86
Liezen	670	106	65	67	52	82	104	133	125	86	61	61	86	1028	582	100
Bad Aussee	670	134	86	81	65	110	167	190	186	127	77	84	113	1420	845	115
Irdning	710	89	58	56	49	87	113	145	140	98	65	57	73	1030	632	101
Pürgg	790	112	75	66	55	90	135	156	173	103	72	67	94	1198	712	79
Bad Mitterndorf	804	126	73	69	53	93	134	149	154	99	74	62	97	1183	682	127
Donnersbachwald	985	100	70	68	59	101	140	161	158	115	78	70	89	1209	734	125
Oppenberg	1060	135	84	85	72	106	139	160	135	107	75	75	108	1281	719	119

Tabelle 4: %-Anteil der Lebensformen ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

Pflanzengesellschaft	n	Th	He	Ge	% -Anteil			
					Ch	MPh	NPh	Wa
Matricario-Polygonetum arenastri	6	32,5	59,8	3,4	3,4	0,9		
Feldfutterbestände	16	18,2	74,2	2,6	4,9		0,2	
Ranunculo repentis-Alopecuretum pratensis	5	11,8	82,0	1,7	4,5			
Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati	24	7,8	81,5	4,8	5,1	0,7		
Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris	45	6,9	86,1	2,7	4,2	0,1		
Alchemillo-Arrhenatheretum-Cardaminopsido-Trisetetum-Übergangsgesellschaft	11	6,6	87,0	2,2	3,8	0,3		
Trifolium repens-Poa trivialis-Gesellschaft	52	6,0	85,7	3,5	4,3	0,4	0,1	
Cardaminopsido halleri-Trisetetum flavescens	30	5,7	88,3	2,3	3,3	0,4		
Festuco commutatae-Cynosuretum cristati	13	5,0	84,4	3,0	5,9	1,7		
Alchemillo-Arrhenatheretum-Geranio-Trisetetum-Übergangsgesellschaft	55	4,5	86,4	4,4	4,4	0,4		
Cirsium oleraceum-Persicaria bistorta-Gesellschaft	19	4,0	84,7	6,9	4,1	0,2		0,1
Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens	46	3,9	86,2	4,6	4,8	0,5		
Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft	9	2,3	85,5	5,4	4,3	2,5		
Iridetum sibiricae	28	2,2	78,6	14,8	2,5		1,9	0,1
Caricetum gracilis	12	1,9	83,1	9,4	4,1	1,3		0,3

n = Anzahl der Vegetationsaufnahmen; Th = Therophyten; He = Hemikryptophyten; Ge = Geophyten; Ch = Chamaephyten; MPh = Makrophanerophyten; NPh = Nanophanerophyten; Wa = Wasserpflanzen; Stand: Juni 2001

teile an Therophyten sind generell ein Zeichen für Übernutzung, falsche Bewirtschaftung und Lückigkeit der Pflanzenbestände, denn Therophyten können sich nur in lückigen, frühzeitig und häufig gestörten Grünlandbeständen entwickeln. Der Therophyten-Anteil ist am höchsten in der häufig gestörten Trittpflanzengesellschaft (Matricario-Polygonetum arenastri), in den lückigen Feldfutterbeständen (Trifolium repens-Lolium x boucheanum-Bestand, Trifolium pratense ssp. sativum-Lolium x boucheanum-Bestand, Lolium perenne-Medicago sativa-Bestand), in den untersuchten Fuchsschwanzwiesen (Ranunculo repentis-Alopecuretum pratensis) sowie in den relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati). Relativ gering ist der Anteil an Therophyten in den eher extensiv genutzten Rotschwengel-Straußgraswiesen (Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft), in den Streuwiesen (Iridetum sibiricae) und in den Großseggenbeständen (Caricetum gracilis). Die häufigsten Therophyten im relativ intensiv genutzten Wirtschaftsgrünland sind *Veronica arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Bromus hordeaceus*, *Poa annua* und *Stellaria media*. Der Anteil an Geophyten ist in den Iriswiesen (Iridetum sibiricae) mit Abstand am höchsten; die häufigsten Geophyten in dieser Streuwiesengesellschaft sind *Iris sibirica*, *Phragmites australis* und *Serratula tinctoria*. Zu den Makrophanerophyten zählen im Wirtschaftsgrünland vor allem Keimlinge von Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Gewöhnlicher Esche (*Fraxinus excelsior*); sie sind am häufigsten in den

eher extensiv genutzten Rotschwengel-Straußgraswiesen und Rotschwengel-Weißkleeewiden (*Festuco commutatae-Cynosuretum cristati*) anzutreffen. Nanophanerophyten kommen vereinzelt insbesondere in den Iriswiesen vor; es sind dies vor allem verschiedene Weide-Arten (insbesondere *Salix cinerea* und *Salix myrsinifolia*).

4.2 Floristische Artenvielfalt, Rote Liste-Arten und Rote Liste-Gesellschaften

Die floristische Artenvielfalt (α -Diversität oder Artenzahl pro Flächeneinheit) ist generell abhängig von der Intensität an Streß und Störung am Standort, von der Standortsheterogenität (Nischenvielfalt) und vom Ausmaß der interspezifischen Konkurrenz.

In der Regel bewirkt eine frühzeitige und häufige Störung der Vegetation eine Verminderung der floristischen Artenvielfalt; daher besteht zwischen der Nutzungsintensität und der floristischen Artenvielfalt ein deutlicher Zusammenhang. Zu den artenreichsten Pflanzengesellschaften des untersuchten Wirtschaftsgrünlandes zählen die eher extensiv genutzten Rotschwengel-Weißkleeewiden (*Festuco commutatae-Cynosuretum cristati*), Iriswiesen (Iridetum sibiricae) und Rotschwengel-Straußgraswiesen (Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft) (Tabelle 5). Die Rotschwengel-Weißkleeewiden umfassen Hutweiden und extensiv genutzte Kulturweiden auf sauren Böden; sie werden im Untersuchungsgebiet vorwiegend mit

Wirtschaftsdünger in geringer Menge gedüngt. Die Iriswiesen sind typische Streuwiesen; sie werden einmal pro Jahr im Herbst gemäht und nicht gedüngt. Die Rotschwengel-Straußgraswiesen werden im Untersuchungsgebiet ein- bis zweimal jährlich gemäht oder sehr extensiv als Hutweide genutzt und nicht oder nur geringfügig mit Wirtschaftsdünger gedüngt. Floristisch deutlich artenärmer sind im Vergleich dazu vor allem die relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati), die Feldfutterbestände und die Trittpflanzengesellschaft (Matricario-Polygonetum arenastri). Das Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati wird im Untersuchungsgebiet regelmäßig vorwiegend mit Wirtschaftsdünger gedüngt und meist vier- bis fünfmal pro Jahr beweidet. Die Feldfutterbestände werden im Untersuchungsgebiet meist viermal pro Jahr gemäht und regelmäßig insbesondere mit Wirtschaftsdünger gedüngt. Die relativ intensiv genutzten Kulturweiden sind floristisch etwas artenärmer als die vergleichbaren Glatthafer- und Goldhaferwiesen, denn bei länger andauernder intensiver Beweidung verschwinden die Wiesen-Kennarten und an ihre Stelle treten nur einige wenige neue Arten. Meistens setzen sich einige wenige bereits im Pflanzenbestand vorhandene Arten wegen des Ausfalls weideempfindlicher Konkurrenten stärker durch; deswegen sinkt die floristische Artenvielfalt bei intensiver Kulturweidenutzung. Die relativ intensiv genutzten Mähweiden (Trifolium repens-Poa trivialis-Gesellschaft) stehen hinsichtlich floristischer Artenvielfalt zwischen den Dauerwiesen

Tabelle 5: Floristische Artenvielfalt (Farn- und Blütenpflanzen) und Rote Liste-Arten ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

Pflanzengesellschaft	n	Ø	Min	Max	Anz. insg.	Anz. RL	%-Anteil RL
Festuco commutatae-Cynosuretum cristati	13	54	43	85	151	1	0,7
Alchemillo-Arrhenatheretum-Cardaminopsido-Trisetetum-Übergangsges.	11	53	42	68	127	0	0,0
Iridetum sibiricae	28	50	27	62	167	17	10,2
Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft	9	49	40	64	101	0	0,0
Alchemillo-Arrhenatheretum-Geranio-Trisetetum-Übergangsges.	55	48	33	65	151	4	2,6
Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens	46	46	34	59	142	3	2,1
Cirsium oleraceum-Persicaria bistorta-Gesellschaft	19	44	25	59	135	8	5,9
Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris	45	42	30	58	138	2	1,4
Cardaminopsido halleri-Trisetetum flavescens	30	41	30	55	103	2	1,9
Trifolium repens-Poa trivialis-Gesellschaft	52	40	29	55	151	2	1,3
Juncetum filiformis	3	40*	30	55	73	5	6,8
Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati	24	36	25	44	101	1	1,0
Ranunculo repentis-Alopecuretum pratensis	5	36	26	39	67	1	1,5
Feldfutterbestände	16	36	23	48	117	2	1,7
Caricetum gracilis	12	27*	5	43	101	8	7,9
Phalaridetum arundinaceae	3	22	17	26	43	1	2,3
Matricario-Polygonetum arenastri	6	20	16	25	42	0	0,0
Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati	3	14*	8	21	32	1	3,1

n = Anzahl der Vegetationsaufnahmen; Ø = durchschnittliche Artenzahl pro Pflanzengesellschaft; Min = niedrigste Artenzahl innerhalb der Pflanzengesellschaft; Max = höchste Artenzahl innerhalb der Pflanzengesellschaft; Anz. insg. = insgesamt vorkommende Arten innerhalb der Pflanzengesellschaft; Anz. RL = Anzahl Rote Liste-Arten mit der Gefährdungsstufe 0-4 in Österreich; %-Anteil RL = %-Anteil Rote Liste-Arten an der Gesamtartenzahl der Pflanzengesellschaft; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: Juni 2001

und Kulturweiden; sie werden im Untersuchungsgebiet pro Jahr meist ein- bis zweimal gemäht, zwei- bis dreimal beweidet und regelmäßig vorwiegend mit Wirtschaftsdünger gedüngt. Mit durchschnittlich 36 bis 40 verschiedenen Farn- und Blütenpflanzen sind selbst die relativ intensiv genutzten Mäh- und Kulturweiden zumindest im Europäischen Vergleich noch immer relativ artenreich.

Bei Nutzungsintensivierung (oftmaliger früher und häufiger Schnitt, stärkere Düngung, frühere und häufigere Beweidung) setzen generell nutzungsempfindliche Arten aus; es kommt dadurch sehr häufig zur Narbenauflockerung und Lückenbildung. In den Lücken können in erster Linie nährstoffliebende Acker- und Ruderalarten, Verdichtungs- und Krumenwechselfeuchtkeitszeiger aufkommen. Diese Arten verhindern bei Nutzungsintensivierung einen stärkeren Abfall der floristischen Artenvielfalt und sind Garant dafür, daß selbst im relativ intensiv genutzten Wirtschaftsgrünland die α -Diversität selten unter 25 Farn- und Blütenpflanzen absinkt. Lücken erhöhen die Standortsheterogenität und tragen somit zur Aufrechterhaltung des floristischen Artenreichtums im Wirtschaftsgrünland bei. Allerdings kommen in diesen Lücken aus landwirtschaftlicher Sicht meist unerwünschte Arten und aus ökologischer Sicht in der Regel "Allerweltsarten" auf.

Von Natur aus relativ artenarm sind das Schlankseggen-Ried (*Caricetum gracilis*), das Rohrglanzgrasröhricht (*Phalaridetum arundinaceae*) und die Knickfuchsschwanz-Gesellschaft (*Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati*). Bei diesen Naßwiesengesellschaften sind die extremen Standortverhältnisse (insbesondere der nässebedingte Sauerstoffmangel im Oberboden) hauptverantwortlich für die relativ niedrige floristische Artenvielfalt. Nur mehr einige wenige Spezialisten ertragen den hohen Standortsstress; sie gelangen zur Dominanz und bilden eine artenarme Phytozönose. Dies entspricht dem ökologischen Grundprinzip, wonach unter extremen Umweltverhältnissen die Artenzahlen abnehmen, die Individuenzahlen der verbliebenen Arten aber steigen. Aus diesem Grund ist Nährstoffarmut allein kein Garant für eine hohe floristische Artenvielfalt. Nur die Kombination Nährstoffarmut, minimaler Standortsstress und mäßige periodische Störung gewährleistet ein Höchstmaß an α -Diversität (vgl. BOHNER 2001).

Neben der α -Diversität (Artenzahl pro Flächeneinheit) ist auch das Vorkommen seltener bzw. gefährdeter Pflanzenarten wertbestimmend für eine Pflanzengesellschaft. Rote Liste-Arten kommen im Untersuchungsgebiet bevorzugt in den extensiver genutzten Feucht- und Naßwiesengesellschaften vor (insbesondere

Iridetum sibiricae, *Caricetum gracilis*, *Juncetum filiformis*, *Cirsium oleraceum-Persicaria bistorta-Gesellschaft*). Auch die einmähdigen, mit im Durchschnitt 67 verschiedenen Farn- und Blütenpflanzen überaus artenreichen Trespens-Halbtrockenrasen (*Mesobrometum erecti*) enthalten zahlreiche Rote Liste-Arten (BOHNER et al., in Vorb.). In den frischen und krumenwechselfeuchten Wiesen-, Mähweide- und Weidegesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes hingegen ist die Anzahl und der %-Anteil an Rote Liste-Arten wegen der meist höheren Nutzungsintensität deutlich niedriger. Halbtrockene, feuchte und nasse Standorte sind für eine intensive Grünlandbewirtschaftung nicht geeignet und daher bevorzugte Biotope für Rote Liste-Arten.

In den Kulturweiden, Mähweiden und mehrmähdigen Dauerwiesen des Untersuchungsgebietes (*Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati*, *Trifolium repens-Poa trivialis-Gesellschaft*, *Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris*, *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens*, *Cardaminopsido halleri-Trisetetum flavescens*) kommen insgesamt 73 verschiedene Farn- und Blütenpflanzen mit einer Stetigkeit über 40 % und 58 verschiedene Farn- und Blütenpflanzen mit einer Stetigkeit über 60 % vor. Die Flora von Österreich umfaßt ca. 2950 verschiedene Farn- und Blütenpflanzen (NIKL FELD et al., 1999). 73 Arten oder

2,5 % aller österreichischen Farn- und Blütenpflanzen haben somit ihren Verbreitungsschwerpunkt im regelmäßig beweideten und/oder mehrmähdigen Wirtschaftsgrünland. Diese Arten gelten allerdings zur Zeit als nicht gefährdet bzw. nur vereinzelt als regional gefährdet.

Ein Maß für den Gefährdungsgrad einer Pflanzengesellschaft ist die Anzahl und der %-Anteil an Rote Liste-Arten, wobei im allgemeinen gilt: je mehr Rote Liste-Arten eine Phytozönose enthält, desto größer ist ihr Gefährdungsgrad. Allerdings reicht dieses Kriterium zur Beurteilung des Gefährdungsgrades von Pflanzengesellschaften nicht aus. Die Rotschwengel-Straußgraswiesen (*Agrostis capillaris*-*Festuca rubra* agg.-Gesellschaft) beispielsweise enthalten im Untersuchungsgebiet keine Rote Liste-Arten, trotzdem zählen sie zu den am meisten gefährdeten Wiesentypen. Es sind in der Regel schwer erreichbare, wenig spektakuläre, weil nicht bunte, Dauerwiesen. Die Gefahr der Bewirtschaftungsaufgabe und Verwaltung ist sehr groß. Die berühmten und touristisch bereits gut vermarkteten Ennstaler Iriswie-

sen und Ausseer Narzissenwiesen hingegen sind trotz zahlreicher Rote Liste-Arten viel weniger gefährdet; dies gilt im übrigen auch für die gesetzlich relativ gut geschützten Hoch-, Übergangs- und Niedermoore. Neben den Rotschwengel-Straußgraswiesen zählen im Untersuchungsgebiet auch noch die Trespen-Halbtrockenrasen zu den gefährdeten und somit schutzbedürftigen Pflanzengesellschaften (Rote Liste-Gesellschaften).

4.3 Pflanzensoziologisch-ökologisches Artengruppenverhältnis

Das pflanzensoziologisch-ökologische Artengruppenverhältnis ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes ist in den *Abbildungen 2* (Artenzahl) und *3* (mittlere Stetigkeit) dargestellt; berücksichtigt wurden nur die aus landwirtschaftlicher Sicht relevanten Artengruppen. Der Anteil an Ackerunkräutern und Lückenfüllern weist eine deutliche Beziehung zur Nutzungsintensität und Lückigkeit der Pflanzenbestände auf. Er ist in den lückigen Feldfutter-

beständen, in den relativ intensiv genutzten Kultur- und Mähweiden sowie in den dreimähdigen Frauenmantel-Glatthaferwiesen am höchsten und in den relativ extensiv genutzten Rotschwengel-Straußgraswiesen am niedrigsten (*Abbildung 2*). Im klaren Gegensatz dazu steht der Anteil an Magerkeitszeigern; er ist in den Rotschwengel-Straußgraswiesen mit Abstand am höchsten und in den Feldfutterbeständen am niedrigsten. Der Anteil an Magerkeitszeigern ist auch in den dreimähdigen Frauenmantel-Glatthaferwiesen niedriger als in den höhenzonal anschließenden zweimähdigen Goldhaferwiesen; dafür ist der Anteil an Ackerunkräutern und Lückenfüllern vergleichsweise höher. Mit zunehmender Seehöhe nimmt der Massen- und Höhenwuchs auf Grund sinkender Temperatur ab (vgl. LICHTENEGGER, 1981). Daraus folgt eine bessere Belichtung der unteren Bestandesschichten. Daher können sich in höheren Lagen selbst in gut gedüngten Goldhaferwiesen vergleichsweise mehr lichtbedürftige Magerkeitszeiger halten. In den Rotschwengel-Straußgraswiesen ist der Anteil an Über-

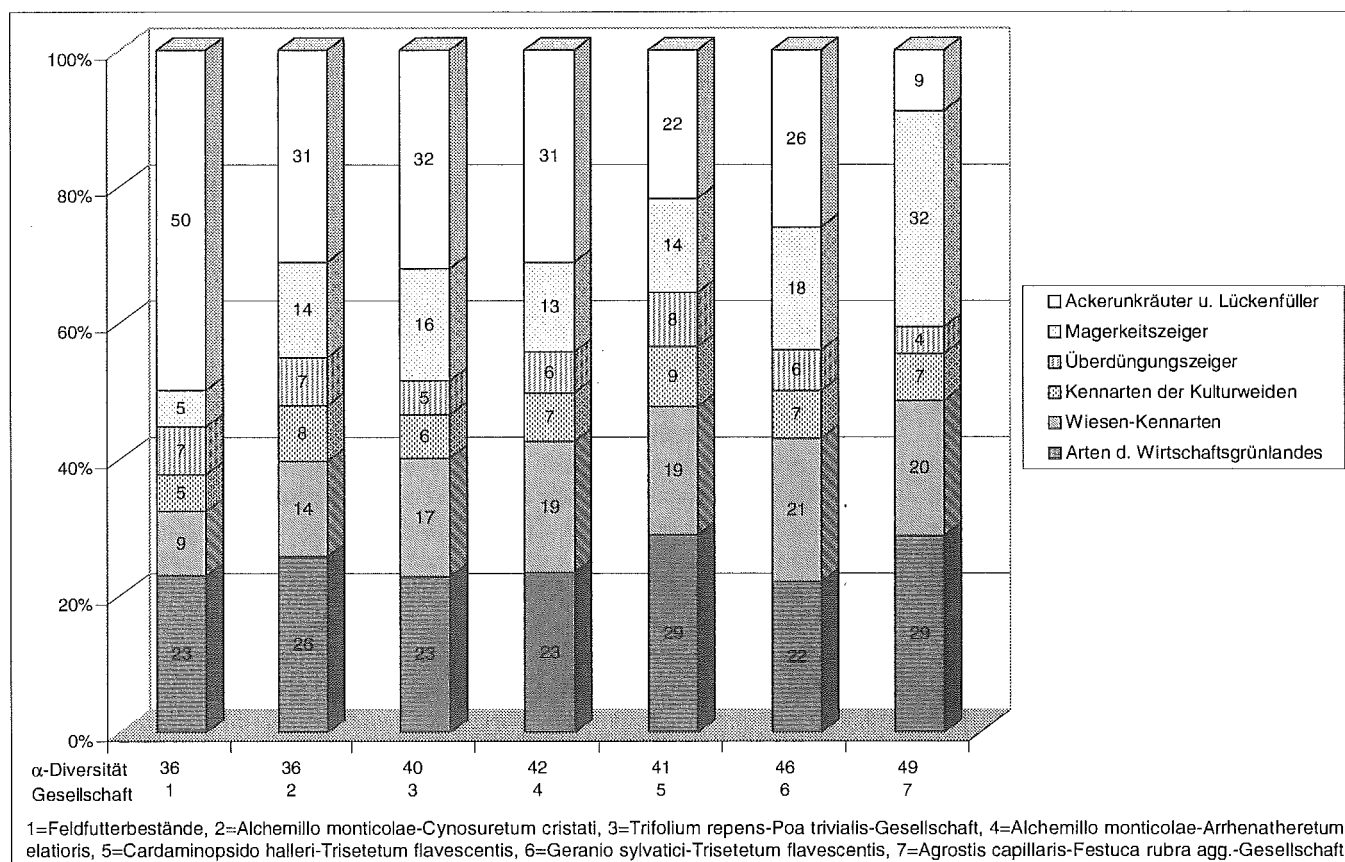


Abbildung 2: Pflanzensoziologisch-ökologisches Artengruppenverhältnis (Artenzahl) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes; Stand: Juni 2001

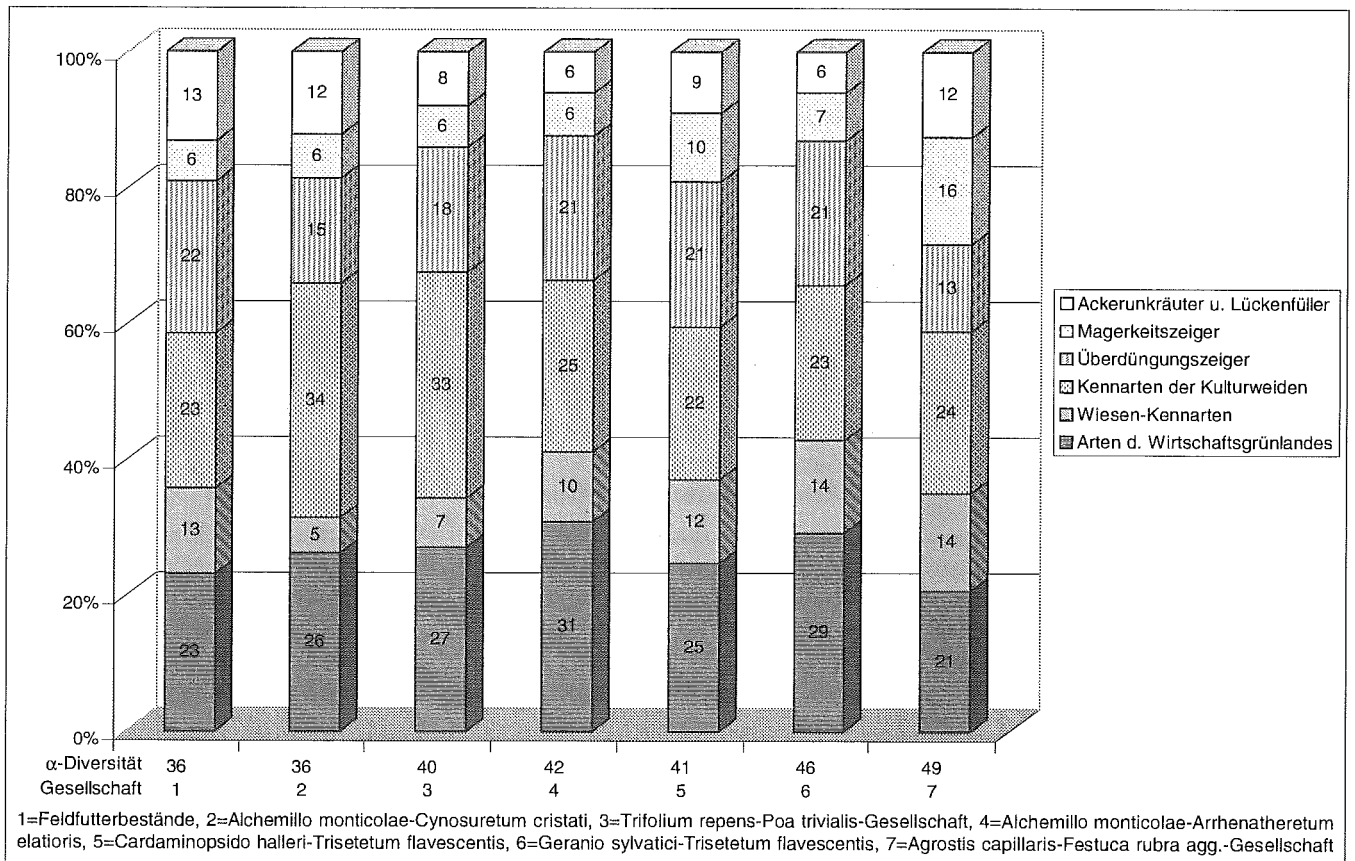


Abbildung 3: Pflanzensoziologisch-ökologisches Artengruppenverhältnis (mittlere Stetigkeit) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes; Stand: Juni 2001

düngungszeigern am niedrigsten. Die Wiesen-Kennarten (Kennarten der Glatt- hafer- und Goldhaferwiesen) sind in den Feldfutterbeständen, Kultur- und Mähweiden am schwächsten vertreten. Sie ertragen keine intensive Beweidung und müssen in die Feldfutterbestände erst allmählich einwandern. Der Anteil an Wiesen-Kennarten ist in den Mähweiden etwas höher als in den Kulturweiden aber niedriger als in den Dauerwiesen; dies entspricht der Bewirtschaftungsweise (abwechselnd Mahd und Beweidung). Die Kennarten der Kulturweiden sind nicht auf die relativ intensiv genutzten Kultur- und Mähweiden beschränkt; sie erreichen hier allerdings die höchsten Stetigkeitswerte (Abbildung 3). Vollkommen anders verhalten sich die Wiesen-Kennarten; sie erreichen in den Kultur- und Mähweiden die niedrigsten Stetigkeitswerte. In den Rotschwengel-Straußgraswiesen sind einige wenige Lückenfüller (insbesondere *Holcus mollis*) mit hoher Stetigkeit vertreten. In den Feldfutterbeständen und Kulturweiden kommen von den Ackerunkräutern und Lückenfüllern insbesondere *Veronica arven-*

sis, *Plantago major ssp. major*, *Poa annua*, *Capsella bursa-pastoris* und *Ranunculus repens* mit hoher Stetigkeit vor. In den Rotschwengel-Straußgraswiesen erreichen die Magerkeitszeiger mit Abstand die höchsten und die Überdüngungszeiger die niedrigsten Stetigkeitswerte.

4.4 Gräser-Kräuter-Leguminosenverhältnis

Das Gräser-Kräuter-Leguminosenverhältnis beeinflusst nicht nur die Futterqualität, sondern sehr wesentlich auch die Buntheit der Phytozönose; sie steigt in der Regel mit zunehmender Artenzahl, steigendem Kräuter- und/oder Leguminosen-Anteil und abnehmender Nutzungsfrequenz. Die Tabelle 6 zeigt das Gräser-Kräuter-Leguminosenverhältnis beim ersten Aufwuchs von ausgewählten Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes. Den höchsten Gräser-Anteil weisen das *Caricetum gracilis*, die *Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft* und das *Ranunculo repentis-Alopecuretum pratensis* auf. Das Schlankseggen-Ried wird physio-

gnomisch von *Carex acuta* dominiert; bei langandauernder Frühjahrsüberflutung entsteht eine überaus arten- und aspektarme *Carex acuta*-Dominanzgesellschaft mit weniger als 10 verschiedenen Farn- und Blütenpflanzen. Die Rotschwengel-Straußgraswiese wird physiognomisch vom Rotschwengel und/oder Rot-Straußgras dominiert. In der Fuchsschwanzwiese tritt vor allem beim ersten Aufwuchs der Wiesen-Fuchsschwanz aspektprägend auf; auch der Wiesen-Schwengel und das Gewöhnliche Rispengras können mitunter höhere Deckungswerte erreichen. Der Kräuter-Anteil ist im *Iridetum sibiricae*, im *Matricario-Polygonetum arenastris* und im *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens* im Durchschnitt am höchsten. Vor allem nährstoff- und somit Schilf-arme Iriswiesen sind überaus kräuter- und aspektreich. In der arten- und aspektarmen Trittpflanzengesellschaft herrschen meist einige wenige trittresistente Kräuter wie *Matricaria matricarioides*, *Plantago major ssp. major* oder *Polygonum arenastrum* vor. Die Wald-Storchschnabel-Goldhaferwiese ist im Durchschnitt kräuterreicher

Tabelle 6: Gräser - Kräuter - Leguminosenverhältnis (1. Aufwuchs) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

Pflanzengesellschaft	n	Gräser	%-Anteil Kräuter	Leguminosen
Caricetum gracilis	11	86	11*	3*
Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft	9	61	34	6*
Ranunculo repentis-Alopecuretum pratensis	5	59	29	12*
Alchemillo-Arrhenatheretum-Cardaminopsido-Trisetetum-Übergangsges.	11	58	33	10*
Cardaminopsido halleri-Trisetetum flavescens	29	55	33	11*
Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris	45	54	31	14*
Alchemillo-Arrhenatheretum-Geranio-Trisetetum-Übergangsgesellschaft	55	50	37	13*
Festuco commutatae-Cynosuretum cristati	13	50	35	15*
Cirsium oleraceum-Persicaria bistorta-Gesellschaft	18	47	35*	18*
Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati	20	46	29*	25*
Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens	46	46	41*	12*
Feldfutterbestände	16	45	18*	36*
Matricario-Polygonetum arenastri	1	45	53	2
Trifolium repens-Poa trivialis-Gesellschaft	51	43	35*	22*
Iridetum sibiricae	11	30*	67*	4*

n = Anzahl der Vegetationsaufnahmen; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: Juni 2001

als die in gleicher Höhenlage sich befindliche Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese. Beim ersten Aufwuchs tritt sehr häufig *Geranium sylvaticum* und beim zweiten Aufwuchs *Heracleum sphondylium* ssp. *sphondylium* aspektprägend auf. Die buntblühende Wald-Storchschnabel-Goldhaferwiese kommt im Untersuchungsgebiet vor allem auf nährstoff- und basenreichen, mittel- bis tiefgründigen Braunlehmen im Karbonat- oder Silikat-Pufferbereich vor. Die Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese ist im Untersuchungsgebiet auf nährstoffreiche, mittel- bis tiefgründige, basenärmere Braunerden und verbrauchte Rankerkolluvien im Silikat- oder Austauscher-Pufferbereich beschränkt. Für den relativ hohen Kräuter-Anteil in der Wald-Storchschnabel-Goldhaferwiese ist der tonreiche Braunlehm Boden hauptverantwortlich. In kühlen, niederschlagsreichen Gebieten weisen Braunlehme generell einen ungünstigen Wärme-, Wasser- und Gashaushalt auf. Der hohe Feinporen-Anteil bewirkt eine hohe Wasserspeicherkapazität und begünstigt die Staunässebildung; deswegen neigen Braunlehme insbesondere in kühl-feuchten Gebieten zur Wechselfeuchtigkeit. Die hohe Wasserspeicherkapazität führt - auf Grund der erhöhten spezifischen Wärmekapazität - zu einer langsameren Bodenerwärmung, zu einer schlechteren Bodendurchlüftung und in der Folge zu einer geringeren N-Mineralisierung infolge gehemmter Bodenmikroorganismen-Tätigkeit (vgl. LICHTENEGGER, 1979). Vom daraus resultierenden rela-

tiven N-Mangel profitieren vor allem einige hochwüchsige, konkurrenzstarke Kräuter; sie drängen die "wertvollen" Gräser (insbesondere *Trisetum flavescens*) zurück. Goldhafer-reiche Phytozönosen findet man im "Braunlehm-Gebiet" am ehesten auf Kalklehm-Rendsinen (Pseudorendsinen) und flachgründigen Braunlehmen in wärmebegünstigten Lagen. Die niedrigen mittleren Bodentemperaturen und die gute Wasserversorgung sind auch verantwortlich dafür, daß in den Wiesenbeständen auf Braunlehm regelmäßig Waldpflanzen wie beispielsweise *Carex sylvatica*, *Primula elatior* oder *Anemone nemorosa* und Saumpflanzen wie *Geranium phaeum* ssp. *phaeum* vorkommen. Die Feldfutterbestände, das Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati und die *Trifolium repens-Poa trivialis*-Gesellschaft weisen den höchsten Leguminosen-Anteil auf. Die Feldfutterbestände sind - je nach angesäter Mischung, Bestandesalter und Standort - meist relativ krautarme Klee-Grasbestände. Von einer intensiven Beweidung profitieren in erster Linie Untergräser (im Untersuchungsgebiet vor allem *Poa trivialis* und *Poa pratensis*) und der Weißklee; daher weist die Frauenmantel-Weißklee-Weide im Vergleich zu Dauerwiesen einen höheren Leguminosen- und niedrigeren Kräuter-Anteil auf. Die Mähweiden stehen bezüglich Leguminosen-Anteil zwischen den relativ intensiv genutzten Kulturweiden und den Dauerwiesen; von den Kräutern erlangt sehr häufig *Rumex obtusifolius* einen höheren Deckungswert.

4.5 Böden und Bodenkennwerte

Die bodenchemischen Kennwerte (0-10 cm Bodentiefe) sind den Tabellen 7 und 8 zu entnehmen. Die Variabilitätskoeffizienten sind zum Teil sehr hoch, weil die untersuchten Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes häufig auf verschiedenen Bodentypen vorkommen und mehrere Subassoziationen bilden.

Die Böden des Wirtschaftsgrünlandes befinden sich meist im ökologisch günstigen Silikat-Pufferbereich (pH CaCl₂: 6,2-5,0); nur die Böden der Rotschwengel-Straußgraswiesen kommen bevorzugt im Austauscher-Pufferbereich (pH CaCl₂: 5,0-4,2) vor. Der Humusgehalt (C_{org} %) variiert in den Böden der Weide-, Mähweide- und Dauerwiesengesellschaften zwischen 4,0 und 8,6 %. In den hydromorphen Böden der Feucht- und Naßwiesengesellschaften beträgt die Variationsbreite 9,7 bis 11,4 %. In den Feldfutterbeständen ist der C_{org}-Gehalt mit durchschnittlich 3,3 % am niedrigsten; die zeitweilige Ackernutzung ist hauptverantwortlich dafür. Grünlandböden sind wegen der größeren Menge an Bestandesabfällen und auf Grund der wärmebedingten niedrigeren Mineralisierungsrate in der Regel humusreicher als Ackerböden in vergleichbarer Lage. Die hydromorphen Böden der Feucht- und Naßwiesengesellschaften sind auf Grund der geringeren Bodenerwärmung und schlechteren Bodendurchlüftung (gehemmte Humusmineralisation) humusreicher als die vorwiegend terrestrischen Böden der Weide-, Mähweide- und

Tabelle 7: Bodenkennwerte (0-10 cm Bodentiefe) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

	n	CaCl ₂ pH	μS/cm eL	% C _{org}	% N _{tot}	C _{org} /N _{tot}	CAL/DL P ₂ O ₅	mg/100 g			CaCl ₂ Mg
								H ₂ O P ₂ O ₅	CAL K ₂ O		
Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati	23	6,0	156*	5,5*	0,6*	9,0	13*	1,8*	19*	19	
Festuco commutatae-Cynosuretum cristati	13	5,5	97*	4,4	0,5	9,4	5*	0,5*	9*	10*	
Trifolium repens-Poa trivialis-Gesellschaft	51	6,0	150*	6,5*	0,7	9,3	10*	1,0*	17*	28*	
Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris	44	6,5	190	6,7*	1,0*	9,5	8*	1,5*	11*	26*	
Alchemillo-Arrhenatheretum-Geranio-Trisetetum-Übergangsges.	55	6,2	169	8,6*	0,9*	10,0	8*	1,1*	14*	26*	
Alchemillo-Arrhenatheretum-Cardaminopsido-Trisetetum-Übergangsges.	11	4,9	-	4,0*	-	-	4*	0,8*	9	9*	
Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens	46	6,0	147*	7,9*	0,8*	9,8	9*	1,7*	12*	25*	
Cardaminopsido halleri-Trisetetum flavescens	30	5,2	119*	5,7	0,7	10,1	9*	2,2*	12*	17	
Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft	9	4,8	88	6,5	0,6	10,5	5*	0,6*	11	9*	
Cirsium oleraceum-Persicaria bistorta-Gesellschaft	19	5,8	164*	9,8*	1,1*	10,6	6*	1,2*	11*	28*	
Caricetum gracilis	10	6,2	197*	11,4*	1,0*	12,2	7*	0,7*	8*	37*	
Iridetum sibiricae	27	6,0	209*	9,7*	0,8*	11,8	4	0,3*	14*	32*	
Feldfutterbestände	13	6,3	-	3,3	0,3	-	8*	1,4*	6*	20*	

n = Anzahl der Bodenanalysen; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: Juni 2001

Tabelle 8: Bodenkennwerte (0-10 cm Bodentiefe) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

	n	Fe	EDTA (mg/kg)			mg/kg		% (mval/100 g; BaCl ₂ -Auszug)					
			Mn	Cu	Zn	B	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn
Alchemillo monticolae-Cynosuretum cristati	23	1062*	558*	14*	12*	1,6*	86	10*	2*	0*	0*	0*	1*
Festuco commutatae-Cynosuretum cristati	13	688	455*	9*	8*	0,7*	79	10*	2*	1*	5*	1*	2*
Trifolium repens-Poa trivialis-Gesellschaft	51	819*	521*	12*	17*	1,4*	84	12*	1*	0*	1*	0*	1*
Alchemillo monticolae-Arrhenatheretum elatioris	44	699*	616*	13*	17*	1,1*	86	13*	1*	0*	0*	0*	0*
Alchemillo-Arrhenatheretum-Geranio-Tris.-Übergangsges.	55	772*	796*	9*	23*	1,8*	89	10*	1*	0*	0*	0*	0*
Alchemillo-Arrhenatheretum-Cardaminopsido-Tris.-Überg.	11	489	499*	6*	10	0,2	74	10	2*	1*	8*	1	4
Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens	46	850*	637*	9*	19*	1,0*	87	11*	1*	0*	0*	0*	0*
Cardaminopsido halleri-Trisetetum flavescens	30	947*	519*	10*	17*	0,3*	78	14	2*	1*	19*	1	2*
Agrostis capillaris-Festuca rubra agg.-Gesellschaft	9	948*	396	8*	13*	0,5*	66	10*	3*	1*	15*	1*	4*
Cirsium oleraceum-Persicaria bistorta-Gesellschaft	19	1732*	431*	19*	17*	0,8*	73*	21*	1*	1*	1*	1*	2*
Caricetum gracilis	10	1098*	275*	24*	17*	1,0*	84	15*	1*	0*	0*	0*	0*
Iridetum sibiricae	27	1214*	494*	22*	15*	1,6*	82	15*	1*	0*	1*	0*	1*
Feldfutterbestände	13	435*	362*	13*	10*	0,8*	84	13*	1*	0*	1*	0*	1*

n = Anzahl der Bodenanalysen; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: Juni 2001

Dauerwiesengesellschaften. Die Braunlehme der Wald-Storchschnabel-Goldhaferwiese sind auf Grund der intensiven Ton-Humus-Koppelung (schützt den Humus vor mikrobiellem Abbau) und wegen der ungünstigeren bodenphysikalischen Eigenschaften (kühler, feuchter, schlechter durchlüftet) im allgemeinen humusreicher als die tonärmeren Braunerden und verbrauchten Rankerkolluvien der vergleichbaren Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese. Das C/N-Verhältnis ist ein Maß für die Humusqualität. Mit abnehmender natürlicher Standortbonität und Nutzungsintensität erweitert sich im allgemeinen das C/N-Verhältnis, wodurch die Humusqualität sinkt. Das C/N-Verhältnis variiert in den Böden der Weide-, Mähweide- und Dauerwiesengesellschaften zwischen 9,0 und 10,5, wobei der niedrigste (günstigste) Wert in der relativ intensiv genutzten Frauenmantel-Weißklee-Weide und der höchste Wert in der eher extensiv genutzten Rotschwingel-Straußgraswiese erzielt wird. Auch die Böden der Feldfutterbestände weisen ein enges C/N-Verhältnis auf; allerdings liegen derzeit nur zwei gemessene

Werte (8,9; 9,4) vor. Durch Mineralisierung und Humifizierung der eiweißreichen Bestandesabfälle wird der Boden von leguminosenreichen Feldfutterbeständen mit N angereichert. In den hydromorphen Böden der Feucht- und Naßwiesengesellschaften variiert das C/N-Verhältnis zwischen 10,6 und 12,2; es ist wegen der gehemmten Humusmineralisation infolge reduzierter biologischer Aktivität in der Regel etwas weiter (ungünstiger) als in den vorwiegend terrestrischen Böden der Weide-, Mähweide- und Dauerwiesengesellschaften. Der Gehalt an lactatlöslichem P₂O₅ ist in den Böden der relativ intensiv genutzten Kultur- und Mähweiden im Durchschnitt am höchsten und in den Böden der eher extensiv genutzten Iriswiesen, Rotschwingel-Straußgraswiesen und Rotschwingel-Weißklee-Weiden im Durchschnitt am niedrigsten. Beim lactatlöslichen K₂O ist dieser nutzungsbedingte Unterschied zwischen den einzelnen Pflanzengesellschaften nicht mehr so deutlich ausgeprägt; auch Streuwiesen wie beispielsweise die Iriswiesen können relativ hohe Gehalte an lactat-

löslichem K₂O im Boden aufweisen. Die relativ geringen K-Entzüge und das relativ hohe K-Nachlieferungspotential der schluffreichen hydromorphen Mineralböden dürften dafür verantwortlich sein. Die Böden der Frauenmantel-Weißklee-Weide weisen im Durchschnitt den höchsten lactatlöslichen K₂O-Gehalt auf. Dies läßt sich mit dem nahezu geschlossenen K-Kreislauf in den relativ intensiv genutzten Kulturweiden erklären. Die Böden der relativ intensiv genutzten Mähweiden stehen hinsichtlich des lactatlöslichen K₂O-Gehaltes zwischen jenen der Kulturweiden und der Dauerwiesen. Der K-Düngerbedarf sinkt somit in der Reihenfolge Kulturweide > Mähweide > Dauerwiese (vgl. RIEDER, 1983). In den Böden der Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese ist der Gehalt an wasserlöslichem P₂O₅ im Durchschnitt am höchsten und in den Böden der Iriswiesen am niedrigsten. Die regelmäßige Düngung, der relativ niedrige pH-Wert, die relativ geringe Ca-Sättigung und Ca-Aktivität in der Bodenlösung sowie die leichte Bodenart (niedrigeres P-Sorptionsvermögen) dürften hauptverantwortlich für die

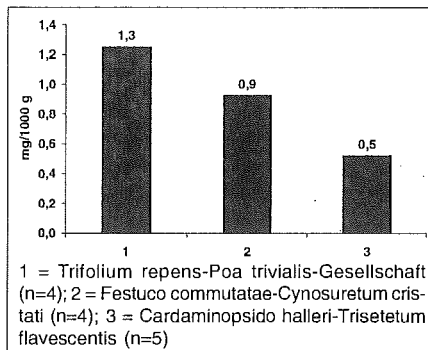


Abbildung 4: Bor-Gehalt ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes auf einem landwirtschaftlichen Betrieb (Bodentyp: Braunerde)

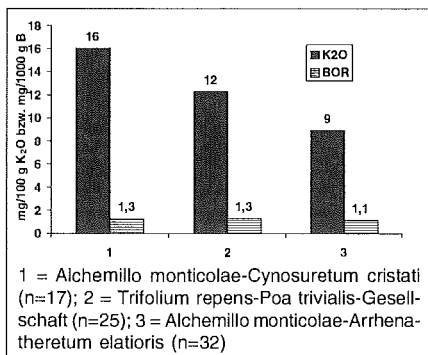


Abbildung 5: K₂O-Gehalt (CAL) und Bor-Gehalt (Acetauszug nach Baron) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes; nicht berücksichtigt sind tonreiche Böden (Braunlehm, Rotlehm, Kalklehm-Rendsina); Stand: Juni 2001

relativ gute Wasserlöslichkeit der Phosphate in den Böden der Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese sein. Die relativ hohe Ca-Sättigung und Ca-Aktivität in der Bodenlösung, der relativ hohe pH-Wert sowie der niedrige lactatlösliche P-Gehalt dürften hauptverantwortlich für den geringen Gehalt an wasserlöslichem P₂O₅ in den Böden der Iriswiesen sein. Die CaCl₂-extrahierbaren Mg-Gehalte sind in den Böden des Schlangseggenriedes und der Iriswiesen im Durchschnitt am höchsten. Diese Pflanzengesellschaften kommen sehr häufig auf Augleien und vergleyten Grauen Auböden vor; diese Bodentypen weisen im allgemeinen hohe Mg-Gehalte auf. Die CaCl₂-extrahierbaren Mg-Gehalte sind in den sauren Braunerden der Rotschwengel-Straußgraswiese und Rotschwengel-Weißkleeweide im Durchschnitt am niedrigsten; saure und leichte Böden weisen sehr häufig wenig CaCl₂-extrahierbares Mg auf. Die Gehalte an EDTA-

extrahierbarem Fe und Cu sind in den Böden der Feucht- und Naßwiesengesellschaften im Durchschnitt am höchsten. Hohe EDTA-extrahierbare Fe- und Cu-Gehalte sind ein wesentliches Charakteristikum für humusreiche, nicht zu stark versauerte und durch Redoxreaktionen geprägte hydromorphe Böden. Die Gehalte an EDTA-extrahierbarem Mn und Zn sind in den sauren Böden der Rotschwengel-Straußgraswiese und Rotschwengel-Weißkleeweide und in den humusarmen Böden der Feldfutterbestände im Durchschnitt am niedrigsten. Relativ wenig EDTA-extrahierbares Mn ist im Durchschnitt auch in den hydromorphen Böden der Feucht- und Naßwiesengesellschaften festzustellen. Häufig reduzierende Verhältnisse und sinkende pH-Werte führen offensichtlich zu einem Verlust an EDTA-extrahierbarem Mn. Abnehmende pH-Werte sind meist auch mit einem Verlust an EDTA-extrahierbarem Zn verbunden. In den Böden der relativ intensiv genutzten Kultur- und Mähweiden sowie in den extensiv genutzten Iriswiesen ist der B-Gehalt im Durchschnitt am höchsten. Der hohe Humusgehalt, vor allem aber der relativ hohe pH-Wert und schluffreiche Boden bedingen den meist hohen B-Gehalt in den Böden der Iriswiesen. Bor ist für Pflanzen, nicht aber für Tiere ein lebensnotwendiges Element. Auf Grund des daraus resultierenden geringen B-Entzuges reichert sich in den Böden der relativ intensiv genutzten Kultur- und Mähweiden neben K auch B an. Die B-Akkumulation tritt in erster Linie auf den Böden der relativ intensiv genutzten Kultur- und Mähweiden und weniger ausgeprägt auf den Extensivweiden auf (Abbildungen 4 und 5). In den Böden der Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese und Rotschwengel-Straußgraswiese sind die B-Gehalte im Durchschnitt am niedrigsten. Tonarme, saure Böden sind im allgemeinen infolge geringer B-Adsorbierbarkeit durch einen relativ niedrigen B-Gehalt charakterisiert (SCHACHTSCHABEL et al., 1998). Ton- und humusreiche, schwach saure bis neutrale Böden, wie beispielsweise die Braunlehme der Wald-Storchschnabel-Goldhaferwiese, hingegen weisen infolge guter B-Adsorbierbarkeit meist einen relativ hohen B-Gehalt auf. Die Böden des Wirtschaftsgrünlandes sind im allgemeinen

durch eine hohe Basensättigung charakterisiert. Eine nennenswerte Sesquioxid-Sättigung (Al-, Fe-, Mn-Sättigung) und beginnende Solodierung (Anstieg der K- und Na-Sättigung) ist nur bei den sauren Böden der Rotschwengel-Straußgraswiese und Rotschwengel-Weißkleeweide zu erkennen. Vor allem die Karbonatgepufferten Braunlehme und Kalklehm-Rendsinen (Pseudorendsinen) der verschiedenen Wiesen-, Mähweide- und Weidegesellschaften sind häufig mit Ca übersättigt. Eine Ca-Übersättigung ist generell ungünstig, weil der absolute und relative Ca-Überschuß im Boden eine starke individuelle Stoffdiskriminierung bei der Stoffaufnahme der Pflanzen bewirkt (Ionenantagonismus). Rohphosphate (Hyperphos) weisen auf diesen Böden wegen des hohen pH-Wertes, der hohen Säureneutralisationskapazität und der hohen Ca-Aktivität in der Bodenlösung eine relativ geringe Löslichkeit auf. Vor allem auf trockenen Standorten ist daher die P-Düngung in Form von Hyperphos auf Ca-übersättigten Böden nicht empfehlenswert; sie wird allerdings häufig praktiziert. Die Augleye und vergleyten Grauen Auböden der Feucht- und Naßwiesengesellschaften sind häufig mit Mg übersättigt (hydromorphe Mg-Übersättigung; vgl. SOLAR, 1978). Eine Mg-Übersättigung ist ungünstig, weil dies zu einer Gefügeverschlechterung und natürlichen Bodenverdichtung führt (SOLAR, 1978), was auf hydromorphen Böden besonders nachteilig für das Pflanzenwachstum ist.

Zwischen den Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes und den Bodenkennwerten bestehen relativ gute Beziehungen. Die Pflanzengesellschaften des extensiv genutzten Grünlandes weisen im Durchschnitt niedrigere Nährstoffgehalte im Boden als die Pflanzengesellschaften des relativ intensiv genutzten Grünlandes auf. Die Böden der extensiv genutzten Rotschwengel-Straußgraswiese beispielsweise unterscheiden sich von den Böden der vergleichbaren, allerdings stärker gedüngten und häufiger gemähten Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese vor allem durch einen niedrigeren pH-Wert (CaCl₂), eine geringere elektrische Leitfähigkeit, ein weiteres C/N-Verhältnis, durch einen niedrigeren Gehalt an lactat- und wasserlöslichem P₂O₅, weniger

CaCl₂-extrahierbares Mg, durch einen pH-induzierten niedrigeren Gehalt an EDTA-extrahierbarem Mn und Zn, durch eine niedrigere Ca- und Mg-Sättigung sowie durch eine pH-induzierte höhere K- und Sesquioxid-Sättigung. Zwischen der Frauenmantel-Glatthaferwiese und den Goldhaferwiesen gibt es gleitende Übergänge. Auf südexponierten, wärmebegünstigten Hanglagen steigen die Kennarten der Glatthaferwiese höher; auch eine extensivere Bewirtschaftungsweise hebt ihr Areal. Vor allem die Alchemillo-Arrhenatheretum-Cardaminopsido-Trisetetum-Übergangsgesellschaft kommt bevorzugt auf nährstoffärmeren, extensiver genutzten Standorten vor. Dies spiegelt sich auch in einer höheren floristischen Artenvielfalt (Tabelle 5) und in den einzelnen Bodenkennwerten wider.

4.6 Ertragspotential

Unter dem Ertragspotential eines Standortes versteht man sein nachhaltiges, durchschnittliches Ertragsvermögen bei optimaler Bewirtschaftungsweise (HARRACH, 1978). Das Ertragspotential ist primär vom Wärme-, Wasser- und Stoffhaushalt eines Standortes abhängig. Die lithologischen, geomorphologischen, klimatischen und pedologischen Rahmenbedingungen bestimmen die Bonität eines Standortes.

Die Bedeutung der Wärme für das Pflanzenwachstum und den Jahresertrag wird aus den Abbildungen 6 und 7 ersichtlich. Abbildung 6 zeigt die tägliche oberirdische Biomasseproduktion und den Jahresertrag von Kulturweiden in Abhängigkeit von der Seehöhe bei sonst ähnlichen Standortbedingungen. Die tägliche oberirdische Biomasseproduktion ist in 1200 m Seehöhe deutlich niedriger als in 720 m Seehöhe; der Wachstumsverlauf ist in diesem Höhenbereich allerdings noch sehr ähnlich. Mit steigender Seehöhe wird die Wärme immer mehr zum ertragsbegrenzenden Faktor; daher ist mit zunehmender Seehöhe die Intensität der Düngung und Nutzung gemäß dem sinkenden Ertragspotential laufend zu verringern (vgl. LICHTENEGGER, 1982). Abbildung 7 zeigt die tägliche oberirdische Biomasseproduktion und den Jahresertrag von Kulturweiden in Abhängigkeit von der Exposition bei sonst gleichen Standortbedingungen.

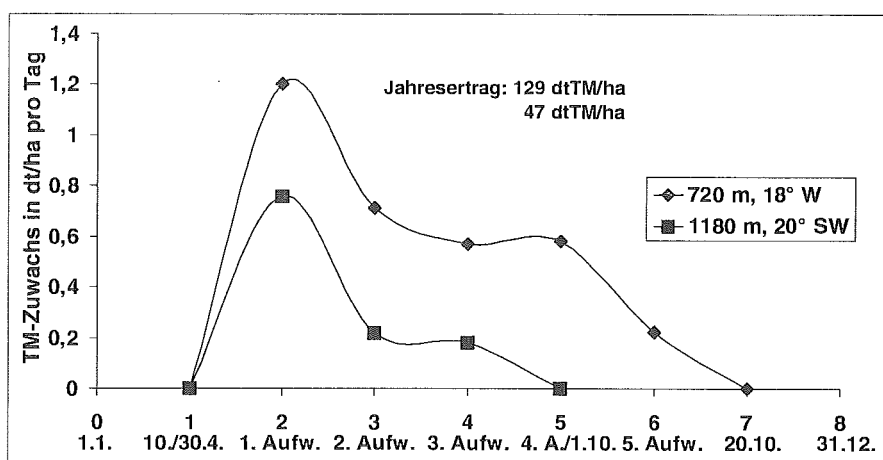


Abbildung 6: Tägliche oberirdische Biomasseproduktion und Jahresertrag von Kulturweiden in Abhängigkeit von der Seehöhe

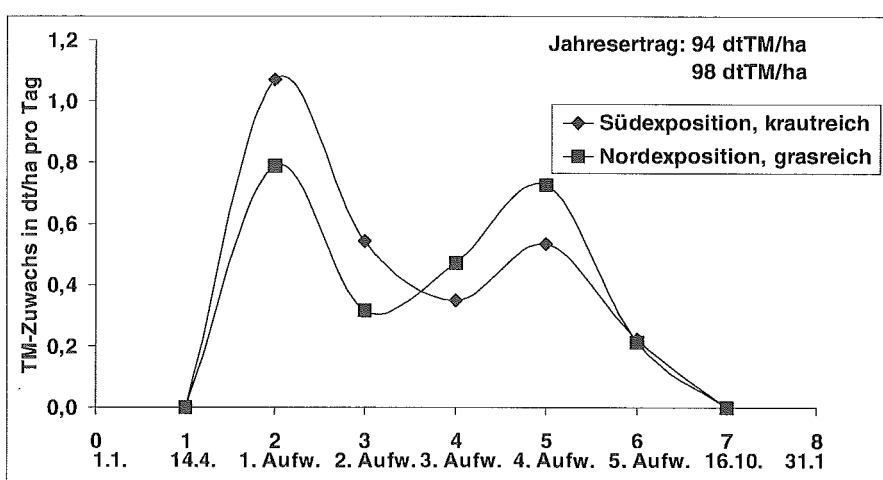


Abbildung 7: Tägliche oberirdische Biomasseproduktion und Jahresertrag von Kulturweiden in Abhängigkeit von der Exposition; Seehöhe: 760 m; Bodentyp: Braunlehm

Auf dem südexponierten Hang ist der Ertragszuwachs im Frühjahr auf Grund der stärkeren Bodenerwärmung deutlich höher als auf dem nordexponierten Hang derselben Parzelle. Im Sommer hingegen ist die tägliche oberirdische Biomasseproduktion auf dem nordexponierten Hang wegen der besseren Wasserversorgung vergleichsweise höher. Im Herbst bestehen keine expositionsbedingten Unterschiede hinsichtlich oberirdischer Biomasseproduktion. In kühl-feuchten Gebieten ist somit die Wärme vor allem im Frühjahr ein wesentlicher ertragsbegrenzender Faktor; im Sommer hingegen gewinnt die Wasserversorgung an Bedeutung. Der Einfluß der Temperatur auf die oberirdische Biomasseproduktion ist im Herbst viel geringer als im Frühjahr; das Pflanzenwachstum wird im Herbst hauptsächlich von den ungünstiger werdenden Strahlungsverhältnissen (abneh-

mende Tageslänge und Lichteinstrahlung) bestimmt (vgl. NÖSBERGER, 1977; OPITZ v. BOBERFELD, 1984). Abbildung 8 zeigt die tägliche oberirdische Biomasseproduktion und den Jahresertrag von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt bei sonst ähnlichen Standortbedingungen (der mäßig feuchte und mäßig nasse Standort befinden sich auf derselben Parzelle). Im Frühjahr weist der mäßig nasse Standort wegen der langsameren Bodenerwärmung einen geringeren Biomassezuwachs als der mäßig halbtrockene und mäßig feuchte Standort auf. Die Sommerdepression ist am stärksten auf dem mäßig halbtrockenen und am schwächsten auf dem mäßig nassen Standort ausgeprägt; sie wird demnach vom Wasserhaushalt des Standortes sehr wesentlich beeinflusst und durch Trockenheit verschärft (vgl. VOIGTLÄNDER und JA-

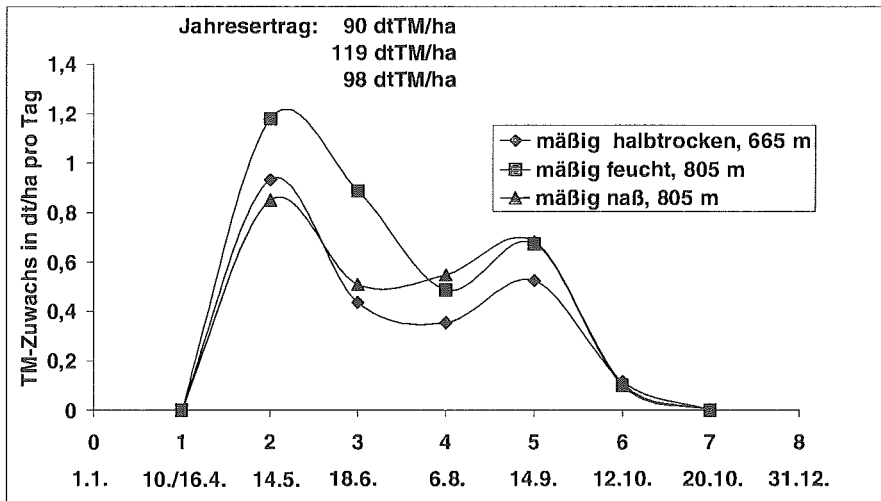


Abbildung 8: Tägliche oberirdische Biomasseproduktion und Jahresertrag von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt

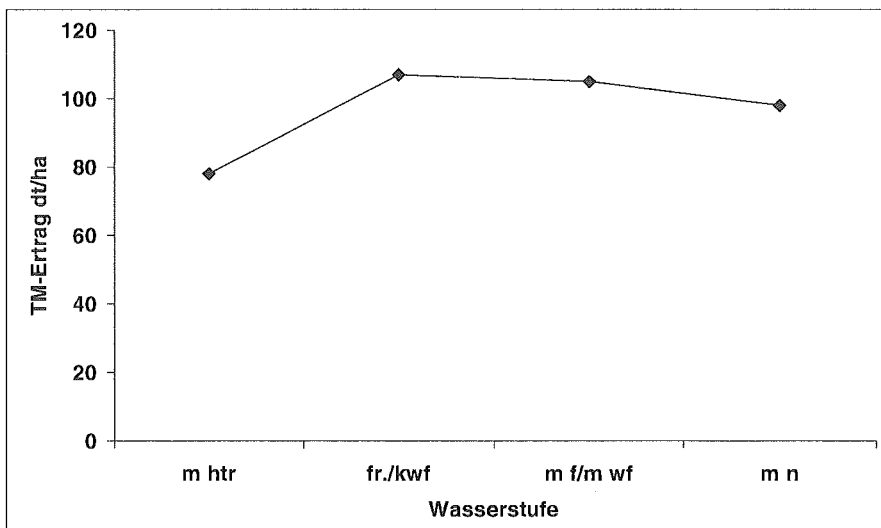


Abbildung 9: Durchschnittlicher TM-Ertrag (Jahresertrag) von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt (Seehöhe: 640-820 m); m htr = mäßig halbtrocken, fr./kwf = frisch/krumenwechselfeucht, m f/m wf = mäßig feucht/mäßig wechselfeucht, m n = mäßig naß

COB, 1987). Die Bedeutung einer guten Wasserversorgung für das Pflanzenwachstum ist somit vor allem im Sommer besonders groß. *Abbildung 9* zeigt den durchschnittlichen Trockenmasseertrag (Jahresertrag) von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt. Die Jahreserträge steigen im Untersuchungsgebiet von mäßig halbtrocken bis frisch/krumenwechselfeucht deutlich an. Sie erreichen hier ihren Höhepunkt und fallen zu mäßig feucht/mäßig wechselfeucht leicht und zu mäßig naß deutlich ab.

Im kühl-feuchten Untersuchungsgebiet weisen frische, wärmebegünstigte, basenreiche Standorte das höchste Ertragspotential auf. Diese Standorte können bei

ausgewogener Düngung nachhaltig am intensivsten genutzt werden, weil "wertvolle" Futterpflanzen optimale Standortbedingungen vorfinden. Die gleichmäßige Wasserversorgung während der Vegetationsperiode gewährleistet eine hohe Anlieferungsgeschwindigkeit der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln, bewirkt eine hohe Nährstoffaufnahme und ermöglicht dadurch hohe Ernteerträge bei bester Futterqualität. Frische Standorte weisen eine hohe Ertragssicherheit auf und sie zeichnen sich durch eine relativ geringe Nutzungsempfindlichkeit und Bewirtschaftungerschwernis aus. Auf halbtrockenen Standorten ist wegen der zeitweise trockenheitsbedingten eingeschränkten Nährstoffanlieferung zur

Pflanzenwurzel (gehemmter Massenfluß und kleinere effektive Diffusionskoeffizienten), wegen des relativ stärkeren Wurzelwachstums (höheres Wurzel-Sproß-Verhältnis), wegen dem zeitweilig trockenheitsbedingten teilweisen oder völligen Stomata-Verschuß der Pflanzen (geringere CO₂-Assimilation) und wegen der zeitweilig gehemmten Nährstoff-Mineralisation infolge trockenheitsbedingter geringerer mikrobieller Aktivität das Ertragspotential von Natur aus niedriger als auf frischen Standorten. Eine extensivere Nutzung ist notwendig, weil intensiv nutzbare Futtergräser keine optimalen Standortbedingungen vorfinden. Auch die Ertragssicherheit ist im Vergleich zu frischen Standorten geringer. Auf Feucht- und Naßstandorten setzt das Pflanzenwachstum wegen der nässebedingten langsameren Bodenerwärmung später ein. Die Pflanzenwurzeln leiden häufig unter Sauerstoffmangel. Die Wurzelatmung ist gehemmt, es kommt zur Unterversorgung der Wurzeln mit ATP, wodurch die Nährstoffaufnahme bei den meisten Pflanzenarten vermindert wird (MARSCHNER, 1998). In der Bodenluft können außerdem H₂S, CH₄, C₂H₄ und volatile Fettsäuren in phytotoxischen Konzentrationen auftreten. In der Bodenlösung ist vor allem die Aktivität von Mn²⁺ und Fe²⁺ relativ hoch. Die Nährstoff-Mineralisation im Boden ist wegen der reduzierten biologischen Aktivität gehemmt. Viele ertragreiche, raschwüchsige, "wertvolle" Futterpflanzen ertragen diese spezifischen Zustandsbedingungen feuchter und nasser Standorte nicht. Daher weisen Feucht- und vor allem Naß-Standorte insbesondere in kühl-feuchten Gebieten von Natur aus ein niedrigeres Ertragspotential und eine höhere Nutzungsempfindlichkeit als frische Standorte auf (BOHNER, 2000). Die im Vergleich zu frischen Standorten geringere Ertragssicherheit, höhere Nutzungsempfindlichkeit, größere Bewirtschaftungerschwernis und höhere Verunkrautungsfahrerfordern eine extensivere Nutzung und geringere Düngung. Außerdem kommen auf feuchten und nassen Standorten von Natur aus vermehrt Giftpflanzen und Arten mit geringem Futterwert vor; eine im Vergleich zu frischen Standorten schlechtere Futterqualität ist die Folge.

Die Vegetation, der Futterertrag, die Futterqualität und die Effizienz der Düngung werden somit sehr wesentlich vom Wärme- und Wasserhaushalt eines Standortes beeinflusst. Die Art und Intensität der Düngung und Nutzung sowie die Beurteilung des Nährstoffzustandes im Boden haben sich immer an der naturräumlichen Standortsbonität zu orientieren (vgl. ELSÄSSER, 1992). Bei geringerer naturräumlicher Standortsbonität ist die Düngungs- und Nutzungsintensität entsprechend zu verringern. Die Grenzen der Intensivierung sind im Pflanzenbestand frühzeitig durch das Einwandern von nährstoffliebenden Acker- und Ruderalpflanzen sowie Verdichtungs- und Krümenwechselfeuchtigkeitszeigern zu erkennen. Eine Nutzungsintensivierung ist nur bei optimalen Standortbedingungen ökologisch und ökonomisch sinnvoll. Frische Standorte sind bei ausreichender Wärme und ausgewogener Stoffzusammensetzung im Boden optimale Grünlandstandorte. Sie werden deshalb auch relativ intensiv genutzt. Frische Standorte sind in diesem Fall floristisch artenärmer und sie weisen weniger Rote Liste-Arten als beispielsweise halbtrockene Standorte auf (BOHNER et al., i. Vorb.). Vor allem halbtrockene und nasse Standorte sollten entsprechend ihrem geringeren Ertragspotential extensiver genutzt werden. Es sind Vorrangflächen für den Naturschutz, denn sie beherbergen bei standortsgemäßer Bewirtschaftung in der Regel zahlreiche Rote Liste-Arten; halbtrockene Standorte weisen außerdem bei regelmäßiger standortsgemäßer Bewirtschaftung eine sehr hohe α -Diversität und Blütenvielfalt mit ständig wechselndem Blühaspekt auf (BOHNER et al., i. Vorb.).

5. Schlußfolgerung

Das Untersuchungsgebiet zählt auf Grund der eher ungünstigen klimatischen und orographischen Verhältnisse – nach europäischen Maßstäben gemessen – zu den mäßig intensiv bewirtschafteten Grünlandgebieten. Deswegen ist die floristische Artenvielfalt und Gesellschaftsdiversität ziemlich hoch.

Im Berggebiet zeichnen sich zur Zeit zwei gegenläufige Trends ab: Nutzungsintensivierung einerseits und Bewirt-

schungsaufgabe andererseits. Diese Entwicklung ist weder aus ökologischer noch aus volkswirtschaftlicher Sicht wünschenswert. Sowohl eine Nutzungsintensivierung als auch eine Bewirtschaftungsaufgabe führen zu einer floristischen Artenverarmung, zu einem Verlust an Rote Liste-Arten, zu einer Uniformierung der Phytozönose, zu einem Rückgang von Pflanzengesellschaften des Extensivgrünlandes und zu einem Attraktivitätsverlust der Kulturlandschaft. Die Pflanzengesellschaften des Extensivgrünlandes zeichnen sich sehr häufig durch eine hohe α -Diversität und Blütenvielfalt sowie durch ein gehäuftes Vorkommen von Rote Liste-Arten und Heilpflanzen aus. Das Extensivgrünland besitzt nicht nur einen hohen ökologischen und ästhetischen Wert; auch der kulturelle und ökonomische Wert ist sehr groß. Der ökonomische Wert resultiert primär aus der Nichtersetzbarkeit oder bedingten Ersetzbarkeit artenreicher, schutzwürdiger Biotope. Extensivgrünland kann rasch und problemlos durch Düngung und Erhöhung der Nutzungsfrequenz in Intensivgrünland verwandelt werden; die Rückführung von Intensivgrünland zu artenreichem Extensivgrünland mit vielen seltenen Pflanzenarten (Renaturierung) hingegen ist bedeutend schwieriger (SPATZ, 1994).

Eine standortgerechte Bewirtschaftung sowie eine bedarfs- und standortsangepasste Düngung muß das Ziel einer ökologisch und ökonomisch ausgerichteten Grünlandwirtschaft sein. Nachdem die Grünlandstandorte ein unterschiedliches Ertragspotential aufweisen und über eine unterschiedliche Nutzungseignung verfügen, muß es unter den derzeitigen sozioökonomischen Rahmenbedingungen Vorrangflächen für den Naturschutz und Vorrangflächen für eine relativ intensive Grünlandbewirtschaftung geben. Dies gewährleistet ein Höchstmaß an Biodiversität und landwirtschaftlicher Produktivität. Nur mit einer standortgerechten Bewirtschaftung leistet die Grünlandwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zum Arten- und Biotopschutz, zur Kulturlandschaftspflege und Erhaltung genetischer Ressourcen. Im österreichischen Berggebiet ist eine abgestufte Nutzungsintensität auf Grund der kleinbäuerlichen Betriebsstrukturen und schwierigen Geländebedingungen die Regel;

dies ist auch der Hauptgrund für die hohe Biodiversität und Landschaftsästhetik der Kulturlandschaft im österreichischen Berggebiet.

Literatur

- ADLER, W., K. OSWALD und R. FISCHER, 1994: Exkursionsflora von Österreich. Ulmer Verlag: 1180 S.
- BOHNER, A., 1999: Soziologie und Ökologie der Weiden - von der Tallage bis in den alpinen Bereich. 5. Alpenländisches Expertenforum, BAL Gumpenstein, 18.-19.3.1999, 31-39.
- BOHNER, A., 2000: Boden, Standortsbonität und Einfluß der N-Düngung auf den Mineralstoffgehalt des Futters – ein Beitrag zum interdisziplinären Forschungsprojekt "Einfluß der Grünlandbewirtschaftung auf die Milchproduktion" 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6.-8.6.2000, BAL Gumpenstein, 89-97.
- BOHNER, A., 2001: Bedeutung der Ahnwirtschaft und des Bodenzustandes für die Biotopvielfalt und floristische Artendiversität. Sauteria. In Druck.
- BOHNER A. und M. SOBOTIK, 2000 a: Der Landschaftsraum und seine Rahmenbedingungen für die Grünlandbewirtschaftung im Mittleren Steirischen Ennstal. MAB-Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel, Akademie der Wissenschaften, 22.-23.9.2000, Wien, 5-14.
- BOHNER A. und M. SOBOTIK, 2000 b: Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Steirischen Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. MAB-Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel, Akademie der Wissenschaften, 22.-23.9.2000, Wien, 15-50.
- BOHNER, A., M. SOBOTIK und L. ZECHNER, 2001: Die Iris-Wiesen (*Iridetum sibiricae* Philippi 1960) im Mittleren Steirischen Ennstal (Steiermark, Österreich) – Ökologie, Soziologie und Naturschutz. Tuexenia. In Druck.
- BOHNER, A., M. SOBOTIK und L. ZECHNER, i. Vorb.: Die Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobrometum erecti* Koch 1926) im Mittleren Steirischen Ennstal (Steiermark, Österreich) – Ökologie, Soziologie und Naturschutz.
- BRIEMLE, G., D. EICKHOFF und R. WOLF, 1991: Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Beihefte Veröff. für Naturschutz und Landespflege Bad.-Württ. 60.
- BUCHGRABER, K., 2001: Neue Herausforderungen in der Bewirtschaftung des Alpenländischen Grünlandes. In: Bericht über das 7. Alpenländische Expertenforum zum Thema "Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland – Schwerpunkt Ampfer", BAL Gumpenstein, 22.-23.3.2001, 1-7.
- DIERSCHKE, H., 1994: Pflanzensoziologie. Ulmer Verlag. 683 S.
- ELSÄSSER, M., 1992: Konsequenzen umweltgerechter Grünlandbewirtschaftung. Landwirtschaftliches Jahrbuch, 69. Jg., 819-835.
- HARRACH, T., 1978: Die Durchwurzelbarkeit von Böden als wichtiges Kriterium des Ertragspotentials. Kali-Briefe 14, 115-122.

- HYDROGRAPHISCHER DIENST in Österreich, 1994: Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1981-1990, 529 S.
- KAULE, G., 1986: Arten- und Biotopschutz. UTB Ulmer Verlag, 461 S.
- KNAUER, N., 1970: Grundlagen der Futterproduktion auf Weidegrünland. In: Schriftenreihe der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, Bd. 47, Vorträge zur Hochschultagung 1970, 85-103.
- KÜHBAUCH, W., 1987: Veränderung der Qualität von Grünlandfutter unter dem Einfluß von Standort und Bewirtschaftung. Kali-Briefe 18, 485-510.
- KUNZMANN, G., 1989: Der ökologische Feuchtgrad als Kriterium zur Beurteilung von Grünlandstandorten. Diss. Bot. 134, 254 S.
- LICHTENEGGER, E., 1979: Bedeutung des Bodentyps und der Bodenart für die Zusammensetzung, Entwicklung und Bewirtschaftung von Grünlandbeständen. In: Bericht über die Internationale Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft", 12.-13.9.1978, BAL Gumpenstein, 15-32.
- LICHTENEGGER, E., 1981: Höhenstufengliederung und Zusammensetzung der montanen und subalpinen Grünlandbestände; Beurteilung der Profilstandorte. In: 3. Sonderheft der Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Gesellschaft. Führer zur Exkursion durch das Glocknergebiet und die Karnischen Alpen in Kärnten, 23.-26.9.1981, 29-44.
- LICHTENEGGER, E., 1982: Der Wärme- und Wasserhaushalt – ertragsbildende Faktoren in Abhängigkeit von der Seehöhe, dargestellt aus pflanzensoziologischer Sicht. In: Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 25, 75-91.
- MARSCHNER, H., 1998: Mineral nutrition of higher plants. Academic press. 889 S.
- MENZI, H. und J. NÖSBERGER, 1989: Einfluß der Witterung auf den Zuwachsverlauf verschiedener Wiesenbestände. In: Landwirtschaft Schweiz, Band 2 (3), 125-130.
- MUCINA, L., G. GRABHERR und T. ELLMAUER (Hrsg.), 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I und II. Gustav Fischer Verlag. 578 und 523 S.
- NIKLFIELD, H. et al., 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Band 10, 292 S.
- NÖSBERGER, J., 1977: Die Ertragssicherheit im Futterbau. Schweizer landw. Monatshefte 55, 313-324.
- OPITZ v. BOBERFELD, W., 1994: Grünlandlehre. UTB. Ulmer Verlag. 336 S.
- PFUSTERSCHMID, S., T. PARIZEK, K. WAGNER und F. GREIF, 1999: Der Stand der Grünlandnutzung in Österreich – ein Überblick. In: Entwicklung der Kulturlandschaft und der Landwirtschaft im Ennstal. Programm und Kurzfassungen der Vorträge. BAL Gumpenstein, 8-9.
- RIEDER, J., 1983: Dauergrünland. Verlagsunion Agrar, 192 S.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.P. BLUME, G. BRÜMMER, K.H. HARTGE und U. SCHWERTMANN, 1998: Lehrbuch der Bodenkunde. Enke Verlag, 494 S.
- SOLAR, F., 1978: Die Talböden, ein allgemeiner Überblick. Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 20, 9-21.
- SPATZ, G., 1994: Freiflächenpflege. Ulmer Verlag, 296 S.
- VOIGTLÄNDER, G. und H. JACOB, 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Verlag, 480 S.

Dank

Die Bodenproben wurden am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft in Wien (Institut für Bodenkunde) analysiert. B. Marold und Ch. Poppelbaum haben sämtliche Schreib- und Auswertungsarbeiten erledigt. Zahlreiche Vegetationsaufnahmen wurden gemeinsam mit Dipl.-Ing. S. Gerl durchgeführt. M. Sturm hat das Manuskript kritisch durchgelesen. Bei allen genannten Personen, Abteilungen und Instituten möchten wir uns recht herzlich bedanken.

Diese Untersuchungen wurden im Rahmen des MaB-Projektes "Landschaft und Landwirtschaft im Wandel. Das Grünland im Berggebiet Österreichs" durchgeführt.

Der Wandel der Landnutzung und der Kulturlandschaft im alpenländischen Grünlandgebiet Österreichs

M. SEGER

1. Einführung in die Thematik

Das folgende Referat befasst sich mit der Entwicklung des Grünlandes im Alpenraum Österreichs und damit mit dem durch das Grünland mitbestimmten Ambiente der Kulturlandschaft im Berggebiet. Dabei werden empirische Befunde nach unterschiedlichen Methoden und Ansätzen vorgestellt, wie auch theoriegeleitete Überlegungen, die die Strukturen der Agrarlandschaft ebenso erklären wie den Strukturwandel an sich. Ein besonderes Augenmerk wird der Bedeutung des grünlandbestimmten Dauersiedlungsraumes im alpinen Gelände gewidmet, und damit der Frage, welche Bedeutung der Bergland-Agrarwirtschaft zukommt im Zusammenhang mit dem generellen Raumordnungs-Ziel, „die Bevölkerung in der Fläche“ zu halten. Es versteht sich, dass Zeitrahmen und Materialvielfalt dies nur überblicksmäßig zu leisten vermögen.

Hinsichtlich der Gliederung dieser Aspekte werden die folgenden Themen angesprochen:

- multiple Funktionalität des Grünlandes und gesellschaftliches Mehrfachinteresse an dieser Flächennutzung,
- Theorie der Landnutzung als Wechselspiel zwischen ökonomischen Interessen und ökologischen Potentialen,
- Statistik und Realraum-Abbildung als Methoden zur Erfassung von Prozessen im Grünland,
- Kulturlandschaftswandel im historischen Kontext und das generelle Modell des Grünlandanteiles im Alpenraum.

2. Mehrfachfunktionen des Grünlandes und Mehrfachinteressen der Gesellschaft an diesem

Beides, die Mehrfachfunktionen wie die Mehrfachinteressen sind dem Insider

hinlänglich bekannt. Wird diese Thematik hier dennoch aufgegriffen, so erfolgt dies nicht nur als quasi-Legitimation eines Außenseiters vor einem agrarwissenschaftlichen Publikum; betont werden soll vielmehr die Vielzahl der Problemfelder, der Fachbereiche und der politischen Zuständigkeiten, die mit dem Grünland als reale Flächenbenützung verknüpft sind. Es sind unterschiedliche Attribute, die dem Grünland als Ganzes so wie seiner Teile - den Grünlandparzellen - anhängen. „Attributkomplexe“ sind in *Abbildung 1* dargestellt, sie werden in unsystematischer Abfolge wie folgt gekennzeichnet:

Visuelle Wahrnehmung: Umfang (Anteil am Dauersiedlungsraum), Parzellenform (Gestalt) und räumliches Muster (Anordnung) des Grünlandes bestimmen zusammen mit anderen Landschaftselementen das Landschaftsbild und damit die Anmutungsqualität eines Raumes, das Basispotential für die touristische Inwertsetzung.

Landschaftswandel: Dieses Landschaftsbild ist in dem Sinne als dynamisch anzusehen, als Auswirkungen der Intensivierung ebenso wie jene der Extensivierung und des Rückbaues zur „Naturlandschaft“ das Geschehen im ländlichen Raum kennzeichnen.

Natürliche Umwelt: Grünlandflächen sind Ökosysteme, und im Sinne des Hemerobiestufenkonzeptes (der Stufen abnehmender Natürlichkeit) ist nicht jedes Grünland als ökologisch wertvoll einzustufen - wenn ihm auch hinsichtlich des Landschaftsbildes eine hohe Bedeutung zukommt. Bekannter ist dieser Aspekt im Zusammenhang mit der Biodiversitätsdebatte.

Normative Titel: Die Art der Grünlandbewirtschaftung bestimmt diese Biodiversität, sie ist zugleich ein Merkmal individueller Besitzrechte. Andere normative Titel beziehen sich auf die Flächenwidmungskategorien und auf Förderungstitel im Zusammenhang mit bestimmten Bewirtschaftungsformen.

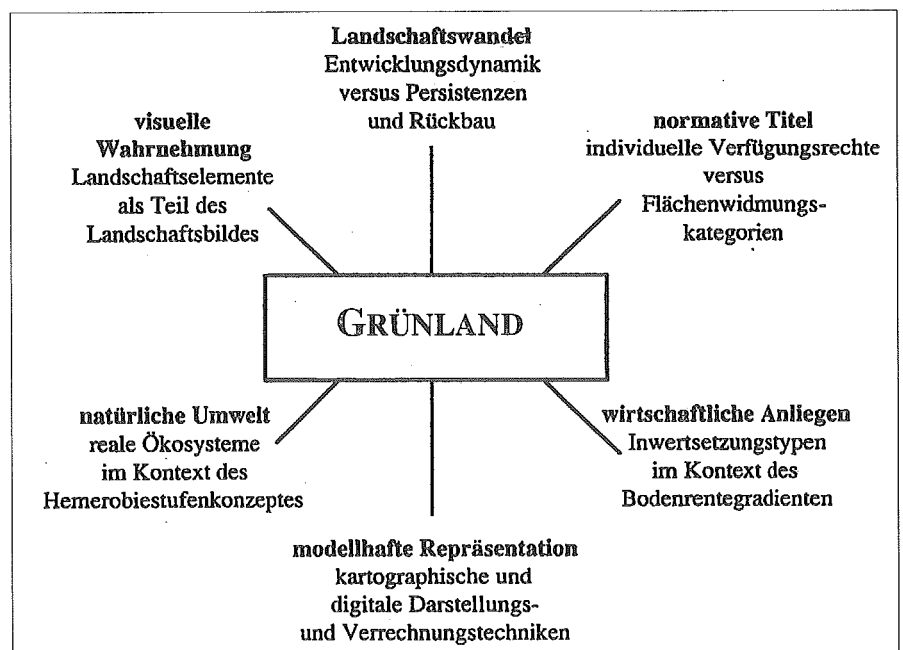


Abbildung 1: Grünland: Mehrfachbedeutung und Mehrfachinteressen

Autor: Univ.Prof. Dr. Martin SEGER, Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt, Universitätstr. 65-67, A-9020 KLAGENFURT



Wirtschaftliche Anliegen: Diese Förderungstitel überlagern in jüngerer Zeit hinsichtlich ihrer räumlichen Wirkung (Bauer als Landschaftspfleger) jene Formen der Grünlandnutzung, die sich aus einem nur marktconformen Verhalten einstellen würde.

3. Zur Theorie der Landnutzungsstruktur

Welche Folgen ein solches marktorientiertes Verhalten der Landwirtschaft im Alpenraum haben kann, ist aus vielen Fällen der Umorientierung bis hin zum Verfall bekannt. Das aber ist nicht so sehr Thema dieses Referates. Vielmehr stellt sich die Frage, ob und in welcher Form die Struktur der Kulturlandschaft und der Landschaftswandel in einem generellen Modell gefasst werden können. Dazu wird in Anlehnung an MESSERLI und SCHALLER ein Konzept vorgestellt (Abbildung 2), welches die duale Basis der realen Landschaftsstruktur zum Inhalt hat: das Wechselspiel zwischen dem „Gesellschaftlichen System“ und dem „System des Physischen Raumes“. Ein System ist durch Systemelemente (und ihre Merkmalsausprägungen) sowie durch die Relationen zwischen den Systemelementen definiert. Im Realraumssystem beobachten wir die Relationen zwischen den Raumansprüchen der Gesellschaft und den gegebenen Potentialen der Geofaktoren. Letztere begünstigen oder beschränken die beabsichtigte Raumnutzung, *Abbildung 2* erklärt sich insofern selbst. Besonders hingewiesen aber wird auf die Veränderung der Raumansprüche im Zusammenhang mit dem technologischen Wandel (Bearbeitungsform, Flächenerträge) und mit dem politischen Wandel (Veränderung von Marktterritorien): Dieser Wandel führt

Tabelle 1: Alpenländische Flächennutzung im Vergleich 1990 und 1999 (Angaben in 1000 ha), Quelle: Statistik Austria

	1990	1999	
einschnittige Wiesen	89	53	-36
mehrschnittige Wiesen	844	835	-9
Streuwiesen	11	18	+7
Kulturweiden	39	74	+35
Hutweiden	123	103	-20
Grünland im DSR	1006	993	-13
Almen und Bergmähder	846	833	-13
nicht mehr genutztes Grünland	40	40	
Wald	3226	3257	+31

zu einer veränderten Bewertung des Naturraum potentials bis hin zur Bewirtschaftungsaufgabe.

4. Der Nutzungswandel und die Grünlandstrukturen: Statistik, Bilddokumentation und thematische Kartierung

Gerade diese Veränderungen nach dem Umfang und in der räumlichen Verteilung des Grünlandes kennzeichnen die Gegenwart. Aus in der Regel durchaus erklärbaren Gründen, und mit Auswirkungen, die ein Gegensteuern als Maßnahmen im gesellschaftlichen Interesse erscheinen lassen. Zur Kennzeichnung solcher Prozesse wird zunächst auf die amtliche Statistik zurückgegriffen, die den Landnutzungswandel in Österreich zwischen 1990 und 1999 zeigt (*Tabelle 1*). Hinsichtlich der Struktur die folgenden Eckdaten: (1) das Grünland im Dauersiedlungsraum (DSR) umfasst etwa 100.000 ha, und die Almflächen sind umfangmäßig nicht viel geringer (9/10 davon); und (2) Waldfläche ist mehr als dreimal so groß wie das gesamte Grünland im DSR. Wichtiger sind die Verän-

derungen im Zeitraum von etwa einem Jahrzehnt. Sie zeigen zunächst eine duale Entwicklung: Intensivierung ebenso wie Extensivierung. Ersteres wird belegt durch den steigenden Anteil mehrschnittiger Wiesen an den gemähten Flächen, und ebenso an der Zunahme der Kulturweiden unter den Weideflächen im DSR. Ein Teil der Hutweiden, der einschnittigen Wiesen und der Almen aber ist der Verwaltung zum Opfer gefallen, die Waldflächen haben um 31.000 ha zugenommen. Neben der Intensivierung von Flächen in günstiger Lage und der Nutzungsaufgabe (Verwaltung) wirken sich in den Zahlen der *Tabelle 1* auch Forderungsmaßnahmen aus, worauf hier aber nicht eingegangen wird. Ebenso wird die Entwicklung der Flächennutzung nicht nach Bundesländern vorgestellt, weil die Daten auf kleinräumigem Niveau manche näher abzuklärenden Unstimmigkeiten zeigen. Dazu zählt besonders die Erhebungsart nach dem Standortprinzip der Betriebe sowie die Kategorisierung der Flächen durch die Betriebsführer nach diversen externen Rahmenbedingungen.

Um ein räumlich differenziertes Bild des Grünlandes im Berggebiet Österreichs zu erlangen, wechseln wir Maßstab und Methode. Abgeleitet aus einer landesweiten Erfassung der Landnutzung wird eine thematische Kartierung vorgestellt, die

- das Grünland-Ackerland-Verhältnis im Agrarraum der Alpen darstellt (Karten nicht in der Publikation enthalten), und
- eine räumliche Verbreitung der Grünlandflächen, beides aus einer Satellitenbildinterpretation gewonnen, und abgestützt auf den amtlichen statistischen Erhebungen.

Wir erkennen daraus, (1) welche immense Bedeutung der Erhaltung des Grünlandes in den hochalpinen schmalen

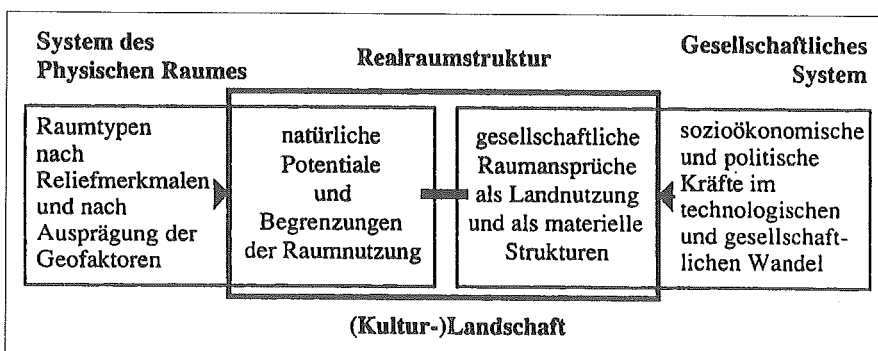


Abbildung 2: Theorie der Landnutzung: Muster der Kulturlandschaft als Gleichgewicht zwischen Landnutzung und Landnutzungspotential

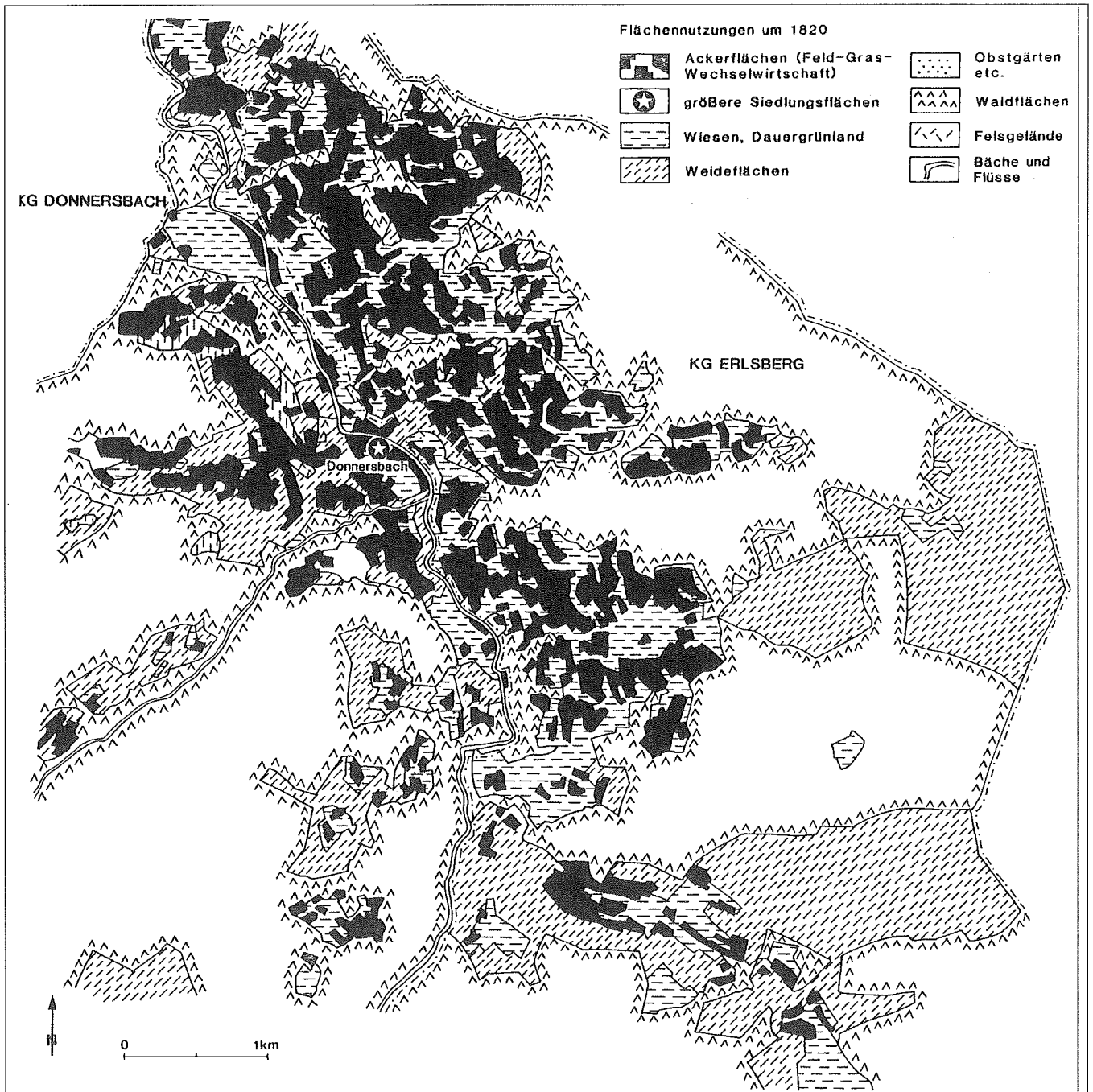


Abbildung 3: Die Landwirtschaft im Alpenraum um 1820: Selbstversorgung als dominantes Wirtschaftsziel, Flächennutzung Donnersbach-Erlsberg

Siedlungsgassen zukommt, und (2) dass abhängig vom Relief, viele Becken- und Randbereiche der Alpen durchaus nicht nur durch Grünland, sondern auch durch Ackerland geprägt sind.

Was den Landschaftswandel anlangt, so unterstreicht eine Bilddokumentation sowohl die Formen unterschiedlicher Grünlandintensität als auch die in ungezählten kleinsten Flächen vor sich gehende Zunahme des Waldes.

5. Kulturlandschaftswandel im historischen Kontext

Erkennt man das Landnutzungsgefüge und mit ihm das Landschaftsbild als Prozess, dann ist die Frage nicht weit: wie es wohl früher war, und was die Zukunft bringt. Einen Blick zurück wirft die historische Kulturlandschaftsforschung, die sich in Österreich meist auf ein flächendeckend vorhandenes hervorragendes Material stützen kann: auf den französisch-katastrischen Kataster aus der Zeit um

1820. Die Periode nach den napoleonischen Jahren (Wiener Kongress 1815) war eine Zeit technischer Nennungen und der Konzentration auf die Modernisierung der staatlichen Verwaltung. Es regiert Franz I, erstmals als „Kaiser von Österreich“, und nicht mehr Princeps des heiligen römischen Reiches deutscher Nation. Hatte die erste, josephinische Landesaufnahme (Joseph II, Sohn von Maria Theresia, Ende des 18. Jh.) noch militärischen Zwecken gedient, und Nutzung im Vordergrund. *Abbildung 3* zeigt

eine Katastralgemeinde der Obersteiermark (Erlsberg südlich der BAL), und was in der einfachen Schwarz-weiß-Skizze zum Ausdruck kommt, ist das tradierte Feld-Gras-Wechselsystem (Egartwirtschaft).

Wir erkennen darin

- eine agrarische Lebensform mit dem primären Ziel der Selbstversorgung
- einen daraufhin ausgerichteten diversifizierten Landbau
- auch mit der Produktion der Nahrung für die Arbeitstiere
- einen hohen Anteil an Brotgetreideflächen neben dem Grünland
- eine weithin ausgedehnte agrarische Landnutzung auch aufgrund der geringen Erträge, und
- die diffizile Anpassung an Terraingegebenheiten aufgrund des Fehlens großer technischer Eingriffsmöglichkeiten.

In abgestufter Form findet sich die tradierte Struktur im Alpenraum bis in die frühen Nachkriegsjahre, und quasi verlängert durch die wirtschaftlichen Ereignisse der Zwischenkriegszeit und durch die Kriegsjahre selbst. Der nachfolgende Strukturwandel (Mechanisierung, Motorisierung, Höfeerschließung, Elektrifizierung, Agrarmarkt-Aufbau und sozialpartnerschaftlicher Schutz des agrarischen Sektors in Österreich) verändert das Landschaftsbild. Es kommt zu Effekten der Ökonomisierung und Ökologisierung gleichermaßen: angebaut wird, was standortmäßig und das heißt auch (geo-)ökologisch optimal ist, und was damit auch vergleichsweise gute

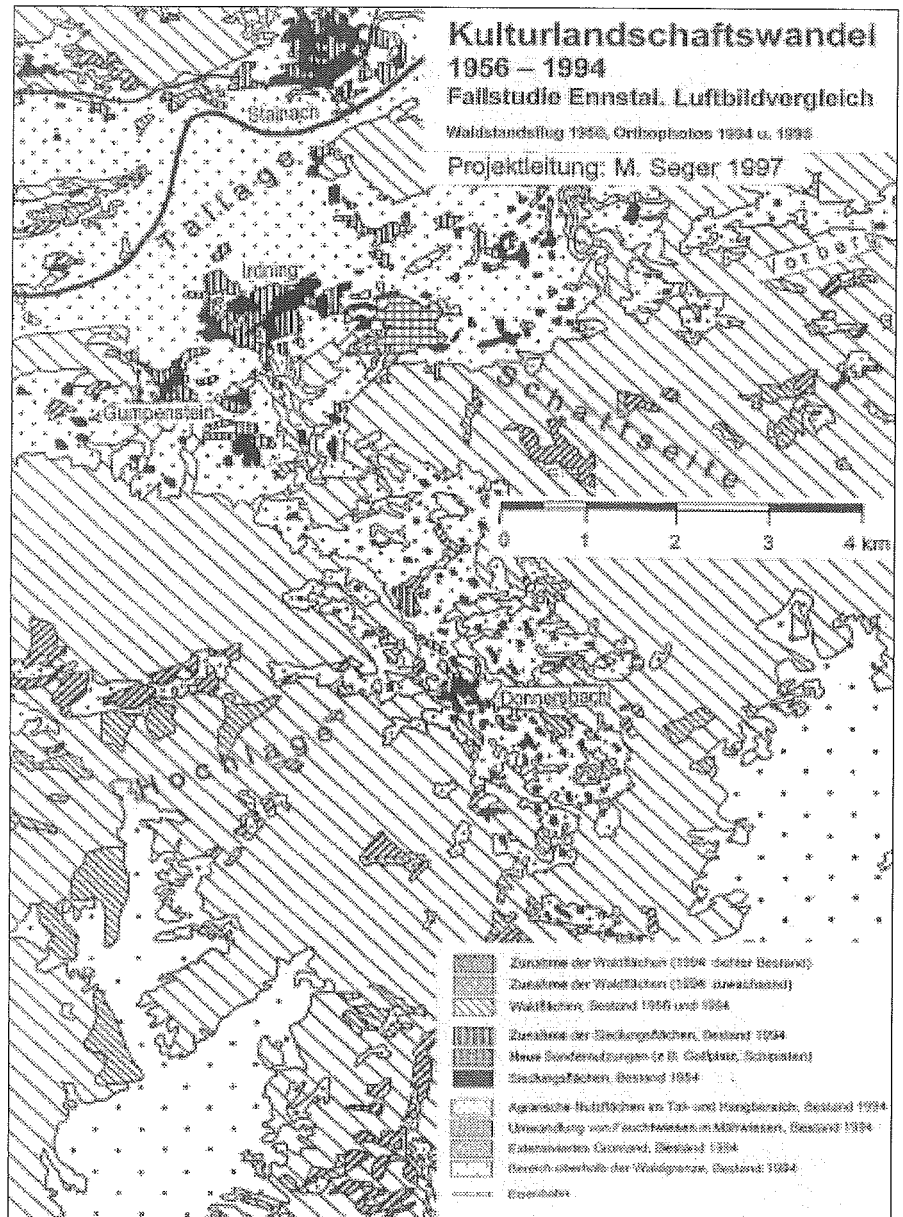


Abbildung 5: Kulturlandschaftswandel 1956 - 1994, Fallstudie Ennstal. Luftbildvergleich

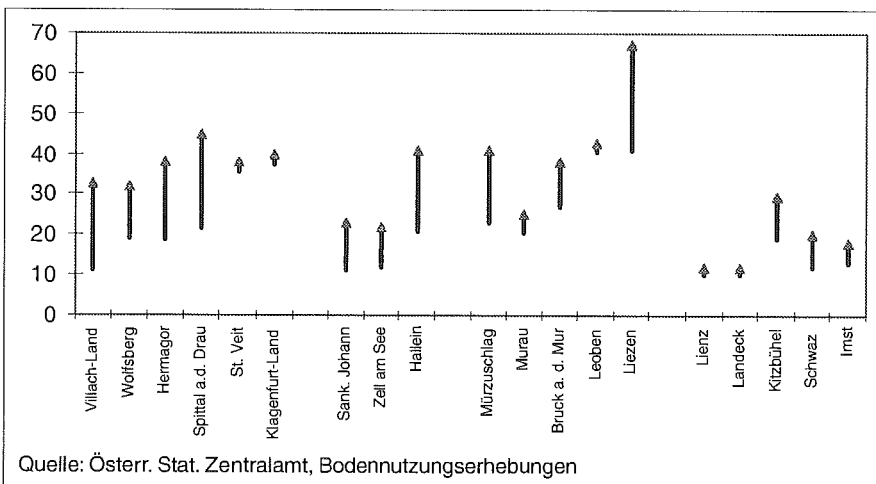


Abbildung 4: Entwicklung des Grünlandanteiles in % an landw. Fläche (inkl. alp. Grünland) 1959 - 1979, ausgewählte Bezirke in Alpen-Österreich

Erträge abwirft. Im Berggebiet ist das die Grünlandwirtschaft. Es kommt zu einer räumlichen Auseinanderentwicklung von Dauergrünland und Ackerland: „Vergrünlandung“ im Alpenraum, „Vergetreidung“ in den Flachlandgebieten Österreichs. Abbildung 4 zeigt diesen Strukturwandel im Anbau in Form der Zunahme des Grünlandanteiles, dargestellt für den Prozess zwischen 1959 und 1979. Die Daten beziehen sich auf die gesamte agrarisch nutzbare Fläche, das alpine Grünland mit eingeschlossen. Das Diagramm zeigt ausgewählte administrative Einheiten (Bezirke) im österreichischen Alpenraum.

Was im Detail passiert, und in den Folgejahren, zeigt ein Luftbildvergleich

1956-1994 (Abbildung 5). Fallbeispiel ist wieder das nähere Umfeld der BAL, die vergleichende Luftbildinterpretation wurde im Rahmen des UNESCO-MAB-Projektes „Grünland im Berggebiet Österreichs“ durchgeführt. Flächenverluste des Grünlandes beziehen sich auf randliche Tallagen, auf Baulandausweitungen, auf die Aufgabe von Schattseitenstandorten und auf die Ausdehnung des Waldes an der oberen Waldgrenze.

Fasst man den Wandel der Rahmenbedingungen zur agrarischen Produktion und damit den Wandel der Kulturlandschaft für den Zeitraum des 20. Jh. zusammen, so kann ein kommentiertes Modell der Veränderung der Bedeutung und des Anteiles des Grünlandes zusammengestellt werden, wie dies *Abbildung 6* anschließend und zusammenfassend zeigt.

Literatur

BROGGI, M.F., MATTANOVITCH, E. (1994): Kulturlandschaft 2000 im Alpenraum. Entwicklung und Aussichten. In: Mensch und Landschaft 2000: Nutzung, Bedrohung, Chance. Nachhaltige Entwicklung von Kulturlandschaften im Donau- und Alpenraum. TU-Graz, Symposiumsbericht TU Graz, S. 146-155.

CEDE, P. (1991): Die ländliche Siedlung in den Niederen Gurktaler Alpen. Kulturlandschaftswandel im Einzelsiedlungsgebiet unter dem Einfluss des Siedlungsrückganges. Klagenfurt, Verl. d. Geschichtsvereins f. Kärnten, 366 S.

SEGER, M. (1997): Kulturlandschaftswandel: Luftbildvergleich 1956-1994. In: MAB-Studie Grünland im Berggebiet Österreichs. Fallstudie Ennstal 1997, Projektbericht, Klagenfurt.

SEGER, M. (2000): Digitales Rauminformationssystem Österreich - Landnutzung und Landoberflächen im mittleren Maßstab. In: Mitt.d. Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Bd. 142, S. 13-38.

Statistik Austria: Agrarstrukturerhebung 1999 und Bodennutzungserhebungen 1959, 1979.



Abbildung 6: Das Modell der Grünlandentwicklung im 20. Jahrhundert

Methodische Aspekte zur Bestimmung der symbiontischen N₂-Fixierungsleistung von Leguminosen

R. LOGES, K. INGWERSEN und F. TAUBE

Einleitung

Vor dem Hintergrund der langfristigen Verknappung fossiler Energieträger als Rohstoff für die energieaufwendige Produktion von mineralischem Stickstoffdünger hat das Interesse an der Nutzung der biologischen Stickstofffixierung der Leguminosen als Stickstoffquelle für die Landwirtschaft zugenommen. Bei gegebenen Standortverhältnissen wird die Stickstofffixierungsleistung von Leguminosengrasbeständen vor allen Dingen durch die Wahl der Leguminosenart sowie durch Bewirtschaftungsmaßnahmen wie N-Düngung, Nutzungsform und Saatmischungszusammensetzung bestimmt (HEICHEL und HENJUM, 1991; WACHENDORF et al., 1994; LOGES, 1998). Die N₂-Fixierungsleistung von Leguminosenbeständen ist eine wichtige Kenngröße in der Betriebs-N-Bilanz bzw. der Fruchtfolgeplanung landwirtschaftlicher Betriebe.

Die N-Fixierungsleistungen von Leguminosenbeständen lassen sich alternativ mit verschiedenen aufwendigen Methoden bestimmen. In Feldversuchen werden dazu meist folgende Techniken angewandt:

- Differenzmethode (HARDY und HOLSTEN, 1975)
- Natural-¹⁵N-abundance-Methode (PEOPLES et al. 1991)
- ¹⁵N-Anreicherungstechnik (HEICHEL und HENJUM, 1991).

Die Berechnung der N-Fixierungsleistung beruht in den meisten Fällen allein auf Basis der N-Mengen im TM-Ertrag. Der Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. die leicht pflanzenverfügbaren Boden-N-Fraktionen werden häufig, aufgrund des großen Aufwandes ihrer Bestimmung, nicht mit in die Berechnung der N-Fixierung einbezogen. Gerade bei ein- bzw. überjährigen Klee-grasbeständen findet parallel zur N-Ertragsbildung auch eine erhebliche

akkumulation von fixiertem Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial statt (LOGES, 1998), welche bei der Flächenbilanzierung auf Basis der oben genannten ertragsbasierten Methoden unberücksichtigt bleibt.

Ziel dieser Studie ist es zu klären, in wie weit die Quantifizierung der N-Fixierung von Leguminosengrasbeständen abhängig ist von:

- der Bestimmungsmethode
- der Berücksichtigung der N-Mengen im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. im Boden
- bzw. Ertrags- bzw. Ernterückstands-N-Mengen beeinflussende Bewirtschaftungsfaktoren

Material und Methoden

Basis der Untersuchung ist ein mehrjähriger Feldversuch der auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen der Universität Kiel [Bodenart/-typ: sL / lessivierte Braunerde aus weichselglazialen Geschiebemergel / 50-55 BP; Ø-Jahresniederschlag: 716 mm; Ø-Jahrestemperatur: 7,8 °C] in den Jahren 1997-99 im Rahmen des SFB 192 ohne zusätzliche N-Düngung mit folgenden Faktoren in vierfacher Wiederholung durchgeführt wurde:

1. Leguminosenart:

Rotklee (RK) (Sorte: Maro)
Weißklee (WK) (Sorte: Milkanova)
Luzerne (LZ) (Sorte: Planet)

2. Saatmischungsverhältnis:

Leguminosenreinsaat
Leguminosen/Gras-Gemenge (jeweils mit Dt. Weidelgras, Sorte: Mandat)

3. Nutzungsform:

1-jähriger Ackerfutterbau (4-Schnittnutzung)
1-jährige Gründüngung (Grünbrache)
(2x Mulchen)

Zu den Schnittzeitpunkten wurden jeweils der TM-Ertrag und zum letzten Schnitt im Oktober zusätzlich die Menge der Ernterückstände (Wurzeln und Stoppeln) sowie die leicht pflanzenverfügbaren Boden-N-Fraktionen (CaCl₂-extrahierbares N_{min}-N und N_{org}-N) erhoben. Am Pflanzenmaterial, welches parallel in mit ¹⁵N-angereicherten bzw. nicht mit ¹⁵N-angereicherten Unterparzellen gewonnen wurde, wurden N-Gehalte sowie die ¹⁵N-Anreicherungsgrade bestimmt. Als Referenzfrucht für die Bestimmung der N-Fixierungsleistungen diente jeweils ein gleich bewirtschafteter, ebenfalls ungedüngter Dt. Weidelgrasreinbestand. Die Berechnung der Jahres-N₂-Fixierungsleistung erfolgte zum einen ertragsbasiert alternativ mit:

1. der einfachen Differenzmethode:

$$(\text{Fixierte N-Menge}_{\text{einf}} = \text{N-Menge}_{\text{Leguminosen/Gras(erntbar)}} - \text{N-Menge}_{\text{Referenzpflanze(erntbar)}})$$

2. der einfachen ¹⁵N-Anreicherungstechnik

3. der einfachen natural-¹⁵N-abundance-Methode

Die Berechnungen mittels der ¹⁵N-Techniken erfolgte nach LEDGARD et al., (1985).

In Ergänzung dazu wurden mit gleichen Techniken erweiterte Berechnungen beruhend auf den Stickstoffmengen in der Gesamtpflanze (Sproß, Stoppel und Wurzel) unter Berücksichtigung der im CaCl₂-Extrakt bestimmbar mineralischen und organisch gebundenen Boden-N-Mengen:

4. erweiterte Differenzmethode:

$$(\text{Fixierte N-Menge}_{\text{einf}} = \text{N-Menge}_{\text{Leguminosen/Gras(Ganzpflanze)}} - \text{N-Menge}_{\text{Referenz-Ganzpflanze}} + (\text{Boden-N-Menge}_{\text{Leguminosen/Gras}} - \text{Boden-N-Menge}_{\text{Referenz}}))$$

5. erweiterte Natural-¹⁵N-Abundance-Methode

6. erweiterte ¹⁵N-Anreicherungstechnik

Autoren: Dr. Ralf LOGES, Kathrin INGWERSEN und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



Die Berechnungen mittels der ¹⁵N-Techniken erfolgte in Anlehnung an LEDGARD et al., 1985 bezogen im Vergleich zum oben erwähnten einfachen Methodenansatz auf die Gesamtpflanze d.h. sowohl erntbare als auch nicht erntbare Pflanzenteile unter Berücksichtigung der im CaCl₂-Extrakt bestimmbaren mineralischen und organisch gebundenen Boden-N-Mengen:

$$\text{Fixierte N-Menge}_{(15\text{N-erw})} = \text{Fixierte N-Menge}_{(15\text{N-Ganzpflanze})} + (\text{Boden-N-Menge}_{\text{Leguminosen/Gras}} - \text{Boden-N-Menge}_{\text{Referenz}});$$

Ergebnisse

In *Abbildung 1* ist der Einfluß von Leguminosenart, Saatmischung und Nutzungsform auf die Höhe der N-Fixierungsleistung von Leguminosengrasbeständen am Versuchsstandort Hohenschulen im Jahr 1997, ermittelt mit der erweiterten Differenzmethode, dargestellt. Betrachtet man zunächst den Einfluß der Nutzungsform, so stellt man fest, das bei Schnittnutzung im Vergleich zum zweimaligen Mulchen der Gründüngungsbestände höhere N₂-Fixierungsleistungen erreicht werden. Leguminosengrasgemenge erzielen im Mittel der Leguminosenarten ähnliche N₂-Fixierungen wie Leguminosenreinsaaten. Während unter Schnittnutzung Bestände mit Weißklee geringere N₂-Mengen fixieren als solche mit Rotklee oder Luzerne, zeigt sich Weißklee im Mittel seiner Saatmischungen bei Gründüngungsnutzung gegenüber Rotklee und Luzerne hinsichtlich der N₂-Fixierung überlegen.

Die *Abbildungen 2* und *3* zeigen auf der Basis gleichen Pflanzenmaterials einen Methodenvergleich in Bezug auf N₂-Fixierungsleistungen zwischen einfacher Differenzmethode und ¹⁵N-basierten Techniken.

Während mit der einfachen ¹⁵N-Anreicherungs-technik, abgesehen von einer leichten Streuung, praktisch eine Übereinstimmung zu den mit der einfachen Differenzmethode erzielten Ergebnissen gefunden wurde (*Abbildung 2*), wichen die Ergebnisse der einfachen Natural-¹⁵N-abundance-Methode deutlich von denen der einfachen Differenzmethode ab (*Abbildung 3*). Unabhängig von Leguminosenart und Nutzungsform lagen die mit der einfachen Natural-¹⁵N-

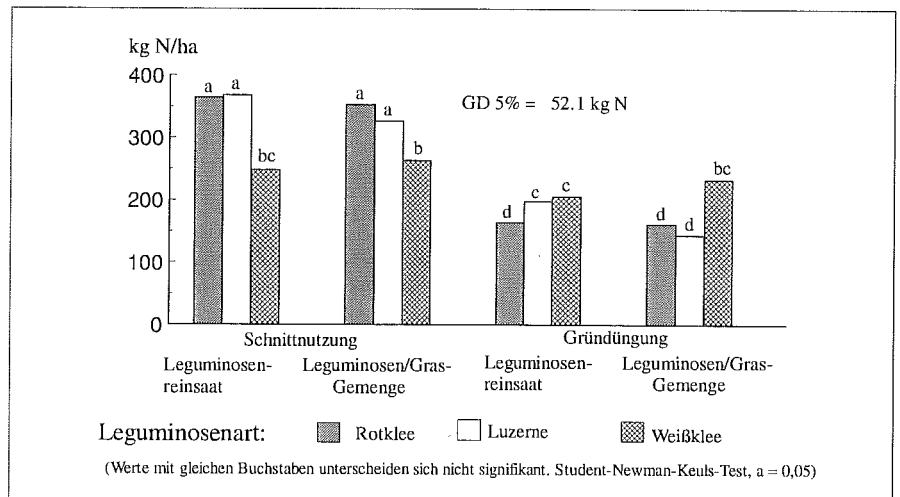


Abbildung 1: Mit der erweiterten Differenzmethode ermittelte N₂-Fixierungsleistungen verschiedener Leguminosen/Gras-Bestände (Versuchsstandort Hohenschulen 1997)

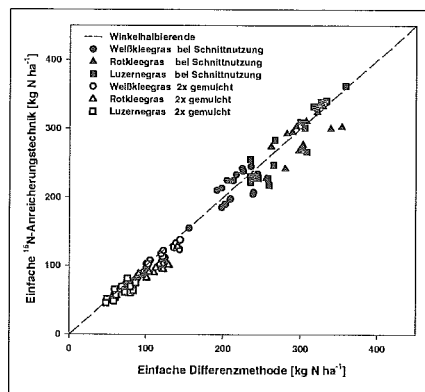


Abbildung 2: Vergleich von Methoden zur Bestimmung der N₂-Fixierung: Einfache Differenzmethode vs. Einfache ¹⁵N-Anreicherungs-technik

abundance-Methode ermittelten N₂-Fixierungsleistungen nur bei ca. 55% der Messwerte der einfachen Differenzmethode.

In *Abbildung 4* sind die Fixierungsleistungen nach einfacher Differenzmethode denen gegenübergestellt, die mit der erweiterten Differenzmethode unter Berücksichtigung von N_{min}-N und N_{org}-N sowie der N-Mengen in den nichterntbaren Pflanzenteilen ermittelt wurden. Hierbei führt die einfache Differenzmethode im Vergleich zur erweiterten zu einer Unterschätzung der Fixierungsleistungen von 60 kg N/ha. Dieser Unterschied ist im wesentlichen auf die größeren N-Mengen in den Stoppeln und Wurzeln bzw. die leicht höheren Bodengehalte an N_{min}-N und N_{org}-N der Leguminosengrasbestände im Vergleich zur jeweils gleich bewirt-

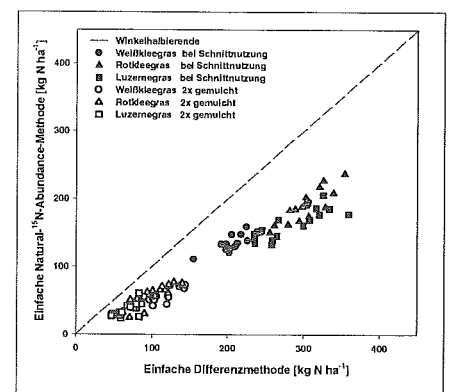


Abbildung 3: Vergleich von Methoden zur Bestimmung der N₂-Fixierung: Einfache Differenzmethode vs. Einf. Natural-¹⁵N-abundance-Methode

schafteten Referenzfrucht Dt. Weidelgras zurückzuführen.

Die Gegenüberstellung der mit den erweiterten Formen der ¹⁵N-basierten Meßmethoden ermittelten Ergebnissen mit den Resultaten ihrer nur auf erntbarem N basierten einfachen Berechnung (*Abbildung 5* bzw. *6*) zeigt ein dem Vergleich der Differenzmethoden ähnliches Bild. Die einfache ¹⁵N-Anreicherungs-technik führt im Mittel verglichen zu ihrer erweiterten Form zu 78 kg N/ha niedrigeren N-Fixierungsleistungen. Die Ergebnisse der einfachen Natural-¹⁵N-abundance-Methode liegen im Vergleich zu ihrer erweiterten Form um 70 kg N/ha niedriger. Aufgrund der schwierig repräsentativ zu ermittelnden Wurzel- und Stoppel-N-Mengen sowie N_{min}-N bzw. N_{org}-N-Gehalte ist weiterhin festzustellen, dass die Einbeziehung dieser Frak-

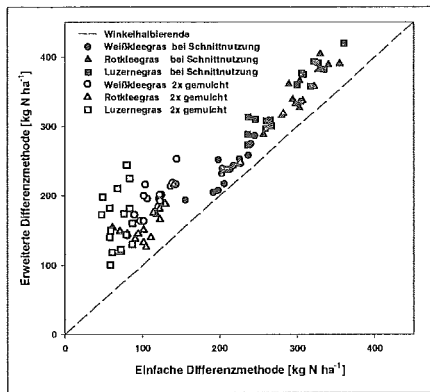


Abbildung 4: Vergleich von Methoden zur Bestimmung der N₂-Fixierung: Einfache Differenzmethode vs. Erweiterte Differenzmethode

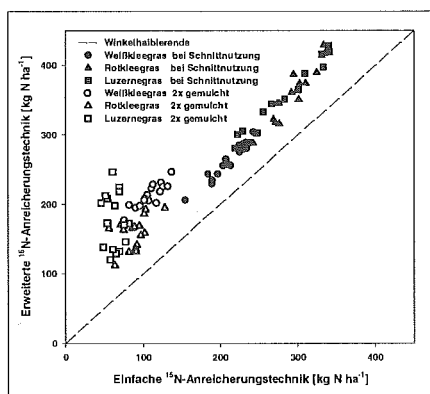


Abbildung 5: Vergleich von Methoden zur Bestimmung der N₂-Fixierung: Einfache ¹⁵N-Anreicherungstechnik vs. Erweiterte ¹⁵N-Anreicherungstechnik

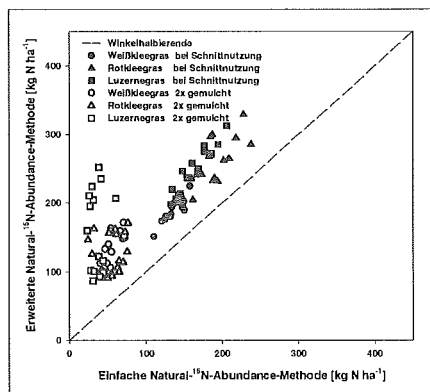


Abbildung 6: Vergleich von Methoden zur Bestimmung der N₂-Fixierung: Einf. Nat.-¹⁵N-abundance-Methode vs. Erw. Nat.-¹⁵N-abundance-Methode

tionen die Streuung der Messwerte erheblich erhöht.

Diskussion, Methodenbewertung und Schlussfolgerungen

Die Höhe der symbiontischen N₂-Fixierungsleistung läßt sich durch verschiedene

Methoden erörtert (HARDY und HOLSTEN, 1977; HØGH-JENSEN, 1997; NEUENDORFF, 1996; LOGES, 1998). Hieraus geht hervor, dass die Differenzmethode mit Abstand die kostengünstigste, ohne größeren apparativen Aufwand an praktisch jedem Versuchsstandort durchführbare Methode ist, während sowohl die ¹⁵N-Anreicherungstechnik als auch die natural-¹⁵N-abundance-Methode den kostenintensiven Einsatz eines Massenspektrometers voraussetzen. Als Nachteile der ¹⁵N-Anreicherungstechnik kommen zum einen die hohen Zusatzkosten für die Markierung des Bodens mit hoch an ¹⁵N angereicherten Stickstoffverbindungen hinzu. Zum anderen besteht bei der Markierung das Problem einer möglichst gleichmäßigen Anreicherung aller als kurz- bis mittelfristig pflanzenverfügbar anzusprechenden N-Fractionen des Wurzelraumes (CHALK, 1985).

Als bedeutender Nachteil der natural-¹⁵N-abundance-Methode muss gewertet werden, dass sie nicht an jedem Standort durchführbar ist, da der erforderliche erforderliche d¹⁵N-Wert des pflanzenverfügbaren Bodenstickstoffs von mindestens 6 d¹⁵N‰ nach Untersuchungen von PEOPLES et al. (1991) nicht an jedem Standort gegeben ist. Problematisch kann auch der Einsatz dieser Methode auf Standorten mit kleinräumig variierenden Bodentypen sein, da hier der oftmals geringe Unterschied zwischen dem durchschnittlichen ¹⁵N-Gehalt des pflanzenverfügbaren Bodenstickstoffs und des Luftstickstoffs durch die Variationen der ¹⁵N-Gehalte im Boden-N überlagert sein kann. Diese kleinräumigen Variationen können zur Folge haben, dass Unterschiede zwischen ge-

prüften Varianten infolge großer Streuung nur schwer statistisch abgesichert werden können. Diesem Nachteil kann durch geringe räumliche Distanz zwischen Leguminosen- und Referenzpflanzenbestand begegnet werden (PEOPLES et al., 1991). Eine solche Maßnahme bedeutet jedoch erhöhten Aufwand bzw. kann nicht in allen Versuchsanlagen sichergestellt werden. Als Beispiele für solche Versuchsanstellungen können Beweidungs- oder Fruchtfolgeversuche mit Großparzellen unter an der landwirtschaftlichen Praxis ausgerichteter Bewirtschaftung genannt werden. Sowohl die kleinräumig variierenden Bodentypen als auch die nur sehr geringe natürliche Anreicherung des Bodens mit ¹⁵N lassen den Einsatz der natural-¹⁵N-abundance-Methode für das östliche Hügelland Schleswig-Holsteins ungeeignet erscheinen. Die deutliche negative Abweichung der mit der natural-¹⁵N-abundance-Methode ermittelten N₂-Fixierungsleistungen ist darauf zurückzuführen, dass sehr häufig in der Referenzfrucht Gras überproportional niedrige ¹⁵N-Gehalte gemessen wurden, die zum Beispiel deutlich unter denen des zu großen Teilen auch N aus dem N-Transfer der Leguminose aufnehmenden Begleitgrases gelegen haben, dieses ist ein Verstoß gegenüber der Methodenvoraussetzung der Natural-¹⁵N-abundance-Methode und macht sie somit ungeeignet für den betrachteten Versuchsstandort. Allen Methoden gemeinsam ist das Problem der Wahl der Referenzpflanzenart. Alle hier angesprochenen Methoden beruhen auf der Annahme, dass Referenzpflanze und Leguminose ein vergleichbares Muster bezüglich der N-Aufnahme zeigen und dass unabhängig von der Pflanzenart gleiche N-Mineralisations- und Immobilisationsbedingungen im Boden vorliegen.

Da derzeit keine Methoden vorliegen, mit denen unter Feldbedingungen N₂-Fixierungsleistungen über längere Zeiträume direkt bestimmt werden können, müssen die hier besprochenen, auf zahlreichen Annahmen beruhenden Methoden als Schätzverfahren bezeichnet werden. Jede der beschriebenen Methoden ist allerdings für die praktische Bestimmung der N₂-Fixierung im Rahmen der Erstellung von N-Bilanzen für praktisch wirtschaftende landwirtschaftliche Be-

triebe als deutlich zu aufwendig zu bewerten. Ziel dieses Projektes ist es, Zusammenhänge zwischen leicht erhebbaren Parameter wie dem Leguminosenanteil sowie dem Leguminosenertrag und der N₂-Fixierung zu finden, auf deren Basis dann eine Abschätzung der N₂-Fixierungsleistung erfolgen kann. Ein Beispiel hierfür geben die in *Tabelle 1* dargestellten Regressionen, wonach sich für Rotklee/Gras-Bestände des gleichen Versuchsstandortes der Jahre 1994 und 1995 sehr enge Beziehungen zwischen N₂-Fixierung und den genannten Parametern ergeben.

Literatur

- CHALK, P. M., 1985: Estimates of N₂-fixation by isotope dilution: An appraisal of techniques involving ¹⁵N enrichment and their application. *Soil Biol. Biochem.* 17, 389-410.
- HARDY, R. W. F. und H. D. HOLSTEN 1975: Methods for measurement of dinitrogen fixation. Sect IV.: *Agronomy and Ecology* John Wiley and Sons, New York, 451-486.
- HEICHEL, G. H. und K. I. HENJUM 1991: Dinitrogen Fixation, Nitrogen Transfer, and Productivity of

Tabelle 1: Regressionsfunktionen für die N₂-Fixierung ermittelt mit der erweiterten Differenzmethode [kg N × ha⁻¹] in Abhängigkeit vom Kleeanteil am Jahres-TM-Ertrag [% d. TM] bzw. des Klee-Ertrages [dt TM × ha⁻¹] futterbaulich genutzter Rotklee-Gras-Bestände im 1. Hauptnutzungsjahr (1994 u. 1995) (s: Standardfehler, r²: Bestimmtheitsmaß, n = 40, Geltungsbereich der Regressionsfunktionen: x₁: 27 - 100 % Klee d. TM, x₂: 37 - 134 dt TM × ha⁻¹)

Abhängige Variable	Regressionsfunktion	Unabhängige Variable	s	r ²
N ₂ -Fixierung	y = 155,6141 + 2,21986x ₁	Kleeanteil (x ₁)	46,6	0,58***
erw. Diff.meth.(y ₂)	y = 128,6178 + 2,14744x ₂	Klee-Ertrag (x ₂)	32,5	0,80***

- Forage Legume-Grass Communities. *Crop Sci.*, 31, 202-208.
- HØGH-JENSEN, H., 1997: Biological nitrogen fixation in clover-ryegrass-systems. Ph.D. thesis, Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, Department of Agricultural Science
- LEDGARD, S. F.; J. R. SIMPSON, J. R. FRENEY und F. J. BERGERSEN 1985: Effect of reference plant on estimation of Nitrogen Fixation by subterranean Clover. *Aust. J. Agric. Res.*, 36, 663-676.
- LOGES, R., 1998: Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotklee-Grasbeständen. Dissertation, Universität Kiel, Lehrstuhl Grünland und Futterbau
- NEUENDORFF, J., 1996: Beitrag des Weißklee (Trifolium repens L.) zur Ertragsbildung von Grünlandnarben unter besonderer Berücksichtigung von Methoden zur Quantifizierung seiner Stickstoff-Fixierung. Dissertation, Gesamthochschule Kassel
- PEOPLES M. B., F. J. BERGERSEN, G. L. TURNER, C. SAMPET, R. BERKASEM, A. BHROMSIRI, D. P. NURHAYATI, A. W. FAIZAH, M. N. SUDIN, M. NORHAYATI & D. F. HERRIDGE, 1991: Use of the natural enrichment of ¹⁵N in plant available soil N for measurement of symbiotic N₂-fixation. In: International Atomic Energy Agency: Stable isotopes in plant nutrition, soil fertility and environmental studies, Wien, 117-129
- WACHENDORF, M., A. KORNER, und F. TAUBE, 1994: Leistungsmerkmale von Rotklee und Rotklee/Gras-Gemengen. Tagungsband der 38. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, 117-124.

P-Bilanzen von Mähgrünland und P-Verlagerung mit dem Sickerwasser bei langjährig differenzierter mineralischer und organischer Düngung

M. KAYSER, M. BENKE und J. ISSELSTEIN

Dieser Beitrag wurde zurückgezogen.



GRASFARM - ein Simulationsmodell für Stoffflüsse und Bewirtschaftung im Grünlandbetrieb

J. SCHELLBERG, I. RADEMACHER und W. KÜHBAUCH

1. Einleitung

In intensiv wirtschaftenden Grünlandbetrieben zirkulieren große Mengen an Nährstoffen zwischen Boden, Pflanzenaufwuchs, Tier, Stall und Güllelager. Allein mit Grünlandfutter werden auf einem 100 [ha] großen Grünlandbetrieb bei einem Durchschnittsertrag von 80 [dt TM ha⁻¹ Jahr⁻¹] ca. 20.000 [kg] Stickstoff und Kalium sowie ca. 2.400 [kg] Phosphor umgesetzt. Die Menge der zirkulierenden Nährstoffe wird in der Regel durch die Zufütterung aus externen Quellen und den Einsatz von Mineraldüngern erhöht. Dadurch steigt die Gefahr des Überhangs und Austrags dieser Nährstoffe und folglich der Umweltbelastung.

Die richtige Bemessung der eingesetzten Nährstoffe nach Menge, Form und Zeitpunkt stellt hohe Ansprüche an das Management. Dafür gibt es mehrere Gründe. (1) Die selben Nährstoffe werden während des Jahres im Betrieb zwischen unterschiedlichen Orten teils mehrfach bewegt, zum Beispiel vom Aufwuchs zum tierischen Produkt, vom Güllebehälter oder als Weideexkrement zurück in den Boden und zu den Pflanzen. Dabei unterliegen sie teilweise der Auswaschung oder Entgasung in die Atmosphäre. (2) In allen verschiedenen Bindungsformen (mineralisiert bzw. organisch oder an den Bodenkomplex gebunden) sind Nährstoffe mehr oder weniger löslich; ihre Wirkung ist also nicht sicher vorherzubestimmen. (3) Angesichts unsicherer Prognosen von Witterung und Ertragserwartung ist es schwierig, die räumliche Verteilung bzw. Rückführung der Nährstoffe derart vorzunehmen, daß bei ausgeglichenem Hoftorsaldo auf einzelnen Flächen keine Überhänge entstehen oder Mangel herrscht. (4) Die Menge des symbiontisch fixierten Stickstoffs kann durchaus größere Mengen Düngestickstoff ersetzen; sie ist vor allem ab-

hängig vom Weißkleevorkommen, das wiederum mit der Nutzungshäufigkeit, den Bodennährstoffgehalten und dem Wasserangebot stark variiert. (5) Weidedauer und Flächenzuteilung sind oft kurzfristig zu entscheiden, nehmen aber auf die Zirkulation der Nährstoffe entscheidenden Einfluß.

In zahlreichen Untersuchungen wurde die Wirkung einzelner Faktoren (Nutzung und Ertrag, Besatzstärke, tierische Leistung, Menge des Zukauffutters etc.) auf die Nährstoffflüsse beschrieben (u. a. KÜHBAUCH und ANGER, 1999; ANGER und KÜHBAUCH, 1999; HOPPE *et al.*, 1996). Diese Einzeluntersuchungen zu einem Gesamten zusammenzuführen und die Nährstoffflüsse im Grünlandbetrieb umfassend mit seinen Wechselwirkungen abzubilden, ist im Experiment unmöglich. Modellsimulationen mit PC-Programmen könnten hier Abhilfe schaffen, besonders wenn die Wirkung von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Nährstoffzug, Nährstoffaufnahme durch das Tier und Nährstoffrückfluß in verschiedenen Szenarien rechnerisch nachgestellt werden sollen. Modelle ersetzen zugleich aufwendige und unüberschaubare Tabellenkalkulation und erlauben eine übersichtliche und zeitsparende Berechnung von Nährstoffflüssen in einer frei wählbaren Kombination von Flächenausstattung, Besatzstärke, Ertragserwartung, Betriebsmitteleinsatz und anderen Vorgaben.

Die meisten der zur Zeit verfügbaren Modelle im Grünland konzentrieren sich auf Teilaspekte wie zum Beispiel die Nährstoffdynamik im Boden (JOHNSON *et al.*, 1987), die Interaktion von Boden-Pflanze-Atmosphäre (WU und MC GECHAN, 1998) und kleinmaßstäbige Beschreibungen der Nährstoffflüsse in der Grünlandnarbe (REUSS und INNIS, 1977). Grünlandmodelle, die einen gesamten Milchviehbetrieb umfas-

sen, sind rar (ROTZ *et al.*, 1989; HARRIGAN *et al.*, 1996; KIRCHMANN *et al.*, 1988). Sie schließen in jedem Fall die Futterproduktion auf Ackerflächen ein; Nährstoffflüsse im reinen Grünlandbetrieb, also ohne Ackerfutterbau, erfordern aber einen anderen Modellansatz, unter anderem weil dort ausschließlich mit Fleisch und Milch (nicht aber mit Ackerfrüchten) ein nennenswerter Nährstoffexport erfolgen kann und dem Einsatz von Kraftfutter deshalb eine große Beachtung zukommen muß.

Es war das Ziel, ein Grünlandmodell zu entwickeln, mit dem die Flüsse von Futter, Düngern, Milch und schließlich von Nährstoffen bei veränderbarer Betriebskonstellation (Tierzahl, Flächenausstattung, Nutzungshäufigkeit etc.) simuliert werden können. Es war auch beabsichtigt, durch die umfassende Darstellung eines Grünlandbetriebs und die Simulationsläufe am PC Wissenslücken und Forschungsbedarf aufzudecken, die schon während der Modellbildung, also während der Formulierung und Verknüpfung von Algorithmen, offenkundig wurden.

2. Material und Methoden

GRASFARM (*Grassland Farm Simulation for applied Research and Management*) ist ein semi-empirisches Modell. Es enthält vier Kompartimente, (i) Futter-, Energie- und Proteinaufnahme, (ii) Produktion von Milch aus Grünlandfutter (Weide, Silage) sowie Ergänzung des Energiebedarfs für Milchleistung durch Kraftfutter, (iii) Nährstoffausscheidung, -verteilung und -bilanz und (iv) Bewirtschaftung der Grünlandflächen. In der ersten Version rechnet das Modell die Nährstoffflüsse ausschließlich mit Stickstoff; die Erweiterung um Phosphor und Kalium ist nach gleichem Schema möglich.

Die Eingabedaten für Ertrag und Futterqualität (Energiedichte, Rohprotein) können als Tageswerte in externen Da-

Autoren: Dr. Jürgen SCHELLBERG, Dr. Ingo RADEMACHER und Prof. Dr. Walter KÜHBAUCH, Institut für Pflanzenbau - Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn, Katzenburgweg 5, D-53115 BONN



teilen abgelegt oder als konstante Größen in die Parameterliste des Modells eingetragen werden. Diese Parameterliste enthält außerdem Vorgaben, die den Betrieb charakterisieren (Fläche, Tierzahl, etc.) sowie feste Größen für die zeitliche Abfolge von Weidegang und Schnittnutzung (Tabelle 1). Die in der Parameterliste abgelegten Zahlenwerte können durch den Nutzer frei gewählt und zum Zwecke der im Programm implementierten Sensitivitätsanalyse in beliebigen Schritten verändert werden. Die Sensitivitätsanalyse steht im Mittelpunkt dieser PC-Simulationen; mit ihrer Hilfe kann geprüft werden, wie die schrittweise Veränderung eines Parameters z. B. auf die Stoffflüsse wirkt.

Das Modell unterscheidet zwischen Sommer- und Winterfütterung und somit zwischen ausschließlicher Weide und Silagenutzung. Es wird theoretisch angenommen, daß das Angebot an Grünlandfutter zu jeder Zeit die maximale Futteraufnahme durch die Milchkühe befriedigt. Die Futteraufnahme (F_A) wird aus der Energiedichte (NEL) des Grünlandfutters berechnet ($F_A = 1.3262 * NEL^2 - 11.293 * NEL + 33.051$). Vorher wird der Erhaltungsbedarf an Energie ($E = 0.293 * \text{Lebendgewicht}^{0.75}$) von der Energieaufnahme subtrahiert. Aus der verbleibenden Energiemenge wird die Milchproduktion berechnet (3.17 MJ NEL pro kg Milch) sowie die exportierten N-Mengen ermittelt, und zwar jeweils pro Tag bzw. Jahr und Kuh bzw. Hektar.

Zu den im Betrieb verbleibenden Restmengen an Stickstoff wird der atmosphärische Stickstoff durch Deposition und symbiotische N_2 -Fixierung hinzuge-rechnet. Die Weißklee-Anteile richten sich nach der Intensität der Nutzung.

Die Simulationsläufe erfolgen auf Basis der Zeit (hier Julianisches Datum: Tag 1-365) jeweils für 1 Jahr; wiederholte Simulationsläufe, die an das jeweils vorhergehende Jahr anknüpfen, sind derzeit nicht möglich. Nach jedem Simulationslauf werden für alle Ausgabe-Variablen insgesamt 365 Zahlenwerte abgespeichert, die im Programm auch grafisch angezeigt werden können. Das Simulationsmodell wurde mit Hilfe des PC-Programms Modelmaker der Fa. Cherwell Scientific Ltd. (Oxford, UK) erstellt.

Tabelle 1: Liste der Parameter des GRASFARM-Modells

Parametername	Wert	Dimension
Beginn_Weide	126	[d]
Ende_Weide	279	[d]
Energiedichte_Futter	6.0	[MJ NEL kg ⁻¹ TM]
Energiedichte_Krafftutter	6.9	[MJ NEL kg ⁻¹ TM]
Ertragssumme	9125	[kg ha ⁻¹]
Faktor_Ekrementanteil	0.8	[]
Dauer_Fresszeit	1	[d]
Anzahl_Kühe	150	[]
Lebendgewicht	650	[kg Kuh ⁻¹]
N_Deposition	20	[kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹]
N-Gehalt_Milch	0.0056	[g kg ⁻¹]
N _{min} -Verlust (relativ)	0.2	[]
N_Verluste_Gülle (relativ)	0.3	[]
N_Verluste_Weide (relativ)	0.5	[]
N ₂ Fixierungsrate	4	[kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹] ¹
Ration_Silage	14	[kg TM Kuh ⁻¹ d ⁻¹]
Ration_Weide	20	[kg TM Kuh ⁻¹ d ⁻¹]
RP_Gehalt_Futter	180	[g kg ⁻¹]
RP_Gehalt_Krafftutter	140	[g kg ⁻¹]
Silagerest (relativ)	0.02	[]
Taegl_Milchleistung	20	[kg Kuh ⁻¹ d ⁻¹]
Weiderest (relativ)	0.2	[]
Anzahl_Nutzungen_Silage	3	[]
Anzahl_Nutzungen_Weide	6	[]

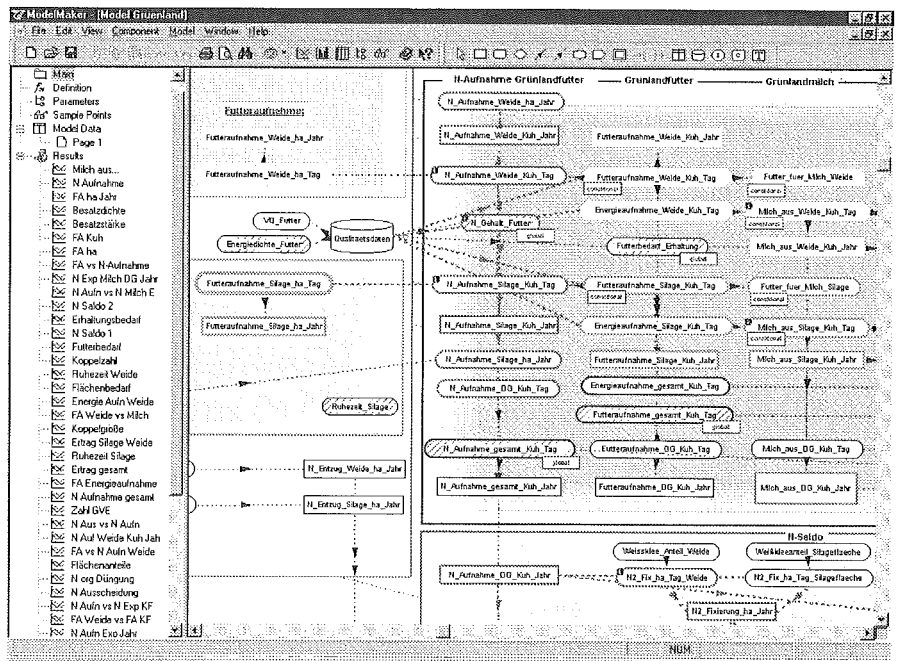


Abbildung 1: Ansicht der Modellanwendung auf dem PC (Ausschnitt)

3. Ergebnisse und Diskussion

Die hier ausgewählten Ergebnisse von Simulationsläufen beschränken sich auf die Milchproduktion während eines Jahres nach den Vorgaben in Tabelle 1 sowie auf den Einfluß der Futterqualität auf das Stickstoffsaldo eines virtuellen Grünlandbetriebs.

Die Milchleistung aus Grünlandfutter und Krafftutter pro Kuh ist kumuliert

über 365 Tage in Abbildung 2 dargestellt. Je nach Vorgaben der Parameter, z.B. angestrebte tägliche Milchleistung, Futterqualität von Weide- und Silofutter, Energiedichte im Krafftutter, Beginn und Ende der Weidedauer, etc. (s. Tabelle 1), lassen sich weitere, sehr unterschiedliche Verlaufskurven ermitteln. So können verschiedene Szenarien für einen Betrieb berechnet und die Auswirkungen veränderter Vorgaben mit Hilfe des Modells vorhergesagt werden. Die Simulation in

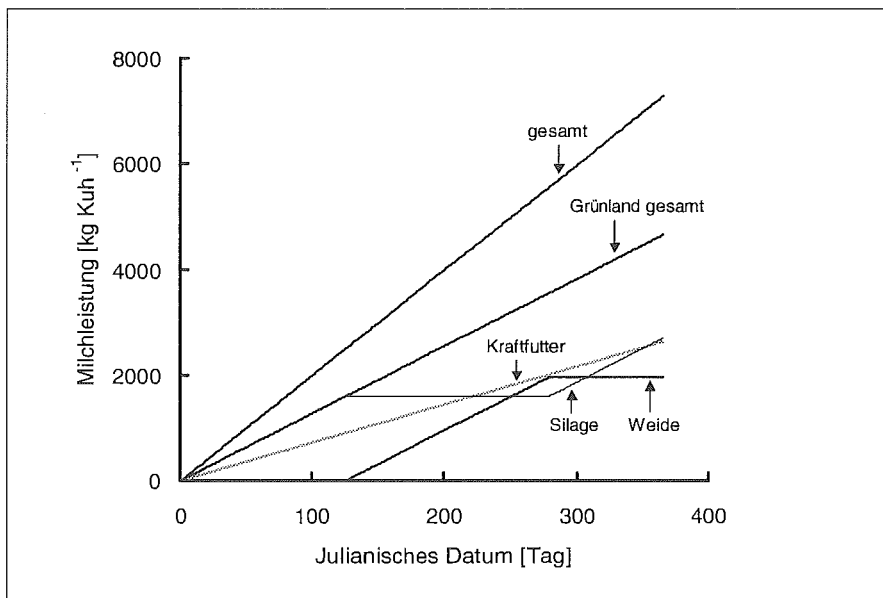


Abbildung 2: Jahresmilchleistung (kumuliert) aus Grünlandfutter (Silage, Weide) und Kraftfutter bei vorgegebener täglicher Milchleistung von 20 [kg Kuh⁻¹ Tag⁻¹] - Ergebnisse eines Simulationslaufs mit dem Modell GRASFARM

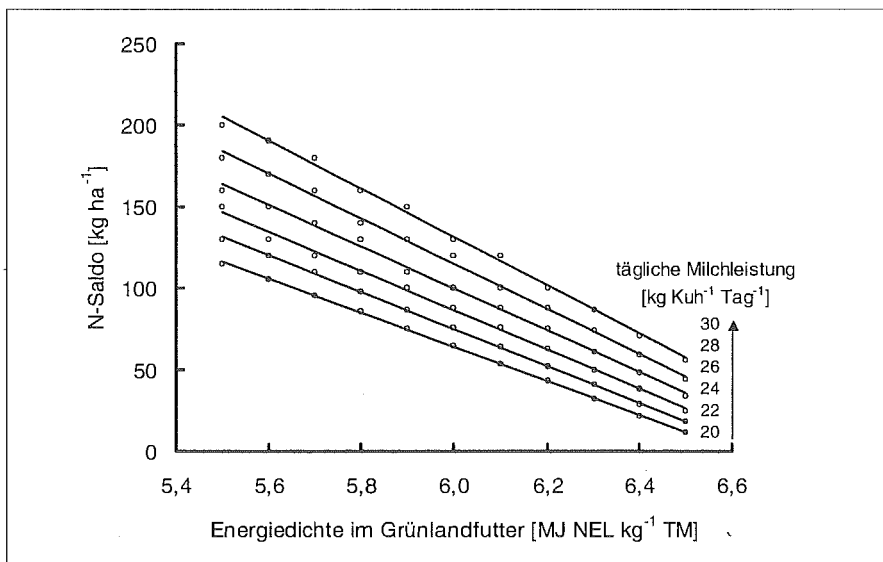


Abbildung 3: Veränderung des N-Saldos in Abhängigkeit von der Energiedichte im Grünlandfutter und der täglichen Milchleistung pro Kuh - Ergebnisse von 6 Sensitivitätstests mit dem Modell GRASFARM

Tagesschritten (*Julianisches Datum*) schafft dabei eine gemeinsame Bezugsbasis für alle anderen parallel simulierten Abläufe im Betrieb unter jeweils gleichen Vorgaben, nämlich z. B. die zeitliche Veränderung anfallender Gülle- und Nährstoffmengen, die Futtermittelaufnahme pro Kuh oder Hektar, der schrittweise Entzug von Nährstoffen aus Grünlandflächen oder die gleichzeitige Veränderung von Nährstoffsalden.

In einer Sensitivitätsanalyse wurde - unter Verwendung der selben Parameterliste (*Tabelle 1*) - der Einfluß der Ener-

giedichte im Grünlandfutter auf das jährliche Saldo des Stickstoffs bei einer täglichen Milchleistung pro Kuh schrittweise von 20 bis 30 [kg] nachgestellt. Für die in *Abbildung 2* gezeigten Ergebnisse der Simulationsläufe wurden jeweils feste Werte zur Futterqualität vorgegeben. Bei Veränderung dieser Variablen wurden stets alle anderen konstant gehalten. Hinter jeder in *Abbildung 1* gezeigten Gerade verbirgt sich demnach ein Sensitivitätstest mit fest vorgegebener täglicher Milchleistung aber veränderlicher Futterqualität. Schlechte Futterqualität

erfordert bei gleichbleibender Milchleistung einen erhöhten Einsatz von Kraftfutter, was den N-Import im Vergleich zum N-Export mit Milch erhöht und folglich das N-Saldo belastet. Die N-Salden sind in diesem Fall insgesamt sehr hoch, weil bei 6-maliger Nutzung der Weiden (Flächenanteil ca. 51 [%]) Weißklee einen Ertragsanteil in der Trockenmasse von 27 [%] erreicht. Dies entspricht in diesem Simulationslauf einem geschätzten N-Import aus symbiontischer N₂-Fixierung der Weiden von jährlich 108 [kg N ha⁻¹], im Durchschnitt aller Flächen von 54 [kg N ha⁻¹]. N-Verluste wurden nicht eingerechnet.

4. Schlußfolgerungen

Das GRASFARM-Modell erlaubt die Simulation von Stoffflüssen in einem Grünlandbetrieb, und zwar einfacher und übersichtlicher als dies beispielsweise mit Tabellenkalkulationen möglich ist. Mit dem Modell ist auch die Validierung der Simulationsergebnisse mit experimentellen Daten grundsätzlich möglich, weil die Vorgaben der Modellsimulation an die des Experiments (Besatzstärke, Futterqualität, Milchleistung) jeweils angepasst werden können.

Die Zuverlässigkeit eines solchen Modells hängt entscheidend davon ab, wie präzise die aus experimentellen Daten formulierten Gleichungen tatsächlich die zu beschreibenden Vorgänge abbilden. Dies gilt insbesondere für die Abhängigkeit der Futtermittelaufnahme von der Futterqualität, und zwar in zweierlei Hinsicht. Zum einen kann die Futtermittelaufnahme durch das Milchrind bisher nicht sicher beschrieben werden, weil sie von zahlreichen, oft nicht experimentell faßbaren Größen abhängt. Zum anderen aber ist der Einfluß der Futtermittelaufnahme sehr entscheidend für den Entzug und Rückfluß von Nährstoffen des Grünlands, sowie für die notwendige Ergänzung durch Kraftfutter von außerhalb des Betriebs. An dieser Stelle besteht also weiterhin erheblicher Forschungsbedarf.

Das Modell GRASFARM bedarf weiterhin einer präzisen Formulierung der Verlustquellen, für die in der bisherigen Version lediglich konstante Werte angenommen wurden. Das Programm *Modelmaker* erlaubt aber die Verknüpfung mit schon vorhandenen Simulationsmodel-

len, so daß ein bereits eingeführtes und bewährtes Modell an GRASFARM angebunden werden kann.

Derartige Simulationsmodelle, die ein sehr komplexes System - wie z. B. einen Grünlandbetrieb - abbilden, stehen schließlich vor einem grundsätzlichen Problem. Die Auswahl und die Zahl der Eingabeparameter entscheiden über den Grad der Flexibilität und die Anwendungsbreite des Modells. Zum Beispiel: die Betriebsfläche kann entweder fest vorgegeben oder über die Futteraufnahme, den Weiderest, die Vegetationsdauer und die tägliche Verweildauer der Tiere pro Koppel im Modell berechnet werden. In diesen beiden alternativen Fällen wird der Nährstoffrückfluß und damit auch das Nährstoffsaldo pro Hektar

bei sonst gleichen Vorgaben unterschiedlich ausfallen.

5. Literatur

- ANGER M. und KÜHBAUCH, W., 1999: Modellberechnungen des Nährstoffspielraums von Grünlandbetrieben mit Milchproduktion. *Agribiological Res.*, 52, 1, 77-84.
- HARRIGAN T. M., BICKERT W. G. und ROTZ C. A., 1996: Simulation of dairy manure management and cropping systems. *Applied Engineering in Agriculture*, 12(5), 563-574.
- HOPPE T., WEISSBACH F., SCHLICHTING M. C., SCHMIDT L. and SMIDT D., 1996: Milchviehweidewirtschaft bei Verzicht auf Stickstoffdüngung. *Züchtungskunde*, 68, 131-146.
- JOHANSSON H., BERGSTRÖM L., JANSSON P. E. und PAUSTIA K., 1987: Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 18, 333-356.
- KIRSCHMANN H., TORSSELL B. und ROSLON E., 1988: A simple model for nitrogen balance calculations of temporary grassland-ruminant systems. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 18, 3-8.
- KÜHBAUCH W. und ANGER M., 1999: Modellrechnungen zur Senkung von Stickstoffverlusten und Nährstoffüberschüssen im Milchviehbetrieb auf Grünland. *Agribiological Res.*, 52, 1, 85-96.
- REUSS J. O. und INNIS G. S., 1977: A grassland nitrogen flow simulation model. *Ecology*, 58, 379-388.
- ROTZ C. A., BUCKMASTER D. R., MERTENS D. R. und BLACK J. R., 1989: A dairy forage system model for evaluating alternatives in forage conservation. *Journal of Dairy Science*, 72, 3050-3063.
- WU L. und MC GECHAN M. B., 1998: Simulation of biomass, carbon and nitrogen accumulation in grass to link with a soil dynamics model. *Grass and Forage Science*, 53, 233-249.

Der Ampfer - das Problemkraut der Grünlandbauern

E.M. PÖTSCH

Besonders im Alpenländischen Grünland, von der Wirtschaftswiese in den Tallagen bis hinauf auf hochgelegene Almflächen, stellt der Ampfer in all seinen unterschiedlichsten Ausformungen das Problem(un)kraut schlechthin dar. Mehr als 90% aller Maßnahmen in der Unkrautregulierung im Grünland richten sich gegen diese von den Landwirten sehr einfallsreich und vielseitig benannte Pflanze, die seit Jahrzehnten auch zahlreiche Kollegen aus Wissenschaft und Forschung beschäftigt. Allein diese intensive Auseinandersetzung, die sich großteils auf die unmittelbare Symptombekämpfung konzentriert, lohnt es, sich auch mit historischen und agrargeschichtlichen Aspekten zu befassen.

Die Ampfer gehören botanisch betrachtet zur Familie der Knöterichgewächse (Polygonaceae), deren bekannteste Vertreter neben den zahlreichen Ampferarten der Rhabarber (*Rheum rhabarbarum*) und der Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) sind. Die Gattung Ampfer, *Rumex* ist mit ca. 200 Arten weltweit verbreitet - einschließlich der Unterarten kommen allein in Österreich 29 *Rumex*arten vor (SOBOTIK, 2001).

Der deutsche Name *Ampfer* stammt von der nordischen Bezeichnung *amper* ab, was soviel wie herb, scharf, bitter bedeutet und auf den eigenartigen Geschmack der Pflanze hinweist - die Benennung des Sauerampfers stellt somit eigentlich eine Tautologie dar (GROSSMANN, 1870).

Prähistorische Pflanzenfunde

WILLERDING (1986) präsentiert eine umfangreiche Zusammenstellung über pflanzliches Fundgut und dessen vegetationsgeschichtliche Zuordnung sowie Lokalisierung in Fundkarten. Aufgrund der einzelnen Funde und Fundorte wurden im Zuge der paläo-ethnobotanischen Arbeiten auch Rückschlüsse auf die Ausbreitung und Verwendung der jeweiligen Pflanzen gezogen. Von den *Rumex*arten

sind hier vor allem der Krause Ampfer (*Rumex crispus*) mit Funden ab dem Neolithikum (CZE, S) und der Bronzezeit (H, D und CH) beschrieben. Neben dem Gemüseampfer (*Rumex longifolius*) und dem Strandampfer (*Rumex maritimus*) gibt es auch zahlreiche Fundnachweise für den Stumpfbältrigen Ampfer (*Rumex obtusifolius*) ab dem mittleren Neolithikum und der Bronzezeit (CH) sowie in der älteren vorrömischen Eisenzeit (Thunau/Kamp, A). Der Vergleich mit anderen Arten ergab, dass der Stumpfbältrige Ampfer in den Unkraut- und Ruderalgesellschaften Mitteleuropas früher offenbar nicht besonders häufig gewesen ist.

Ampfer als Nahrungsmittel für den Menschen

Nach BROCKMANN-JEROSCH (1925) wurden die meisten heimischen Ampferarten in der Küche verwendet v.a. der Große Sauerampfer (*R. acetosa*), der Kleine Sauerampfer (*R. acetosella*), der Berg- oder Gebirgsampfer (*R. arifolius*), der als Römischer/Französischer Spinat bezeichnete Gewürz- oder Schildsauerampfer (*R. scutatus*), der Schöne Ampfer (*R. pulcher*), der Gartenampfer oder Englische Spinat (*R. patientia*), der Krause Ampfer (*R. crispus*) aber auch andere großwüchsige Ampferarten des Grünlandes wie etwa der Stumpfbältrige Ampfer (*R. obtusifolius*) auch Grindampfer genannt. Laut BROCKMANN-JEROSCH war der Alpenampfer um die Wende vom 19. zum 20. Jhd. die am besten erforschte Sammelpflanze der Alpen und einst ein wichtiges Lebensmittel - oberirdische Teile (Blätter und Stiele) wurden als Sauerkraut (Aufsatz von BROCKMANN-JEROSCH, 1921, über die Bedeutung des Alpenampfers für die hauswirtschaftliche Sauerkrautherstellung) vergoren, die Blätter als Spinat und die Blattstiele ähnlich dem Rhabarber (*Rheum rhabarbarum* - ebenfalls aus der Familie der Polygonaceae) - als Obster-



Abbildung 1: Von den großblättrigen Ampferarten wurde der Alpenampfer (*Rumex alpinus*) am vielseitigsten für Tier und Mensch genutzt

satz für Kompott und Marmelade oder feingeschnitten als Suppeneinlage verwendet (PUTLITZ und MEYER, 1911). SCHRÖTER (1895) zählt den Alpenampfer wie die übrigen Ampferarten zu den ältesten Gemüsen im Alpenraum.

Es existieren zahlreiche dokumentierte Hinweise auf die Kultivierung des Alpenampfers in eingezäunten Ampfergärten (Blackengärten, Blackenäcker), in denen sogar Unkraut! gejätet und mit Rindenstücken und Sägespänen gemulcht wurde. Die Kultur wurde als leicht bezeichnet - die Aussaat wurde für Ende März bis Anfang April in Reihen bzw. später im Abstand von 20 cm auf Beete empfohlen. Weiters wurde empfohlen, alle vier Jahre zur Neuanlage/Verjüngung eine Teilung der Pflanzen vorzunehmen, da stärkere „Büsche“ immer kleinere Blätter ausbildeten. In der Schweiz wurden Blagdenblätter mit an-

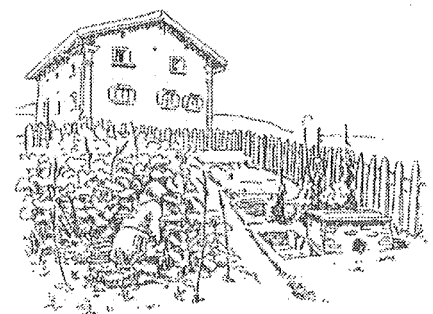


Abbildung 2: Ampfer als Kulturpflanze im Garten (aus BROCKMANN-JEROSCH, 1921)

Autor: Dr. Erich M. PÖTSCH, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING



deren Kräutern (z.B. Pfefferminze, Brennnessel - *urtica dioica*, Alpenkratzdistel - *cirsium spinosissimum* und Guter Heinrich - *chenopodium bonus-henricus*) gekocht und oft mit etwas Mehl gedämpft (BROCKMANN-JEROSCH, 1921).

Mehrfach beschrieben wird auch das sogenannte „Feldchrut oder Chillechrut“ - Ampfer wurde dazu aufgeköchelt, der bitter schmeckende Absud weggeschüttet und anschließend frisches Wasser sowie Wildkräuter und Mehl zugegeben - dieser Eintopf wurde zusammen mit anderen Grundnahrungsmitteln gegessen. Ganz junge Blätter und Stiele wurden im zeitigen Frühjahr auch roh verzehrt und galten als Leckerbissen. BROCKMANN-JEROSCH (1921) verweist darauf, dass die Wertschätzung der Nahrung, welche eine bestimmte Pflanze dem Menschen bietet und damit die Pflanze selber, im Laufe der Zeit wechselt und außer Gebrauch gekommene Nutzpflanzen des Menschen recht häufig zum Viehfutter herab sinken.

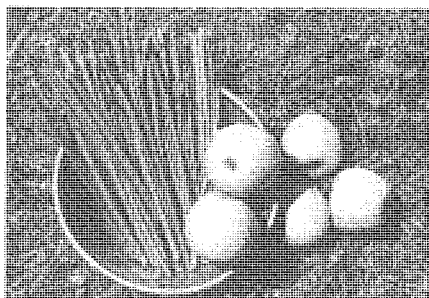


Abbildung 3: Ampfer als Gemüse- und Obstersatz im Alpenraum (Bild aus MACHATSCHEK, 1999)

Ampfer als Futtermittel für Schweine und Rinder

Für Futterzwecke wurden alle großblättrigen Ampferarten herangezogen, wobei man in manchen Gebieten in den Wiesen sogar Ampferhorste stehen ließ um sie dann separat abzuernten (Heublackte, E(h)mdblackte sowie Weid- oder Nachblackte). Die Ampferblätter wurden ausgezogen – wobei besonders darauf geachtet wurde, dass der „Speck“ = weiße Blattbasis erhalten blieb - und in „Masshüsern“ zur „Mass (= mhd. Speise, Mehl)“ verarbeitet. Nach dem Abkochen der Blätter wurden diese einen Tag zum Abtropfen liegen gelassen oder mittels eines Blackensiebes bearbeitet und anschließend in viereckigen Holzgestel-

len (den freistehenden Masshüsern) oder in Erdgruben festgestampft, siliert und mit Fichtenrinde oder Brettern abgedeckt (LOREZ, 1943). Diese Ampfersilage wurde dann im Herbst und Winter an Schweine und Rinder verfüttert. Dazu wurde die Mass gehackt, mit heißem Wasser übergossen und mit Küchenabfällen und Heublumen zu einem Brei gemischt. Die gefrorene Mass wurde sogar mit Schlitten von den Almen ins Tal gebracht und erwiesenermaßen in Hungersnöten auch von Menschen verzehrt (SCHRÖTER, 1908). Berichtet wird auch, dass zur Massbereitung Almampfer sogar in frischem Zustand über weite Wegstrecken ins Tal gebracht wurde. Die Herstellung von Mass – am Beginn des 16. Jhd. als gute menschliche Speise betrachtet – findet sich nicht nur in vielen Bereichen der Schweiz sondern auch in Vorarlberg, Tirol, Bayern und in Italien.

Auch TRIENTL (1870) schreibt vom großen Nahrungswert von *R. alpinus* für Schweine und Rinder (wenngleich er einräumt, dass von letzteren manches Tier anfänglich nicht daran will) ebenso berichtet WEHSARG (1935) von dessen Nutzung in gesäuerter Form als Rindvieh auch als Schweinefutter. Auf Holzgestellen getrocknete und im Winter als Bröselgut angeweichte Blätter sowie gesäuerte oder als Kraut vergorene Blätter wurden vor allem als Schweinefutter verwendet. Vielfach wurden Schweine mit einer Mischung aus Sauermolke, Getreidemahlresten und Ampfersilage gefüttert. Mitunter pferchte man das Vieh in die Ampfergärten (in der Steiermark Pfarrha oder Pfrenger genannt), um diese entsprechend aufzuzüngen.

Ampfersamenhandel

Überliefert ist der Handel mit Sämereien von *R. alpinus*, die vor allem von Äplern bei ihren Wanderungen¹ mitgenommen und verbreitet wurden (PUTLITZ und MEYER, 1911; BROCKMANN-JEROSCH, 1925). KOPECKY (1973) vermutet, dass *R. alpinus* Ende des 16. und Anfang des 17. Jhd. als Nutzpflanze aus dem Alpenraum bis

¹ Ein Bäuerchen von Rüscheegg (Schwarzenburg, Bern), das im Unterland (schweiz. Mittelland) ein Heimwesen gekauft hatte, schrieb nach Hause, man möchte ihm Blacktensamen schicken, da auf seinem neuen Heimwesen es keine Blackten gebe.

in den südpolnischen Raum (Riesen- und Adlergebirge) hinein verbreitet wurde.

Weitere überlieferte Nutzungen von Ampfer

Herstellung von Präparaten zur Bekämpfung des Echten Mehltaus im Obstbau aus den Wurzeln von *R. obtusifolius* (MACHATSCHEK, 1999). Gewinnung von Sauerkleesalz (Kaliumoxalat) vom Großen und Kleinen Sauerampfer sowie dem Schildampfer, Gewinnung von gelbem Farbstoff aus Wurzeln sowie rotem Farbstoff aus den Stengeln (PUTLITZ und MEYER, 1911). Verwendung zur Entkalkung des Topfgeschirres - reinigende Wirkung durch den hohen Oxalsäuregehalt (K-, Ca-Oxalat sowie freie Oxalsäure).

Trivialnamensgebung im österreichisch/deutschen Raum

Viele der angeführten Trivialnamen (NEURURER, 1971; RICEK, 1981; sowie unterschiedlichste Quellen inkl. mündlicher Mitteilungen) kommen mehrfach und in ähnlicher Form und Schreibweise in den unterschiedlichsten Regionen vor. Nicht selten gelten die umgangssprachlichen Bezeichnungen auch für unterschiedliche Ampferarten – die nachfolgend erwähnten Namen sind die gebräuchlichsten Bezeichnungen, stellen aber sicherlich keine vollständige Auflistung dar.

- *Trivialnamen für R. alpinus*: Butterblätsche, Butterplotsch'n, Scheißblotsch'n, Saustampfer, Saustrupfe, Mönchsrhabarber, Blagde, Blotsch'n, Pletsch'n, Stumpfablötsch'n, Schmalzblätschen, Hamplätschen, Fabisen, Foibes, Foibisplätschen, Pfabesplätschen, Fabesplätschen, Almrhabarber, Wilder Rhabarber, Barbarawurz'n, Fois(s)en, Hauspletschen, Fusspletschen
- *Trivialnamen für R. obtusifolius*: Grindampfer, Grindwurz, Mergelwurz, Foiss'n, Black'n, Strumpf'n, Labeße, Fabeße, Gugaza, Sauerrump, Lehmstad'l, Wilde Roß
- *Trivialnamen für R. crispus*: Halbpferd, Halber Gaul, Butterblätter, Hungerkraut, Roter Lodick (Lattich), Strupflattich

Allein in der Schweiz existieren zusätzlich unzählige Bezeichnungen vor allem für den Alpenampfer (Blacke, Schmeißblacke, Mistblacke, Blagge, Dittiblac-



Abbildung 4: Das Hauptunkraut im Wirtschaftsgrünland – der Stumpfbliättrige Ampfer

ke, Blackte, Blagte, Bletsche, Blatschge, Lendiwürze sowie viele regionale Benennungen wie Schwin Blacke, Chlettblacke, Süblacke, Siblacke, Ankeblacke, Staffelblacke, Chill(c)n, Sürelen etc.). Auch die Bayern kennen zahlreiche Bezeichnungen wie etwa Schmerblega, Schupfableda, Doggableda, Klettenstengel, Lahnstadl.

Viele der angeführten Bezeichnungen zeugen auf den ersten Blick von der geringen Wertschätzung dieser Pflanzenarten, weisen aber bei genauer Betrachtung immer wieder auf deren frühere Bedeutung hin:

- Butterblätsche oder Butterplotsch'n – die Blätter wurden zum Einwickeln von Almbutter für den Transport ins Tal verwendet (der in der Schweiz verwendete Ausdruck „Ankeblacke“ besitzt dieselbe Bedeutung).
- Scheißblotsch'n - nicht primär Schimpfwort und Kraftausdruck sondern vielmehr als umgangssprachliche, historische Bezeichnung für vollbiologisches Toilettepapier.
- Saustampfer - Hinweis auf die Zubereitung (zerstampfen) des Alpenampfers als Schweinefutter

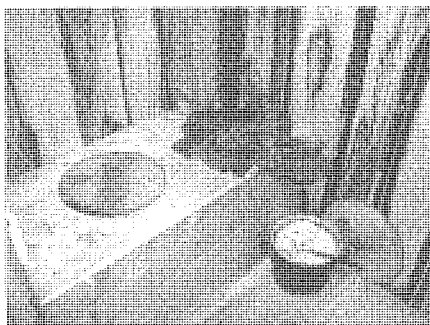


Abbildung 5: fac de necessitate virtutem – aus der Not eine Tugend machen (Hieronymus) (Bild aus MACHATSCHEK, 1999)

- Mönchsrhabarber – der Alpenampfer und andere großblättrigen Ampferarten wurden vor allem auch in Klostergärten kultiviert

Die sehr häufig und in unterschiedlichster Schreibweise vorkommende Bezeichnung „Plotsch'n“ leitet sich nach RUNGE (1993) vom mhd. „vlatſche“ ab, einem Schwert mit sehr breiter Klinge, das wohl an die breiten Blätter erinnert. Die Bezeichnung „Blacke“, ebenfalls in vielen Abwandlungen und Schreibweisen verwendet, stammt hingegen vom ahd. „blat“ (=Blatt) ab.

Ampfer als Heilmittel - Giftpflanze

Den Samen von Rumex (ohne spezifische Angabe) wurden im germanischen Aberglauben heilende Wirkung gegenüber Geschlechtskrankheiten zugeschrieben (BROCKMANN-JEROSCH, 1921). Die meisten Berichte über die Heilwirkung von Ampfer(arten) stammen aus der Volksmedizin, nur für Rumex crispus findet sich eine Anwendung als Homöopathikum (HAB 1 Vorschrift 2a - verwendet wird das frische, im Frühjahr gegrabene Rhizom) für akute und chronische katarrhalische Erkrankungen - vorrangig auf Schleimhäute der Nase, des Rachens, des Kehlkopfes, der Trachea und der Därme wirkend sowie auf Gelenke, Nerven, Brust, Haut und die linke Seite (www.home.ivm.de) - Prüfung der Wirkung (HOUGHTON, 1852; JOSLIN, 1858). Die maßgeblichen Inhaltsstoffe von R. crispus sind Nepodin, Emodin, Tannin und Oxalate – ihnen wird eine antibakterielle, körperentgiftende Wirkung zugesprochen, äußerlich aufgetragen hilfreich bei Akne, Pilzen, Ekzemen und Schuppen. Als Rezepturen werden unter anderem genannt:

- Wurzelsud – 50g Wurzelstücke in 250 ml Wasser gekocht
- Frische Wurzel geschabt und mit Rahm zu einer Salbe gemischt
- Samen in Rotwein gekocht gegen Durchfall

R. obtusifolius wirkt innerlich zusammenziehend und stärkend, gegen Verdauungs- und Unterleibsschwäche, Gelb- und Wassersucht, chronische Hautausschläge sowie gegen Fieber - äußerliche Anwendung auf geschwollene Körperstellen, eitrige Beulen oder

Geschwüre (www.fortunecity.de). Die Wurzelstöcke der Grindwur(t)z (*Rumex obtusifolius*) wurden als Abführmittel sowohl bei Tier und Mensch verwendet. Beschrieben wird auch die Verwendung der Ampferblätter zur Heilung von Schnittwunden, eitrigen Wunden sowie zur Kühlung heißer Körperstellen und gegen Sommersprossen (BROCKMANN, 1921).

Die Blätter von R. Alpinus wurden gegen Blähungen und Husten, als Absud auch gegen Durchfall eingesetzt. Allgemein werden die Ampferarten auch als appetitanregende „Gemüseart“ betrachtet (www.deam.de - die etwas andere Medizin).

Insgesamt gelten die Ampferarten als schwach giftig mit den Hauptwirkstoffen Oxalat, freie Oxalsäure (15 - 45 mg/100 g FM), Gerbstoffe, Flavonglykoside, Anthrachinone (Chrysophanol, Emodin, Physcion), Nitrat sowie ev. weitere unbekannte Toxine (Rumicin).

Die Wirkungsmechanismen bestehen in einer lokalen Reizung, der Bindung von Blutcalcium durch resorbierte Oxalsäure, wodurch es zur Hypocalcämie kommen kann bzw. einer Nierenbelastung/schädigung durch ausgefalltes Calciumoxalat.

Historische Hinweise zur Regulierung des Ampfers

PUTLITZ und MEYER (1911) schreiben, „dass der Krause Ampfer durch sorgfältige Kultur, Jäten im Juni und reines Saatgut bald verschwinden würde, wenn gleichzeitig auf Wiesen und Triften, auf Rainen und Ödungen, an Ton- und Sandgruben um Johannis ein sorgfältiges Ausziehen oder tiefes Ausstechen der Ampferpflanzen einige Jahre hindurch geschehen würde. Hiermit sei auch gesagt, wie alle großen Ampferarten zu bekämpfen sind. Das Jäten, tiefes Ausziehen mit den Hauptwurzeln oder tiefes Ausstechen hat vor dem ersten Wiesenschnitt einzusetzen und muß vor dem zweiten Schnitte wiederholt werden. Der einzelne kommt, wo die Ampferarten in der Gegend stark auftreten, kaum zum Ziel, wenn nicht auch die Gesamtheit das Bekämpfungsmittel streng durchführt“.

WEHSARG (1935) bezeichnete es als Unsitte, reife Stengel von Rumex obtusifolius auf Wege und Gewässer zu

werfen und konnte sich dazu sogar eventuell ein polizeiliches Verbot vorstellen.

TRIENTL (1870): „Bodenverletzungen und Verwüstungen auf den Almen wirken auf Jahre hinaus verhältnismäßig viel schädlicher als in der wärmeren Tiefe. Daher sollte es ein Grundsatz des Älplers sein, soweit seine freilich sehr geringe Macht gegen Naturgewalten und Missetaten der Tiere geht: Verletze die Grasnarbe nicht und wo sie verletzt ist, suche sie durch Kunst zu heilen!“

BROCKMANN-JEROSCH (1921) verweist am Ende seiner umfangreichen Abhandlung auf die immer geringere Bedeutung des Ampfers als Nahrungs- und Futtermittel und auf dessen Wandel vom Nutz- zum Unkraut – „Die moderne Landwirtschaft hat mit Recht den Blackten den Krieg erklärt und einen Blacktenstecher, eine Art Geißfuß geformt, womit der Kampf gegen die Blackten bis aufs Messer geführt werden soll. Aber die Blackte ist unbesiegbar. Immer von neuem taucht sie auf und auch im Unterbewusstsein lebt das gute Andenken an die Pflanze fort und ein Rumex-Blatt, unter die Butterstände gelegt, soll doch schon manchmal geholfen haben, wenn die Butter nicht werden wollte“.

Der Ampfer - im Wandel von der Kulturpflanze zum Unkraut

Viele der ursprünglichen Nutzungen des Ampfers haben heute an Bedeutung verloren oder sind überhaupt in Vergessenheit geraten. Zahlreiche Untersuchungen belegen eindeutig den geringen Futterwert des Ampfers - eine hohe Grundfutterqualität setzt daher möglichst ampferfreie Grünlandbestände voraus (BOHNER, 2001). Aufgrund seiner negativen Beeinflussung von Grundfutterqualität, Futteraufnahme sowie von Leistung und Gesundheit der Tiere müssen daher die großblättrigen Ampferarten wohl eindeutig als Unkraut bezeichnet werden (ELSÄSSER, 1996). Für jene Landwirte, die auch in Zukunft ihr Haupteinkommen aus einer produktiven Bewirtschaftung ihrer Grünlandflächen erzielen wollen, ist somit eine Regulierung und Verbesserung von ampferbelasteten Beständen unumgänglich. Im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes stehen zwar zahlreiche biologische, mechanische und

Poetisches zum Ampfer

*The even mead, that erst brought sweetly forth
The freckled cowslip, burnet and green clover
Wanting the scythe, all uncorrected, rank
Conceived by idleness, and nothing teems
But hateful docks, rough thistles, keksies, burs
Losing both beauty and utility*

Niemand geringerer als **W. Shakespeare (1564 – 1616)** stellte in diesem kurzen Gedicht schon vor einigen hundert Jahren fest, dass die hassenswerten Ampfer das Bild einer schönen Wiese stören - ohne Schönheit und Nutzen, für niemanden Freude und Wonne

chemische Möglichkeiten zur Ampferregulierung zur Verfügung - eine nachhaltig erfolgreiche Bekämpfung erfordert allerdings entsprechende vorbeugende Maßnahmen und eine laufende Kontrolle der Grünlandbestände (KRAUTZER, 2001; PÖTSCH, 2001).

Klar ist leider auch, dass es kein 100%ig wirksames Patentrezept gibt, um den Ampfer rasch, kostengünstig und endgültig zu bekämpfen - allerdings gibt es ein Erfolgsrezept = Vorbeugen + Fehlervermeidung + richtige und rechtzeitige Bekämpfung + Nachsaat mit ampferfreier Qualitätssaatgut!

Literatur

- BOHNER, A. (2001): Physiologie und futterbaulicher Wert des Ampfers. Bericht zum 7. Alpenländischen Expertenforum „Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland - Schwerpunkt Ampfer“, BAL Gumpenstein, 39-44
- BROCKMANN-JEROSCH, H. (1921): Surampfele und Surchrut. Ein Rest aus der Sammelstufe der Ureinwohner der Schweizer Alpen. Neujahrsblatt d. Naturforschenden Gesellschaft, Zürich
- BROCKMANN-JEROSCH, H. (1925): Die Kulturpflanze, ein Kulturelement der Menschheit. Veröff. D. Geobot. Institutes Rübel (Festschrift Carl Schröter). 3. Heft: 793-811, Zürich
- ELSÄSSER, M. (1996): Geschichte Grünlandführung erspart Neu- oder Nachsaat. BWL 19, Grünland, 22-26
- GROSSMANN, H. (1870): Deutsche Pflanzennamen. Zitiert in BROCKMANN-JEROSCH (1921)
- HEGI, G. (1965): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. III, 2. Auflage, Verlag Hauser, München und Hannover
- KOPECKY, K. (1973): Ist der Alpenampfer (*Rumex alpinus* L.) im Adlergebirge ursprünglich? Preslia 45: 132-139, Prag
- KRAUTZER, B. (2001): Saatgutqualität als Grundlage für ampferfreie Nach- und Neuansaat im

Grünland. Bericht zum 7. Alpenländischen Expertenforum „Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland - Schwerpunkt Ampfer“, BAL Gumpenstein, 45-50

LOREZ, C. (1943): Bauernarbeit im Rheinwald. Schweizerische Gesellschaft für Volkskunde, Basel

MACHATSCHKEK, M. (1999): Nahrhafte Landschaft. Böhlau Verlag G.m.b.H. und CO&KG, Wien, Köln, Weimar

NEURURER, H. (1971): Mundartliche Bezeichnung und Verbreitung von Unkräutern in Österreich. Der Pflanzenarzt, Jhg. 24/9, 100-104

PÖTSCH, E.M. (2001): Wissenswertes zur mechanischen und chemischen Ampferbekämpfung. Bericht zum 7. Alpenländischen Expertenforum „Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland - Schwerpunkt Ampfer“, BAL Gumpenstein, 75-81

RICEK, E.W. (1981): Mundartliche Pflanzennamen aus dem Attergau. In: Sonderdruck Jahrbuch OÖ. Musealverein. Bd. 126/I: 189-228, Linz

RUNGE, B. (1993): Aus der Schatztruhe des Volksmundes. Verklingende Laute aus dem mittleren steirischen Ennstal. Verein Schloß Trautenfels

SCHRÖTER, C. (1908): Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich

SOBOTIK, M. (2001): Verbreitung, Morphologie und Anatomie des Ampfers. Bericht zum 7. Alpenländischen Expertenforum „Bestandesführung und Unkrautregulierung im Grünland - Schwerpunkt Ampfer“, BAL Gumpenstein, 33-38

TRIENTL, A. (1870): Die Verbesserung der Alpen-Wirtschaft. Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn, Wien

WEHSARG, O. (1935): Wiesenunkräuter. Reichsnährstand Verlags GmbH., Berlin

WIESNER, E. (1967): Ernährungsschäden der landwirtschaftlichen Nutztiere. G. Fischer Verlag Jena

WILLERDING, U. (1986): Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. Karl Wachholtz Verlag Neumünster

Jugendentwicklung und Konkurrenzverhalten von *Rumex obtusifolius* L.

A. LÜSCHER, J. NÖSBERGER, B. JEANGROS und U. NIGGLI

Der vorliegende Beitrag stellt eine Zusammenfassung zweier Dissertationen zum Thema „Physiologie und Morphologie der Jungpflanze von *Rumex obtusifolius* L., insbesondere unter dem Einfluß von Strahlung und Nährstoffangebot“ von JEANGROS (1985) sowie „Bekämpfung von *Rumex obtusifolius* L. und Bestandeslenkung in intensiv bewirtschafteten Naturwiesen“ von NIGGLI (1985) dar.

Physiologie und Morphologie der Jungpflanze von *Rumex obtusifolius* L., insbesondere unter dem Einfluß von Strahlung und Nährstoffangebot

Rumex obtusifolius L. ist eine unerwünschte Pflanzenart im Futterbau, die sich vorwiegend generativ vermehrt. Ziel dieser Arbeit war es, diejenigen Umweltbedingungen besser kennenzulernen, welche die Etablierung von *R. obtusifolius* in einer Wiese begünstigen. Wir studierten insbesondere den Einfluss der Strahlung und des Nährstoffangebotes auf die Physiologie und die Morphologie der jungen Pflanze. Dazu wurden mehrere Versuche in Wachstumskammern (W) (Anzucht in Quarzsand mit Nährlösung), im Gewächshaus (G) und auch im Freiland (F) durchgeführt. Die Reaktion der Einzelpflanze wurde hauptsächlich während den ersten zwei Monaten nach dem Auflaufen untersucht. In den Wachstumskammern wurde das Verhalten von *R. obtusifolius* mit demjenigen von *Lolium perenne* verglichen.

1. An fünf verschiedenen Orten in der Schweiz wurden Samen von *R. obtusifolius* gesammelt. Das Wachstum und die Morphologie der Pflanzen, die sich aus diesen Samen entwickelt haben, wurden unter homogenen Bedingungen verglichen. Sechs Wochen nach dem Auflaufen waren die Unterschiede zwischen den Populationen im Allgemeinen schwach und viel geringer als diejenigen, die wir innerhalb der einzelnen Populationen feststellen konnten (G).
2. Samen von *R. obtusifolius* wurden in etablierte Grasbestände (*Dactylis glomerata* oder *L. perenne*) gesät. Grasfreie Streifen unterschiedlicher Breite

standen für die Entwicklung von *R. obtusifolius* zur Verfügung. Bei einer Streifenbreite von 30 cm war das Trockengewicht des Sprosses von *R. obtusifolius* zehn Wochen nach dem Auflaufen 7-mal (*D. glomerata*) bzw. 30-mal (*L. perenne*) höher als bei einer Breite von nur 10 cm (F).

3. Die unterirdische Interferenz mit einem etablierten Bestand von *L. perenne* verlangsamte das Wachstum von *R. obtusifolius* viel mehr als die oberirdische Interferenz. Der unterirdische Effekt des Bestandes beruhte offenbar auf einer beträchtlichen Konkurrenz um den Stickstoff (F).
4. Unter günstigen Bedingungen erreichte *R. obtusifolius* in fünf Wochen ein mindestens doppelt so hohes Trockengewicht wie *L. perenne*, obwohl die Größe der Samen der beiden Arten ungefähr gleich war. Die erste Art wies eine höhere relative Wachstumsrate (RGR) auf, weil sie anfänglich mehr Assimilate in ihre Blätter investierte (höheres Blattflächenverhältnis). Wir konnten zeigen, dass das niedrige Wurzel/Spross-Verhältnis von *R. obtusifolius* (ungefähr zweimal kleiner als dasjenige von *L. perenne* zwei Wochen nach dem Auflaufen) durch eine anfänglich sehr hohe spezifische Aufnahme für Stickstoff kompensiert wurde (bis 80 mgN /g Wurzel-TS und Tag, höchsten 35 bei *L. perenne*) (W).
5. Die pro Pflanze aufgenommene Stickstoff-, Phosphor- und Kaliummenge hing bei *R. obtusifolius* mehr von der

Konzentration dieser Elemente in der Nährlösung ab, als bei *L. perenne*. Das Nährstoffangebot beeinflusste das Wachstum (Trockengewicht) der ersten Art immer stärker als dasjenige des Grases (W).

6. Eine Abnahme der Strahlung von 500 auf 50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ reduzierte die mittlere RGR (zwischen dem 14. und dem 34. Tag nach dem Auflaufen) um 38 % bei *R. obtusifolius* und um 55 % bei *L. perenne*. Die erste Art wuchs auch bei 50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ noch relativ schnell (RGR = 0,16 pro Tag, 0,10 bei *L. perenne*) dank einem beträchtlichen Spross-Anteil (mehr als 80 % des ganzen Trockengewichtes, 70 % bei *L. perenne*) und einer hohen spezifischen Blattfläche (0,70 cm^2/mg , 0,50 bei *L. perenne*) (W).
7. Eine Abnahme der natürlichen photosynthetisch aktiven Strahlung um 70 % verzögerte bei *R. obtusifolius* die Einlagerung von nichtstrukturellen Kohlenhydraten in die Wurzel um fast drei Wochen, und reduzierte die Vitalität des Wiederaustriebes nach einer Entblätterung stark (G).

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Wachstumsstrategie der Jungpflanze von *R. obtusifolius* vor allem in nährstoffreichen Standorten günstig ist. In diesem Fall ist sie in der Lage sehr schnell zu wachsen, auch wenn sie sich im Schatten einer Pflanzendecke entwickelt. Ein reduziertes Lichtangebot erhöht aber ihre Empfindlichkeit gegenüber Umweltstörungen (z. B. Schnitt).

Autoren: Dr. Andreas LÜSCHER, Eidgen. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholzstraße 191, CH-8046 ZÜRICH; Prof. Dr. Josef NÖSBERGER, Eidgen. Technische Hochschule Zürich, In Reben 7, CH-8315 LINDAU; Dr. Bernard JEANGROS, Eidgen. Forschungsanstalt für Pflanzenbau, Case postale 254, CH-1260 NYON 1 und Dr. Urs NIGGLI, Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Ackerstraße, CH-5070 FRICK



Bekämpfung von *Rumex obtusifolius* L. und Bestandeslenkung in intensiv bewirtschafteten Naturwiesen

Im ersten Teil dieser Arbeit wurde der Einfluss der Bewirtschaftung und Unkrautbekämpfung auf die botanische Zusammensetzung und den Ertrag von drei Naturwiesenbeständen auf zirka 450 m ü. M. untersucht. Es handelte sich um eine sehr intensiv genutzte Italienisch-Raigras-Mähweide (*Lolium multiflorum*) in Cham, eine intensiv genutzte Wiesenfuchsschwanz-Mähwiese (*Lolium-Alopecuretum*) in Zürich-Reckenholz und eine extensiv genutzte Kohldistel-Fromental-Mähwiese (*Cirsio-Arrhenatheretum*) in Giswil. Das Ziel dieser Versuche war, ein Bestandeslenkungskonzept für intensiv bewirtschaftete Naturwiesen zu erarbeiten.

Darin sollten Bewirtschaftungs- und Unkrautbekämpfungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Pflanzenbestände und natürlichen Standortbedingungen möglichst wirkungsvoll miteinander kombiniert werden. Die Stickstoffdüngungsverfahren lagen zwischen 120 kg N/ha und 520 kg N/ha; die Zahl der Schnittnutzungen variierte zwischen 4 und 6. Zur Unkrautbekämpfung (besonders *Rumex obtusifolius* und *Ranunculus Friesianus*) wurden verschiedene selektive Herbizide (Asulam, MCPP+2,4,5-T+Dicamba, MCPB, MCPB+MCPA) eingesetzt, aber auch ein Totalherbizid (Glyphosate) mit anschließender Neuansaat.

Resultate

Die unterschiedlichen Bewirtschaftungsverfahren veränderten nur in der extensiv bewirtschafteten Kohldistel-Fromental-Wiese die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes: es entstand rasch eine Italienisch-Raigras-Wiese mit verschieden hohen Anteilen von *Lolium multiflorum* (39 % im N1-Verfahren und 57 % im N3-Verfahren).

In den beiden bereits intensiv bewirtschafteten Beständen reagierte die botanische Zusammensetzung wenig; höhere Stickstoffgaben und häufiger Schnitt verstärkten das Vorherrschen der wenigen Hauptarten (*Lolium multiflorum*, *Alopecurus pratensis*, *Lolium perenne*, *Rumex obtusifolius* und *Poa trivialis*). Hohe N-Gaben verstärkten in allen Beständen die jahreszeitlichen

Schwankungen im Ertragsanteil der einzelnen Arten.

Nach der selektiven Bekämpfung von *Rumex obtusifolius* breiteten sich *Alopecurus pratensis*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* sehr stark aus und bildeten einen dichten Bestand. Die Stickstoffdüngung förderte die erwünschten Arten, *Rumex obtusifolius* kam nicht mehr auf.

Der Scharfe Hahnenfuß (*Ranunculus Friesianus*) wurde durch intensive Nutzung gleich gut verdrängt wie durch selektive Herbizidbehandlung. Der Anteil von *Poa trivialis* konnte nicht beeinflusst werden. Er war in den Italienisch-Raigras-Beständen mit durchschnittlich 20 % bedeutend höher, als in den Fuchsschwanz-Beständen mit unter 10 %.

Der Trockensubstanz-Ertrag konnte durch Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nicht positiv beeinflusst werden. Pflanzenbestände mit hohen Anteilen an *Rumex obtusifolius* oder *Poa trivialis* waren sehr ertragreich; auch die Neuansaat blieb ertragsmäßig auf dem Niveau des Dauerwiesenbestandes.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde in einem Feldversuch der Einfluss der Bewirtschaftung auf die Entwicklung von *Rumex obtusifolius* in vier Reinbeständen (*Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Alopecurus pratensis*) untersucht. Die Blackenpflanzen wurden im 5- bis 8-Blattstadium in die bereits etablierten Grasbestände eingepflanzt. Die Bewirtschaftungsverfahren waren: N1 (120 kg N/ha, N2 (240 kg N/ha) und N3 (480 kg N/ha) bei zwei Schnittregimen (Schnittintervall 4 Wochen und Schnittintervall 6 Wochen). Ziel des Versuches war es, die Kenntnisse über das Wettbewerbsvermögen von *Rumex obtusifolius* in Hinblick auf eine indirekte Bekämpfung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen zu vertiefen.

Von den vier Gräsern konnte nur *Lolium multiflorum* die Entwicklung von *Rumex obtusifolius* wesentlich beeinträchtigen; weder bei höheren N-Gaben noch bei längeren Schnittintervallen nahm der Blackenanteil zu. In den anderen drei Grasbeständen förderte die Stickstoffdüngung den Ertrag von *Rumex obtusifolius* beträchtlich; bei extensiver Nut-

zung und hoher Stickstoff-Gabe war die Blackenentwicklung enorm.

Die Blütriebentwicklung von *Rumex obtusifolius* wurde im *Lolium multiflorum*-Bestand sehr stark unterdrückt (weniger als ein Trieb pro Pflanze während der Vegetationsperiode). In den anderen Beständen wurden mit steigenden N-Gaben und bei extensiver Nutzung mehr generative Triebe gebildet; im *Poa pratensis*-Bestand waren es bei N3 und extensiver Nutzung 12 Haupttriebe pro Pflanze. *Lolium multiflorum* trieb im Gegensatz zu *Poa pratensis* im Frühling und nach einem Schnitt bedeutend schneller aus als *Rumex obtusifolius*. Stickstoff förderte das Höhenwachstum und die Bestandesdichte bei *Lolium multiflorum* derart stark, dass *Rumex obtusifolius* auch mit einer beträchtlichen Ausdehnung der Blattfläche deutlich weniger günstige Lichtbedingungen für die Assimilation hatte, als im *Poa pratensis*-Bestand. Dort konnte *Rumex obtusifolius* besonders bei längeren Nutzungsintervallen seine Blätter teilweise über den Bestand heben.

Das Regenerationsvermögen von *Rumex obtusifolius* unter sehr ungünstigen Lichtbedingungen (8 bis 10 % des einfallenden Lichtes) war relativ groß; auch in den Verfahren, wo *Rumex obtusifolius* einer starken oberirdischen Konkurrenz ausgesetzt war, konnten die Blackenpflanzen durch zwei kurz aufeinander folgende vollständige Entblätterungen (11 Tage nach dem ersten Schnitt und nochmals nach weiteren 14 Tagen) nicht erschöpft werden. Eine Verdrängung von etablierten Blackenpflanzen durch Bewirtschaftungsmaßnahmen scheint auch bei sehr hoher Konkurrenz durch den Pflanzenbestand nicht möglich.

Unsere Resultate zeigten deutlich, dass in Wiesen, die sich auf einem hohen Bewirtschaftungsniveau befinden, die Bestandeslenkung mit Nutzung und Düngung wenig geeignet ist, Unkrautprobleme zu lösen. Vielmehr bedarf es gezielter Eingriffe, wie zum Beispiel selektiver Herbizidanwendung oder bei starker Verunkrautung Bestandeserneuerung mit einer geeigneten ausdauernden Mischung, um zu einer nachhaltigen Verbesserung der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes zu kommen.

Keimverhalten von *Rumex crispus* und *Rumex obtusifolius*

Ch. ZIRON und W. OPITZ VON BOBERFELD

1. Einleitung

Für eine erfolgreiche Kontrolle unerwünschter Arten im Grünland sind genaue Kenntnisse über deren Keimverhalten von entscheidender Bedeutung, da diese Aufschluss darüber geben können, wann mit einem vermehrten Auftreten dieser Arten zu rechnen ist. Unter kontrollierten Umweltbedingungen (= Temperatur, Stratifikation, Licht, Nitrat und Wasserspannung) wurde das Keimverhalten von *Rumex crispus* L. und *Rumex obtusifolius* L. ssp. *obtusifolius* untersucht.

2. Material und Methoden

Die Diasporen der untersuchten Arten wurden in jedem Versuchsjahr, 1998 bzw. 1999, neu aus Wildbeständen gesammelt. In Klimakammern fand die Durchführung der Versuche unter kontrollierten Bedingungen statt. Der Beobachtungszeitraum betrug 14 Tage. In einer Kühltruhe wurde die Kältestratifikation bei +3°C über 10 Tage durchgeführt. Die Wasserspannung (= pF) wurde mit Polyethylenglycol 6000 variiert (MICHEL & KAUFFMANN 1973). Es wurde mit vier Wiederholungen á 20 Diasporen pro Variante, vgl. *Tabelle 1*, gearbeitet. Die Auswertung erfolgte über mehrfaktorielle Varianzanalysen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Pionierpflanze *Rumex crispus* (OBERDORFER 1994) regeneriert sich meist aus Samen (GRIME et al. 1988). Auch OPITZ VON BOBERFELD et al. (1998) beschreiben den starken Einfluss des Faktors Licht auf die Keimung dieser Art, der auch in der vorliegenden Untersuchung zum Tragen kommt, vgl. *Abbildung 2*. Diese extreme Lichtempfindlichkeit fördert die Entstehung einer Samenbank im Boden durch eine phytochromgesteuerte Unterdrückung der Dunkelkeimung (VOESENEK et al.

Tabelle 1: Varianten als Blockanlage angeordnet

FAKTOREN	STUFEN
1 Keimungstemperatur	1.1 10/20°C Wechseltemperatur (= 8/16h)
	1.2 20/30°C Wechseltemperatur (= 8/16h)
2 Kältestratifikation	2.1 mit Stratifikation (= 10 Tage bei 3°C)
	2.2 ohne Stratifikation
3 Licht	3.1 Licht
	3.3 Filter (= grüne Folie)
	3.2 Dunkelheit
4 Medium	4.1 Nitratlösung (= 0,2% KNO ₃)
	4.2 pF = 0
	4.3 pF = 2,7
	4.4 pF = 3,0 H ₂ O
	4.5 pF = 3,3
	4.6 pF = 3,6
5 Bearbeitungsjahr	5.1 Erstes Jahr
	5.2 Zweites Jahr

1992). Auch nach 80 Jahren im Boden sind offenbar die Samen noch keimfähig, sobald sie belichtet werden (DARLINGTON & STEINBAUER 1961). Im vorliegenden Versuch spielt die Keimungstemperatur nur eine untergeordnete Rolle. Stratifikation hat einen signifikanten Einfluss auf die Keimung von *R. crispus*, jedoch mit geringerer Wertigkeit als die Faktoren Licht und Medium. TOTTERDELL & ROBERTS (1979) beschreiben verschiedene Stratifikationsmöglichkeiten für *R. crispus* mit ebenfalls positiven Auswirkungen auf die Keimfähigkeit. Der starke Einfluss des Faktors Medium in dieser Untersuchung geht in erster Linie auf die hohen Keimfähigkeiten bei Nitrat zurück. Besonders unter Filter und Dunkelheit ist dies auffällig, da dort die Keimung sonst weitestgehend unterbleibt. Hier erfolgt durch Nitrat eine Weitung der Keimungsanforderungen. Mit steigender Wasserspannungsstufe kommt es zu stark verminderter Keimfähigkeit. Die von EVANS & ETHERINGTON (1990) beschriebene zeitliche Keimungsverzögerung bei steigender Wasserspannung in verschiedenen Bodenarten kann hier im Petrischalenversuch nachvollzogen werden, wo-

bei es erst ab pF 3,3 zu einer Verzögerung der Keimung kommt; trotzdem werden auch hier hohe Keimfähigkeiten erreicht. Die rasche Etablierung aus Samen auch unter relativ trockenen Bedingungen bedeutet einen Vorteil gegenüber anderen Arten. Die Keimungsgeschwindigkeit beschreiben GRIME et al. (1988) mit $t_{50} = 3$ Tage, während hier schon nach zwei Tagen 50% Keimung erreicht wird, vgl. *Abbildung 1*. Im günstigsten Fall können schon nach vier Tagen 100% Keimung erreicht werden. Die schnelle und gleichmäßige Keimung erlaubt es *R. crispus*, sich auch unter kurzzeitig positiven Bedingungen zu etablieren.

Rumex obtusifolius verhält sich ähnlich wie *R. crispus*. Auch bei dieser Art ist Licht der wichtigste Auslöser zur Keimung. Hier zeigt sich unter Filter, mit Ausnahme der Stufe KNO₃, praktisch keine Keimung, während bei Licht Werte bis zu 95% erreicht werden, vgl. *Abbildung 2*. In Dunkelheit liegt der Höchstwert bei 61,3%. KNO₃ wirkt ebenfalls keimungsfördernd. Die Keimung verläuft rasch ($t_{50} = 3$ Tage), unter Filter und Dunkelheit etwas verzögert, vgl. *Abbildung 1*. Die verminderte Dun-

Autoren: Christina ZIRON und Prof. Dr. Dr.h.c. Wilhelm OPITZ VON BOBERFELD, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, D-35390 GIESSEN



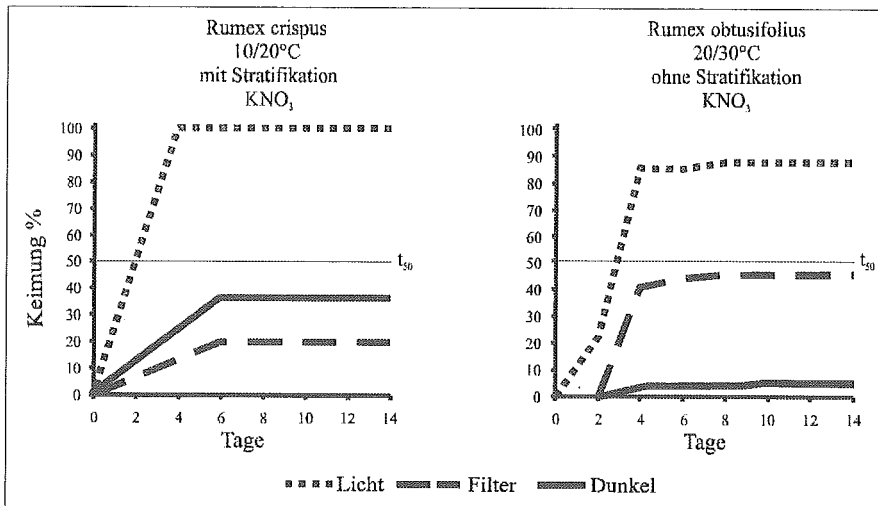


Abbildung 1: Keimungsverlauf der jeweils besten Faktorenkombination im zweiten Beobachtungsjahr

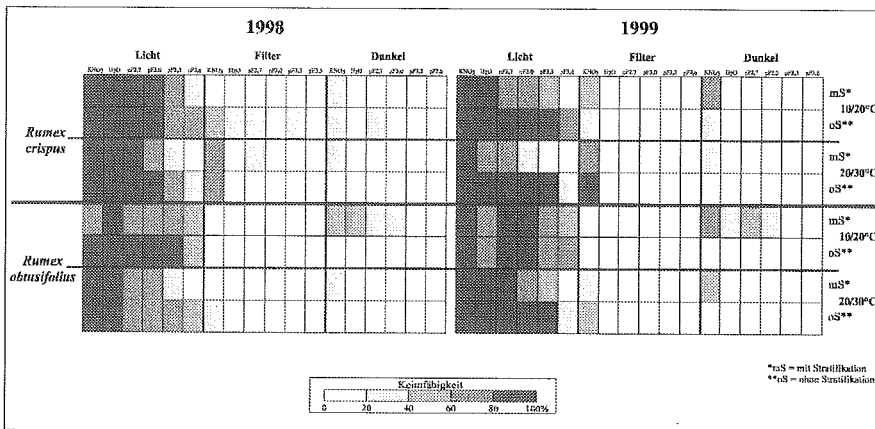


Abbildung 2: Keimungsspektren der Jahre 1998 und 1999

kelkeimung wird von GRIME et al. (1981) für sechs Vertreter der Gattung *Rumex* beschrieben. Allerdings wirkt Stratifikation offensichtlich fördernd auf die Keimung in Dunkelheit. Stratifikation bricht die primäre Dormanz und ermöglicht so eine lichtunabhängige Keimung (TOTTERDELL & ROBERTS 1979). GRIME et al. (1981) ermitteln für *R. obtusifolius* hohe Keimfähigkeiten unter Filterbedingungen, wogegen in der vorliegenden Untersuchung Keimung unter Filter nur in Verbindung mit KNO_3 zu beobachten ist. *R. obtusifolius* reagiert schon bei 0,5 Sekunden Belichtung durch Tageslicht mit Keimung. Für die Bodenbearbeitung in Licht bedeutet dies, dass selbst kurzzeitig an die Oberfläche gelangte Samen rasch und gleichmäßig keimen, während auf Flächen, die in Dunkelheit bearbeitet werden, weniger Keimlinge auftreten (MILBERG 1997). Die Keimungstemperatur spielt in der vorliegenden Untersuchung eine untergeordnete Rolle.

4. Fazit

Beide Arten haben sehr ähnliche Keimungsansprüche, wobei Licht der wichtigste Einflussfaktor ist. Die Keimung erfolgt rasch und vollständig, vgl. *Abbildung 1*. *R. obtusifolius* wird in Dunkelheit durch Stratifikation gefördert, während für *R. crispus* eine leicht negative Wirkung zu beobachten ist. Die Keimungstemperaturen spielen eine untergeordnete Rolle. KNO_3 fördert vor allem in Filter und Dunkelheit bei beiden Arten die Keimung, was für einen 'gap-detection' - Mechanismus (THOMPSON et al. 1977) spricht. Erhöhte Wasserspannung bewirkt insgesamt nur eine geringe Absenkung der Keimfähigkeit. Für *R. obtusifolius* und *R. crispus* besteht in der starken Lichtempfindlichkeit eine Überlebensstrategie: beide produzieren viele kleine Samen, die lange im Boden überdauern können. Dabei ist wichtig, dass diese nur zu keimen beginnen, wenn sie

belichtet werden, da der Keimling sonst, bevor er die Bodenoberfläche erreicht, aufgrund von geringen Energiereserven absterben würde (ROBERTS 1981). Die hohe Samenproduktion, starke Lichtempfindlichkeit und meist rasche Keimung unter verschiedensten Bedingungen erlauben es den untersuchten Arten, Lücken im Bestand schnell und erfolgreich zu besiedeln.

5. Literatur

- DARLINGTON, H.T. & G.P. STEINBAUER, 1961: The 80-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. - *Amer. J. Bot.* **48**, 321-325.
- FROUD-WILLIAMS, R.J., 1981: Germination behaviour of *Bromus* species and *Alopecurus cynosuroides*. - UK Assoc. Appl. Biol., Conference on grass weeds in cereals in the U.K., WRO, Yarn-ton, Oxford, 31-40.
- GRIME, J. P., G. MASON, A. V. CURTIS, J. RODMAN, S. R. BRAND, M. A. G. MOWFORTH, A. M. NEAL & S. SHAW, 1981: A comparative study of germination characteristics in a local flora. - *J. Ecol.* **69**, 1017 - 1059.
- GRIME, J. P., J.G. HODGSON, R. HUNT, S.R. BAND, A. V. CURTIS, J.M. FLETCHER, E.M. MCGEE, M. A. G. MOWFORTH, A. M. NEAL, C.R.V. RATHEY, L.J. RODMAN, A.M.N. RUTTLE, J.M.L. SHACKLOCK & S. SHAW, 1988: Comparative Plant Ecology. A functional approach to common British species. - Chapman & Hall, London, Reprint 1996.
- MICHEL, B.E. & M.R. KAUFFMANN, 1973: The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. - *Plant Physiol.* **51**, 914-916.
- MILBERG, P., 1997: Weed seed germination after short-term light exposure: germination rate, photon fluence response and interaction with nitrate. - *Weed Res.* **37**, 157-164.
- OBERDORFER, E., 1994: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - 7. Aufl., Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., B. KROMMINGA & M. STERZENBACH, 1998: Zum Keimungsverhalten von Kräutern unterschiedlicher Gesellschaftszugehörigkeit. - *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **11**, 197-198.
- ROBERTS, E.H., 1981: The interaction of environmental factors controlling loss of dormancy in seeds. - *Ann. Appl. Biol.* **5**, 552-555.
- THOMPSON, K., J.P. GRIME und G. MASON, 1977: Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperatures. - *Nature* **267**, 147-149.
- TOTTERDELL, S. & E.H. ROBERTS, 1979: Effects of low temperatures on the loss of innate dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* (L.). - *Plant Cell Environment* **2**, 131-137.
- VOESENEK, L.A.C.J., M.C.C. DE GRAAF & C.W.P.M. BLOM, 1992: Germination and emergence of *Rumex* in river flood-plains. II. The role of perianth, temperature, light and hypoxia. - *Acta Bot. Neerl.* **41**, 331-343.

Rumex obtusifolius auf Niedermoor in Mecklenburg-Vorpommern

(Verbreitung, Futterwert, Siliereignung, Rückdrängung durch Extensivierung)

R. BOCKHOLT und B. KANNEWURF

1. Problemstellung

Rumex obtusifolius (Stumpfbblätteriger Ampfer) wird auf gut entwässerten Niedermoorweiden Mecklenburg-Vorpommerns zum Problemkraut. Er kommt in gedüngten natürlichen Grasnarben in Gesellschaft mit den Hauptbestandbildnern *Elytrigia repens* und *Poa trivialis* bzw. in gedüngten Ansaatflächen in Gesellschaft mit *Lolium perenne* unter der Bedingung vor, dass das Sommergrundwasserniveau auf gut wasserregulierten Teilflächen der Wasserstufen 2+, 2+/- und 2- unter einen Durchschnittswert von 60 cm sinkt. Ruhekopeln (Nährstoffüberschüsse durch Exkremente der Weidetiere) und tiefes Sommergrundwasserniveau (Stickstoffmobilisierung aus der organischen Substanz) sind Voraussetzungen für Stickstoffüberhang, welcher durch Massenvorkommen des Stumpfbblätterigen Ampfers angezeigt wird. *Rumex obtusifolius* wird bei Weidenutzung in Folge von unangenehmem Geschmack durch sekundäre Inhaltsstoffe (Glycoside, Gerbstoffe und Harze) verschmäht, zählt aber im Gegensatz zu *Rumex acetosa* nicht zu den Pflanzen, die Ernährungsstörungen verursachen (WIESNER, 1967). *R. obtusifolius* hat bei Verzicht auf Nachmahd günstige Voraussetzungen, sich durch Versamung auszubreiten, zumal er in mehreren Aufwüchsen Blütenstände schiebt. Durch strenge Weideführung auf Umtriebsweiden kann man Jungvieh im Höchstfall dazu zwingen, die Blätter aufzufressen, welche ihren Futterwert im Verlaufe von Wachstum und Entwicklung nur geringfügig verändern. Stängel mit Samentrieben, die schnell Rohfaser einlagern, werden auch bei größtem Hunger nicht angerührt.

Bei Verwendung von *Rumex obtusifolius* als Heu und Silofutter kann die Pflan-

ze nicht selektiert werden. Insofern ist es bei Umstellung von intensiver Weidenutzung auf extensive Schnittnutzung bei geplanter Verwendung des Schnittgutes als Futter von Bedeutung, welcher Futterwert und welche Siliereignung zu erwarten sind.

2. Ökologische Zeigerwerte von *Rumex obtusifolius*

Rumex obtusifolius hat im Bereich möglicher Größenordnungen von 1 bis 9 die in *Tabelle 1* genannten Zeigerwerte. Damit unterscheidet er sich von den gleichfalls auf Niedermoor von M.-V. vorkommenden, dort aber unter anderen Standortbedingungen und mit anderer Vergesellschaftung zur Massenverbreitung neigenden weiteren Rumexarten besonders in Bezug auf die Stickstoff- oder Nährzahl, die durch den Extremwert 9 charakterisiert ist.

3. Material und Methoden

- Die Extensivierung von Niedermooeren in M.-V. wurde in Beispielflächen von der Autorin mit studentischen Belegarbeiten begleitet, in welchen die Vegetation in Flächen- und Ertragsanteilschätzungen registriert worden ist.
- Der Futterwert wurde nach der Weender Futteranalyse untersucht, die Schätzung der Verdaulichkeit und der Energiedichte erfolgten nach FRIE-

DEL (1990). Die Siliereignung wurde nach WEIßBACH (1967) bestimmt.

- In den Vergärbarkeitsuntersuchungen wurde ein biologisches Verfahren zur Vorhersage des Siliererfolges und zur Notwendigkeit der Zugabe von Silierhilfsmitteln (PIEPER et al., 1990) angewendet.
- Auf Grund der hohen Proteinwerte erschien eine Untersuchung der Qualität des Rohproteins von Interesse.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Ergebnisse der Dauerbeobachtungen zur Vegetationsentwicklung

Im Zusammenhang mit der Extensivierung von Niedermoorgebieten konnte registriert werden, dass *Rumex obtusifolius* durch Übergang von der Weidenutzung zur 2-schnittigen Mähnutzung bei gleichzeitigem Verzicht auf Düngung schnell Flächen- und Ertragsanteile verliert. Schon nach wenigen Jahren wird er in Folge von Unterbindung weiterer Samenverbreitung und Unterbindung weiterer Nährstoffakkumulation in Folge von Aushagerung zurückgedrängt (*Abbildung 1*). Ein Rückgang der Anteile von *Rumex obtusifolius* konnte auf mehreren Teilflächen von Niedermoorstandorten nachgewiesen werden (KANNEWURF, 1994; BONORDEN, 2001).

Tabelle 1: Ökologische Kennzahlen der auf Niedermoor von M.-V. vorkommenden Rumex-Arten (ELLENBERG u.a., 1991; Variationsbreite 1 bis 9; x = indifferent)

Rumex- Species	Feuchte-Zahl	Reaktions-Zahl	Stickstoff- oder Nährzahl	Licht-Zahl	Temperatur-Zahl
<i>Rumex obtusifolius</i>	6	X	9	7	5
<i>Rumex crispus</i>	7~	X	5	7	5
<i>Rumex acetosa</i>	X	X	6	8	X

Autoren: Prof. Dr. Renate BOCKHOLT und Birgit KANNEWURF, Agrar- u. Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock, Fachgebiet Grünland und Futterbau, Justus-von-Liebig-Weg 6, D-18059 ROSTOCK



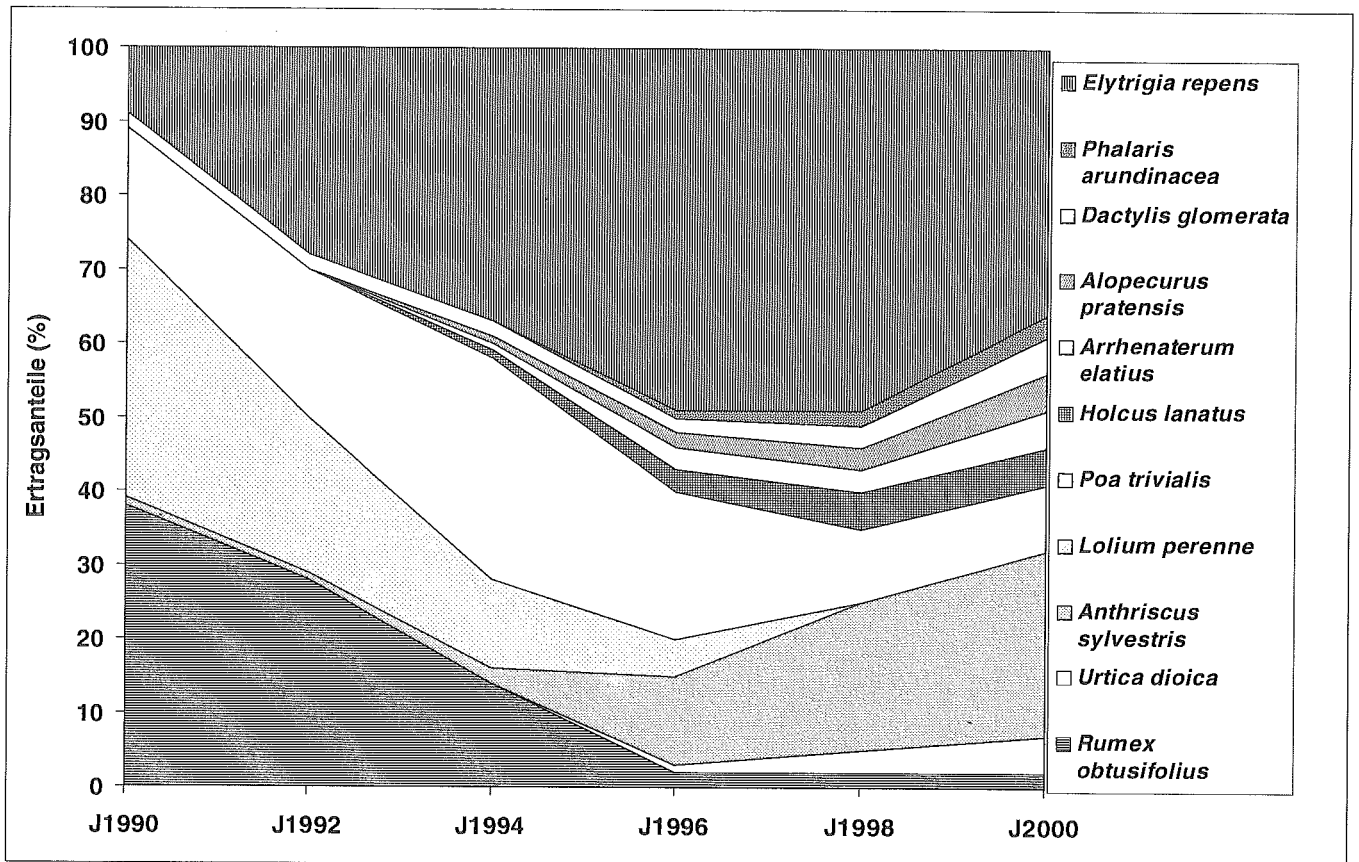


Abbildung 1: Botanische Zusammensetzung in einem Dauerquadrat während 10-jähriger Extensivierung auf den Riekdahler Wiesen bei Rostock (BOCKHOLT)

4.2 Ergebnisse der Untersuchung auf Futterwert und Siliereignung

Im Verlauf von Wachstum und Entwicklung beginnt die Stängelbildung (Vegetationsstadium 2) in der 1. Juniwoche,

welche gravierende Verschlechterungen des Futterwertparameter nach sich zieht (Tabelle 2; Abbildung 2). Zu diesem Zeitpunkt, zu dem auch die Silagebereitung in der Praxis erfolgt, wird die Energiedichte von 6,0 MJ NEL unter-

schritten. Das Blütenstandsschieben (Vegetationsstadium 5) beginnt Ende Juni zu einem Zeitpunkt, zu dem die Bergung des Konservatfutters in der Regel abgeschlossen ist. *Rumex obtusifolius* fällt besonders durch hohe Rohproteingehalte auf. Im Vergleich von 34 häufigen Pflanzen des Niedermoorgrünlandes rangierte *R. obtusifolius* in Bezug auf den Rohproteingehalt noch vor *Urtica dioica* an der ersten Stelle (BOCKHOLT, 2001). In Bezug auf den Nitratgehalt steht er jedoch nur auf Rang 10 hinter zahlreichen anderen Kräutern des entwässerten Niedermoorgrünlandes. Auf Grund von relativ ungünstigen Z/PK - Quotienten zwischen 1,4 bis 2,3 sind eine Mischsilierung mit besser silierbaren Grasarten und das Anwelken des Mähgutes unbedingt zu empfehlen.

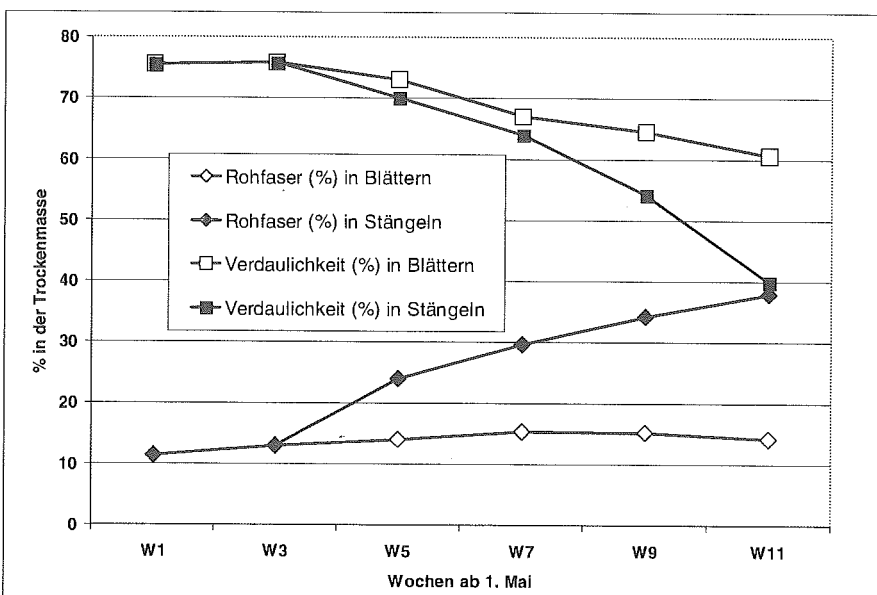


Abbildung 2: Entwicklung der Futterwertparameter in Gegenüberstellung von Stängeln und Blättern von *Rumex obtusifolius* (BOCKHOLT)

4.3 Ergebnis der experimentellen Untersuchungen zur Vorhersage des Siliererfolges (KANNEWURF)

Der Ausgangs - pH - Wert von *R. obtusifolius* ist im Vergleich mit anderen Wiesenpflanzen mit 4,5 relativ niedrig.

Tabelle 2: Trendwerte der Futterwertparameter über einen Zeitraum von 11 Wochen mit Bestimmtheitsmaß (r²) der polynomischen Trends und Probenzahl (BOCKHOLT)

Woche ab 1. Mai	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	R ²
Anzahl Proben	7	8	8	10	7	9	8	9	6	6	8	—
Vegetationsstadium	1,0	1,1	1,6	1,8	2,3	2,9	4,5	4,9	5,7	6,0	7,4	—
Höhe (cm)	25	35	45	52	60	70	75	85	92	100	110	=0,74
TS (%)	13	13	13	13	14	15	16	18	20	24	27	=0,67
RP (g/kg TM)	325	300	275	250	225	210	190	170	150	130	120	=0,71
RF (g/kg TM)	120	140	160	180	205	225	250	270	290	310	325	=0,62
RA (g/kg TM)	100	100	98	96	94	91	87	85	80	75	70	=0,33
Cl.- Lösl. (%)	84	82	80	76	74	69	65	60	55	48	42	=0,72
Verdaulichkeit (%)	78	76	75	72	68	66	60	56	52	47	41	=0,72
MJ NEL /kg TM	6,7	6,5	6,3	6,0	5,7	5,3	5,0	4,5	4,0	3,5	3,1	=0,73
Anzahl Proben	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	—
WIK (g/kg TM)	66	72	75	78	78	78	75	70	68	60	55	=0,10
PK (g MS /kg TM)	48	45	44	42	40	37	35	32	30	26	24	=0,33
Z /PK – Quotient	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	=0,14
NO ₃ (g /kg TM)	1,2	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	=0,13

Tabelle 3: Aminosäuren (g AS/16g N) im Rohprotein von Rumex obtusifolius (Mittel von 12 Stichproben ; 1. bis 5. Woche nach 1. Mai) (KANNEWURF)

Aminosäure	Mittelwert	Min.-Max.	Streuung	Sojaextraktionsschrot
Methionin	1,8	(1,3 – 2,1)	0,08	1,39
Cystin	1,1	(1,0 – 1,3)	0,02	1,50
Met. u. Cystin	2,9	(2,3 – 3,4)	0,13	2,90
Lysin	6,1	(3,9-7,0)	0,68	6,09
Threonin	4,2	(3,2-4,7)	0,20	3,89
Tryptophan	Nicht bestimmt	1,35		
Arginin	5,0	(3,4-5,8)	0,64	7,25
Valin	5,9	(3,9-6,9)	0,62	4,62
Prolin	5,2	(3,9-6,3)	0,53	5,11
Phenylalanin	4,9	(3,4-6,4)	0,91	4,92
Tyrosin	3,0	(1,8-3,7)	0,28	3,81
Leucin	7,8	(4,5-8,9)	1,81	7,75
Isoleucin	4,2	(2,6-4,8)	0,41	4,39
Asparaginsäure	8,9	(6,5-9,9)	0,92	11,71
Glutaminsäure	12,7	(11,0-16,6)	3,02	18,29
Alanin	5,6	(3,6-6,7)	0,77	4,39
Histidin	3,0	(2,7-3,7)	0,16	2,65
Glycin	5,3	(3,4-5,9)	0,46	4,28
Serin	4,1	(3,4-4,7)	0,18	5,22
Summe Aminos.	89,0	(69,7-95,3)	5,47	
RP(g/kg TM)	296	(218-379)	41,27	47

Vermutlich ist er auf den Gehalt von Oxalsäure zurückzuführen. Allerdings traten diesbezüglich und auch in anderen Teilergebnissen vom Standort abhängige Differenzen auf. Nur mit Zusatz von Milchsäurebakterien wurde eine Absenkung unter einen pH - Wert von 4,0 erreicht. Deshalb wurde der Einsatz eines Milchsäurepräparates empfohlen. Diesbezüglich gibt es Überein-

stimmung mit WEIßBACH (1998), der auf Grund seiner Untersuchungen an *R. obtusifolius* resümierte, dass der Nitratgehalt und der Besatz an epiphytischen Milchsäurebakterien deutlich unter den zuvor für von Buttersäure freien Silagen ermittelten Grenzwerten lag. Jedoch blieben bei WEIßBACH Silagen aus *R. obtusifolius* immer frei von Buttersäure.

4.4 Ergebnis der Untersuchungen zu Protein-zusammensetzung (KANNEWURF)

Ein Vergleich der Aminosäuregehalte mit Sojaextraktionsschrot zeigt, dass der hohe Rohproteingehalt durch sehr günstige Anteile essentieller Aminosäuren gekennzeichnet ist. Für die praktische Rationsgestaltung in der Fütterung von Schweinen beschränkt man sich meist auf die Gehalte an Lysin, Methionin + Cystin, Tryptophan und Threonin. Im Falle dieser Aminosäuren übertrifft *Rumex obtusifolius* das Sojaschrot sogar, so dass bei Anteilen von Stumpfbblätterigem Ampfer im Futter der Schweine hinsichtlich der Zusammensetzung des Rohproteins keine Nachteile zu erwarten sind.

5. Literatur

- BOCKHOLT, R.; 2001: Futterwert und Siliereigung der häufigsten autochthonen Pflanzenarten des Niedermoorgrünlandes.- Archiv, im Druck
- BONORDEN, S.; 2001: Vegetationsentwicklung im Landschaftsschutzgebiet Riekdahler Wiesen im Zuge der Extensivierung.- Diplomarbeit Rostock
- ELLENBERG, H.; WEBER, H.-E.; DILL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULIßEN, D.; 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa.- Goltze-KG Göttingen
- FRIEDEL, K., 1990: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulosemethode.- Wiss. Z. Uni Rostock, Nat. Reihe 39, 78 bis 86
- KANNEWURF, B.; 1994: Biologie und Futterwert von *Rumex obtusifolius* (Stumpfbblätteriger Ampfer).- Diplomarbeit Rostock
- WEIßBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsbericht Deutsch.Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, 92, 211 - 220
- WEIßBACH, F., 1998: Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärungsverlaufes bei der Bereitung von Silagen durch Wiesenkräuter verschiedener Species im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen.- Wiss. Mitt.der Bundesforschungsanstalt Braunschweig-Völkenrode (FAL)
- WIESNER, E., 1967: Ernährungsschäden landwirtschaftlicher Nutztiere.- Jena

Veränderung der botanischen Zusammensetzung von Wiesen im Alpenraum als Indikator für die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung

L. NIEMEYER, S. BUHOLZER, J. NÖSBERGER, A. OBERSON, E. FROSSARD, J. TROXLER, B. JEANGROS, M. SCHÜTZ und A. LÜSCHER

1. Einleitung

1.1 Das Polyprojekt PRIMALP

Das Polyprojekt 'PRIMALP - nachhaltige Primärproduktion am Beispiel des Alpenraumes' hat die Entwicklung von Nutzungsverfahren und Handlungsgrundlagen einer zukünftigen, nachhaltigen Land- und Forstwirtschaft im Schweizer Alpenraum zum Ziele (<http://www.primalp.ethz.ch>). Die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung der Gebirgsregionen ist in der Agenda 21 der Konferenz von Rio auf internationaler Ebene politisch verankert.

1.2 Das Komponentenprojekt 'Alpiner Futterbau'

Um die ökologische Nachhaltigkeit zukünftiger Bewirtschaftungsszenarien fundiert abschätzen zu können, ist die Kenntnis der Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung der letzten Jahre unumgänglich. Anhand von Vegetationsaufnahmen auf ausgewählten Stichprobeneinheiten einer Fallstudienregion im Alpenraum wurde die Veränderung der Bestandeszusammensetzung von Wiesen und Weiden über eine Zeitspanne von 30 Jahren erhoben und beurteilt. Ökonomisch nachhaltig bezeichnen wir die Bewirtschaftung, wenn sich der Futterertrag und die Futterqualität im beobachteten Zeitraum nicht negativ verändert haben. Ökologisch nachhaltig ist die Bewirtschaftung dann, wenn die Artenvielfalt allgemein und die Anzahl an Arten der Roten Liste im beobachteten Zeitraum nicht zurück ging. Arten der Roten Liste bezeichnen Pflanzenarten, die in der Roten Liste der Schweiz (LANDOLT, 1991) als ausgestorben, stark gefährdet, gefährdet, selten oder attraktiv aufgeführt sind.

2. Material und Methode

In einem ersten Schritt wurden alte Vegetationsaufnahmen ausgesucht, die vor rund dreißig Jahren durchgeführt wurden und für ein bestimmtes Gebiet repräsentativ sind. In der von uns ausgewählten Fallstudienregion Pays d'Enhaut im Kanton Waadt wurden in den Jahren 1970/71 von J. Caputa (Eidgenössische Forschungsanstalt für Pflanzenbau, RAC, Changins) dreihundert Vegetationsaufnahmen mit Angaben zu Exposition, Höhe über Meer, Neigung und Nutzungsart durchgeführt. Diese Stichprobeneinheiten wurden nicht nach pflanzensoziologischen Kriterien ausgewählt, sondern sie sollten unterschiedliche Nutzungsstufen repräsentieren, die für die damalige Landbewirtschaftung typisch waren.

Für die Aufnahmewiederholungen von 1999 wurden insgesamt 112 Stichprobeneinheiten ausgesucht und nach gleicher Methode wie 1970/71 eine Vegetationsaufnahme durchgeführt. Flächen, die über 2000 m ü. M. lagen oder landwirtschaftlich nicht mehr genutzt werden, wurden nicht berücksichtigt. Weiter wurde darauf geachtet, dass zwischen 880 und 1950 m ü. M. alle Höhenstufen ausgewogen vertreten sind.

2.1 Auswertung der Vegetationsdaten

Die Auswertung der Vegetationsdaten wurde mit dem Statistikprogramm MULVA5 (WILDI und ORLOCI, 1996) mit vektortransformierten und normalisierten Daten durchgeführt. Für die Berechnung von Rangsummentests wurde das Statistikprogramm S-Plus 4.0 verwendet.

In einem ersten Schritt wurden die Vegetationsaufnahmen von 1970/71 auf

Grund ihrer floristischen Ähnlichkeit klassifiziert und in Gruppen eingeteilt (minimum variance; Van der Maarel's Koeffizient). Anschließend wurde für jede Gruppe die Veränderung in der Vegetation untersucht. Hierzu wurde ein Ordinationsdiagramm (Hauptkoordinaten-Analyse = PCOA) mit den alten Aufnahmen von 1970/71 und den neuen Aufnahmen von 1999 erstellt, um die Veränderungen in den Bestandeszusammensetzungen graphisch darzustellen. In einem weiteren Schritt wurde für jede Gruppe eine geordnete Tabelle mit Angaben zu den Diskriminanzarten zwischen den alten und den neuen Aufnahmen berechnet (WILDI und ORLOCI, 1996).

2.1.1 Indikatoren zur Beurteilung der Nachhaltigkeit

Zusätzlich zu den oben beschriebenen multivariaten Analysemethoden der Bestandeszusammensetzung wurden verschiedene Indikatoren zur Beurteilung der Veränderung bezüglich Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung ausgewertet:

- Gesamtartenzahl der Aufnahmefläche (25 m²)
- Anzahl Arten der Roten Liste (LANDOLT, 1991)
- Shannon-Index und Evenness als Diversitätsmaß (HAEUPLER, 1982)
- Zeigerwerte nach LANDOLT (1977): Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R), Nährstoffzahl (N), Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Kontinentalitätszahl (K) sowie Dispersitätszahl (D)
- Futterwert nach KLAPP (1971) und Mahdverträglichkeit nach BRIEMLE und ELLENBERG (1994)

Autoren: Luzia NIEMEYER^{1,4}, Serge BUHOLZER^{1,5}, Prof. Josef NÖSBERGER¹, Astrid OBERSON¹, Emmanuel FROSSARD¹, Dr. Jakob TROXLER², Dr. Bernard JEANGROS², Martin SCHÜTZ³ und Dr. Andreas LÜSCHER^{1,5}

¹Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH-Zürich; ²Station fédérale de recherches en production végétale de Changins (RAC), NYON;

³Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf; gegenwärtige Adresse: ⁴Samen Schweizer AG, THUN; ⁵Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Reckenholzstraße 191, CH-8046 ZÜRICH



3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Der Höhengradient

Auf Grund der floristischen Ähnlichkeit wurden die Vegetationsaufnahmen von 1970/71 in fünf Gruppen eingeteilt. Der Vergleich dieser Gruppierung mit den erhobenen Standortfaktoren zeigt, dass die floristische Ähnlichkeit der Bestände vorwiegend durch die Höhenstufe des Standortes und die Nutzungsart bestimmt wurde. In der untersten Höhenstufe fanden sich ausschließlich gemähte Bestände, während mit zunehmender Höhe der Anteil an Beständen mit Weidenutzung bis auf 93% zunahm. Mit der Höhe hat der Artenreichtum der Bestände stark zugenommen. In der untersten Stufe wurden in allen Aufnahmen zusammen 63 Pflanzenarten gefunden, während in der obersten Stufe (mittlere Höhe 1700 m ü. M.) insgesamt 225 Arten vorkamen. Noch deutlicher war der Unterschied, wenn die Arten der Roten Liste betrachtet wurden. Diese haben von 0 in der untersten Stufe auf 16 Arten in der obersten Stufe zugenommen.

3.2 Veränderung über 30 Jahre

Während die Anzahl gefundener Arten über die 30 Jahre auf allen Höhenstufen leicht zugenommen hat, hat sich die Anzahl Arten der Roten Liste in vier der fünf Höhenstufen nicht signifikant verändert. Einzig in der obersten Höhenstufe hat die Anzahl Arten der Roten Liste von insgesamt 16 auf 12 abgenommen. Als Beispiel für die Veränderungen über 30 Jahre greifen wir die unterste Höhenstufe und die oberste Höhenstufe heraus. Während die Bestandeszusammensetzungen in den unteren Höhenstufen die stärksten nutzungsbedingten Veränderungen aufwiesen, zeigten jene der beiden obersten Höhenstufen keine nutzungsbedingten Veränderungen. Die beiden ausgewählten Gruppen decken also das Spektrum der Reaktionen gut ab.

3.2.1 Englisch-Raigras-Mähweiden in Tallagen

Die Gruppe der Englisch-Raigras-Mähweiden besteht vorwiegend aus Stichprobeneinheiten in Tallagen mit einer durchschnittlichen Höhe von 980 m ü. M. In allen Aufnahmen wurden gesamthaft 63 Pflanzenarten gefunden. Das Ordinationsdiagramm zeigt eine deutliche Verände-

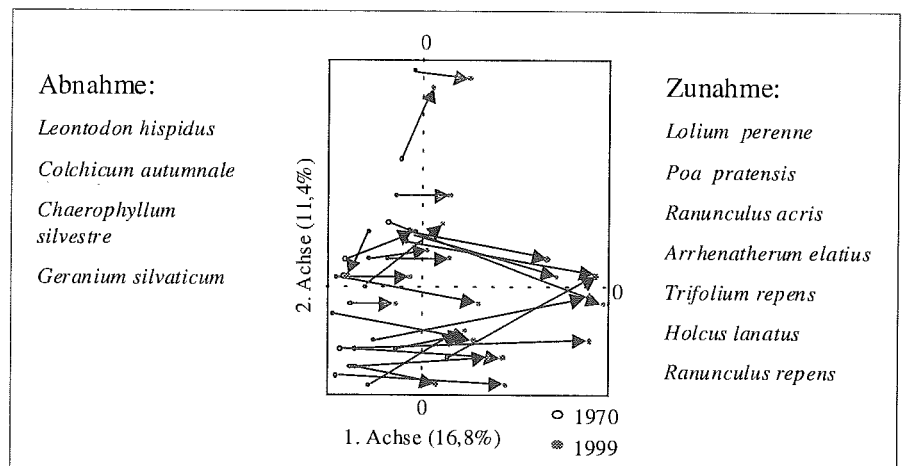


Abbildung 1: Ordinationsdiagramm einer Hauptkoordinaten-Analyse von 25 Aufnahmepaaren der Talstufe mit Angabe der Diskriminanzarten. Die beiden ersten Achsen können insgesamt 28,2% der Varianz erklären. Die Pfeile zeigen die Richtung der Veränderung in der Bestandeszusammensetzung zwischen 1970/71 und 1999.

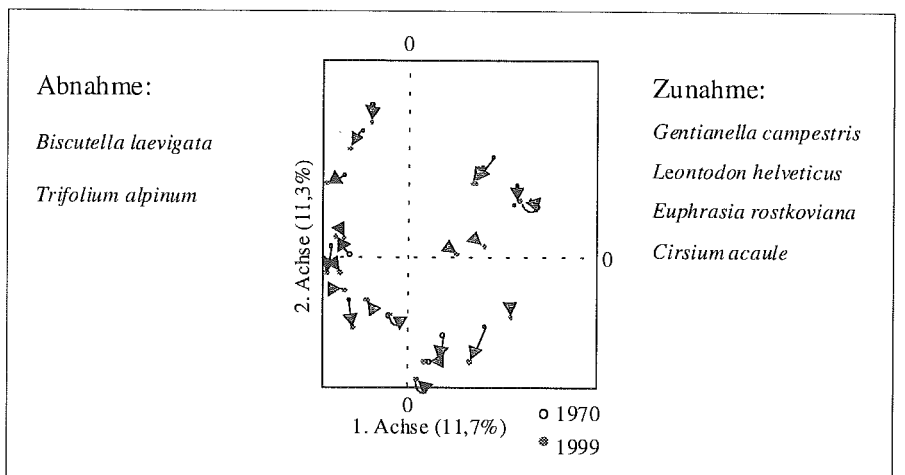


Abbildung 2: Ordinationsdiagramm einer Hauptkoordinaten-Analyse von 22 Aufnahmepaaren der subalpinen Stufe mit Angabe der Diskriminanzarten. Die beiden ersten Achsen können insgesamt 23% der Varianz erklären. Die Pfeile zeigen die Richtung der Veränderung in der Bestandeszusammensetzung zwischen 1970/71 und 1999.

rung der Vegetation in Richtung der ersten Achse (Abbildung 1). Der Futterwert ($p < 0.001$), die Mahdverträglichkeit ($p < 0.001$) und die Nährstoffzahl ($p < 0.001$) haben signifikant zugenommen. Dies wird durch die signifikante Zunahme wichtiger Futterpflanzen intensiver Bestände wie *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Trifolium repens* verdeutlicht. Weiter hat auch *Ranunculus repens*, eine Zeigerpflanze für intensive Bewirtschaftung, signifikant zugenommen. Dem steht die signifikante Abnahme von Pflanzen wenig bis mittel intensiv genutzter Wiesen wie *Leontodon hispidus*, *Colchicum autumnale*, *Chaerophyllum silvestre* und *Geranium silvaticum* gegenüber (DIETL 1994).

Die Veränderungen in der Bestandeszusammensetzung der Mähweiden in der Talstufe können auf eine Intensivierung der Bewirtschaftung zurückgeführt werden. Der Futterwert wurde gesteigert und Unkräuter wie *Colchicum autumnale* verdrängt. Zwar waren die Arten der Roten Liste bereits vor 1970/71 verdrängt. Weil die Artenzahl im Beobachtungszeitraum nicht negativ beeinflusst wurde, kann die Bewirtschaftung im beobachteten Zeitraum als nachhaltig bezeichnet werden. Dennoch lässt die beobachtete Veränderung vermuten, dass die Bestände an Rückführungspotential in artenreiches extensives Grünland verloren haben. Ähnliche bewirtschaftungsbedingte Veränderungen wie in der un-

tersten Höhenstufe, aber in deutlich abgeschwächter Form, konnten auch in den beiden nächsten Höhenstufen (mittlere Höhe 1130 und 1340 m ü. M.) gefunden werden.

3.2.2 Ferkelkraut-Borstgraswiesen in der Bergstufe

Die Gruppe der Ferkelkraut-Borstgraswiesen bestand aus 22 Aufnahmepaaren die in einer durchschnittlichen Höhe von 1700 m ü. M. lagen. In allen Aufnahmen wurden gesamthaft 225 Pflanzenarten gefunden. Auf Grund des Ordinationsdiagrammes konnte für diese Gruppe keine gerichtete Veränderung der Vegetation festgestellt werden (*Abbildung 2*). Die Rangsummentests für die ökologischen Zeigerwerte und den Futterwert ergaben in dieser Gruppe keine signifikante Zu- oder Abnahme.

Der Futterwert konnte in dieser Höhenstufe erhalten werden. Die Zahl der Arten der Roten Liste hat hier allerdings signifikant abgenommen. Die unbedeutenden Veränderungen der Diskrimi-

nanzarten und die fehlenden Änderungen im Ordinationsdiagramm und den Zeigerwerten ergeben keinen Hinweis, dass die Abnahme der Arten der Roten Liste auf eine Veränderung der Bewirtschaftung zurückzuführen ist.

4. Schlussfolgerungen

- Die multivariate Auswertung von Vegetationsaufnahmen ermöglicht die systematische Untersuchung von Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung.
- Die Bewirtschaftung des Graslandes in der Fallstudienregion während der letzten 30 Jahre wird weitgehend als nachhaltig eingestuft.
- In dieser Zeitspanne konnte die Bedeutung der alpinen Wiesen für die Raufuttergrundlage und die Biodiversität erhalten werden.
- Die Wiesen und Weiden der untersten Höhenstufe haben vermutlich an Rückführungspotential in artenreiche Wiesen verloren.

- Die oberen Höhenstufen sind für die Biodiversität von sehr großer Bedeutung.
- Auch in Zukunft verdient die nachhaltige Bewirtschaftung für die Erhaltung der Biodiversität in diesen Höhenstufen besondere Beachtung.

5. Literatur

- BRIEMLE, G. UND H. ELLENBERG, 1994: Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. *Natur und Landschaft* **62**, 139 – 147.
- DIETL, W. 1994: Unsere Wiesen kennen. *Seperatum AGFF; Landfreund* **8**.
- KLAPP, E. 1971: *Wiesen und Weiden*. Parey, Berlin.
- HAEUPLER, H., 1982: Evenness als Ausdruck der Vielfalt in den Vegetationsuntersuchungen zum Diversitätsbegriff. *Diss. Bot.* **65**.
- LANDOLT, E. 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich.* **64**.
- LANDOLT, E. 1991: *Rote Listen: Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz*. EDMZ, Bern.
- WILDI, O. UND L. ORLOCI, 1996: Numerical exploration of community patterns. *SPB Acad. Publ., The Hague*.

Futterqualität ausgewählter Trockenrasenarten in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz und N-Düngung

P. THEOBALD

1. Einleitung

Trockenrasengesellschaften finden unter den Aspekten Vegetationskunde und Standortlehre seit langem in der Forschung besondere Beachtung. Dagegen ist zum Futterwert solcher Bestände bzw. verbreiteter Arten dieser Narben selbst in den Standardfutterwerttabellen nichts Konkretes zu finden (ANONYMUS 1997). Neben der Grasart *Festuca ovina duriuscula* handelt es sich bei den in diesem Versuch betrachteten Arten um die Kräuter *Centaurea scabiosa*, *Salvia pratensis* und *Sanguisorba minor*. Für die Kräuterarten ist, neben dem Futterwert, von besonderem Interesse, ob und inwieweit sie die Nutzungselastizität beeinflussen können. Verallgemeinerungsfähige Informationen über den Futterwert von Kräutern sind generell äußerst begrenzt. Die Wertzahlen von KLAPP et al. (1953) sowie die Gütezahlen von STÄHLIN (1971) messen allerdings auch den Kräutern der Trockenrasen einen gewissen Wert in frischem Futteraufwuchs zu. Nachfolgend sollen Ergebnisse zum Ertrag und zur Futterqualität der einzelnen Arten vorgestellt werden. Darüber hinaus interessiert der Einfluss verschiedener Umwelt- und Bewirtschaftungsbedingungen auf den Ertrag, Energiedichte und Rohproteingehalt.

2. Material und Methoden

Zur Untersuchung der Ertragsleistung und der Futterqualität von *Festuca ovina duriuscula*, *Centaurea scabiosa*, *Salvia pratensis* und *Sanguisorba minor* sowohl in Reinsaat als auch in Zwei-Arten-Mischung und mit *Lolium perenne* als Standard, in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz und N-Düngung, wurde Anfang Juli 1998 auf dem Gelände der Versuchsstation Linden-Forst (ca. 6 km südöstlich von Giessen) des Instituts für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Giessen ein

Freilandversuch angelegt. Die Varianten (Tabelle 1) wurden nach dem Plan eines lateinischen Rechteckes mit vier Wiederholungen angeordnet. Die Aussaat der Mischungen erfolgte drillreihenweise nach Arten getrennt. Es wurde jeweils eine Reihe Gras und eine Reihe Kraut alternierend ausgebracht. Die Saatstärke in den Reinsaaten betrug bei *Festuca ovina duriuscula* und *Sanguisorba minor* 1600 keimfähige Samen/m², bei *Centaurea scabiosa* und *Salvia pratensis* 800 keimfähige Samen/m², sowie bei *Lolium perenne* 1000 keimfähige Samen/m².

Die Ernte erfolgte durch Vollernter zweimal bzw. viermal pro Jahr. Die Mischparzellen wurden zusätzlich noch von Hand geerntet, um die einzelnen Anteile der Mischungskomponenten exakt zu erfassen. Neben einer Grunddüngung mit P und K im zeitigen Frühjahr erfolgte Anfang Mai und Anfang Juli je eine N-Gabe von 25 kg N*ha⁻¹ bzw. 50 kg N*ha⁻¹.

Das nach der Trocknung gemahlene Pflanzenmaterial wurde auf seinen Rohproteingehalt nach der Methode von

KJELDAHL analysiert (ANONYMUS 1997) und seine Energiedichte mit dem Hohenheimer Futterwerttest über Gasbildung, Rohfett und Rohprotein, nach der Formel 16e (STEINGASS und MENKE 1986; MENKE und STEINGASS 1987) geschätzt.

Im folgenden werden die Jahres-TS-Erträge der ersten beiden Hauptnutzungsjahre dargestellt. Die Ergebnisse zur Qualität beziehen sich auf den zweiten Schnitt der Vierschnitt-Nutzung und den ersten Schnitt der Zweischnitt-Nutzung, die in beiden Jahren zeitgleich in der 25. Woche durchgeführt wurden. Der erste Schnitt der Vierschnitt-Nutzung lieferte vergleichbare Ergebnisse wie der zweite Schnitt der Vierschnitt-Nutzung. Auf eine Darstellung wurde daher verzichtet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 TS-Ertrag

Abbildung 1 zeigt die TS-Erträge für die beiden ersten Hauptnutzungsjahre 1999 und 2000. Der größte Effekt geht in beiden Jahren von der Nutzungsfrequenz aus. Sowohl im ersten als auch im zwei-

Tabelle 1: Varianten, angelegt als lateinisches Rechteck

Faktoren	Stufen
1. Narbe	1.1 <i>Lolium perenne</i> LIPONDO + LIMES als Standard
	1.2 <i>Festuca ovina duriuscula</i> BORNITO + MEDAL (Härtlicher Schwingel)
	1.3 <i>Centaurea scabiosa</i> (Scabiosen Flockenblume)
	1.4 <i>Salvia pratensis</i> (Wiesensalbei)
	1.5 <i>Sanguisorba minor</i> (Kleiner Wiesenknopf)
	1.6 <i>Festuca ovina</i> x <i>Centaurea scabiosa</i>
	1.7 <i>Festuca ovina</i> x <i>Salvia pratensis</i>
	1.8 <i>Festuca ovina</i> x <i>Sanguisorba minor</i>
2. Nutzungsfrequenz	2.1 zweimal (= 25. + 41. Woche)
	2.2 viermal (= 20., 25., 32. + 41. Woche)
3. N-Düngung	3.1 50 kg N/ha und Jahr (Anfang Mai und Anfang Juli)
	3.2 100 kg N/ha und Jahr (Anfang Mai und Anfang Juli)
4. Zeit	4.1 Erstes Hauptnutzungsjahr 1999
	4.2 Zweites Hauptnutzungsjahr 2000
	4.3 Drittes Hauptnutzungsjahr 2001

Autor: Dipl.-Ing. Peter THEOBALD, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, D-35390 GIESSEN



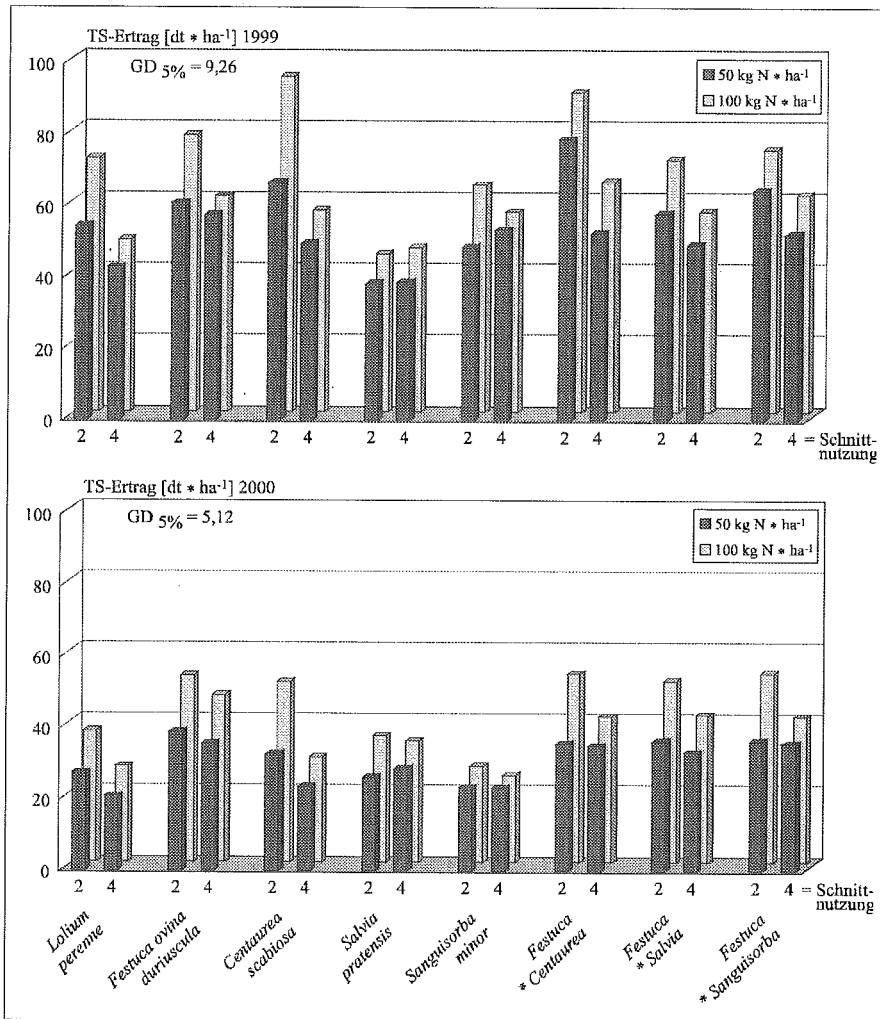


Abbildung 1: Jahres-TS-Erträge in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, Nutzungsfrequenz und N-Düngung

ten Erntejahr liefern die zweimal genutzten Flächen, mit Ausnahme der niedrig gedüngten *Salvia pratensis*- und *Sanguisorba minor*-Reinsaaten, mehr Ertrag als die viermal im Jahr geschnittenen Varianten. Hier zeigt sich die Anpassung extensiv genutzter Arten an eine geringe Nutzungshäufigkeit.

Gesichert ist auch der Einfluss der N-Düngung. In beiden Jahren lieferten die mit 100 kg N*ha⁻¹ versorgten Teilstücke mehr Ertrag, als die mit 50 kg N*ha⁻¹ gedüngten. Den höchsten Ertrag wies 1999 die hochgedüngte *Centaurea scabiosa*-Variante bei zweimaliger Schnittnutzung mit 94 dt*ha⁻¹ auf; gefolgt von der hoch gedüngten, zweimal genutzten *Centaurea-Festuca*-Mischung mit 89,6 dt*ha⁻¹. Den geringsten Ertrag mit 38,3 dt*ha⁻¹ lieferte *Salvia pratensis* in der niedrig gedüngten und zweimal genutzten Variante. Neben der Nutzungsfrequenz und der N-Düngung konnte auch

der Einfluss des Pflanzenbestandes auf den Ertrag gesichert werden. Im Jahr 2000 wies *Sanguisorba minor*, viermal genutzt und niedrig gedüngt, mit 23,1 dt*ha⁻¹ den geringsten Ertrag auf. Generell zeigte sich im zweiten Erntejahr ein geringeres Ertragsniveau, was auf eine höhere Lückigkeit und geringere Individuenanzahl im einzelnen Pflanzenbestand zurückzuführen ist. Abzuwarten bleibt, ob sich diese geringe Persistenz der Arten auch im dritten Erntejahr zeigt oder gegebenenfalls noch verstärkt. Während 1999 der durchschnittliche Ertrag, über alle Varianten hinweg, 59,3 dt*ha⁻¹ betrug, lieferte die 2000er Ernte, aufgrund einer geringeren Pflanzenzahl pro m² im Schnitt lediglich 35,4 dt*ha⁻¹. Den höchsten Ertrag mit 53 dt*ha⁻¹ im Jahr 2000 lieferte die *Sanguisorba-Festuca*-Mischung, bei zweimaliger Schnittnutzung und hoher Düngungsstufe. Wobei der Ertragsanteil von *Festuca*

ovina duriuscula bei ca. 65% lag. Etwa auf gleichem Ertragsniveau lagen sowohl die beiden anderen Kraut-Gras-Mischungen als auch *Festuca* und *Centaurea* in Reinsaat. Mit einem Ertragsanteil von *Festuca ovina duriusculas* mit ca. 40% in den beiden anderen Kraut-Gras-Mischungen waren hier die Kräuter Hauptertragsbildner.

3.2 Futterqualität

3.2.1 Energiedichte

Auch auf die Energiedichte [MJ ME] geht der größte Effekt in beiden Jahren von dem Faktor Nutzungsfrequenz aus. Die Varianten des ersten Schnittes der Zweischnitt-Nutzung, also die Varianten mit einer längeren Wachstumsdauer, sind, wie aus *Abbildung 2* ersichtlich wird, stets energieärmer als vergleichbare Varianten des zum gleichen Termin geernteten zweiten Schnittes der Vier-schnitt-Nutzung. Die Energiedichten in den spät genutzten Mischungen mit *Sanguisorba minor* unterscheiden sich nicht von der entsprechenden *Festuca ovina duriuscula*-Reinsaat, wohl aber die Energiedichten in den spät genutzten Mischungen mit *Salvia pratensis* bzw. *Centaurea scabiosa*. Diese liegen mit 0,7 – 1,3 MJ ME über der Gras-Reinsaat. Somit ist der Beitrag von Kräutern zu einer verbesserten Nutzungselastizität auf Extensivgrünland, wie auch Untersuchungen von ISSELSTEIN (1994) und OPITZ v. BOBERFELD und LASER (1999) zeigen, zwar begrenzt, jedoch stark von der Art abhängig. Der Einfluß der N-Düngung konnte lediglich in 2000 gesichert werden. Aber auch in 1999 zeigten die höher gedüngten Varianten in der Tendenz höhere Energiedichten auf als die niedrig gedüngten Varianten. In den zwei untersuchten Erntejahren wiesen die *Lolium perenne*-Varianten mit bis zu 10,5 MJ ME die höchsten Energiedichten auf. Aber auch die Energiedichten der drei Kräuterreinsaaten lagen mit über 8,0 MJ ME in den höher gedüngten, viermal genutzten Varianten auf einem recht hohen Niveau. Die niedrigste Energiedichte besaßen die *Festuca ovina duriuscula*-Varianten der Zweischnittnutzung. Sie lagen zwischen 6,4 MJ ME und 6,8 MJ ME. Was auf einen stärkeren Alterungsprozeß bei *Festuca ovina duriuscula* im Vergleich zu *Lolium perenne* und den drei Kräuterarten zurückzu-

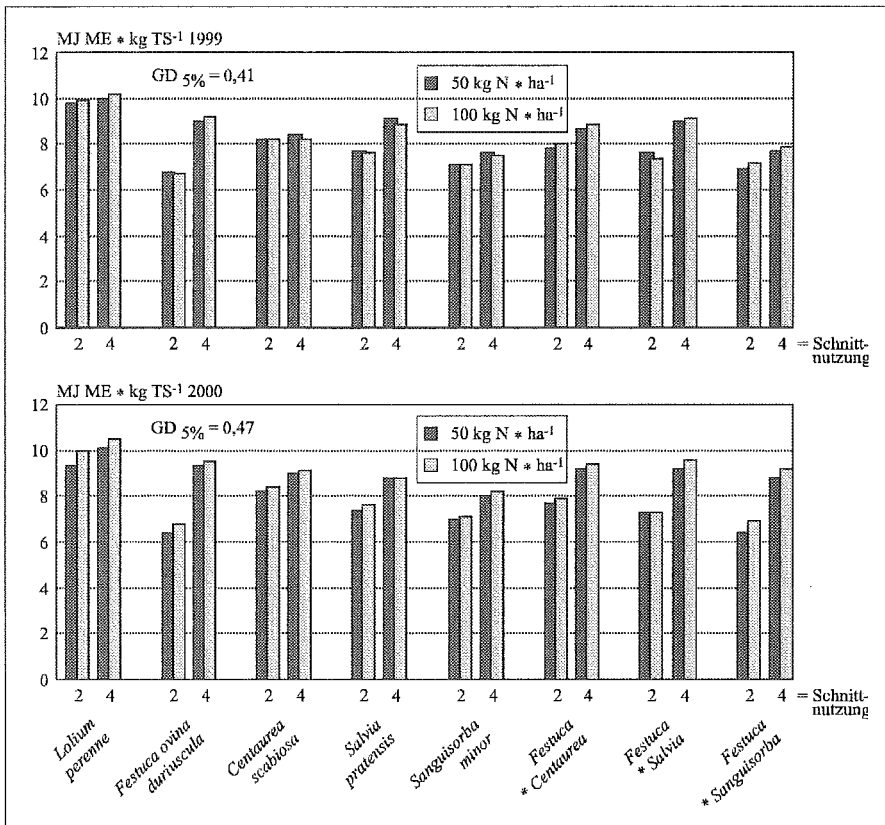


Abbildung 2: Energiedichten der einzelnen Pflanzenbestände in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz und N-Düngung

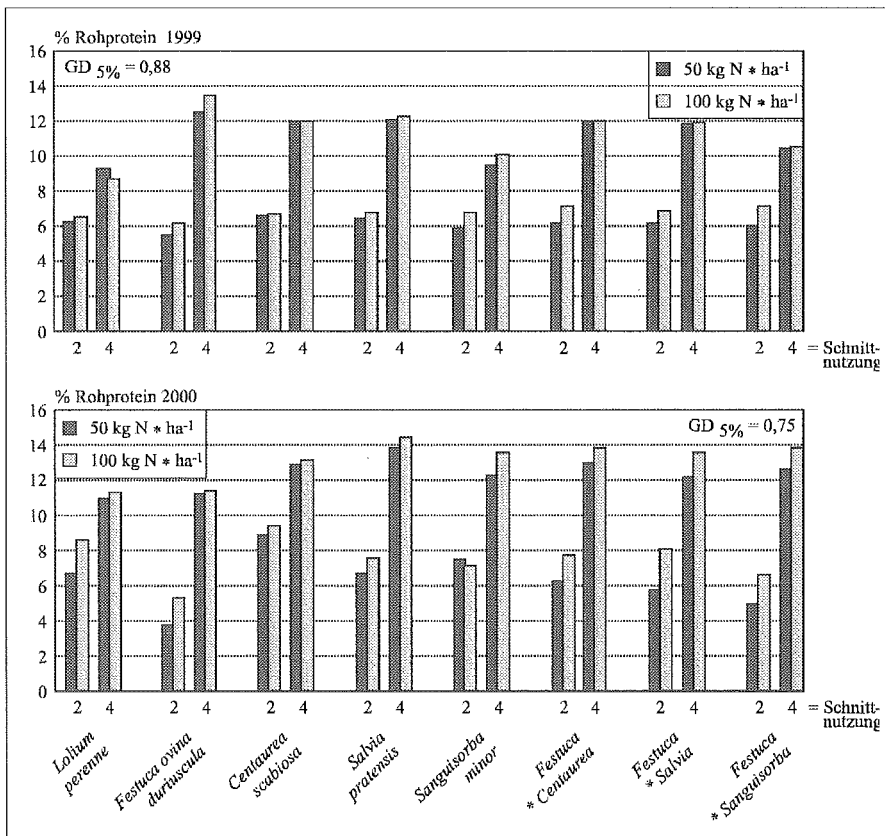


Abbildung 3: Rohproteingehalte in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, Nutzungsfrequenz und N-Düngung

führen ist. Die Energiedichten der Kräutereinsaaten, aber auch der Mischungen, lagen in beiden Versuchsjahren auf einem ähnlichen Niveau.

3.2.2 Rohproteingehalt

Auch auf den Rohproteingehalt geht der größte Effekt sowohl 1999, als auch 2000 erwartungsgemäß von dem Faktor Nutzungsfrequenz aus. Das physiologisch jüngere Material der Vierschnitt-Nutzung weist in allen Varianten höhere Rohproteingehalte auf als das physiologisch ältere Material der Zweischnitt-Nutzung (siehe Abbildung 3). Auch in Untersuchungen von LEHMANN et al. (1985) zeigte sich eine Abnahme des Rohproteingehaltes bei Folgeschnitten. Im ersten Hauptnutzungsjahr liegen die Rohproteinwerte bei allen Varianten der Zweischnitt-Nutzung auf etwa dem gleichen Niveau. Größere Unterschiede sind lediglich bei den viermal genutzten Varianten festzustellen, wobei *Lolium perenne* bei beiden Düngungsstufen geringe Rohproteinwerte aufweist. Dagegen weist *Festuca ovina duriuscula* mit 13,5% XP in der höher gedüngten, viermal genutzten Variante, einen ausgesprochen hohen Wert auf. Die Kräuter in Reinsaat und die Mischungen liegen auf einem ähnlich hohen Niveau. Im zweiten Hauptnutzungsjahr liegen die Rohproteingehalte mit Ausnahme der *Festuca ovina duriuscula*-Reinsaatvarianten und *Salvia pratensis* spät genutzt und niedrig gedüngt über den entsprechenden Werten des Vorjahres. N-Düngung und Pflanzenbestand weisen über alle Varianten hinweg einen gesicherten Einfluß auf den Rohproteingehalt auf.

4. Zusammenfassung

- Sowohl auf den TS-Ertrag, als auch auf die Faktoren Rohproteingehalt und Energiedichte geht der größte Effekt in beiden Jahren von der Nutzungsfrequenz aus.
- Jung genutzt weist *Festuca ovina duriuscula* eine akzeptable Futterqualität auf, die aber im Laufe der Entwicklung rasch abnimmt.
- Nicht alle Kräuterarten haben einen positiven Einfluss auf die Nutzungselastizität.
- In den *Salvia pratensis* - *Festuca ovina duriuscula* - Mischungen und den

Centaurea scabiosa – *Festuca ovina duriuscula* - Mischungen sind die Kräuter die Hauptertragsbildner.

- Jahrabhängig bestehen Unterschiede in den TS-Erträgen während die Futterqualität vergleichbar ist.

5. Literatur

- ANONYMUS 1997: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung – Verl. VDLUFA Darmstadt.
- ISSELSTEIN 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. Habil.-Schrift Giessen.
- KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG und A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland 2, 38-40.
- LEHMANN, J.; E. MEISTER und W. DIETL, 1985: Nährwert von Wiesenkräutern. Schweiz. Landw. Fo 24.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung: Regressionsgleichungen. – Übers. Tierern. 15, 59-94.
- OPITZ v. BOBERFELD, W und H. LASER, 1999: Einfluss von *Lotus corniculatus* auf die Nutzungselastizität bestandsprägender Gräser der Extensiv-Weiden. German J. Agron. 3, 88-93.
- STÄHLIN, A., 1971: Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter. D. wirtschaftseig. Futter, Sonderh. 5.
- STEINGASS, H. und K.H. MENKE, 1986: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Methode. – Übers. Tierern. 14, 251-270.

Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität von Mähstandweiden auf den Anteil minderwertiger Pflanzen in der Narbe

H. GIEBELHAUSEN, A. MILIMONKA und K. RICHTER

1. Einleitung

Minderwertige Pflanzen in Grünlandnarben verringern die Futteraufnahme der Weidetiere und erhöhen den Weiderest (LAMPETER & ARNOLD 1965), sie wirken ungünstig auf die Konservierungseignung des Mähfutters (WEISSBACH 1998, DANIEL 1998) und gefährden im Falle von Giftpflanzen die Gesundheit der Nutztiere (ULBRICH & HOFFMANN 1987). Durch Maßnahmen zur Stärkung der Konkurrenzkraft wertvoller Arten besteht die Möglichkeit, den Einfluss unerwünschter Grünlandpflanzen auf die botanische Zusammensetzung, die Futterqualität und die Ertragsfähigkeit des Grünlandes zurückzudrängen (VOIGTLÄNDER & JACOB 1987, GALLER 1989, OPITZ VON BOBERFELD 1994). Inwiefern geringerwertige Pflanzen im Bestand auftreten und noch toleriert werden können, hängt vom Standort, den Leistungsanforderungen der Nutztiere sowie von Bewirtschaftungsauflagen und damit von der möglichen Bewirtschaftungsintensität ab. Nachfolgend werden Ergebnisse eines Weideversuches mit Mutterkühen zum Einfluss von Nachsaat, Düngung und Besatzstärke auf das Auftreten minderwertiger Pflanzen in der Narbe von Mähstandweiden vorgestellt.

2. Material und Methoden

Der Versuch, im Landkreis Havelland bei Nauen gelegen, wird seit 1995 von der Humboldt-Universität zu Berlin, der Landesanstalt für Landwirtschaft Brandenburg, Abteilung Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue und dem Deutschen Grünlandverband e.V. betreut. Die seit 1995 geprüften Intensitätsstufen des Mähstandweideversuches sind aus *Tabelle 1* ersichtlich.

Der Versuch liegt auf einem grundwasserbeeinflussten, heterogenen Nieder-

Tabelle 1: Stufen der Bewirtschaftungsintensität des Weideversuches

Stufen	Besatzstärke (GV/ha)	Nachsaat *	Düngung
a1 (Koppel 2; 7,7 ha)	1,4	ohne	ohne
a2 (Koppel 4; 14,4 ha)	1,1	mit	PK-Düngung (26/80 kg/ha)
a3 (Koppel 5; 16,2 ha)	1,8	mit	NPK-Düngung (120/26/80 kg/ha)

* im April 1995 mit 18 kg/ha *Lolium perenne* und 2 kg/ha *Trifolium repens*

rungsstandort bei dem die Bodenarten Sand bis lehmiger Sand dominieren, jedoch in Bodensenken auch flachgründiges Niedermoor ansteht. An der im Untersuchungsgebiet gelegenen Klimastation in Berge beträgt die langjährige Jahresmitteltemperatur 8,8 °C und im langjährigen Durchschnitt fallen nur 503 mm Niederschlag. Ab Mitte/Ende Mai sinken am Versuchsstandort die Grundwasserstände bereits auf ca. 50 cm und im Juli/August oft tiefer als 80 cm unter Gelände ab, sodass die Wasserversorgung der Narben bis Mitte September oft unzureichend ist.

Auf den Versuchskoppeln wurden Dauerquadrate (DQ) von 10 x 10 m bzw. 4 x 4 m eingerichtet, und im Frühjahr die botanische Zusammensetzung der Bestände nach KLAPP/STÄHLIN (1936) ermittelt. Innerhalb der Standweideflächen der Versuchskoppeln 4 und 5 wurden im Frühjahr 1997 Teilflächen eingerichtet, die im jährlichen Wechsel gemäht bzw. beweidet wurden.

Zu Versuchsbeginn dominierten in den Narben der Standweidebereiche *Poa pratensis*, *Elymus repens*, *Taraxacum officinale*, während auf den feuchten Mähteilflächen und Übergangsbereichen der untersuchten Koppeln *Carex*-Spezies, *Phalaris arundinacea*, *Alopecurus pratensis*, *Glyceria*-Spezies, *Deschampsia caespitosa* und *Ranunculus repens*

größere Ertragsanteile einnahmen (GIEBELHAUSEN & BAECK 1999). Als minderwertige Grünlandpflanzen der Mähstandweiden werden nachfolgend jene Arten bezeichnet, die nach KLAPP et al. (1953) eine Wertzahl (WZ) von 3 und darunter aufweisen. Als „minderwertig“ wird außerdem *Elymus repens* (WZ 6/4) wegen ihrer schnellen Lignifizierung und Verdrängungskraft gegenüber wertvolleren Arten eingestuft.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Narbenzusammensetzung auf extensiv und intensiv genutzten Weideteilflächen

Auf Grund unterlassener Mineraldüngung sowie Tritt und Verbiss der Weidetiere verringerten sich seit 1996 auf der extensiv bewirtschafteten Koppel 2 die Ertragsanteile von *Elymus repens* und *Urtica dioica* (*Tabelle 2*).

Bei *Elymus repens* ist auf Koppel 2 seit 1999 wieder ein leichter Anstieg der Ertragsanteile auf 5 % zu verzeichnen. Dies kann einerseits mit der lückigeren Narbe und andererseits mit der verbesserten N-Bereitstellung durch die leicht zunehmenden Anteile von *Trifolium repens* erklärt werden.

Auf Koppel 4 steigerten Nachsaat und PK-Düngung die TM-Erträge (PRIEBE &

Autoren: Dr. Hermann GIEBELHAUSEN, Dr. Andreas MILIMONKA und Prof. Dr. Karlheinz RICHTER, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Grünlandsysteme, Humboldt-Universität zu Berlin, Invalidenstraße 41, D-10115 BERLIN



Tabelle 2: Einfluss bestandsverbessernder Maßnahmen auf den Ertragsanteil (%) minderwertiger Grünlandpflanzen extensiv bewirtschafteter Standweiden. Mittelwerte von je 3 DQ

Jahr	Nachgesäte Arten (<i>L. perenne</i> / <i>T. repens</i>)	<i>Elymus repens</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Ranunculus repens</i>
Koppel 2, ohne bestandsverbessernde Maßnahmen					
1996 ¹⁾	(+)	8	9	16	0
1997	(2)	1	9	7	+
1998	(2)	+	3	1	+
1999 ²⁾	(4)	2	4	+	6
2000	(6)	5	6	+	6
Koppel 4, mit Nachsaat und PK-Düngung					
1995	3	8	5	+	1
1996	34	6	3	0	1
1997	55	7	5	+	1
1998	32	11	5	+	1
1999	37	5	4	1	+
2000	30	6	10	1	1

() Weißklee autochthon; 1) Ergebnisse 1996 bis 1998 nach BAECK (1999); 2) ab 1999 Bonitur wie auf Koppel 4/5

HENNING 1999) sowie die Futterqualität. Jedoch infolge Unterbeweidung und durch die Nutzung des durch *Trifolium repens* fixierten Stickstoffs, etablierten sich *Elymus repens* und *Cirsium arvense* wieder mit 5 bis 10 % Ertragsanteil im Bestand. Untersuchungen zum Tierverhalten auf Koppel 4 und 5 ergaben, dass in Teilflächen mit Ertragsanteilen von *Cirsium arvense* über 5 % die Fresszeit der Mutterkühe geringer war (MILIMONKA et al. 1998). Aus betrieblichen Gründen konnte nicht in allen Versuchsjahren gegen Ende Juni partiell nachgemäht werden. Die tiefwurzelnde und von den Weidetieren gemiedene Art *Cirsium arvense* wurde so zum „Problem-Unkraut“ der weniger häufig aufgesuchten Weideteilflächen am Versuchsstandort.

Im Vergleich zu den Versuchskoppeln 2 und 4 war zu Versuchsbeginn auf der intensiv bewirtschafteten Koppel 5 *Ely-*

mus repens mit fast 25 % Ertragsanteil im Bestand vertreten (Tabelle 3). Durch Nachsaat von *Lolium perenne* und *Trifolium repens*, entzugsorientierte NPK-Düngung sowie durch stärkeren Tritt und Verbiss nahmen die Ertragsanteile von *Elymus repens*, *Cirsium arvense* und *Urtica dioica* ab.

Der Verdrängungseffekt wurde vorrangig von *Lolium perenne* verursacht. Die Art nahm im Jahre 1997 Ertragsanteile von 50 % ein. Allerdings tendierten die Ertragsanteile der wertvollen, autochthonen Art *Poa pratensis* durch die zunehmenden *Lolium*-Anteile stark rückläufig (GIEBELHAUSEN & BAECK 1999). Gelungene Nachsaaten können dazu beitragen, dass lückige und mit minderwertigen Pflanzen besetzte Weidenarben in ihrem futterbaulichen Wert verbessert und die Notwendigkeit zur Nachmahd eingeschränkt werden kann (MILIMONKA & RICHTER 1999).

Tabelle 3: Ertragsanteile (%) minderwertiger Grünlandpflanzen intensiv bewirtschafteter Standweiden. Mittelwerte von 3 DQ

Jahr	Nachgesäte Arten (<i>L. perenne</i> / <i>T. repens</i>)	<i>Elymus repens</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Ranunculus repens</i>
Koppel 5, mit Nachsaat und NPK-Düngung					
1995	1	24	4	3	+
1996	34	9	2	1	+
1997	60	4	1	1	1
1998	42	6	1	+	1
1999	45	5	1	+	1
2000	44	5	+	+	1

3.2 Narbenzusammensetzung auf extensiv und intensiv genutzten Standweiden bei Wechsel von Mahd und Beweidung

Die bisher dargestellten Ergebnisse sind von Standweiden gewonnen worden. Um den Effekt der Mähweide zu erfassen, wurden Mahdflächen auf der Standweide der Koppel 4 und 5 eingerichtet.

Durch die Mahd der Standweideflächen zum 1. Aufwuchs im Jahr 1997 ging der Anteil der 1995 nachgesäten Arten auf Koppel 4 im Jahr 1997 zunächst auf 42 % zurück - geweidete Vergleichsfläche 55 % - (Tabelle 4). Durch die Mahd erfolgte eine Stabilisierung der Pflanzenbestände, da andere Arten, die durch die spätere Nutzung profitieren könnten, fehlten. In den Folgejahren konnte ein höherer Anteil von *Trifolium repens* und *Lolium perenne* als in der Vergleichsvariante ohne Mahd gehalten werden.

Der Wechsel von Mahd und Weide hatte den Effekt, dass der Anteil von *Cirsium arvense* deutlich reduziert wurde. Demgegenüber bewirkte der selektive Narbenverbiss auf der nur als Standweide genutzten Fläche von Koppel 4 die Zunahme von *Cirsium arvense* auf 16 %.

Auf den parallel untersuchten Standweide- bzw. Mähstandweideflächen der intensiv bewirtschafteten Koppel 5 zeigte der Nutzungswechsel ähnlich positive Tendenzen. Da auf Koppel 5 mineralischer Stickstoff eingesetzt wird, hatte der Wechsel von Mahd und Beweidung offenbar nicht sofort zum Rückgang des Anteils von *Elymus repens* beigetragen, sondern er trat zeitlich verzögert ein. Aus den ersten Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass ein jährlicher Wechsel von Weide und Mahd auf dafür geeigneten Mutterkuh-Standweiden zur Verringerung der Distelanteile beitragen kann und die Notwendigkeit zur jährlichen Nachmahd dieser Grünlandflächen mindert.

4. Zusammenfassung

Im Beitrag werden Versuchsergebnisse zur Wirkung bestandsverbessernder Maßnahmen zur Zurückdrängung minderwertiger Pflanzen in Narben von Mutterkuhweiden im Landkreis Havelland vorgestellt. Als Problemarten erwiesen sich auf den Weiden des Versuchs-

Tabelle 4: Ertragsanteile (%) minderwertiger Grünlandpflanzen auf extensiv und intensiv bewirtschafteten Stand- und Mähstandweiden

Jahr	Nachgesäte Arten (<i>L. perenne</i> / <i>T. repens</i>)	<i>Elymus repens</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Ranunculus repens</i>
Koppel 4, mit Nachsaat und PK-Düngung „extensiver“					
Standweide					
1997	55	10	7	+	+
1998	23	15	8	0	1
1999	34	4	6	+	+
2000	25	7	16	1	1
Mähstandweide					
1997 Mahd	42	8	4	0	+
1998 Weide	32	10	3	0	1
1999 Mahd	43	4	3	0	+
2000 Weide	42	4	2	0	0
Koppel 5, mit Nachsaat und NPK-Düngung „intensiv“					
Standweide					
1997	59	3	+	0	+
1998	20	8	1	0	0
1999	33	6	2	1	+
2000	39	8	+	+	1
Mähstandweide					
1997 Mahd	49	7	0	2	+
1998 Weide	32	15	4	+	0
1999 Mahd	33	5	2	1	+
2000 Weide	42	4	1	+	1

standortes *Cirsium arvense*, *Elymus repens* und *Urtica dioica*.

- Nach mehrjährig unterlassener Mineraldüngung (extensive Variante 1) gingen die Anteile von *Elymus repens* und *Urtica dioica* auf 5 % bzw. 1 % zurück. *Cirsium arvense* tendierte auch rückläufig, doch blieb sie im Bestand stärker präsent.
- Durch Nachsaat von *Lolium perenne* und *Trifolium repens* sowie PK-Düngung (extensive Variante 2) verbesserte sich die botanische Zusammensetzung der Narbe und minderwertige Arten waren von geringerer Bedeutung. Im 5. Jahr nach erfolgter Nachsaat und als Folge von Unterbeweidung wanderte *Cirsium arvense* wieder stärker in den Bestand ein und erreichte Ertragsanteile von 10 %.

- In der intensiven Variante (Nachsaat und NPK-Düngung) kam es zur stärksten Reduktion minderwertiger Arten im Bestand. Die Bestandsverbesserung durch Nachsaat ist, infolge Dominanz von *Lolium perenne*, noch gut gegeben.
- Der jährliche Wechsel von Mahd und Beweidung auf Standweiden im ersten Umtrieb bewirkte bei den untersuchten Varianten die deutlichsten Effekte auf den Rückgang minderwertiger Arten in den Pflanzenbeständen.
- Auf Mutterkuhweiden ist je nach Standort, und in Abhängigkeit von Bewirtschaftungsauflagen, das Mähweideprinzip (Mähstandweide) in Verbindung mit Nachsaat sowie partieller Nachmahd zur Erhaltung und Entwicklung futterbaulich hochwertiger Narben anzuwenden.

5. Literatur

- BAECK, I., 1999: Persönliche schriftliche Mitteilung. Paulinenaue.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1994: Grünlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen. Ulmer, Stuttgart.
- DANIEL, P., 1998: Gäreignung von Kräutern des Wirtschaftsgrünlandes. – In: Tagungsband d. 42. Jahrestagung d. AG Grünland und Futterbau in der Ges. Pflanzenbauwiss., 15-22, Gießen.
- GALLER, J., 1989: Grünlandverunkrautung: Ursachen, Vorbeugung, Bekämpfung. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart.
- GIEBELHAUSEN, H. UND I. BAECK, 1999: Pflanzenbestände auf Mähstandweiden bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität. – In: Anonymus: Untersuchungen zur Nachhaltigkeit von Mähstandweidesystemen mit Mutterkühen. Hrsg.: Deutscher Grünlandverband e.V., 14-28, Eigenverlag, Berlin.
- KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG UND A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. – Das Grünland 2, 38-40.
- KLAPP, E. UND A. STÄHLIN, 1936: Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistungen des Grünlandes. Ulmer, Stuttgart.
- LAMPETER, W. UND H. ARNOLD, 1965: Experimentelle Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen auf Kleegrasweiden. Tier und Weide. – In: 3. Grünlandsymposium, 85-102, K.-M.-Universität Leipzig.
- MILIMONKA, A., G. EBEL UND H. GIEBELHAUSEN, 1998: Narbentyp und Futteraufnahmeverhalten von Rindern auf einer Mähstandweide. – In: Tagungsband d. 42. Jahrestagung d. AG Grünland und Futterbau in der Ges. Pflanzenbauwiss., 147-150, Gießen.
- MILIMONKA, A. UND K. RICHTER, 1999: – In: Anonymus: Untersuchungen zur Nachhaltigkeit von Mähstandweidesystemen mit Mutterkühen. Hrsg.: Deutscher Grünlandverband e.V., 72-80, Eigenverlag, Berlin.
- PRIEBE, R. UND H. HENNING, 1999: Weideertrag und tierische Leistung. – In: Anonymus: Untersuchungen zur Nachhaltigkeit von Mähstandweidesystemen mit Mutterkühen. Hrsg.: Deutscher Grünlandverband e.V., 58-63, Eigenverlag, Berlin.
- ULBRICH, M. UND M. HOFFMANN, 1987: Fütterungsregime und Tiergesundheit. 1. Aufl., Gustav Fischer Verlag Jena.
- VOIGTLÄNDER, G. UND JACOB, H., 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer, Stuttgart.
- WEIßBACH, F., 1998: Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärungsverlaufes bei der Bereitung von Silagen durch Wiesenkräuter verschiedener Spezies im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen. – Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 185.

Futterqualität von Auegrünland: Einfluss von Nutzungszeitpunkt und Artenzusammensetzung

C. FRANKE und G. SPATZ

1. Einführung

Hinweise darauf, wie sich Grünlandbestände im Rahmen von Extensivierungsmaßnahmen verändern, lieferten Anfang der 90er Jahre zahlreiche Untersuchungen zur Schnittverzögerung (z.B. SPATZ u. FRICKE, 1992; VON BORSTEL, 1992; OTTO ET AL., 1993; VERCH U. KÜHBAUCH; 1994). Es handelte sich dabei meist um Bestände aus verschiedenen Regionen mit jeweils einheitlicher Artenzusammensetzung. Die dieser Untersuchung zugrunde liegenden Daten stammen aus einem Gebiet, für das die Witterungseinflüsse als relativ einheitlich gelten können, das aber nach Standort und Nutzung Vegetationstypen mit sehr unterschiedlicher Artenzusammensetzung aufweist. Die folgenden Fragen standen im Vordergrund: Welcher Anteil an der Variabilität der Futterqualität artenreicher wie artenarmer Grünlandbestände kann dem Nutzungszeitpunkt zugesprochen werden? Sind die Raten der physiologischen Alterung bei Beständen verschiedener Artenzusammensetzung unterschiedlich? Wie markant sind die Unterschiede in wichtigen, die Futterqualität bestimmenden Parametern bei Beständen verschiedener Artenzusammensetzung?

2. Material und Methoden

Untersuchungsgebiet war das niedersächsische Elbetal (Landkreise Lüneburg und Lüchow-Dannenberg). Auf Flächen von 11 Praxisbetrieben wurden 69 Probestellen in verschiedenen Vegetationstypen eingerichtet. Während drei Jahren (1998 bis 2000) wurden die folgenden Parameter erfasst: Artenzusammensetzung (pflanzensoziologische Vegetationsaufnahme auf 25 m² (KLAPP, 1930); Rohprotein-, Rohfaser- und Rohaschegehalt im Aufwuchs von 1 m² in den 4 Ecken der Vegetationsaufnahme (NIRS, (SHENK *et al.*, 1989), Kalibration durch Weender Analyse (BASSLER)); Berechnung des Energiegehaltes (NEL)

anhand von Regressionsgleichungen und Verdaulichkeiten aus Futterwerttabellen (DLG, 1997; AIPLE, 2000). Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte in Kategorien von pflanzensoziologisch definierter Pflanzengesellschaften (BERGMEIER *et al.*, 1990; REDECKER, 2000). Für den ersten Aufwuchs wurde mittels Regression die Änderungsrate der Parameter erfasst. Zusätzlich wurden Unterschiede zwischen Pflanzengesellschaften in 6 zeitlichen Abschnitten untersucht, innerhalb derer der zeitliche Einfluss vernachlässigt werden konnte (nur bei drei oder mehr Beprobungen in einer Phase wurden die Pflanzengesellschaften berücksichtigt). Bei den praxisüblich genutzten Beständen (ohne Naturschutzauflagen zu spätem Schnitttermin) wurde zudem die Futterqualität gemittelt über alle Aufwüchse verglichen.

3. Ergebnisse

Zwischen den untersuchten Pflanzengesellschaften ergaben sich Unterschiede, sowohl in der Rate, mit der Veränderungen in den Gehalten entsprechend den Nutzungsterminen verliefen, als auch im Anteil der Variabilität, der dem Nutzungstermin zugeordnet werden konnte

(Bestimmtheitsmaße). Beim Rohprotein (RP) wie auch bei der Rohfaser (RF) zeigten sich unterschiedliche Raten, je nach Pflanzengesellschaft. Die Unterschiede waren jedoch nicht sehr ausgeprägt (die 95 % - Konfidenzintervalle der Regressionskoeffizienten überlappten). Bei den Energiegehalten (NEL) waren die Unterschiede deutlicher, hier gingen sowohl Rohprotein- als auch Rohfasergehalt in die Berechnung ein. Deutlich unterschieden sich die intensiv genutzten Fuchsschwanzwiesen (AlopraRan) und Weidelgrasweißkleeweiden (LolCyn) von den artenreichen Straußampfermargeritenwiesen (CryRum) und Silgenwiesen (SilSil). Diese waren wiederum deutlich verschieden von den Brenndoldenwiesen (CniDes) und Queckenfluren (ElyAlopra). Straußampfermargeritenwiesen und Silgenwiesen hatten die höchsten Raten, Fuchsschwanzwiesen und Weidelgras-Weißkleeweiden einerseits, Brenndoldenwiesen und Queckenfluren andererseits, hatten geringere Änderungsraten. Rohrglanzgrasröhricht (Phalari) und Fuchsseggenried (Carvul) hatten intermediäre Werte, deren Vertrauensbereiche mit den zuvor genannten Gruppen überlappten.

Tabelle 1: Übersicht über die untersuchten Pflanzengesellschaften (Nutzungsintensität: ext.: Besatz < 1.5 GV ha⁻¹ a⁻¹ oder 2-schürig; ungedüngt; mit.: Besatz > 1.5 GV ha⁻¹ a⁻¹ oder Mähweide < 80 kg N ha⁻¹ a⁻¹; int.: > 1.9 GV ha⁻¹ a⁻¹, Mähweide oder mehrschürig)

Kürzel	Probe-flächen	Pflanzengesellschaft	Vorkommen und Nutzungsintensität
LolCyn	7	Weidelgras-Weißkleeweide	vorwiegend binnendeichs, int.
AlopraRan	15	Wiesen-Fuchsschwanz-Wiese	außen- und binnendeichs, int.
basMol	7	unspezifisches Feuchtgrünland	binnendeichs, mittel/ext.
DiaArm	2	Heidenelken-Sandtrockenrasen	außendeichs, ext.
ChryRum	6	Straußampfer-Margeriten-Wiese	außendeichs, mit./ext.
SilSil	4	Wiesenknopf-Silgenwiese	vorwiegend außendeichs, mit./ext.
CniDes	4	Brenndoldenwiese	vorwiegend außendeichs, mit./ext.
Carvul	4	Fuchsseggenried	vorwiegend außendeichs, ext.
ElyrepAlopra	4	Vordeich-Quecken-Fuchsschwanzflur (oder Quecken-Flur)	vorwiegend außendeichs, mit./ext.
Latpal	3	Sumpfpflatterbsen-Wiese	außendeichs, ext.
RanAlogen	9	Knickfuchsschwanz-Flutrasen	vorwiegend außendeichs, mit./ext.
Phalari	4	Rohrglanzgras-Röhricht	außendeichs, mit./ext. außendeichs

Autoren: Dipl.-Biol. Christian FRANKE und Prof. Dr. Günter SPATZ, Universität GH Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, D-37213 WITZENHAUSEN



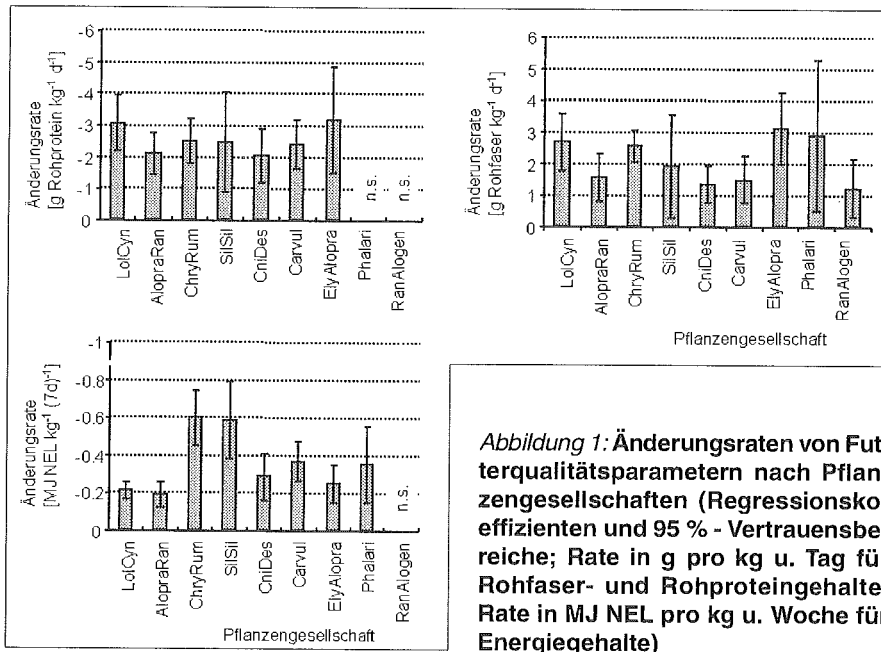


Abbildung 1: Änderungsraten von Futterqualitätsparametern nach Pflanzengesellschaften (Regressionskoeffizienten und 95 % - Vertrauensbereiche; Rate in g pro kg u. Tag für Rohfaser- und Rohproteingehalte, Rate in MJ NEL pro kg u. Woche für Energiegehalte)

Tabelle 2: Kennzahlen der Regressionen Energiegehalt - Nutzungszeitpunkt (n.s.: nicht signifikant)

Pflanzengesellschaft	Bestimmtheitsmaße			Signifikanzniveaus (P-Werte)		
	RP	RF	NEL	RP	RF	NEL
LolCyn	0.30	0.49	0.36	0.0055	0.0002	0.0019
AlopraRan	0.45	0.27	0.43	1.116E-07	0.0001	3.468E-07
ChryRum	0.81	0.90	0.86	4.089E-06	5.273E-08	5.436E-07
SilSil	0.67	0.52	0.87	0.0074	0.0273	0.0003
CniDes	0.68	0.66	0.66	0.0002	0.0002	0.0003
Carvul	0.85	0.71	0.87	0.0001	0.0011	3.005E-05
ElyAlopra	0.52	0.62	0.64	0.0005	0.0001	3.481E-05
Phalari	-	0.46	0.64	n.s.	0.0222	0.0032
RanAlogen	-	0.29	-	n.s.	0.0099	n.s.

Bei einem Vergleich der Energiegehalte praxisüblich genutzter Bestände, gemittelt über alle Aufwüchse, traten deutlich die Weidelgras-Weißkleewiden und die Flutrasen hervor, deren Werte signifikant höher als die der anderen Pflanzengesellschaften waren (ANOVA, $P < 0.001$; Scheffé-Test für multiple Vergleiche, $P < 0.05$; praxisüblich : nicht unter Naturschutzaufgaben zu spätem erstem Schnitt). Mit anderen Testmethoden ließen sich wenige weitere Unterschiede zwischen den Pflanzengesellschaften finden. Da in der Praxis die Nutzungs-termine deutlich variieren, wurden die Ergebnisse in Gruppen vergleichbaren Nutzungszeitraums unterteilt (6 Phasen). In den ersten beiden Phasen waren noch keine deutlichen Unterschiede zu erkennen. In den folgenden Phasen zeigte jedoch der Test (Kruskal Wallis-Test, nichtparametrischer Test auf Gruppenunterschiede) vorhandene Unterschiede

zwischen den Pflanzengesellschaften. In Phase 3 hatten im Mittel die Weidelgras-Weißkleewiden (LolCyn) die höchsten Werte, die Fuchsschwanzwiesen (AlopraRan) streuten stark, die Queckenfluren (ElyAlopra) hatten etwas geringere Werte als die Weidelgras-Weißkleewiden, das unspezifische Feuchtgrünland (basMol) nahm mittlere Werte an. In Phase 4 war eine deutliche Reihung zu erkennen, Fuchsschwanzwiese und Fuchsseggenried (Carvul) hatten niedrigere Werte, die Brenndoldenwiesen (CniDes) lagen am höchsten. Bei etwas größerer Streuung lagen die Straußampfermargeritenwiesen (ChryRum) im Mittel unter den Brenndoldenwiesen. Dieses Verhältnis ließ sich in den folgenden Phasen wiederfinden. In Phase 5 wurden die höchsten Werte von den Flutrasen (RanAlogen) erreicht, die deutlich über den Rohrglanzgrasbeständen (Phalari) lagen. Queckenfluren und

Straußampfermargeritenwiesen nahmen die geringsten Werte an, die letzten in dieser Phase genutzten Fuchsschwanzwiesen lagen etwas höher. In Phase sechs wurden - neben wenigen anderen - die mit der Naturschutzaufgabe „erste Nutzung nicht vor 15.06.“ versehenen Bestände zusammengefasst. Hier waren es wieder die Flutrasen, welche die höchsten Energiegehalte hatten.

Am niedrigsten waren die Werte der Straußampfermargeritenwiesen, die Sumpfplatterbsenwiesen (Latpal) und Brenndoldenwiesen nahmen bei stärkerer Streuung mittlere Werte an, etwa gleichauf mit dem Rohrglanzgrasröhricht. Etwas geringer als letztere lagen Silgenwiese (SilSil), Fuchsseggenried und unspezifische Feuchtwiese (basMol). Über alle Phasen hinweg kann festgestellt werden:

- Prinzipiell ließen sich Unterschiede zwischen den Pflanzengesellschaften im Energiegehalt feststellen, (weitgehend) unabhängig vom Nutzungszeitpunkt.
- Bei mehreren Gesellschaften blieben die Verhältnisse über die Phasen erhalten: Brenndoldenwiesen lagen immer höher als Straußampfermargeritenwiesen, Flutrasen hatten in den späten Phasen immer die höchsten Werte und lagen im Mittel immer höher als Rohrglanzgrasröhrichte

4. Diskussion

Im Mittel über alle Bestände konnte etwa die Hälfte der beobachteten Variabilität der Energiegehalte im ersten Aufwuchs dem Nutzungszeitpunkt zugeordnet werden. Dies verdeutlicht den bekannten Einfluss fortschreitender physiologischer Alterung auf die Futterqualität, lässt aber auch offen, woher die andere Hälfte der Variabilität rührt. Betrachtet man den Einfluss des Nutzungszeitpunktes differenziert nach Pflanzengesellschaften, zeigt sich, dass bei mehr als der Hälfte der neun Pflanzengesellschaften der mit dem Nutzungszeitpunkt in Verbindung zu bringende Anteil an der Variabilität der Futterqualitätsparameter deutlich über 60 % liegt und somit hier der Nutzungszeitpunkt die Haupteinflussgröße sein dürfte. Sowohl bei den intensiv genutzten Beständen (LolCyn, AlopraRan) als auch bei den häufig überfluteten Vordeichbeständen sind die Bestimmtheitsmaße kleiner als 0,5. Ande-

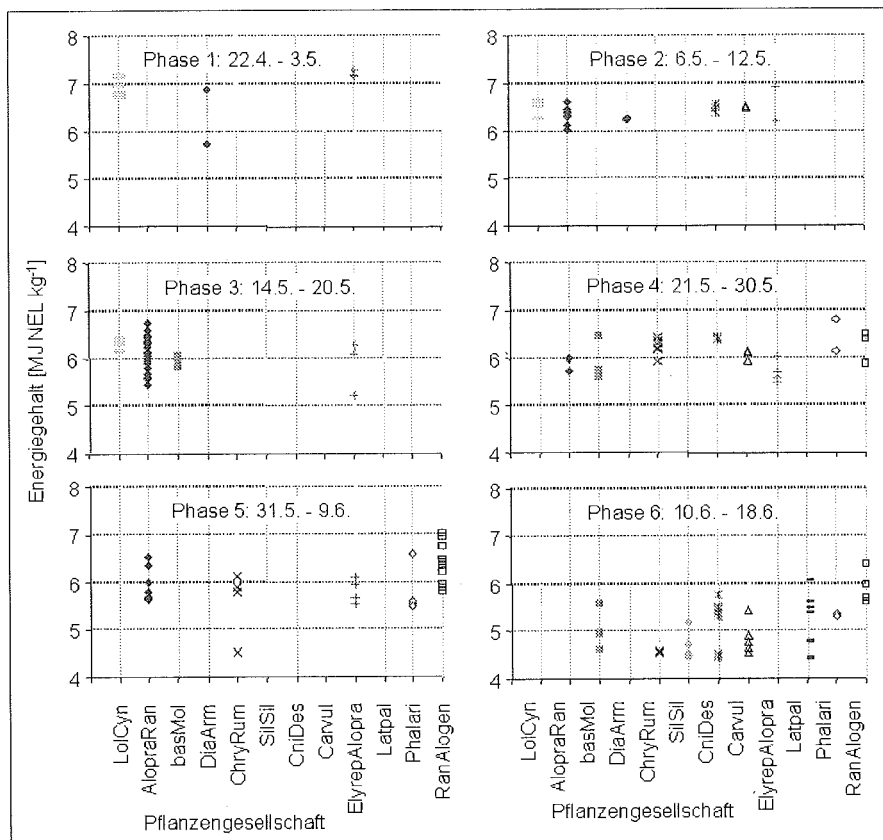


Abbildung 2: Energiegehalte unterschiedlicher Pflanzengesellschaften in verschiedenen Zeitabschnitten

re Faktoren müssen hier in der Summe den bedeutenderen Einfluss auf die Futterqualität haben. Bei den Vordeichbeständen, die je nach Abfluss des Frühjahrshochwassers unterschiedlich schnell und zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit der Vegetationsentwicklung einsetzen und auch stärker in den Ertragsanteilen der vorhandenen Arten variieren (Ziehharmonikasukzession, TÜXEN, 1950), können Unterschiede unter anderem mit der Auedynamik erklärt werden. Bei den intensiv genutzten Grünländern mögen Unterschiede unter anderem von variierenden Düngergaben herrühren.

Bei der Abnahme des Energiegehaltes mit der Zeit wiesen arten- und kräuterreiche Bestände (ChryRum, Silsil) höhere Raten als die intensiv genutzten Fuchsschwanzwiesen auf. Dies steht scheinbar im Widerspruch zu der aus der Literatur beschriebenen hohen Nutzungselastizität artenreicher Bestände bei denen mit fortschreitender Zeit die Futterqualität kaum mehr absinkt (DACCORD, 1990; SPATZ, 1994). Bei DACCORD (1990) bewegten sich die Energiegehalte insgesamt auf niedrigerem Niveau und die

Nutzungstermine waren später als bei artenärmeren Grünlandbeständen. Bei den hier vorgestellten Daten liegen auch Werte früher Nutzungstermine vor. Die artenreichen Bestände weisen zu Anfang der Vegetationszeit beachtlich hohe Energiegehalte auf, was mit dem nährstoffreichen, relativ produktiven Standort in der Aue zusammenhängen mag.

Da die Artenzusammensetzung sich in Abhängigkeit von der Nutzungsweise einstellt, spiegeln mögliche Futterqualitätsunterschiede auch Unterschiede in der Bewirtschaftung wider. Dies mag besonders für den deutlichen Unterschied zwischen Weidelgrasweißklee-weiden (sehr frühe erste Nutzung, bis zu 5 mal bestoßene Umtriebsweiden) und Fuchsschwanzwiesen (3-schürige Mähwiesen) zutreffen. Die signifikant höheren Werte der Flutrasen stellten sich jedoch bei Beständen ein, deren Bewirtschaftung mit den anderen Gesellschaften vergleichbar war (Beweidung ebenso wie Mahd).

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass sich bei Grünlandbeständen, die verschiedenen Pflanzengesellschaften angehören, die Futterqualität im ersten Aufwuchs

mit fortschreitendem physiologischen Alter unterschiedlich schnell verschlechtert. Dies ist bei Überlegungen zu berücksichtigen, wie unter Naturschutzaufgaben zu spätem Schnitzeitpunkt gewonnenes Futter verwertet werden kann. Kombiniert mit den Ergebnissen zu den unterschiedlichen Energiegehalten der Pflanzengesellschaften bei vergleichbarem Nutzungszeitpunkt, können darauf aufbauend optimierte Verwertungsstrategien entwickelt werden.

Literatur

- AIPLE, K. P., 2000: Regressionsgleichungen. schr. Mitt. (28.03.2000), Dokumentationsstelle Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim.
- BASSLER, R., ohne Jahr: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik. Lose-Blatt-Ausgabe, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- DACCORD, R., 1991: Valeur nutritive des foins de prairies riches en especes. Revue Suisse d'Agriculture, 23(1), 36-40;
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG - Futterwerttabellen - Wiederkäuer. 7. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- KLAPP, E., 1930: Zum Ausbau der Grünlandbestandsaufnahme zu landwirtschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau, 6, 161-210.
- OTTO, F., HOCHBERG, H., BUGDOL, G., JEROCH, H. u. H. KLUGE, 1993: Inhaltsstoffe und deren Verdaulichkeit von Aufwüchsen auf extensiv bewirtschafteten Grünlandflächen unter besonderer Beachtung später Schnittermine. Agrobiol. Res. 46, 3, 200-207,
- REDECKER, B., 2001: Schutzwürdigkeit und Schutzperspektiven der Stromtal-Wiesen an der unteren Mittelelbe. Ein vegetationskundlicher Beitrag zur Leitbildentwicklung. Lüneburg, unveröff.
- SHENK J. S., MARTEN, G. C. und BARTON F E (eds.), 1989: Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) analysis of forage quality. Agriculture handbook, 643, United States/Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Hyattsville, Md.
- SPATZ, G. u. TH. FRICKE, 1992: Quantitatives und qualitatives Ertragsverhalten unterschiedlich spät geschnittener Grünlandbestände. Agrobiological Research 45, 2, 121-130,
- SPATZ, G., 1994: Freiflächenpflege. 296 S., Ulmer, Stuttgart,
- TÜXEN, R., 1950: Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Euro-sibirischen Region Europas. Mitt. Flor.-soziol. Arb. Gem. N.F. 2, 94-175,
- VERCH, G. u. W. KÜHBAUCH, 1994: Veränderungen der botanischen Zusammensetzung und der Futterqualität einer Feuchtwiese unter dem Einfluß extensiver Wiesennutzung. Das Wirtschaftseigene Futter 40, 2+3, 242-251,
- VON BORSTEL, U., 1992: Erträge und Futterqualität bei extensiver Grünlandbewirtschaftung. Habitat (Centre for Human Settlement) 8, 35-43,

Schätzung des Erntetermines von Silomais in Nordostdeutschland auf der Grundlage von Wärmesummen

J. PICKERT, F. HERTWIG und R. SCHUPPENIES

1. Einleitung

Hohe Maissilagequalität erfordert bei einem Kolbenanteil von über 50 % einen TS-Gehalt von 28 bis 35 % in der Gesamtpflanze. Die Einhaltung dieses Bereiches bereitet offensichtlich große Probleme. Alljährlich weisen in Brandenburg nur etwa 50 % aller Maissilagen den optimalen TS-Gehalt auf, viele Maissilagen überschreiten ihn deutlich. Abweichungen von den als optimal angegebenen Gehaltswerten bedeuten entweder zusätzliche Verluste infolge von Sickersaftbildung oder Probleme bei der Verdichtung, Vergärung und aeroben Stabilität sowie bei der Verdaulichkeit bereits zu trockener Partien.

Tabelle 1: Gruppierung der untersuchten Maissilagen im Land Brandenburg nach dem Trockensubstanzgehalt (Angaben in %)

Erntejahr	TS-Gehalt		
	< 28 % zu feucht	28 ... 35 % optimal	> 35 % zu trocken
1993	38	50	12
1994	42	45	13
1995	17	53	30
1996	40	53	7
1997 ¹	5	27	68
1998 ²	21	56	23
1999 ²	10	32	58
2000 ²	11	58	31

¹ Angaben des LKV Brandenburg e. V.

² Angaben des LKV Brandenburg e. V., der Agrar- und Umweltanalytik GmbH (Außenstelle Vetschau) und der Landesanstalt für Landwirtschaft

2. Material und Methoden

In Anlehnung an französische Untersuchungen (DERIEUX & BONHOMMER 1982) wurde bereits zwischen 1984 und 1990 am Standort Paulinenaue (Bundesland Brandenburg, 50 km nordwestlich von Potsdam, 520 mm jährlicher Niederschlag, 9,0 °C Jahresmitteltemperatur) auf einem humosen Sand (S 3 A1, Akkerzahl 30) die Abhängigkeit des TS-

Gehaltes im Kolben von der Wärmesumme untersucht. Der Standort repräsentiert typische nordostdeutsche Boden- und Witterungsbedingungen. In die Untersuchungen wurden verschiedene Sorten unterschiedlicher Reifegruppen und teilweise auch unterschiedliche Saatzeiten einbezogen. Bestellung, Düngung und Pflanzenschutz wurden standorttypisch durchgeführt. Die Fraktionierung in die entlieschten Kolben und den Restmais erfolgte manuell und stets in dreifacher Wiederholung je Erntetermin und Sorte. Die Untersuchungen wurden 1995 bis 1997 unter Einbeziehung neuer Sorten und der zusätzlichen Prüfung des TS-Gehaltes von Restmais und Gesamtpflanze fortgesetzt, weil sich die Umstellung der Sortenprüfungen von der Kolben- und Restmaisbeerntung auf die Untersuchung der Gesamtpflanze abzeichnete. Der TS-Gehalt der Gesamtpflanze wurde aus den entsprechenden Daten von Kolben und Restmais unter Berücksichtigung des Kolbenanteiles errechnet. Die Temperatur (2 m Höhe) wurde am Standort gemessen.

Internationalen Beispielen folgend wurde die gesamte Vegetationsperiode in die Zeit vor und nach der Blüte geteilt, weil bei den geprüften Hybriden nur ein geringer Zusammenhang der Wärmesumme zwischen diesen Perioden beobachtet wurde. Die eigenen Untersuchungen bestätigten, dass der Wärmesummenbedarf für eine bestimmte Ausreife des Kolbens entscheidend vom Zeitpunkt der Blüte abhängt, und dass Sortenun-

terschiede im Wärmebedarf in erster Linie vor der Blüte liegen. Die Einbeziehung in auf die gesamte Vegetationsperiode gerichteten Modelle verringerte deren Treffgenauigkeit. Deshalb wurde das AGPM-Wärmesummenmodell (Tabelle 2) erst mit dem Erreichen des Entwicklungsstadiums Vollblüte (BBCH 65, Strauß et al. 1994) gestartet. Damit wird die Wärmesumme der für die Ausreife entscheidenden Periode erfasst.

3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Stellt man den Kolben-TS-Gehalt der zu verschiedenen Terminen beernteten Silomaisparzellen der berechneten Wärmesumme T_{AGPM} gegenüber, so ergibt sich ein enger Zusammenhang mit einem sehr hohen Bestimmtheitsmaß R^2 (Abbildung 1). Um am Standort den für einen hohen Energiegehalt in der Maissilage notwendigen TS-Gehalt im Kolben von 50 % zu überschreiten, ist ab Erreichen des Entwicklungsstadiums „Vollblüte“ (BBCH 65) eine Wärmesumme $T_{AGPM} \geq 600$ °C erforderlich. Weil die unterschiedlichen, in die Messungen einbezogenen Sorten sehr ähnlich reagierten, kann der Schluss gezogen werden, dass das beschriebene Verfahren relativ sorten- und saatzeitunabhängig angewendet werden kann.

In der Abbildung 2 ist die Abhängigkeit des TS-Gehaltes in Kolben, Restmais und Gesamtpflanze von der Wärmesumme T_{AGPM} ab Vollblüte dargestellt. Sie

Tabelle 2: Berechnung der Wärmesumme T_{AGPM}

$$T_{AGPM} = S (t_x - t_b)_i$$

$$t_x = (T_{min} + T_{max})/2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

T_{min} : Tagesminimum der Lufttemperatur (°C)

T_{max} : Tagesmaximum der Lufttemperatur (°C)

t_b : Basistemperatur 6 °C,

i: Anzahl Tage ab Entwicklungsstadium

Vollblüte

wenn $T_{max} > 30$ °C, $T_{max} = 30$ setzen
wenn $t_x < 6$ °C, $t_x - t_b = 0$ setzen

Autoren: Dr. Jürgen PICKERT und Dr. Frank HERTWIG, Landesanstalt für Landwirtschaft Brandenburg, Abteilung Grünland- und Futterwirtschaft Paulinenaue, Gutshof 7, D-14641 PAULINENAUE; Dr. Rudi SCHUPPENIES, Paulinenaauer Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft e. V.



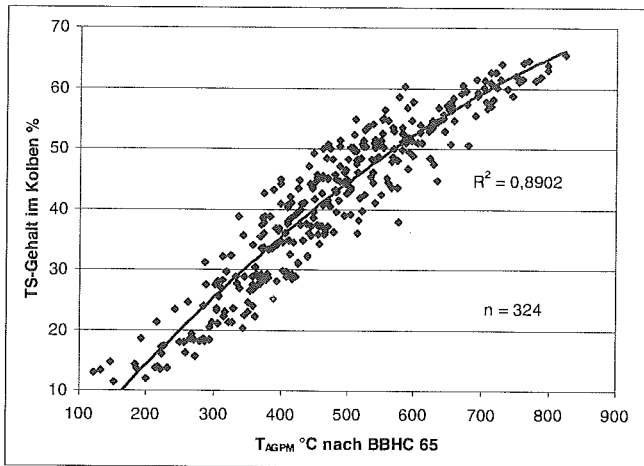


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Wärmesumme und TS-Gehalt im Kolben (Paulinenaue 1984-97, SCHUPPENIES 1997)

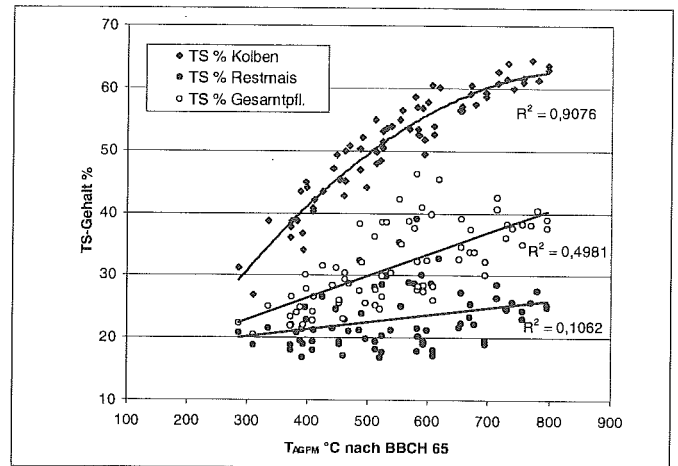


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Wärmesumme und TS-Gehalt (Paulinenaue 1995-1997, SCHUPPENIES 1997)

macht deutlich, dass der Zusammenhang zwischen Wärmesumme und dem TS-Gehalt im Restmais im Vergleich zum Kolben nur sehr gering ist. Bei einem Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,5$ kann deshalb auch der TS-Gehalt in der Gesamtpflanze nicht hinreichend genau geschätzt werden. Für die Bewertung der Ausreife eines Maisbestandes ist es somit auch weiterhin erforderlich, von der Entwicklung des Kolbens auszugehen. Daraus folgt, dass für die Abschätzung der Siloreife eine Temperatursumme T_{AGPM} ab Vollblüte von $600\text{ }^\circ\text{C}$ überschritten sein muss. Bei einem Kolben-TS-Gehalt von etwa 55% , was einem TS-Gehalt im Korn von $60\text{--}63\%$ entspricht, weist bei normaler Kolbenausbildung die Gesamtpflanze einen TS-Gehalt von mindestens 28% auf und ist verlustarm silierbar.

In Untersuchungen der Jahre 1998 und 1999 wies nach einer Temperatursumme T_{AGPM} ab Vollblüte von $600\text{ }^\circ\text{C}$ der TS-Gehalt in der Gesamtpflanze Werte über 30% auf und erfüllte damit die Forderung mit einer hohen Sicherheit (Tabelle 3).

Das Verfahren ist z. Z. in Brandenburg in der Erprobung. Das Entwicklungsstadium Vollblüte muss auf den einzelnen Maisschlägen des Betriebes genau erfasst werden. Die Temperaturwerte können von der nächstgelegenen staatlichen Wetterstation übernommen oder selbst

Tabelle 3: Schätzung des TS-Gehaltes von Silomais (Gesamtpflanze) auf der Basis von Wärmesummen in den Jahren 1998 und 1999 (HERTWIG, PICKERT, SCHUPPENIES 1999, HERTWIG, PICKERT 2000)

Datum	Ergebnisse 1998			Ergebnisse 1999		
	T_{AGPM} °C ¹	TS-Gehalt (%)		T_{AGPM} °C ¹	TS-Gehalt (%)	
		Schätzwert	Laborwert		Schätzwert	Laborwert
14.08.	374	25,2	24,8			
19.08.	435	27,2	28,0			
20.08.				433	27,3	25,8
26.08.	498	29,1	27,6			
30.08.				542	31,0	30,3
06.09.				616	33,5	33,3
08.09.	615	32,8	32,2			
11.09.				685	35,8	36,6
17.09.				750	38,1	42,7
20.09.	711	35,9	36,5			

¹ Wärmesumme ab Entwicklungsstadium Vollblüte; Narbenfäden vollständig geschoben (BBCH 65)

ermittelt werden. Erste Vorhersagerrechnungen sind praktisch ab der Blüte mit langjährigen Durchschnittswerten für den Temperaturverlauf möglich. Außerdem ist es zweckmäßig, von Jahren mit unterschiedlichen Witterungsverläufen auszugehen, um das Zeitintervall zu errechnen, in dem der optimale Erntetermin schwanken kann. Zunehmend werden dann die langjährigen durch die tatsächlichen Temperaturwerte ersetzt. Die Vorhersage des Erntetermines wird dadurch von Woche zu Woche immer sicherer.

Literatur

DERIEUX, M.; BONHOMMER, R.: Die Anforderungen an die Wärmesumme für Maishybriden in Eu-

ropa. Ergebnisse des europäischen FAO-Subnetzwerkes. Maydica XXVII (1982), S.79-96

HERTWIG, F., PICKERT, J. UND SCHUPPENIES, R.: Sicherung eines hohen Ertrages und Futterwertes in der Silomaisproduktion. Festschrift d. Wiss. Vortragstagung, S. 105-114, Paulinenaue, 01.06. 1999.

HERTWIG, F., PICKERT, J.: Sichere Vorhersage der optimalen Erntezeit bei Silomais. Landesanstalt für Landwirtschaft Brandenburg, Futter-Info 5/2000, Paulinenaue 2000.

SCHUPPENIES, R.: Unveröffentlichte Versuchsergebnisse. LVGF Paulinenaue, 1997.

SCHUPPENIES, R.: Wärmesumme nach der Maisblüte bestimmt den Erntetermin. Mais Information-RAGT Saaten Deutschland GmbH, Herford, Heft 2, 2000.

STRAUSS, R. ET AL.: Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dicotyler Pflanzen. Erweiterte BBCH-Skala. BBA, BSA, IVA, Frühjahr 1994

Einfluß von Arten- und Sortenauswahl auf den Ertrag und die Zusammensetzung von Gras- und Kleegrasmischungen im Ackerland

F. HRABE, J. SKLADANKA und L. ROSICKA

1. Einleitung

Der Klee-Grasanbau (für die Dauer von 5 – 7 Jahren) ist in der Tschechischen Republik eng mit der Forschung über die Anwendung von Zwischengattungshybriden von Gräsern (FOJTÍK et al., 1993, KUNCL et al., 1993) sowie mit dem Einsatz von tetraploiden Sorten von *Trifolium pratense* L. verbunden. KLIMEŠ (1994) hat beim Studium der Problematik der Veränderlichkeit des Bestandes auf die Unterschiede im Niveau der Klee-Gras-Produktion mit der subdominanten Einreihung von *Festuca arundinacea* Schreb. (*F. a.*) und *Arrhenatherum elatius* L. (*A. e.*) hingewiesen. Diese Konkurrenz- resp. die allelopathische Verschiedenartigkeit haben sich in Gefäßversuchen (HRABE et al. 1998) bestätigt.

Früher wurden in der Klee grasproduktion nach dem Rückgang der Klee komponente im 2. resp. 3. Nutzzjahr höhere Gaben an mineralischem Stickstoff eingesetzt (MEINSEN, 1982). Heute aber wird der Einsatz des mineralischen Stickstoffes durch die verstärkte Ausnutzung des symbiotisch gebundenen Stickstoffes reduziert. Dies erfolgt durch die Verwendung einer Mischung von mehreren Klee- und Grasarten beziehungsweise in Verbindung mit organischer Düngung in Form des kompostierten Mistes begründet (BUCHGRABER et al., 1997). KOHOUTEK (1998) führt als eine der Möglichkeiten auch die Durchführung der wiederholten Einsaat einer geeigneten Kleeart nach dem Rückgang des Kleeanteiles an. In der vorliegenden Arbeit werden u. a. Ergebnisse über den Beitrag von Kleearten zur Produktivität von Klee-Grasgemengen und die Verschiedenartigkeit in den Beziehungen zwischen *F. a.* und *A. e.* zu *Trifolium pratense* L. angeführt.

2. Versuchsfragen

Das Ziel der Forschungsarbeiten war die Beantwortung folgender Fragen:

1. Inwiefern spiegelt sich in den Produktions- und Sukzessionscharakteristiken von reinen Grasbeständen der Einfluß einer breiteren Sortenzusammensetzung wider?
2. Inwieweit wirkt sich in der Gesamtproduktion und den Sukzessionsänderungen der Einsatz einer Klee komponente im Vergleich zu einem Reingrasbestand aus?
3. Welchen Einfluß hat der Einsatz mehrerer Kleearten und Grassorten auf die Produktions- und Sukzessionscharakteristik?
4. Wie verhalten sich die dominierenden Arten in gegenständlichen Phytozöosen?

3. Material und Methoden

3.1 Standortbedingungen

Die Forschungsarbeiten wurden im Kartoffelproduktionsgebiet (Standort Vafín, Böhmisches-Mährische Höhen - Seehöhe des Standortes ist 540 m) durchgeführt.

Klimatische Bedingungen:

- durchschnittliche Jahrestemperatur 6,1°C (während der Vegetationsperiode 12,2°C)
- jährliche Niederschlagsmenge 736 mm (während der Vegetationsperiode 440 mm)

Bodenbedingungen:

- Bodentyp - Kambizem, Bodenart - Sand-Lehmboden, pH/KCL 4,2; Humus - 2,03%
- Gehalt an aufnehmbaren Nährstoffen im Boden: P 49 mg*kg⁻¹, K 170 mg*kg⁻¹

3.2 Bestandvarianten

Die Forschungsarbeiten wurden in den Jahren 1994 – 2000 an neu angelegten Gras- und Klee grasmischungen mit Wiesencharakter und einer geplanten Nutzungsdauer von 5–6 Jahren bei 3–4 Ernten pro Jahr durchgeführt (siehe *Tabelle 1*).

Die Versuchsanlage wurde in Form von Kleinparzellenversuchen mit jeweils vier Wiederholungen auf einer Erntefläche von 10 m² durchgeführt. Die Anlage erfolgte am 8. August 1994 mittels einer Reinsaat ohne Deckfrucht (wiederholte Aussaat nach der Frühlingsansaat, die nach einer langer Trockenzeit nicht aufgelaufen war). Im Jahr 2000 wurde nach der 1. Mahd eine Nachsaat der Kleearten durchgeführt.

3.3 Düngung und Nährstoffversorgung

- N-Düngung: 3 x 30 kg*ha⁻¹ je Aufwuchs in Form von LAV 27,5%.
- P-Düngung: 40 kg Reinnährstoff*ha⁻¹ in Form von Superphosphat im Frühling
- K-Düngung: 80kg Reinnährstoff*ha⁻¹ in Form von 40%-Kalisalz im Frühling

4. Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 2 enthält einen Überblick über die Erntedaten für Grünmasse, Trockenmasse und Rohprotein - die Dynamik der Trockenmasseproduktion im Verlauf der einzelnen Jahre ist in *Tabelle 3* dargestellt. Hinsichtlich der ersten Fragestellung, d. h. die Bewertung des Einflusses der Sorte auf die Produktionscharakteristik des Reingrasbestandes, ist eine Verminderung bei den Mehrsortengesellschaften erkennbar (Var. 2). Im Vergleich zum Reinartenbestand (Var. 1) ergibt sich

Autoren: Prof. Dr. Frantisek HRABE, Jiri SKLADANKA und Libuse ROSICKA, Mendelova zemedelska a lesnicka univerzita, Ustav picninarstvi, Zemedelska 1, CZ-613 00 BRNO



Tabelle 1: Überblick der Artenzusammensetzung von Gras- und Klee-Grasmischungen

Gesellschaftsvariante		1. Gras		2. Gras		3. Klee gras		4. Klee gras	
Anzahl von Arten und Sorten		7/7		7/11		8/11		10/14	
Anteil in der Aussaat (Gräser/Kleearten) in %		100/-		100/-		70/30		70/30	
Anzahl von Gräser/ Kleearten		7/0		7/0		7/1		7/3	
Art	Sorte	%	Sorte	%	Sorte	%	Sorte	%	
1. <i>Lolium perenne</i>	Mustang	20	Mustang	10	Mustang	10	Mustang	5	
			SE 202	10			SE 202	5	
2. <i>Phleum pratense</i>	Sobol	10	Sobol	10	Sobol	10	Sobol	10	
3. <i>Arrhenatherum elatius</i>	Roznovský	10	Roznovský	5	Roznovský	10	Roznovský	5	
			Modus	5			Modus	5	
4. <i>Trisetum flavescens</i>	Roznovský	10	Roznovský	10	Roznovský	10	Roznovský	10	
5. <i>Festuca arundinacea</i>	Felina	20	Felina	10	Felina	10	Felina	5	
			Hykor	5			Hykor	5	
6. <i>Poa pratensis</i>	Slezanka	20	Slezanka	10	Slezanka	10	Slezanka	5	
			Baron	5			Baron	5	
7. <i>Alopecurus pratensis</i>	Roznovská	10	Roznovská	10	Roznovská	10	Roznovská	10	
8. <i>Trifolium pratense</i>					Tábor	10	SE 52	5	
					Vesna	10	HZ VI	5	
					Amos	10	DO 7	5	
9. <i>Trifolium hybridum</i>							Tibor	10	
10. <i>Trifolium repens</i>							Jura	5	

Tabelle 2: Produktionscharakteristik von Reingras- und Klee-Grasmischungen im Ackerboden (Vatín 1995-1999)

Gesellschaft (Variante)	Ertrag t*ha ⁻¹ (Durchschnitt 1995-1999)					
	Frischfutter		Trockenmasse		Rohprotein	
	t*ha ⁻¹	rel. %	t*ha ⁻¹	rel. %	t*ha ⁻¹	rel. %
1. Reingrasbestand	51,19	100	10,58	100	1,410	100
2. Reingras-Mehrsortenb.	46,68	91,2	9,65	91,2	1,271	90,1
3. Klee grasbestand	64,40	125,8	11,83	111,8	1,734	123,0
4. Klee-Gras-Mehrarten- und Sortenbestand	62,25	121,6	12,12	114,6	1,814	128,7

Tabelle 3: Entwicklung der Trockenmasseproduktion von Reingras- und Klee-Grasmischungen im Ackerboden (Vatín 1995 – 1999)

Gesellschaft	Erntejahr	Ertrag t*ha ⁻¹ (Durchschnitt 1995-1999)					
		1995	1996	1997	1998	1999	Ø
1. Reingrasbestand	t*ha ⁻¹	12,59	8,24	10,89	9,22	11,97	10,58
	rel. %	100	65,4	86,5	73,2	95	
2. Reingras-Mehrsortenbestand	t*ha ⁻¹	12,80	7,63	9,93	7,63	10,24	9,65
	rel. %	100	59,6	77,5	59,6	80,0	
3. Klee grasbestand	t*ha ⁻¹	14,64	11,46	12,25	9,43	11,38	11,83
	rel. %	100	78,3	83,7	64,4	77,7	
4. Klee gras-Mehrarten- und Sortenbestand	t*ha ⁻¹	14,82	11,81	12,27	9,79	11,90	12,12
	rel. %	100	79,7	82,8	66,0	80,3	

im Durchschnitt eine Ertragsreduktion um 10%. Im Hinblick auf die praktisch gleichverlaufende Entwicklung der Sukzession (Tabelle 4) ist ersichtlich, daß die Ursache dafür die Eingliederung der SE-202-Sorte (Neuzüchtung cultivar) bei der Art *Lolium perenne* L., ist. Dies ist evident mit der Neigung zum Schneeschimmelbefall (*Fusarium nivale*) durch den Einfluß der höheren Schneedecke. Die Bestätigung dafür ist der rasche Produktionsrückgang im 2. und 3. Nutzjahr.

Das zweite Ziel bezieht sich auf den Effekt der Eingliederung eines 30%-igen

Anteils von *Trifolium pratense* L. (Var. 3). Im Vergleich mit der Produktivität des Reingrasbestandes (Var. 1) war das Ertragsniveau des Klee gras bei Frischfutter um 25,8%, bei der Trockenmasse um 11,8% und bei der Proteinproduktion um 23,0% höher. Der Anteil von *Trifolium pratense* L. in der ersten Mahd des Jahres 1995 lag bei nicht ganz 5%; im 2. und 3. Aufwuchs des angeführten Jahres und in den Jahren 1996 – 1997 lag der Anteil des Klees auf dem Niveau der geplanten Projektion (> 30% des Massenanteils) - dies wirkte sich auch entsprechend im Ertrag

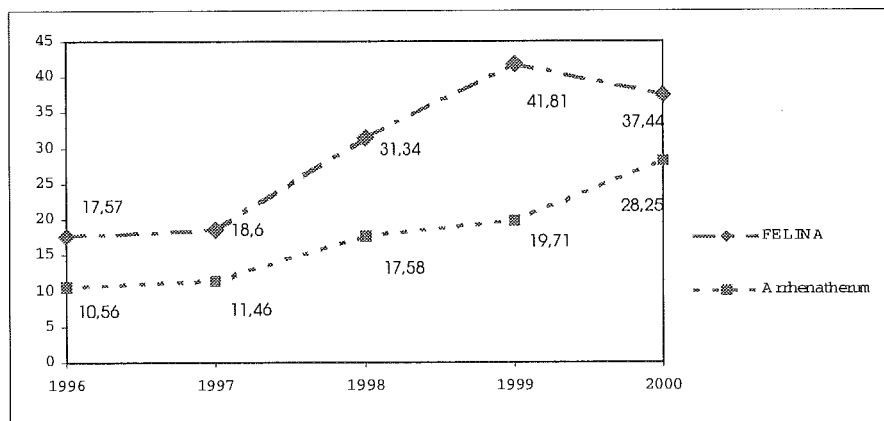
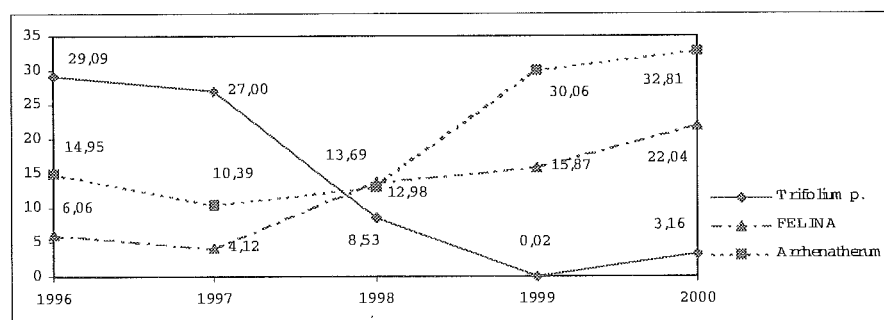
aus. Nach dem Rückgang von *Trifolium pratense* L. im Jahre 1998 reichte der direkte Effekt noch zur Sicherstellung derselben Produktivität wie jene des Grasbestandes; seit dem 5. Jahr ist dieser Effekt allerdings stark gesunken.

Die dritte Fragestellung, d. h. die Auswirkung der breiteren Zusammensetzung von Kleearten und insgesamt der breiteren Sortenzusammensetzung von Gräsern und Kleearten (Var. 4) auf die Produktionscharakteristik weist im Vergleich mit den artnäheren Gras- und Kleemischungen (Var. 3) eine nicht signifikante Reduktion im Frischmasseertrag (relativ um 3,7%), eine mäßige Erhöhung der Trockenmasseproduktion (relativ um 2,4%) und der N-Stoffe (relativ um 4,6%) auf. Besonders beeinflusst wurde die Produktion von Rohprotein im 2. und 3. Nutzungsjahr, wo sich im Bestand das Vorhandensein von *Trifolium hybridum* stark bemerkbar gemacht hat; es zeigte sich wie nach HRABE (1966) eine im Vergleich zu *Trifolium pratense* L. höhere Konzentration von N-haltigen Komponenten.

Sehr interessant erscheint die Entwicklung der dominierenden Grasarten, d. h. der Zwischengattungshybride Cv. Felina und *Arrhenatherum elatius* L. Beim Reingrasbestand (Var. 1) reicht deren Gewichtsanteil in der Produktion von 28,1% bis zu 65,7% in der Endphase, beim Klee-Grasbestand (Var. 3) von 21,1% bis zu 54,8%. Sehr unterschiedlich ist das Konkurrenzverhalten dieser Arten in Beziehung zu *Trifolium pratense* L.. Aus den

Tabelle 4: Gewichtsanteil (%) einzelner Komponenten in der Trockenmasseproduktion von Wiesenphytozönosen beim 1. Schnitt (Vatín 1995 – 1999)

Gesellschaft	Komponente	Erntejahr					
		1995	1996	1997	1998	1999	2000
1. Reingrasbestand	Gras	84,07	99,11	96,15	94,66	97,85	90,66
	übrige	15,93	0,89	3,85	5,34	2,15	9,34
2. Reingras-Mehrsortenbestand	Gras	84,78	99,60	97,56	92,77	94,15	92,50
	übrige	15,22	0,40	2,44	7,23	5,85	7,50
3. Klee-grasbestand	Gras	75,71	70,53	70,72	84,02	93,89	82,39
	Klee	4,53	29,09	27,00	8,53	0,02	3,14
	übrige	19,76	0,38	2,28	7,45	6,09	14,47
4. Klee-gras-Mehrarten- und Sortenbestand	Gras	78,37	70,24	75,86	87,42	93,88	84,98
	Klee	3,91	29,13	22,82	9,16	0,23	6,03
	übrige	17,72	0,63	1,32	3,42	5,89	8,99


Abbildung 1: Anteil (%) der dominierenden Arten in der Trockenmasse von Reingrasbeständen – 1. Variante (Vatín 1996 – 2000, 1. Schnitt)

Abbildung 2: Anteil (%) der dominierenden Arten in der Trockenmasse von Klee-Grasbeständen – 3. Variante (Vatín 1996 – 2000, 1. Schnitt)

Abbildungen 1 und 2 ist erkennbar, daß sich der Anteil der Felina-Hybride in der Produktion unter Konkurrenz einfluß von *Trifolium pratense* L. auf dem Halbniveau im Vergleich mit seinem Anteil im Reingrasbestand befindet. Zur signifikanten Erhöhung seiner Dominanz kommt es erst nach dem Rückgang der Kleeart. Bei der Art *Arrhenatherum elatius* ergibt sich ein ganz unterschiedlicher Sukzessionsverlauf. Unter dem Konkurrenzdruck von *Trifolium pratense* L. im Vergleich zu den Felina-Hybriden

den erhöht sich sein Anteil markant und ist höher als im Reingrasbestand. Damit werden die KLIMEŠ-Resultate (1994) mit einer höheren Produktivität der Phytozönosen bei der Eingliederung von *Arrhenatherum elatius* und die Resultate von Gefäßversuchen, die HRABE et al. (1998) durchgeführt haben, bestätigt.

5. Zusammenfassung

Es zeigte sich eine niedrigere Produktivität der Mehrsorten-Reingrasbestände im Vergleich mit der Monoartengrasmischung.

Das unterstreicht die Bedeutung der Auswahl von geeigneten Sorten, insbesondere vom Gesichtspunkt ihrer Ausdauer und ihres Gesundheitszustandes. Durch die Einmischung eines 30%-Anteiles von *Trifolium pratense* L. bei der Ansaat eines Klee-grasbestandes kam es im Vergleich zum Reingrasbestand während einer Dauer von 5 Nutzungsjahren zur Erhöhung der Trockenmasseproduktion um 11,8% und Rohprotein um 23,0%. Bei der 3-4maligen Nutzung wurde der gewünschte Kleeanteil während der ersten 3 Nutzungsjahre mit einem günstigen Effekt für die Produktion erreicht. Ab dem 5. Jahr ging jedoch die direkte Auswirkung zurück. Die Einmischung mehrerer Kleearten (besonders *Trifolium hybridum* L.) war besonders im 1. und 3. Nutzungsjahr mit einer nachweisbar höheren Produktion von Rohprotein verbunden. Beachtenswert hoch waren Ausdauer und Produktionseigenschaften der Cv.-Felina-Hybride im Reingrasbestand und ihr Dominanzrückgang in der Beziehung zu *Trifolium pratense* L. Das Auftreten von *Arrhenatherum elatius* war gekennzeichnet durch eine hochsynergetische Beziehung zu *Trifolium pratense* L.

6. Literatur

- BUCHGRABER, K., A. DEUTSCH UND G. GINDL, 1994: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, Graz-Stuttgart, 194.
- FOJTÍK, A., J. HORÁK UND I. HOUDEK, 1993: Ertragskennziffern der neuen Festulium-Sorten. Pohorelice, 6. int. Symposium „Futterkonservierung“, 7 – 93.
- HRABE, F., L. ROSICKÁ, J. SVERÁKOVÁ UND M. FADRŇÁ, 1998: Beitrag zur Analyse der Konkurrenz- und Allelopathiebeziehungen zwischen dem Rotklee und den Grasarten. Smb. „In G. Arbeitstagung“. Halle, Dokumente 2, Heft 44, 201-205.
- KLIMEŠ, F., 1994: Ökologische und ökonomische Aspekte der Durchsetzung von einseitigen Grasbeständen. Metodika, ÚZPI, Prag, Nr. 2, 36.
- KOHOUBEK, A. et al., 1998: Erneuerung (Anlegen) und Beisaaten bei Grasbeständen. Metodika. ÚZPI, Nr. 3, Prag, 32.
- KUNCL, L. UND V. CURN, 1993: Änderungen in der Produktion und Futterqualität von Grasgattungshybriden bei der differenzierten N-Düngung. Pohorelice, 6. int. Symposium „Futterkonservierung“, 25 – 27.
- MEINSEN, C., 1982: Ertrags- und Energieaufwandrelationen zwischen mehrschnittigen Leguminosen und Gräsern im Ackerbau. Rostock, Agrarwissenschaftliche Beiträge, Heft 10, 66-75.

Nitratauswaschung unter Silomais in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform und der N-Düngungsintensität – Ergebnisse aus dem N-Projekt Karkendamm

M. BÜCHTER, M. WACHENDORF und F. TAUBE

1. Einleitung

Die Bewertung pflanzenbaulicher Landnutzungssysteme im Futterbau hinsichtlich Leistung und ökologischer Effekte ist ein Ziel des „N-Projektes Karkendamm“, welches 1997 etabliert wurde. Basis des Forschungsvorhabens ist die quantitative Erfassung der wesentlichen N-Flüsse im System Boden-Pflanze-Tier im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb. Die in der landwirtschaftlichen Praxis zur Grundfuttergewinnung angebauten Kulturarten Grünland und Silomais stellen dabei den Kernbereich der in der ersten Projektphase erfolgten Untersuchungen dar (TAUBE & WACHENDORF 2000).

Aus den erhobenen Daten können zum einen Kriterien für umweltverträgliche Landnutzungssysteme aufgestellt und zum anderen unvermeidbare und damit zu tolerierende ökologische Belastungen abgeleitet werden (WACHENDORF & TAUBE 1999; JOVANOVIC et al. 2000).

In der Bundesrepublik Deutschland ist am 1. Oktober 1986 die „Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe“ (Trinkwasser-VO) in Kraft getreten, die u. a. einen zulässigen Höchstwert für Nitrat von $50 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ beinhaltet (BUNDESREGIERUNG 1986). Dadurch gerät die öffentliche Wasserversorgung in zunehmende Schwierigkeiten, da die NO_3 -Belastung des Grundwassers, dessen Anteil an der Trinkwassergewinnung bundesweit über 73% beträgt, diesen häufig übersteigt (ROHMANN & SONTHEIMER 1985; UBA 1996). Diese Problematik der Nitratanreicherung im Grund- und Trinkwasser infolge landwirtschaftlicher Produktionsmaßnahmen ist ein Schwerpunkt der aktuellen Umweltdiskussion.

Seit langem werden Untersuchungen zum jahreszeitlichen Muster der Nitrat-

konzentrationen unter landwirtschaftlich genutzten Flächen durchgeführt. Mit der Einführung der „Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen“ (Dünge-VO) vom 26. Januar 1996 (BUNDESREGIERUNG 1996) sind landwirtschaftliche Betriebe ab 10 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche dazu verpflichtet, Bodenuntersuchungen zu erheben und jährliche Nährstoffvergleiche für Stickstoff zu erstellen. Die seit 1999 zulässigen Maximalmengen organischer Dünger von $170 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ werden aber weiterhin zu wasserwirtschaftlichen Problemen führen, zumal bei den organischen Düngemitteln 30% als Stickstoffverlust angerechnet werden dürfen (UBA 1996). Eine wesentliche Ursache der N-Bilanzüberschüsse ist eine häufig dem Pflanzenbedarf nicht angepasste Mineraldüngung. Hinzu kommt noch die Akkumulation des Stickstoffs durch die geringe N-Verwertung in der Nutztierhaltung, da nur 16% des eingesetzten Futterstickstoffs vom Tier retiniert werden (FLEISCHER 1998). Durch eine angepasste Stickstoffdüngung sowie durch eine verringerte Beweidungsintensität mittels einer integrierten Schnittnutzung können Nitratausträge auf Grünland vermindert werden (BÜCHTER et al. 2000). Hinsichtlich der hohen Nitratverluste auf dem Grünland kommt dem Silomais als „guter Stickstoffverwerter“ eine neue Sichtweise zu. Der Maisanbau stellt aufgrund seiner langsamen Jugendentwicklung verbunden mit einer geringen Stickstoffaufnahme eine potentielle N-Auswaschungsgefahr dar. Dies ist besonders der Fall, wenn es durch zu hohe mineralische Düngegaben zu überhöhten bodenbürtigen Nitratgehalten kommt (SEVERIN & FÖRSTER 1988). Die Stickstoffgehalte an einem Standort zu Beginn der Grundwasserneubildungsperiode sowie Mine-

ralisation und Witterung im Winter sind von entscheidender Bedeutung für den Umfang der Nitratverluste mit dem Sickerwasser (VAN DER PLOEG et al. 1995). Ein Ziel dieser Untersuchung ist die Quantifizierung der Nitratgehalte im Sickerwasser bei verschiedenen N-Düngungsintensitäten in der Futterproduktion mittels Saugkerzen.

2. Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Universität Kiel (Übergangsgebiet der Niederen zur Hohen Geest, Ø-Jahresniederschlag $823,6 \text{ mm}$, Ø-Jahrestemperatur $8,4 \text{ }^\circ\text{C}$, Bodenart / -typ: hS (h4) / Podsol-Gley aus weichselzeitlichen Sanden mit 18 bis 25 Bodenpunkten) im Jahr 1997 angelegt. In den beiden Untersuchungsjahren 1998 und 1999 fielen im Mittel 824 mm Niederschlag. Die klimatische Wasserbilanz betrug im Mittel der beiden Jahre 350 mm .

Der Versuch wurde in Form einer dreifaktoriellen Spaltanlage angelegt. Die Stickstoffdüngung wurde durch Rindergülle mit 0 m^3 , 20 m^3 (Ø der Jahre = $56 \text{ kg Gesamt-N ha}^{-1}$) sowie $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Ø der Jahre = $112 \text{ kg Gesamt-N ha}^{-1}$) und durch die N-Mineraldüngerintensitäten von 0, 50, 100 und 150 kg N ha^{-1} variiert. Der dritte Versuchsfaktor stellt die Untersaat (ohne / mit 6 kg ha^{-1} Deutschem Weidelgras) dar. Die Maissorte war Naxos (S 220, Kompakttyp), der Reihenabstand betrug 75 cm .

Das Sickerwasser wurde mittels keramischer Saugkerzen aus 50-60 cm Bodentiefe während der Sickerwasserperioden (November – April) gewonnen (Mullit, Länge des Keramikkörpers 50 mm , Ø 20 mm , max Porengröße $1 \mu\text{m}$, Unterdruck 400 hPa). Die Sickerwasserproben-

Autoren: Dipl.-Ing. Manfred BÜCHTER, Dr. Michael WACHENDORF und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 KIEL



nahme fand im wöchentlichen Rhythmus statt, die Proben wurden im Labor umgehend auf Nitrat analysiert.

Bei den im Ergebnisteil dargestellten Konzentrationen und Frachten handelt es sich um Jahresmittelwerte über die gemessenen 2 Sickerwasserperioden (1998/99 u. 1999/2000). Die statistische Auswertung erfolgte in Form einer Kovarianzanalyse mit den Faktoren Untersaat (US) und Gülledüngung (G) als Klassifizierungsvariable und der mineralischen Düngung (N) als Regressionsvariable. Als Ergebnis sind die signifikanten gesicherten Interaktionen dargestellt. Die Berechnungen erfolgten mit dem Softwarepaket SAS® (SAS INSTITUTE 1996). Die Berechnung der Frachten erfolgte mittels der kumulativen klimatischen Wasserbilanz (WENDLING 1995), wobei eine Gewichtung entsprechend der Sickerwassermenge in den einzelnen Jahren berücksichtigt wurde.

3. Ergebnisse und Diskussion

Ausschlaggebend für den Sickerungsverlauf und somit für die Nitratverlagerung im Boden ist die Höhe und Verteilung der Niederschläge während der Sickerwasserperiode im Winterhalbjahr. Unter Berücksichtigung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) von 94 mm wurde im Mittel der beiden dargestellten Versuchsjahre 1998 und 1999 eine kummulative Wasserbilanz von 350 mm berechnet. Bei einer Sickerwassermenge von 350 mm entspricht der Grenzwert von 50 mg $\text{NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ einer Fracht von 40 kg N ha^{-1} .

Der Silomaisanbau kann trotz der hohen N-Verwertung durch die Maispflanze kritische Werte aufweisen, die eine Belastung für das Grundwasser darstellen können. Besonders in den mit mehr als 150 kg N $\text{ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ gedüngten Varianten ohne Untersaat wurden Auswaschungsverluste größer 40 kg N $\text{ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ gemessen. Im Vergleich zu den dreijährigen Untersuchungen auf dem Dauergrünland (BÜCHTER et al. 2000) zeigen die gemessenen Nitratkonzentrationen des Sickerwassers unter Silomais ähnliche Verläufe wie unter Grünland bei Schnittnutzung auf. Dieses korrespondiert mit den Bilanzsalden, wie sie INGWERSEN et al. (2000) für die Grünland-Schnittsysteme und JOVANOVIĆ et al.

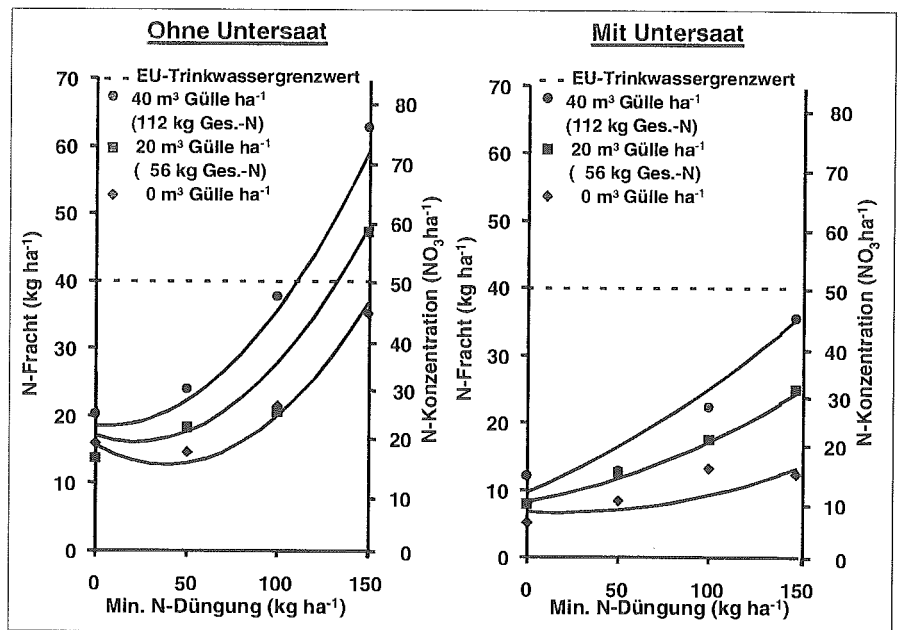


Abbildung 1: N-Fracht und NO_3 -Konzentrationen im Sickerwasser unter Silomais in Monokultur in Abhängigkeit von der Gülle- und mineralischen N-Düngung sowie der Untersaat mit Deutschem Weidelgras (Mittel der Jahre 1998 und 1999)

(2000) für den Silomaisanbau anhand der Bilanzüberschüsse, die maximal 80 kg N ha^{-1} erreichten, dokumentierten.

	NO_3 -Konzentration	N-Fracht
Sign.	G x N ***	G x N ***
sign.	US x N ² ***	US x N ² ***
r ²	0,84	0,84
S.E.	7,6	6,0

Die Sickerwasseruntersuchungen belegen, dass sowohl eine zunehmende Gülle- als auch mineralische N-Düngung das Potential eines N-Austrages erhöhen (GxN $p < 0,001$). Durch das Ausbringen einer Untersaat konnten die N-Frachten reduziert werden (USxN² $p < 0,001$), welches die Wirkungsbeziehung zwischen N-Dünger und der durch Deutschem Weidelgras gebundenen N-Menge widerspiegelt. Die gemessenen Konzentrationen der Untersaatvarianten liegen im gesamten N-Intensitätsspektrum unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung und stellen somit nur eine minimale Belastung des Grundwassers dar.

4. Schlußfolgerung

Grundlage dieses Berichtes sind die ersten beiden Untersuchungsjahre des „Karkendamm-Projektes“. Für die mehrjährig mit Silomais bestellten landwirtschaftlichen Nutzflächen zeigen diese Untersuchungen mit einem Stickstoffge-

samtinput von bis zu 150 kg N ha^{-1} nur geringe Nitratbelastungen auf. Die mit Untersaat angebauten Maisflächen der sandigen Geeststandorte unterschreiten über den gesamten geprüften Düngungsbereich den Grenzwert der Trinkwasserverordnung.

Im Maisanbau ist daher bei einer optimierten bedarfsgerechten Düngung auf sorptionsschwachen Böden im Vergleich zum Grünland (BÜCHTER et al. 2000) mit relativ geringen Nitratbelastungen zu rechnen. Deshalb werden in der zweiten Projektphase Möglichkeiten geprüft, inwieweit durch eine angepasste Fruchtfolgengestaltung in der Grundfutterproduktion die Nitratbelastung des Grundwassers reduziert werden kann (WACHENDORF et al. 2000).

5. Literatur

- BÜCHTER, M., M. WACHENDORF & F. TAUBE, 2000: Nitratauswaschung unter Grünland in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform und der N-Düngungsintensität. AG Grünland und Futterbau – Tagungsband 44, 197-200.
- BUNDESREGIERUNG, 1986: Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung), vom 22.05.1986, Teil 1, 760-773.
- BUNDESREGIERUNG, 1996: Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung), vom 26. Januar 1996, Teil 1 Nr.6, 118-121.

- FLEISCHER, E., 1998: Nutztierhaltung und Nährstoffbilanzen in der Landwirtschaft. Angewandte Umweltforschung 10. 1. Aufl., Analytica, Berlin.
- INGWERSEN, B., M. WACHENDORF & F. TAUBE, 2000: N-Bilanz und –Effizienz von Dauergrünland bei unterschiedlicher Bewirtschaftung. AG Grünland und Futterbau – Tagungsband 44. 193-196.
- JOVANOVIĆ, J.-N., M. WACHENDORF & F. TAUBE, 2000: N-Bilanz und –Effizienz von Silomais bei variierter N- und Gülledüngung. AG Grünland und Futterbau – Tagungsband 44. 189-192.
- JOVANOVIĆ, J.-N., M. WACHENDORF AND F. TAUBE, 2000: Impact of a grass understorey on the performance of silage maize. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg, May 22-25, EGF 5, 446-448.
- ROHMANN, U. & H. SONTHEIMER, 1985: Nitrat im Grundwasser – Ursachen, Bedeutung, Lösungswege; DVWG-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Univ. Karlsruhe (TH).
- SAS INSTITUTE, 1996: SAS/STAT User's Guide, Release 6.12 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SEVERIN, K. & P. FÖRSTER, 1988: Standortsspezifische Nitrat- und Ammoniumuntersuchungen in Niedersachsen von 1985-1988. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 57, 113-118.
- TAUBE, F. & M. WACHENDORF, 2000: The Karkendamm Project: A system approach to optimize nitrogen use efficiency on the dairy farm. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg, May 22-25, EGF 5, 449-451.
- UBA, UMWELTBUNDESAMT, 1996: Daten zur Umwelt. Schmidt, Berlin.
- VAN DER PLOEG, R.R., G. MACHULLA & H. RINGE, 1995: Ein Mischzellenmodell zur Abschätzung der Nitratauswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Böden im Winterhalbjahr. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 158, 365-373.
- WACHENDORF, M. & F. TAUBE, 1999: Nitrogen fertilizer management of grassland and maize for an improved nitrogen use efficiency on dairy farms. Proceedings of the COST 814 Workshop „Nitrogen USE Efficiency“ June 1999, Ghent, Belgium, 57-66.
- WACHENDORF, M., H. TROTT, K. VOLKERS & F. TAUBE, 2000: Steigerung der N-Effizienz im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb – Konzept der zweiten Phase des N-Projektes Karkendamm. AG Grünland und Futterbau – Tagungsband 44, 225-228.
- WENDLING, U., 1995: Berechnung der Gras-Referenzverdunstung mit der FAO Penman-Monteith-Beziehung. - Wasserwirtschaft 85, 602-604.

Steigerung der N-Effizienz im spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetrieb durch Futterbau in Fruchtfolgen - Erste Ergebnisse

K. VOLKERS, M. WACHENDORF und F. TAUBE

1. Einleitung

Die Nährstoffbilanzen in ca. 1500 untersuchten Milchvieh-/Futterbaubetrieben in Schleswig-Holstein weisen für das Jahr 2000 Überschüsse von im Durchschnitt $+170 \text{ kg Stickstoff (N) ha}^{-1}$ auf (ANONYMUS, 2000). Hierbei ist eine erhebliche Schwankungsbreite vorhanden. Eine Erhebung auf niedersächsischen Futterbaubetrieben wies einen Bilanzüberschuss von $+135 \text{ kg N ha}^{-1}$ auf mit Salden von 42 bis 285 kg N ha^{-1} (SCHERINGER & ISSELSTEIN, 2000). Da über 80% der Milchkühe in Schleswig-Holstein auf der Geest gehalten werden, auf Standorten mit sandigen Böden und Tongehalten häufig unter 5%, besteht die Gefahr der Auswaschung von wasserlöslichen Verbindungen z. B. Nitrat. Die 1. Phase des N-Projektes Karkendamm diente der quantitativen Erfassung der N-Flüsse bzw. der Produktivität auf dem Dauergrünland und im Silomaisanbau bzw. im mehrjährigen Ackergras/Klee-Anbau (TAUBE & WACHENDORF, 2000). Das Ziel der 2. Phase ist die Erfassung der N-Effizienz der Futterbaufuchtfolge Deutsch' Weidel-Weißklee-gras - Silomais - Triticale unter drei pflanzenbaulich verschiedenen intensiven Nutzungsgregimen (WACHENDORF et al., 2000)

2. Material und Methoden

Die Versuchsfläche gehört zum Versuchsbetrieb Karkendamm der Universität Kiel, dieser liegt im Übergangsbereich von der Niederen zur Hohen Geest. Der Standort zeichnet sich durch einen stark humosen ($C_e: 7.5\%$), sandigen Oberboden aus. 1980 wurde die Fläche tiefumgebrochen und aus dem ehemaligen Gley-Podsol wurde ein Treposol. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge und Temperatur des langjährigen

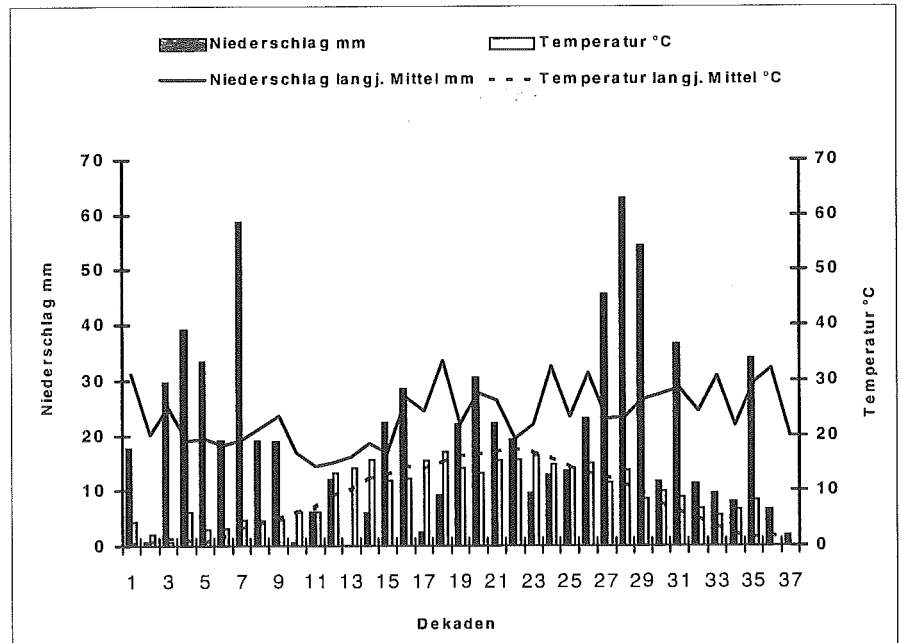


Abbildung 1: Witterungsverlauf 2000 Versuchsbetrieb Karkendamm

Mittels betrug 802 mm und $8.4 \text{ }^\circ\text{C}$. Das Jahr 2000 war durch ca. 200 mm weniger Niederschlag während der Vegetationsperiode und im Durchschnitt $0.8 \text{ }^\circ\text{C}$ höhere Temperaturen im Vergleich zum langjährigen Mittel gekennzeichnet. *Abbildung 1* zeigt den Witterungsverlauf im Jahr 2000 im Vergleich zum langjährigen Mittel. *Tabelle 1* charakterisiert die drei pflanzenbaulichen Intensitäten. Der Versuch geht von einem Milchvieh-/Futterbaubetrieb der schleswig-holsteinischen Geest mit einem durchschnittlichen Viehbesatz von 1.8 GV ha^{-1} inklusive Jungtiere und 100 Weidetage aus. Daraus resultiert ein durchschnittlicher Wirtschaftsdüngeranfall von $25 \text{ m}^3 \text{ Gülle ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Der Versuch wurde als Spaltanlage mit 2 Güllestufen (0 und 25 m^3) und drei mineralischen N-Stufen differenziert nach den jeweiligen Fruchtfolgegliedern angelegt. Vorfrucht war ein 4 Jahre alter Grasbestand.

Der Ausgleich der Phosphor- und Kalidüngung erfolgte nach der Ertragsstufe 3 abzüglich der Gülledüngung (LUFA, 2000). Der Deutsch' Weidel-Weißklee-grasbestand wurde in einem Verhältnis von $20 \text{ kg Dt. Weidelgras (Fennema)}$ und $4 \text{ kg Weißklee (AberHerald) ha}^{-1}$ angesät. Beim Silomais wurde die Kompaktsorte Naxos mit 11 Pfl. m^{-2} angebaut. Die Triticalesorte Modus wird nach der Maisernte mit $250 \text{ Körner m}^{-2}$ gedreht. Die Mähweide wird zweimal geschnitten und anschließend mit Jungtieren (\emptyset Lebendgewicht 450 kg) beweidet. Dabei wird ein Weiderest von $25-35 \%$ angestrebt. Unmittelbar nach den Beweidungen wurde die Fläche geputzt. Die letzte Beweidung im Jahr erfolgte Mitte September, danach diente die wachsende Biomasse bis zum Vegetationsende als 'catch crop'. Dieser Bestand überwintert und wird im Frühjahr vor der Maisausaat umgebrochen. Der Mais wird zur

Autoren: Dipl.-Ing. Karen VOLKERS, Dr. Michael WACHENDORF und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 KIEL



Tabelle 1: Kennwerte der 3 simulierten Betriebstypen

Kulturart	Mineraldüngereinsatz kg N ha ⁻¹	Gülle-N ⁺ (kg ha ⁻¹)	Gesamt-N [#] (kg ha ⁻¹)	Richtwerte org.+min. N (kg ha ⁻¹)
Pflanzenbau extensiv				
Mähweide	0	75	75	250
Silomais	0	75	75	150
Triticale	0	75	75	180
Ø N-Einsatz	0	75	75	193
Pflanzenbau reduziert				
Mähweide	100 (50/50/0/0)	75	175	250
Silomais	25 zur Saat	75	100	150
Triticale	100 (30/40/30)	75	175	180
Ø N-Einsatz	75	75	150	193
Pflanzenbau intensiv				
Mähweide	150 (80/40/30/0)	75	225	250
Silomais	100 (60/40)	75	175	150
Triticale	200 (60/80/60)	75	275	180
Ø N-Einsatz	150	75	225	193

+: 25 m³ Gülle * 3 kg N-Gesamt/m³ Gülle; #: Richtwerte für die Düngung (LUFA 2000)

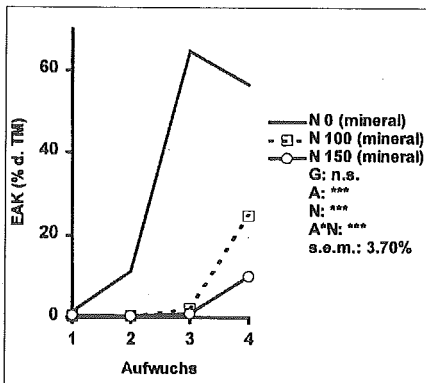


Abbildung 2: Ertragsanteile des Klees

Silomaisreife bzw. die Triticale sowohl Ende Milch-/Anfang Teigreife als Ganzpflanzensilage als auch zur Kornernte beprobt. Die Ertragsleistungen der Fruchtfolgeglieder wurden mit einer hierarchischen Kovarianzanalyse berechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die ersten Ergebnisse des Versuchsjahres 2000 vorgestellt. Die Anzahl der Großvieh-Weidetage (GWT), berechnet nach Köhnlein und Weissenberg (1955), betrug über alle N-Varianten 343 Tage. Im Vergleich dazu erzielte die Mähweide II (200 kg N ha⁻¹ a⁻¹) des Dauergrünlandversuches bei selbiger Nutzung auf benachbartem Standort 453 GWT im Mittel der Versuchsjahre '97-'99. Der Weiderest der 3. und 4. Nutzung betrug im Durchschnitt

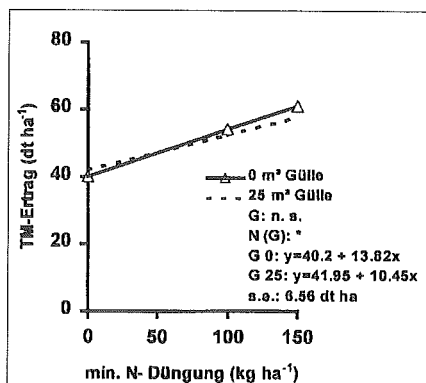


Abbildung 3: TM-Ertrag des Klee-grases

der N-Varianten 31,3 %. Dabei traten die geringsten Weidereste bei dem Klee-gras ohne mineralische N-Düngung auf.

Die Abbildung 2 beschreibt die varianzanalytisch untersuchten Ertragsanteile des Klees (EAK) über die vier Aufwüchse, wobei kein Einfluß der Güllendüngung auf den EAK abzuschließen ist. Zu Beginn der Vegetationsperiode entwickelt sich der Klee nur zögerlich. Nach der 2. Nutzung gewinnt der Klee in der nicht gedüngten Variante sehr stark an Bedeutung (EAK > 60%), erzielt hingegen in der 100 kg N-Variante erst zur 4. Nutzung 28 % Ertragsanteil. Abbildung 3 verdeutlicht die lineare Beziehung zwischen Trockenmasse (TM)-Erträgen und mineralischer N-Düngung, welche einen signifikanten Einfluß auf den TM-Ertrag bewirkt. Die Erträge liegen zwischen ca. 40 und 61 dt TM ha⁻¹. Zur Erzielung von

zusätzlichen 20 dt TM müssen also 150 kg mineralischer N gedüngt werden. Die zusätzliche Güllegabe hat keinen signifikanten Einfluß auf den TM-Ertrag. In Abbildung 4 sind die TM-Erträge der Gesamtpflanze (Sproß ohne Stoppel) der Triticale dargestellt. Auch hier besteht eine lineare Beziehung zwischen mineralischer N-Düngung und TM-Ertrag, wobei der Grenzertrag geringer ist als beim Klee-gras. Wiederum hat die Güllegabe keinen Einfluß auf den TM-Ertrag der Triticale. Der TM-Ertrag des Silomais (Abbildung 5) der nicht gedüngten Variante liegt bei 125 dt TM ha⁻¹. Durch den Einsatz von 100 kg mineralischem N und 25 m³ Gülle werden 28 dt TM ha⁻¹ mehr geerntet (153 dt TM ha⁻¹). Der Einsatz von 25 m³ Gülle ohne mineralischen N-Dünger führt zu einem ebenso hohen TM-Ertrag wie unter Einsatz von 100 kg mineralischen N. Im Maismonokulturversuch desselben Jahres und Standortes erbrachte der Silomais bei einer Gabe von 20 m³ Gülle 100 dt TM ha⁻¹, in Kombination mit zusätzlichen 100 kg mineralischen N erzielte der Bestand einen TM-Ertrag von 130 dt TM ha⁻¹.

4. Schlussfolgerung

Es besteht bei allen Fruchtfolgegliedern nach mehrjährigem Grasanbau eine statistisch absicherbare lineare Beziehung zwischen mineralischer N-Düngung und TM-Ertrag. Auf Grund der geringen Niederschläge während der Vegetation blieb die Ertragsleistung des Klee-grases auf einem niedrigen Niveau von 40-61 dt TM ha⁻¹, wobei die EAK in der ungedüngten Variante nach der 1. Beweidung 60 % überstiegen. Triticale erzielte in Abhängigkeit der mineralischen N-Düngung einen TM-Ertrag von 69 bis 90 dt TM ha⁻¹. Die Ertragsleistung des Silomais lag zwischen 125 und 153 dt TM ha⁻¹.

5. Literatur

- ANONYMUS, 2000: Rinderreport 2000. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen Nr. 544/545. Hrsg.: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein.
- FRAME, J., & P. NEWBOULD (1986): Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy*, 40, 1-87.
- KÖHNLEIN, J. & H. WEISSENBERG, 1955: Vereinfachung und Verbesserung der Weideertragsermittlung. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 100, 53-66.
- LUFA, 2000: Richtwerte für die Düngung 2000, Hrsg.: Landwirtschaftskammer S.-H., Kiel

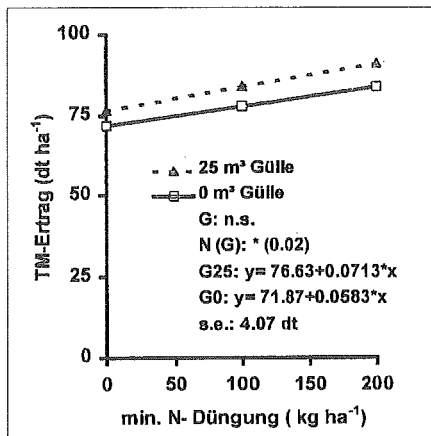


Abbildung 4: TM-Ertrag der Gesamtpflanze Triticale

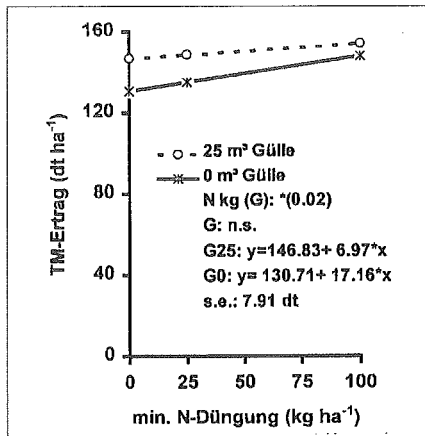


Abbildung 5: TM-Ertrag Silomais

SCHERINGER, JOHANNA & J. ISSELSTEIN, 2000: Zur Variabilität der Stickstoffeffizienz in Futterbaubetrieben Niedersachsens. 44. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Kiel, Band 2, 125-128.

TAUBE, F. & M. WACHENDORF, 2000: The Karkendamm Project: A system approach to optimize nitrogen use efficiency on the dairy farm. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg, May 22-25, 449-451.

WACHENDORF, M., H. TROTT, K. VOLKERS, & 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 Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften vom 24. bis 26. August 2000 in Kiel, 2: 225-228.

Kritische Rohproteinkonzentration bei Silomais als Indikator der Stickstoffversorgung

A. HERRMANN, N. JOVANOVIĆ und F. TAUBE

1. Einleitung

Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussionen um die Umweltverträglichkeit von Futterbausystemen kommt der Stickstoffversorgung von Silomaisbeständen eine große Bedeutung zu (SCHRÖDER et al. 1998). Da Silomais schon bei geringen N-Intensitäten hohe Erträge und somit eine hohe Effizienz des eingesetzten Stickstoffs gewährleistet (JOVANOVIĆ et al. 2000), bergen nicht an den Bedarf angepasste Düngungsstrategien die Gefahr erhöhter N-Auswaschungsverluste. Die Vorhersage des N-Bedarfs ist aufgrund der unvorhersagbaren klimatischen Parameter, die das Pflanzenwachstum und die N-Mineralisierung des Bodens beeinflussen, als problematisch anzusehen, insbesondere bei Einsatz von organischen Düngemitteln. Der aus organischem Dünger bereitgestellte Stickstoff wird oft nicht in ausreichendem Umfang berücksichtigt und die mineralische Düngergabe nicht entsprechend reduziert. In der landwirtschaftlichen Praxis besteht daher die Tendenz, den N-Bedarf der Silomaisbestände zu überschätzen (LEMAIRE and GASTAL 1997).

Ein dem Bedarf der Pflanze angepasstes N-Management erfordert Indikatoren, die eine Charakterisierung der N-Versorgung ermöglichen und somit Informationen zur Anpassung der Düngung in der aktuellen oder der folgenden Vegetationsperiode liefern (SCHRÖDER et al. 2000). Bodenbezogene Indikatoren wie die Nmin-Methode liefern eine punktuelle Einschätzung der N-Nachlieferung. Über den Zusammenhang von N-Gehalt und Ertragsbildung versuchen pflanzenbezogene Indikatoren, wie Nitratgehalt, Chlorophyllgehalt, Blattfarbe und Gesamt-N-Gehalt eine Bewertung des N-Status der Pflanze zu geben. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Einschätzung der Stickstoffversorgung von Praxisbeständen anhand der kritischen

Rohproteinkonzentration im Entwicklungsstadium „Teigreife der Karyopsen“ vorzunehmen.

2. Material und Methoden

Der kritische N-Gehalt N_{crit} der Pflanze ist definiert als derjenige Mindest-N-Gehalt (%), der zur Erzielung maximaler Wachstumsraten erforderlich ist (LEMAIRE and GASTAL 1997). Die Abnahme von N_{crit} im Verlauf der Vegetationsperiode von Mais kann als Funktion der Biomasse W über die Funktion

$$N_{crit} = 3.40 \cdot (W)^{-0.37}$$

beschrieben werden. Nach PLÉNET and LEMAIRES (1999) ist die Gültigkeit des Modells auf den Entwicklungsabschnitt Auflaufen bis weibl. Blüte + 25 Tage beschränkt, Extrapolationen sind jedoch auch gegebenenfalls bis zur Reife möglich. In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, die kritische RP-Konzentration zum Zeitpunkt der Silomaisernte abzuleiten. Hierzu wurde die Beziehung zwischen der RP-Konzentration und dem relativen TM-Ertrag über eine exponentielle Funktion beschrieben. Datenbasis der Untersuchung bilden mehrjährige Stickstoffsteigerungsversuche, die jeweils mehrjährig an drei Standorten in Schleswig-Holstein durchgeführt wurden, siehe *Tabelle 1*.

3. Ergebnisse und Diskussion

Wie aus *Abbildung 1* zu entnehmen ist, besteht eine gesicherte Beziehung zwischen der RP-Konzentration der Ge-

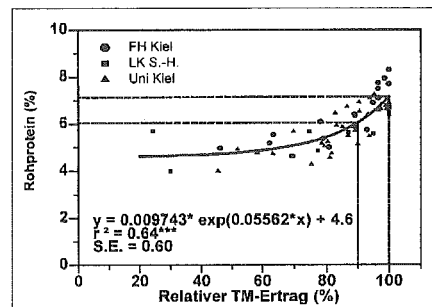


Abbildung 1: Beziehung zwischen Rohproteingehalt (%) und relativem Trockenmasseertrag von Silomais zum Erntezeitpunkt.

samtpflanze zur Silomaisernte und dem relativen TM-Ertrag. Die nur geringfügigen Veränderungen im Bereich niedriger Produktivität spiegeln den Grenzbereich der RP-Konzentration in N-Mangelsituationen wider, und zeigen eine gute Übereinstimmung mit dem von PLÉNET and LEMAIRES (1999) geschätztem Wert der minimalen N-Konzentration von 0,7 % N.

Im Bereich höherer Düngungsintensität, d.h. einem gesteigerten Ertragsniveau, ist hingegen eine deutliche Abhängigkeit zwischen RP-Konzentration und rel. TM-Ertrag gegeben. Eine auf die Ertragsmaximierung (90 bis 100 % des Maximalertrages) abgestimmte N-Düngung resultiert danach in RP-Konzentrationen der Maissilage von 6,05 bis 7,14 %. Die für den Maximalertrag erforderlichen N-Düngermengen variierten hierbei in den Feldversuchen zwischen 110 und 150 kg N/ha. Obwohl erhebliche Unterschiede bzgl. des Ertragspotentials der Standorte vorlagen [Schuby (S) 25-112 dt TM/ha, Ostenfeld (IS) 55-147 dt

Tabelle 1: Datenbasis der Untersuchung

Standort/Bodenart	Versuchsjahre	N-Düngung (kg N/ha)	Sorte
Ostenfeld (FH Kiel) IS	1995-97	0 – 190 (mineral.)	Alarik
Schuby (LK S.-H.) S	1997-98	0 - 150 (mineral.)	Antares
Karkendamm (Uni Kiel) hS	1997-99	0 – 250 (mineral. u. Gülle)	Naxos

Autoren: Dr. Antje HERRMANN, N. JOVANOVIĆ und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



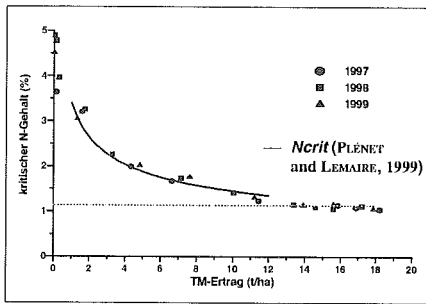


Abbildung 2: Abnahme des kritischen N-Gehaltes von Silomais mit Zunahme der Biomasse, Daten des Feldversuchs Karkendamm

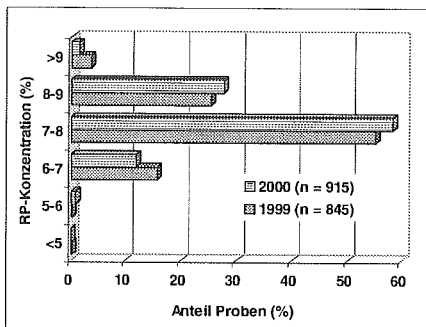


Abbildung 3: Rohproteinkonzentration von Maissilage, Daten der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 1999 und 2000.

TM/ha, Karkendamm (hS) 81-190 dt TM/ha], ist eine für alle Standorte gültige Beziehung zwischen RP-Konzentration und relativem TM-Ertrag, und somit für norddeutsche Klimaverhältnisse eine Übertragbarkeit auf andere Umweltbedingungen gegeben. Die für das Stadium der Siloreife ermittelte kritische RP-Konzentration von 7.14 % (= 1.14 % N) steht auch im Einklang mit der von

PLÉNET and LEMAIRE (1999) ermittelten Funktion zur Beschreibung des kritischen N-Gehaltes im Vegetationsverlauf, wie Zuwachsbeprobungen des Karkendamm-Materials zeigen (Abbildung 2). Eine näherungsweise Schätzung für N_{crit} wurde anhand der N-Konzentration der jeweils ertraghöchsten Variante jeden Beprobungstermins ermittelt. Für den von PLÉNET and LEMAIRE (1999) angegebenen Gültigkeitsbereich der Funktion (>1 t TM/ha bis 25 d nach weibl. Blüte) werden die Daten mit einem Bestimmtheitsmaß von 0.96 durch die Funktion beschrieben. Auch eine Extrapolation der Funktion in den Bereich der Siloreife scheint möglich.

Daten der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein zur Silagequalität von Praxisbeständen in den Jahren 1999 und 2000 zeigen, dass ca. 30 % der Silagen eine RP-Konzentration oberhalb des kritischen Wertes (7.14 ± 0.6) aufweisen und somit von einer N-Überversorgung der Maisbestände ausgegangen werden kann. Im Gegensatz dazu lag nur bei weniger als 1 % der Proben eine tatsächliche Mangelversorgung der Pflanzen vor. Im Hinblick auf eine Optimierung der Nährstoffsalden im Silomaisanbau kann die N-Düngungsdosis folglich noch weiter reduziert werden ohne mit Ertragseinbußen rechnen zu müssen.

Die a posteriori-Analyse mittels der kritischen RP-Konzentration bietet somit einen geeigneten Ansatz für die Anpassung des N-Bedarfs von Silomaisbeständen („learning-by-doing“-Strategie). Zur

Zeit wird in unserem Hause eine längerfristige Absicherung des Datenmaterials über einen weitergefassten Klimaraum geprüft. Bei Bestätigung der vorliegenden Beziehungen wäre der Ansatz auch als Basis für die Ermittlung von Richtwerten für eine gute fachliche Praxis zu prüfen.

4. Literatur

- JOVANOVIĆ, N., M. WACHENDORF und F. TAUBE, 2000: N-Bilanz und -Effizienz von Silomais bei variiertem N- und Gülledüngung. In: 44. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, 23.-26. August 2000 in Kiel, Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen.
- LEMAIRE, G. and F. GASTAL, 1997: N Uptake and Distribution in Plant Canopies. In: G. Lemaire (ed.), Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- PLÉNET, D. and P. LEMAIRE, 1999: Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. *Plant Soil* **216**, 65-82.
- SCHRÖDER, J.J., J.J. NEETESON, J.C.M. WITHAGEN and I.G.A.M. NOU, 1998: Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on sandy soils. *Field Crops Res.* **58**, 55-67.
- SCHRÖDER, J.J., J.J. NEETESON, O. OENEMA and P.C. STRUIK, 2000: Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Res.* **66**, 151-164.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Überlassung des Datenmaterials bei Herrn Prof. Dr. R. Wulfes (FH Kiel) und den Herren Dr. E. Techow und Dr. W. Lüppling (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein).

Regionale Erntezeitprognose Silomais - Projektbeschreibung und erste Ergebnisse

A. HERRMANN, A. KORNER und F. TAUBE

1. Einleitung

Sowohl die Sortenwahl als auch die Entscheidung über den optimalen Erntezeitpunkt eines Silomaisbestandes sollten stets mit dem Ziel getroffen werden, die höchstmögliche Futterqualität zu erreichen. In der landwirtschaftlichen Praxis sind jedoch oft verfrühte oder verspätete Erntetermine zu beobachten, was zu Schwierigkeiten bei der Silierung und zu Nachgärungen führt (PAUL et al. 2000, HONIG 1991). In beiden Fällen, d.h. einer zu frühen bzw. zu späten Ernte, wird das Potential der Maisbestände nicht optimal ausgenutzt. Der Schwerpunkt eines in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Maiskomitee, der FAL Braunschweig, verschiedenen Länderdienststellen für Sortenprüfwesen, Maiszüchtungsunternehmen und dem Deutschen Wetterdienst durchgeführten Projekts liegt deshalb auf der Entwicklung einer regionalen Erntezeitprognose für Silomais, mit dem Ziel der Erzeugung hochwertiger Maissilage. Neben zwei Modellansätzen, die die Abreife allein als Funktion der Temperatursumme beschreiben, soll das am Lehrstuhl entwickelte Modell *FOMAQ* (Forage Maize Quality) (KORNER et al. 1991, HERRMANN et al. 2000) überprüft werden, das neben der Temperatur weitere Witterungsparameter wie die Einstrahlung und die Verfügbarkeit von Bodenwasser berücksichtigt.

2. Material und Methoden

2.1 Datenbasis

Voraussetzung für die Entwicklung eines bundeseinheitlichen Prognosemodells ist die hinreichende Erfassung der genotypisch bedingten Variation des Abreifeverhaltens des aktuellen Mais-sortenspektrums. Hierzu wurde ein Prüf-sortiment von 8 Sorten ausgewählt (Ta-

belle 1), das bzgl. der Reifegruppe und des Abreifeverhaltens (schnelle bzw. langsame Restpflanzenabreife) sowie der Inhaltsstoffzusammensetzung das aktuelle Sortenspektrum repräsentiert. Erfahrungsgemäß hängt die Prognosegenauigkeit stark vom Umfang der Datenbasis ab, die der Modellkalibrierung zugrunde liegt. Dieser Problematik wird durch die Erfassung einer möglichst großen Bandbreite verschiedener Umwelten im Hinblick auf die Bodeneigenschaften, Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse Rechnung getragen (geplant: 4 Versuchsjahre (2000-2003); 16 Standorte im Jahr 2000, 22 Standorte im Jahr 2001). Die Beschreibung des Abreifeverhaltens erfolgt zum einen über den TM-Gehalt der Gesamtpflanze. Da dieser aber im Hinblick auf die Op-

Tabelle 1: Untersuchte Sorten

Sorte	Silo-Reifezahl	Körner-Reifezahl
Arsenal	S 210	K 210
Oldham	S 220	
Symphony	S 220	K 210
robot	S 230	K 220
Attribut	S 240	K 250
Fuego	S 250	K 220
Clarica	S 270	K 280
Benicia	S 280	K 250

timierung des Futterwertes nicht über eine ausreichende Aussagekraft verfügt, erfolgt eine weitergehende Charakterisierung durch die Verdaulichkeit der organischen Masse, den Stärkegehalt der Gesamtpflanze und das Kolben/Restpflanze-Verhältnis.

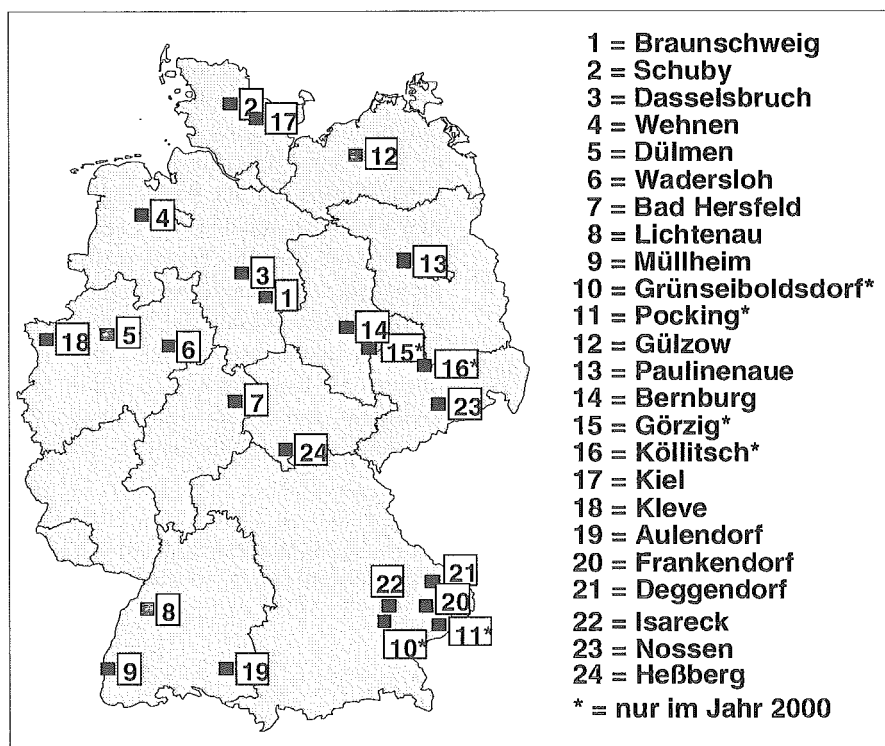


Abbildung 1: Versuchsstandorte 2000 und 2001

Autoren: Dr. Antje HERRMANN, A. KORNER und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



2.2 Modellierung

Im Vordergrund der Modellierung steht zunächst die sortenspezifische Modellkalibrierung, d.h. die Schätzung der Modellparameter erfolgt getrennt für jede der 8 Sorten. Ein weiteres Ziel besteht darin, die zur Zeit gebräuchliche Einteilung für Silomais in das frühe, mittelfrühe und mittelspäte Sortiment hinsichtlich des Temperatursummenbedarfs zuzüglich weiterer Erklärungsgrößen zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen.

Die Modellierung der Silomais-Abreife nach Temperatursumme berücksichtigt die von der Association Générale de Producteurs de Mais (AGPM) bzw. die vom Deutschen Maiskomitee e.V. (DMK) vorgeschlagene Version, die sich hinsichtlich der verwendeten Basistemperatur (AGPM: 6 °C, DMK: 8 °C) und verschiedener Nebenbedingungen unterscheiden. Der Schwerpunkt bei der Modellierung liegt hierbei zunächst in der Ermittlung geeigneter Funktionen, mittels derer die Zusammenhänge zwischen der Temperatursumme und den erhobenen Ertrags- und Qualitätsparametern beschrieben werden können, wobei sowohl der Zeitraum „Aussaat bis Reife“ als auch „Blüte bis Reife“ betrachtet wird. Ein weiteres Ziel besteht darin, die in Frankreich verwendeten Zu- bzw. Abschläge für frühe bzw. späte Aussaat, Wassermangel oder geringe Wasserspeicherfähigkeit der Böden auf die hiesigen Klima- und Bodenverhältnisse anzupassen.

Bei dem am Lehrstuhl Grünlandwirtschaft und Futterbau entwickelten Modell *FOMAQ* handelt es sich um ein Modell zur Beschreibung der Ertrags- und Qualitätsentwicklung. Das Ertragsmodul liefert den täglichen TM-Zuwachs, während das Qualitätsmodul die täglichen Veränderungen verschiedener Futterqualitätsparameter berechnet. Da das Qualitätsmodul auf verschiedene, im Ertragsmodul berechnete Variablen zurückgreift, steht hier zunächst die Kalibrierung des Ertragsmoduls im Vordergrund. Der Einfluß von Witterungs- und Bodenverhältnissen fließt dabei über einen Wachstumsindex ein, der aus Temperatur, Einstrahlung und pflanzenverfügbarem Bodenwasser berechnet wird. In einem zweiten Schritt erfolgt die Kalibrierung der Futterqualitätsparameter.

3. Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse des ersten Versuchsjahres dargestellt. Geprüft wurden, wie bereits angeführt, zwei Temperatursummen-Ansätze (AGPM, DMK) und das Modell *FOMAQ*. Bei der Modellierung stand zunächst das genotypspezifische Abreifeverhalten im Vordergrund, die Einordnung in abreifespezifische Sortengruppen erfolgt in einem späteren Schritt.

Eine vorläufige Kalibration der Modelle wurde für den TM-Gehalt der Gesamtpflanze, den TM-Gehalt des Kolbens und den TM-Ertrag (nur *FOMAQ*) durchgeführt, Qualitätsdaten standen noch nicht zur Verfügung. Die Zusammenhänge zwischen der Temperatursumme und dem TM-Gehalt der Gesamtpflanze können, bei Berechnung ab Aussaat, über eine exponentielle Funktion beschrieben werden. Wird mit der Modellierung ab der Blüte begonnen, kann der Zusammenhang über eine lineare Funktion abgebildet werden. Für den TM-Gehalt des Kolbens (hier nicht dargestellt) wurde ein Polynom 2. Grades verwendet. Die Parameterschätzung für das Modell *FOMAQ* erfolgt modellintern mittels einer Optimierungsroutine. Hierbei wird die Parametrisierung so durchgeführt, daß die Regressionsgerade zwischen beobachteten und berechneten Werten mit der Winkelhalbierenden identisch ist. Da die Parameterschätzung für die Temperatursummenansätze zu einem systematischen Fehler führte, wurden die Regressionsgeraden beobachtet versus berechnet durch den Koordinatenursprung gezwungen, um somit eine Vergleichbarkeit der Bestimmtheitsmaße der Mo-

delle (Temperatursumme versus *FOMAQ*) zu erreichen.

Die vorläufigen Ergebnisse der Modellkalibrierung ab Aussaat zeigen, dass eine Prognose des TM-Gehaltes der Gesamtpflanze prinzipiell mit allen drei Modellen möglich ist, s. *Tabelle 2*. Für alle 8 Sorten weisen die Modelle zufriedenstellende Anpassungen mit mittleren Abweichungsmaßen (Root Mean Square Error = RMSE) von ca. 3 % auf. Lediglich für die Sorten Arsenal und Probat treten etwas größere Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten Werten auf. Die Modellierung mit *FOMAQ* führt jedoch für alle Sorten zu besseren Modellanpassungen, mit einem im Mittel über die Sorten um 20 % geringeren RMSE und höheren Bestimmtheitsmaßen, was besonders deutlich wird bei Arsenal und Probat, für die die Temperaturansätze deutliche Abweichungen von über 5% und reduzierte Bestimmtheitsmaße aufweisen. Die Ergebnisse der Temperatursummenmodelle unterscheiden sich nur geringfügig, wobei die Verwendung einer Basistemperatur von 6 °C (AGPM) tendenziell bessere Übereinstimmungen erkennen lässt.

Bei Modellierung ab der weiblichen Blüte, s. *Tabelle 3*, ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei Beginn der Berechnungen ab Aussaat. Zunächst ist festzustellen, dass die Höhe des Bestimmtheitsmaßes bei allen drei Modellen abnimmt, was auf der geringeren Streuung der TM-Gehalte des jungen Pflanzenmaterials vor der Blüte beruht. Bedingt durch einen systematischen Fehler (Überschätzung bei geringen, Unterschätzung bei hohen TM-Gehalten) weisen die Temperatursummenansätze im Vergleich zu *FOMAQ* deutlich geringere Bestimmtheits-

Tabelle 2: Maßzahlen zur Güte der Modellanpassungen für den TM-Gehalt (%) der Gesamtpflanze bei Modellierung ab Aussaat

	n	FOMAQ – Uni Kiel		T-summe (DMK)		T-summe (AGPM)	
		B	RMSE	B	RMSE	B	RMSE
Arsenal	105	0,89	3,88	0,70	5,66	0,73	5,32
Oldham	105	0,91	3,11	0,84	3,66	0,86	3,53
Symphony	105	0,91	3,12	0,84	3,77	0,85	3,63
Probat	105	0,89	3,45	0,70	5,18	0,71	5,20
Attribut	105	0,90	2,93	0,84	3,32	0,84	3,30
Fuego	105	0,90	2,99	0,83	3,58	0,84	3,53
Clarica *	64	0,91	2,60	0,82	3,38	0,83	3,32
Benicia *	64	0,92	2,32	0,85	2,95	0,86	2,90

16 bzw. 10 (*) Standorte

Tabelle 3: Maßzahlen zur Güte der Modellanpassungen für den TM-Gehalt (%) der Gesamtpflanze bei Modellierung ab Blüte

	n	FOMAQ – Uni Kiel		T-summe (DMK)		T-summe (AGPM)	
		B	RMSE	B	RMSE	B	RMSE
Arsenal	68	0,82	3,84	0,63	4,74	0,67	4,51
Oldham	68	0,82	3,17	0,75	3,31	0,76	3,23
Symphony	68	0,81	3,05	0,72	3,28	0,74	3,18
Probat	68	0,81	3,63	0,63	4,40	0,64	4,38
Attribut	68	0,73	3,10	0,65	3,10	0,65	3,11
Fuego	68	0,71	3,33	0,61	3,34	0,62	3,30
Clarica *	47	0,74	3,09	0,64	3,14	0,63	3,17
Benicia *	47	0,79	2,50	0,56	3,03	0,55	3,06

14 bzw. 10 (*) Standorte

maße auf. Während sich der RMSE bei der Verwendung von *FOMAQ* geringfügig erhöht hat, wird er bei der Modellierung mittels Temperatursummenansätzen reduziert. Ein Vergleich beider Temperatursummenmodelle läßt keine deutlichen Unterschiede erkennen, jedoch weist der Ansatz nach AGPM wiederum geringfügig höhere Bestimmtheitsmaße und geringere RMSE-Werte auf. Zusammenfassend ist festzuhalten, durch die Einbeziehung der Einstrahlungsintensität und des Bodenwasserhaushaltes im Modell *FOMAQ* sowohl bei Modellierung ab Aussaat als auch ab Blüte eine Überlegenheit gegenüber den Temperatursummenansätzen gegeben ist.

4. Ausblick - Umsetzung in die Praxis

Die Umsetzung dieses Modells in die landwirtschaftliche Praxis könnte in gleicher Weise erfolgen wie bei der sogenannten „Reifeprüfung Grünland“, die in Norddeutschland seit Mitte der 80er sehr erfolgreich für die Prognose des optimalen Schnitzeitpunktes von Grünlandaufwüchsen durchgeführt wird. Das parameterisierte Modell könnte demzufolge beispielsweise der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes übergeben werden, um die dann routinemäßigen Berechnungen durchzuführen. Die Erstellung der Ernteprognosen erfolgt für Regionen mit vergleich-

baren Klima- und Bodenbedingungen und basiert auf den bis zu einem aktuellen Tag vorhandenen Temperatur- bzw. Wetterdaten, den aus der Wettervorhersage (3-4 Tage) stammenden Werten und darüberhinaus auf dem langjährigen Mittel einer Region. Die Klassifizierung dieser Regionen erfolgt zuvor in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst. Die Prognoseergebnisse werden an die landwirtschaftliche Beratung weitergegeben, die die fachliche Interpretation der Vorhersagen und die Veröffentlichung übernimmt.

5. Literatur

- HERRMANN, A., KORNER, A. und F. TAUBE, 2000: Modellierung der Ertragsbildung und Qualitätsdynamik von Futterpflanzen – aktuelle Arbeiten am Lehrstuhl Grünland und Futterbau. In: 44. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 23.-26. August 2000 in Kiel, Wiss. Fachverlag, Giessen, 193-196.
- HONIG, H., 1991: Reducing losses during storage and unloading of silage. *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft* 123, 116-128.
- KORNER, A., NYMAN, P. und F. TAUBE, 1991: Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Wirtschaftseig. Futter* 37, 232-248.
- PAUL, C., J.M. GREEF und F. HÖPPNER, 2000: Qualitätssicherungsmaßnahmen für die Erzeugung von Maissilage. In: P. Lebzien, F.J. Schwarz und J. Rath, *Zum Futterwert von Mais. Landbauforschung Völknerode, Sonderheft* 217, 116-127.

Zur Nitratverlagerung in einer Maisfruchtfolge

K. SCHMALER und K. RICHTER

1. Einleitung

Der Mais ist eine Fruchtart, die das im Boden vorhandene N-Angebot effektiv zu nutzen vermag. Trotz dieser Fähigkeit gibt es aus verschiedenen Anbaubereichen Deutschlands immer wieder Hinweise, dass es durch zu hohe Stickstoffdüngermengen (vor allem über den Gülleinsatz) zum Mais zu Nitratausträgen über das Sickerwasser kommen kann. Da das Nitrat auf den trockeneren Standorten Nordostdeutschlands hauptsächlich während der winterlichen Hauptsickerungsperiode verlagert wird, müssen die Nitratvorräte des Bodens vor Winter weitestgehend abgeschöpft werden, wozu der Anbau von Zwischenfrüchten in der Fruchtfolge eine wirksame Maßnahme darstellt. Ein zweiter Maßnahmenkomplex bezieht sich auf die treffsichere Abschätzung des N-Angebotes aus dem Boden, das bei der N-Düngung ebenso wie die standortabhängige Ertragsleistung und die Nitrat-Restmenge nach der Ernte Berücksichtigung finden muss.

2. Material und Methoden

In den Jahren 1992 bis 2000 wurden am Standort Berge dreifaktorielle Versuche mit vier Wiederholungen durchgeführt (RICHTER et al. 1999), wobei der Einfluss unterschiedlich winterharter Zwischenfrüchte auf die Trockenmasseerträge und N-Entzüge des Silomais bei Mulchsaat untersucht wurden (Tabelle 1). Weitere Prüffaktoren waren die N-Düngung und

Tabelle 1: Prüffaktoren und Prüfstufen

Faktoren	Stufen
Faktor A Zwischenfruchtart vor Mais	a ₁ Ölrettich a ₂ Winterrübsen
Faktor B Beregnung zu Mais	b ₁ unberechnet b ₂ berechnet
Faktor C N-Düngung zu Mais	c ₁ ohne N-Düngung (N ₀) c ₂ eine N-Gabe zur Saat Sollwert 150 kg ha ⁻¹ (N ₁₅₀)

Tabelle 2: Trockenmasseerträge (dt ha⁻¹) von Silomais in Abhängigkeit von Zwischenfrucht, Beregnung und N-Düngung zu Mais und Kornerträge der Nachfrüchte (Mittel von drei Feldern)

Mittel der Jahre	Fruchtart	N-Gabe kg ha ⁻¹	Ölrettich vor Mais				Winterrübsen vor Mais			
			unberechnet N ₀	N ₁₅₀	unberechnet N ₀	berechnet* N ₁₅₀	unberechnet N ₀	N ₁₅₀	berechnet* N ₀	N ₁₅₀
1993-95	Mais**	108	128,6	154,1	154,0	191,1	120,6	148,6	141,0	178,3
1994-96	Weizen	37	67,5	72,4	63,3	67,3	67,3	68,7	63,4	65,7
1995-97	Gerste	57	58,2	56,1	59,0	57,2	55,0	58,1	56,3	56,8
1996-98	Mais**	100	128,6	141,1	139,6	177,8	118,6	136,3	140,6	174,5
1997-99	Weizen	72	86,3	87,5	83,0	84,9	84,3	87,3	83,2	84,7
1999-00	Gerste	80	72,4	71,9	77,2	72,2	72,0	73,0	74,4	72,5

* mittlere Zusatzwassermenge zu Silomais 93 mm Jahr⁻¹, Getreide ohne Beregnung

** mittlere N-Gabenhöhe zu Silomais für gedüngte Stufe bei N-Sollmenge zur Saat von 150 kg ha⁻¹

die Beregnung zu Silomais, deren Einfluss auf die Nachfrüchte Winterweizen und Wintergerste ebenfalls Gegenstand der Untersuchungen war. Bei den Zwischenfrüchten wurden vor und nach Winter auf Probestellen von 0,5 m² die gebildete Trockenmasse (Spross und Wurzel) und der N-Gehalt (nach KJELDAHL) bestimmt und auf dieser Basis die in der Zwischenfruchtsubstanz enthaltene N-Menge errechnet. Die Ertragsanalyse bei Silomais beruhte auf der getrennten Ernte von Kolben und Restmais, der Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes und N-Gehaltes. Für die Mais-Nachfrüchte Winterweizen und Wintergerste wurde der Kornertrag ermittelt. N_{min}-Messungen (Nitrat- und Ammoniumstickstoff) in 0...90 cm Bodentiefe erfolgten unter Zwischenfrüchten und Silomais sowie den Getreidenachfrüchten. Nach der Saugsondenmethode (DVWK 1990) wurden in der Hauptsickerperiode (1. November bis 31. März) Bodenwasserproben aus 60 cm Bodentiefe entnommen und der Nitrat-N-Gehalt und die dazugehörige Nitrat-N-Fracht bestimmt (Jahre 1993...1995 für die ungedüngte Kontrolle bei Silomais und 1996...1998 für die mit Stickstoff gedüngten Varianten). Die Wochensummen der Sickerwassermengen wurden über die klimatische Wasserbilanz kalkuliert (VDI 1993, potenzielle Evapotranspiration nach HAUDE).

3. Ergebnisse

3.1 Erträge von Silomais, Winterweizen und Wintergerste

Die Maiserträge stiegen signifikant mit der Beregnung und der N-Düngung an und waren nach Ölrettich-Zwischenfrucht stets etwas höher als nach Winterrübsen (Tabelle 2). Nach der Beregnung zu Mais traten in der Mehrzahl der Jahre bei der ersten Nachfrucht Winterweizen signifikant geringere Kornerträge auf. Die Wintergerste reagierte in der Fruchtfolge nicht mehr auf eine unterschiedliche Behandlung des Maises.

3.2 N_{min}-Gehalte im Boden und N-Entzüge

Vor der Maissaat hatte die nicht winterharte Zwischenfrucht Ölrettich im Vergleich zur winterharten Art Winterrübsen bereits einen größeren Teil des ursprünglich in der pflanzlichen Biomasse gespeicherten Stickstoffs wieder an den N_{min}-Pool des Bodens abgegeben (Abbildung 1). Unter den Zwischenfrüchten wurden Anfang April vor der Maissaat 61 bzw. 40 kg ha⁻¹ mineralischer Stickstoff in der Bodenschicht von 0...90 cm gemessen. Bei einer N-Sollmenge von 150 kg ha⁻¹ zur Saat ergibt sich für Silomais am Standort nach diesen mittleren Werten eine N-Gabenhöhe von 90...110 kg ha⁻¹. Vor der Entfaltung des 6. Maisblattes (Ende Mai/

Autoren: Dr. Katrin SCHMALER und Prof. Dr. Karlheinz RICHTER, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstraße 42, D-10115 BERLIN



Anfang Juni) wuchs dieser N_{\min} -Pool auf $>100 \text{ kg ha}^{-1}$ an, wobei von diesem Zeitpunkt an in der Fruchtfolge keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit der Zwischenfrucht mehr auftraten. Die Nitrat-N-Restmengen nach Mais lagen jeweils unter 25 kg ha^{-1} .

Die N-Entzüge des Mais erreichten am Standort Berge mit N-Düngung im Mittel der Jahre $180...210 \text{ kg ha}^{-1}$ und unter Beregnung bis zu 250 kg ha^{-1} . Diese N-Entzüge lagen damit deutlich über dem N-Input durch die N-Düngung. Die mittleren N-Entzüge von 148 bzw. 127 kg ha^{-1} Stickstoff in den nicht gedüngten Varianten kennzeichnen das hohe Aneignungsvermögen des Mais für den freigesetzten Stickstoff aus dem Bodenvorrat. Nach Winterrüben nahm Silomais in der ungedüngten Kontrolle im Mittel der Jahre 21 kg ha^{-1} Stickstoff weniger aus dem Bodenvorrat auf als nach Ölrettich (Abbildung 1).

3.3 N-Verlagerung

Die Höhe der N-Verluste durch Nitratverlagerung lag bei einer unterbilanzierten mineralischen N-Düngung in der Fruchtfolge über einen Zeitraum von **drei Jahren** betrachtet bei $40...58 \text{ kg ha}^{-1}$. Wie aus Tabelle 3 für die einzelnen Fruchtarten ersichtlich, war die N-Fracht in 60 cm Tiefe unter den kruziferen Zwischenfrüchten (vor Mais) am geringsten und verblieb hier in der Mehrzahl der Jahre unter 10 kg ha^{-1} . Dagegen traten bei der ersten Nachfrucht Winterweizen höhere mittlere N-Frachten von bis zu 30 kg ha^{-1} und bei der zweiten Nachfrucht Wintergerste von $8...28 \text{ kg ha}^{-1}$ auf. Der Einfluss der verschiedenen Zwischenfrüchte in der Fruchtfolge sowie der Beregnung zu Mais war in den einzelnen Jahren unterschiedlich stark ausgeprägt und ausgerichtet.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Schutz vor Nitratausträgen durch den Anbau von kruziferen Zwischenfrüchten wurde in den Versuchen durch die geringen Nitrat-N-Frachten von $<10 \text{ kg ha}^{-1}$ nachgewiesen, die im Vergleich zu den geprüften Getreidearten Winterweizen und Wintergerste deutlich geringer waren. Dieser Vorteil des Zwischenfruchtanbaus wird nur wirksam, wenn

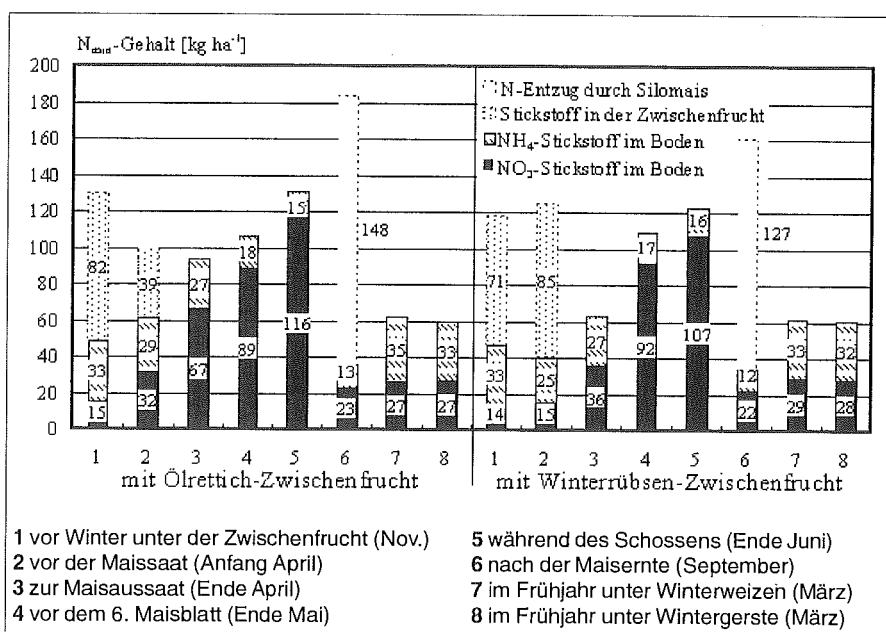


Abbildung 1: N_{\min} -Gehalte im Boden (0...90 cm), gespeicherte N-Mengen in den Zwischenfrüchten und N-Entzüge von Mais (Mittelwerte 1993...2000; ohne N-Düngung zu Zwischenfrüchten und Mais)

Tabelle 3: Sickerwassermenge und N-Frachten [kg ha^{-1}] in 60 cm Tiefe in der Fruchtfolge in Abhängigkeit von Zwischenfrucht und Beregnung zu Mais (Mittel von drei Feldern)

N-Stufe	Mittel der Jahre	Fruchtart	Sickerwasser [mm]	Ölrettich vor Mais unberegn	Ölrettich vor Mais beregn	Winterrüben vor Mais unberegn	Winterrüben vor Mais beregn
N_0	1993-95	vor Mais	166	6	6	8	8
	1994-96	Weizen	153	25	14	22	18
	1995-97	Gerste	96	21	23	28	23
N_{150}	1996-98	vor Mais	54	6	8	6	8
	1997-99	Weizen	62	23	32	29	30
	1998-00	Gerste	80	11	13	8	15

die gespeicherten N-Mengen von den Nachfrüchten zur Ertragsbildung genutzt werden können. Der Vorfruchtwert der Zwischenfrucht hängt von der Geschwindigkeit und dem Zeitraum der N-Freisetzung aus der pflanzlichen Biomasse ab. Die winterharte Zwischenfrucht (Rüben) kann Stickstoff sicher über die Wintermonate hinaus speichern. Die geringeren Trockenmasserträge und N-Entzüge der Folgefrucht Silomais deuten aber im Vergleich zur abfrierenden Art Ölrettich auf eine um ca. 20 kg ha^{-1} geringere sowie verzögerte N-Nachlieferung aus der Zwischenfruchtsubstanz und dem Bodenvorrat hin. Eine dem standortabhängigen Ertragspotenzial angepasste N-Düngung des Silomais erfordert die sichere Abschätzung des aus dem Boden zur Verfügung stehenden N-Angebotes. Das N-

Angebot ist die Summe aus der vor Vegetationsbeginn verfügbaren N_{\min} -Menge und der während der Vegetation aus dem organischen N-Vorrat des Bodens freigesetzten N-Menge, die bei einer auszubringenden N-Sollmenge zu berücksichtigen ist.

Literatur

- DVWK (Hrsg.), 1990: Merkblätter zur Gewinnung von Bodenwasserproben mit Hilfe der Saugkerzenmethode DK 628.112.1, Wassergewinnung, H.217,- Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin.
- RICHTER, K. (Hrsg.), 1999: Grundlagen umweltschonender Bodennutzungsstrategien im nordostdeutschen Tiefland. Abschlussbericht des interdisziplinären DFG-Projektes Ri 640. Ökologische Hefte der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät. H. 11, 228 S..
- VDI 3786 Bl. 13, 1993: Meteorologische Messungen; Agrarmeteorologische Messstation mit rechnergestütztem Datenbetrieb. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.

Ertrag, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Erbse/Gersten-GPS im Vergleich zu Rotkleeertrag

S. WICHMANN, S. DREYMANN, R. LOGES und F. TAUBE

1. Einleitung

Neben den Leguminosen des Ackerfütterbaus stellen Körnerleguminosen die wichtigste N-Quelle im Organischen Landbau dar. Während die Ackerfütterleguminosen hauptsächlich zur Silagenutzung bzw. zu Gründüngungszwecken angebaut werden, dienen Körnerleguminosen, gesät in Reinsaat oder als Gemenge mit Sommergetreide meist als Mähdruschfrucht. Gerade beim Gemengeanbau eröffnet sich zusätzlich die Möglichkeit der Nutzung als Ganzpflanzensilage (GPS). Im Norddeutschen Raum stellt der Rotklee die wichtigste Leguminose im Ackerfütterbau dar, während bei den Körnerleguminosen Erbsen die größte Anbaubedeutung haben. Sowohl die Form des Leguminosenanbaus (Kleeertrag bzw. Körnerleguminose) als auch deren Nutzungsart (Ackerfütterbau vs. Gründüngung bzw. Mähdrusch vs. Ganzpflanzensilage) haben große Bedeutung in Bezug auf den Betriebs-N-Kreislauf, die Winterfütterplanung sowie auf die Humusbilanz und somit auch auf die Fruchtfolgegestaltung (LOGES 1998). Vor diesem Hintergrund wurden auf dem Versuchsgut für ökologischen Landbau Lindhof bei Kiel vergleichende Untersuchungen zu Ertrag, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Futtererbsen im Vergleich zu Rotkleeertrag bei jeweils variierter Nutzung durchgeführt.

2. Material und Methoden

Basis der Untersuchung bildet ein Feldversuch in dem in den Jahren 1998 u. 99 auf dem Versuchsgut Lindhof [Bodenart Ls-Sl, 40–45 BP; Jahresniederschlag 670 mm; Jahresmitteltemperatur 8,5 °C] folgende Leguminosenbestände vergleichend geprüft wurden:

1. **Rotkleeertrag-Schnittnutzung:** 3 Silageschnitte + 1 x mulchen d. Herbstrestaufwuchses

2. **Rotkleeertrag-Gründüngung:** 4 x mulchen

3. **Rotkleeertrag-Mischnutzung:** 2 Silageschnitte + 2 x mulchen

4. **Erbsen zur Körnererzeugung**

5. **Erbsen/Sommergersten-Gemenge zur Nutzung als Ganzpflanzensilage (GPS)**

Die Etablierung des Rotkleeertrages erfolgte als Blanksaat nach Vorfrucht Hafer am 15. August 1997 (Ansaatmischung: 8 kg Rotklee/ha + 10 kg Dt. Weidelgras/ha). Die Mulchtermine wurden zeitgleich zu den Silageschnitten durchgeführt. Die Aussaat der Erbsenreinsaat (Aussaatstärke: 75 Körner/m²) bzw. des Erbsen-Gerste-Gemenges (Aussaatstärke 50 Körner/m² Erbsen + 150 Körner/m² Sommergerste) erfolgte am 2. Mai 1998 nach Herbstfurche auf dem gleichen Flurstück nach gleicher Vorfrucht. Die GPS-Ernte zur Teigreife fand am 8. August statt, Zeitpunkt der Kornernte des Erbsenreinbestandes war der 2. September. Nach dem letzten Mulchtermin der Kleeertragbestände erfolgte am 5. Oktober 1998 der Umbruch aller Prüfglieder und eine einheitliche Winterweizenbestellung (Sorte Bussard).

Erhobene Parameter: TM-Erträge bzw. Grüntaufwuchs (Handbeprobung), Kornertrag der Erbsenreinsaat (Parzellenmähdrescher), Ernterückstandsmengen (Stoppeln, Wurzeln sowie Mulchreste), RP-Gehalte bzw. N-Konzentrationen (NIRS und KJELDAHL), N₂-Fixierungsleistung (erweiterte Differenzmethode nach STÜLPNAGEL 1982), Referenzpflanzen für die Ermittlung der N₂-Fixierungsleistung: Dt. Weidelgras-Reinbestände (für Rotkleeertrag) und Sommergerstenreinsaat (für Körnerleguminosenbestände bei jeweils dem Leguminosenbestand entsprechender Nutzung).

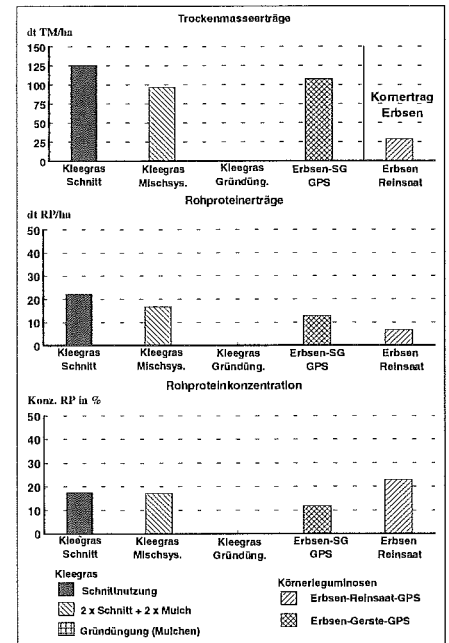


Abbildung 1: Vergleich unterschiedlicher Leguminosenbestände in Bezug auf Trockenmasse- und Rohprotein-Ertragsleistung sowie Rohproteingehalt des Erntegutes im Jahr 1998 (Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)

3. Ergebnisse und Diskussion

Das über 3 Silageschnitte genutzte Rotkleeertrag hebt sich durch ca. 15% höhere TM-Erträge bzw. 42% höhere Rohprotein-Erträge gegenüber dem Sommergersten-Erbsen-Gemenge ab (Abbildung 1). Unter den Bedingungen des Versuchsjahres 1998 bedeutete der Verzicht auf den dritten Silageschnitt zu Gunsten einer größeren Akkumulation von N in den Ernterückständen im Mischsystem im Vergleich zum Schnittsystem einen TM- bzw. RP-Minderertrag von ca. 25%.

Während das Erntegut beider Kleeertragbestände im Schnitt einen RP-Gehalt von ca. 17% aufwies, zeigte die Erbsen/Gersten-Ganzpflanzensilage lediglich einen

Autoren: Stefan WICHMANN, Sonja DREYMANN, Dr. Ralf LOGES und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



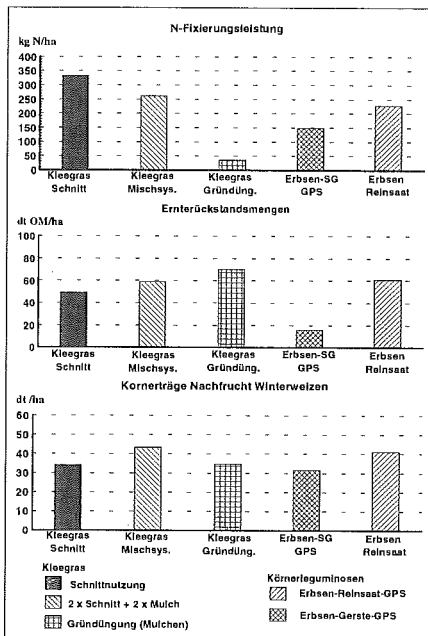


Abbildung 2: Vergleich unterschiedlicher Leguminosenbestände in Bezug auf Gesamtbestands- N_2 -Fixierungsleistung und N-Mengen in den Ernterückständen im Jahr 1998 sowie Kornträge der Folgefrucht Winterweizen im Jahr 1999 (Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)

Proteingehalt von 11,5 % RP auf. Infolge witterungsbedingter schlechter Beernbarkeit der Körnererbsen erreichte der Druschertrag der Erbsenreinsaat mit ca. 29 dt/ha nur ca. 30% des TM-Ertrages des als GPS-genutzten Erbsen-Gersten-Gemenges (Abbildung 1).

Die schnittgenutzten Rotklee grasbestände wiesen bei der N_2 -Fixierungsleistung eine deutliche Überlegenheit gegenüber beiden Körnerleguminosenbeständen der 4malig gemulchten Klee gras-Gründüngung sowie auf. Die über Mähdrusch genutzte Erbsenreinsaat erreichte höhere N_2 -Fixierungsleistungen, als das Erbsen-Gerste-Gemenge bzw. die Rotklee grasgründüngung (Abbildung 2).

Die Rotklee gras-Gründüngung hinterließ mit 148 kg N/ha die höchsten N-Mengen in den Ernterückständen, gefolgt von Erbsenreinsaat und dem Rotklee gras-Mischsystem, sowie Schnittnutzung. Die geringsten N-Mengen als Basis für die Ertragsbildung der Folgefrucht Winterweizen zeigte das als GPS genutzte Erbsen-Gersten-Gemenge.

Nach dem extrem niederschlagsreichen Winter 1998/98 führten das Klee gras-/Mischnutzungssystem sowie der in Folge großer Mengen Ausfallers reichlich mit residualen-N-Mengen ausgestattete Erbsenreinbestand zu den höchsten Folgefruchterträgen. Die Vorfrucht Erbsen-Gerste-GPS führte infolge geringster Ernterückstands-N-Mengen zu den tiefsten Folgefruchterträgen. Überraschend niedrig ist das Abschneiden des Weizens nach 4malig gemulchter Gründüngung zu bewerten. Infolge der hier nicht dargestellten deutlich engeren CN/-Verhältnisse in den Ernterückständen der Gründüngung ist vermutlich auf Grund erhöh-

ter N-Auswaschung über Winter (RUHE et al., 2000) keine befriedigende Umsetzung der akkumulierten hohen N-Mengen der Gründüngungsbestände im Weizen ertrag möglich

4. Schlussfolgerung

Ertrag, N_2 -Fixierungsleistung, RP-Ertrag und Ernterückstandsmengen sowie Vorruchtwert von Leguminosenbeständen lassen sich durch die Wahl von Leguminosenart und Nutzungssystem beeinflussen. Dieses ist in der Anbau- und Fruchtfolgeplanung zu berücksichtigen. Vorliegende Ergebnisse müssen noch durch mehrjährige Untersuchungen validiert werden, zumal gerade das Jahr 1998 für den Erbsenanbau aufgrund der hohen Niederschläge in der Reifephase als extrem ungünstig einzustufen ist.

5. Literatur

- LOGES, R., 1998: Ertrag, Futterqualität, N_2 -Fixierungsleistung und Vorruchtwert von Rotklee- und Rotklee grasbeständen. Diss. Universität Kiel. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.
- RUHE, I., R. LOGES und F. TAUBE, 2000: Vergleichende Analyse der N-Flüsse in Fruchtfolgen N-intensiver und N-extensiver ökologischer Produktionssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Nitratverluste. In Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 237-240.
- STÜLPNAGEL, R., 1982: Schätzung der von Ackerbohnen symbiotisch fixierten Stickstoffmengen im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. Z. Acker- und Pflanzenbau 151, 446-458.

Ertrag und Futterqualität von Luzerne, Rotklee und Weißklee als Reinsaat sowie im Gemenge mit Deutschem Weidelgras

R. LOGES, S. WICHMANN und F. TAUBE

1. Einleitung

Rotklee, Luzerne und Weißklee stellen vor allem im Gemenge mit Gräsern in zahlreichen ökologisch wirtschaftenden Betrieben die Basis der Winterfuttermittellieferung dar, aber auch in konventionell wirtschaftenden Betrieben erscheinen diese Früchte im Zusammenhang mit gestiegenen Preisen für Proteinfuttermittel zunehmend interessanter. Vor dem Hintergrund sich langfristig verknappende Reserve fossiler Energieträger als Grundlage für die Mineral-N-Düngerproduktion wird zunehmend auch Augenmerk auf das Ausmaß der biologischen N₂-Fixierung der sich selbst mit Stickstoff versorgenden Leguminosen gerichtet. Ertragsleistung, N₂-Fixierung und Futterqualität sind durch pflanzenbauliche Steuergrößen in weiten Bereichen beeinflussbar (LOGES 1998). Zu Vergleichen zwischen Rotklee, Luzerne und Weißklee hinsichtlich ihres Leistungspotentials liegen unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen nur wenige Untersuchungen vor.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen eines dreijährigen Feldversuches der Einfluss der Faktoren Leguminosenart (Prüfglieder: Rotklee, Luzerne, Weißklee) und das Leguminosen/Gras-Saatmischungsverhältnis (Prüfglieder: Leguminosenreinsaat, Leguminosen-Gras-Gemenge) auf den TM-Ertrag, den Leguminosenanteil, die N₂-Fixierung sowie die Futterqualitätsparameter Rohproteingehalt, sowie Nettoenergiekonzentration (Eulos) untersucht.

2. Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsgut Hohenschulen der Universität Kiel (östliches Hügel-land, Bodenart/-typ: sL / lessivierte Braunerde aus Würmgeschiebelehm, Ø-

Jahresniederschlag 716mm (1997: 685mm, 1998: 987mm), Ø-Jahrestemperatur 7,8°C (1997: 8,8°C, 1998: 8,8°C)) in den Jahren 1997 bis 1999 im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 192 mit folgenden Faktoren durchgeführt:

1. Leguminosenart:

Rotklee (RK) (Sorte: Maro)
Weißklee (WK) (Sorte: Milkanova)
Luzerne (LZ) (Sorte: Planet)

2. Saatmischungsverhältnis:

Leguminosenreinsaat
Leguminosengras (jeweils mit Dt. Weidelgr. (Sorte: Mandat)
Dt. Weidelgrasreinsaat (Sorte: Mandat) als Referenzfrucht

3. Versuchsjahr:

1997
1998

Es handelt sich dabei um jeweils im August des Vorjahres als Blanksaat nach Getreidevorfrucht angelegte Bestände, die jeweils einer 4-Schnittnutzung zur Gewinnung von Silage unterzogen wurden. Die Datenbasis bilden Erhebungen des TM-Ertrages sowie des Leguminosenanteils und der Futterqualitätsparameter Rohproteingehalt (Kjeldahl-Verfahren in Anlehnung an NAUMANN und BASSLER (1993)) sowie Nettoenergiegehalt basierend auf der enzym-unlösba- ren organischen Substanz (EULOS) nach NAUMANN und BASSLER (1993) sowie

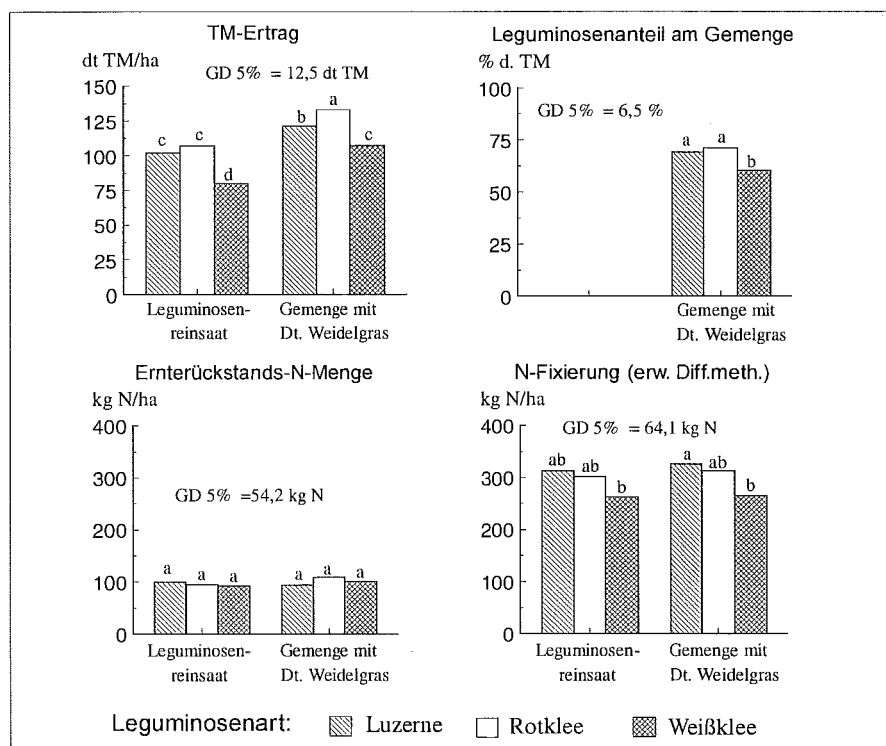


Abbildung 1: Einfluss von Leguminosenart und Saatmischung auf Ertragsleistung, Leguminosenanteil, Ernterückstands-N-Mengen sowie N₂-Fixierungsleistungen von Leguminosen/Gras-Beständen im 1. Hauptnutzungsjahr (als Mittel über die Versuchsjahre 1997 u. 1998; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)

Autoren: Dr. Ralf LOGES, Stefan WICHMANN und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



WEISSBACH et al. (1996a und 1996b) in der erntbaren Substanz der einzelnen Aufwüchse. Die Schätzung der Jahres-N₂-Fixierungsleistung erfolgte mittels der erweiterten Differenzmethode basierend auf erntbaren und nichterntbaren N-Mengen in der pflanzlichen Biomasse sowie im mineralischen sowie leicht pflanzenverfügbaren organischen Boden-N-Pools vom jeweiligen Leguminosenbestand und der nicht-N₂-fixierenden Referenzfrucht Dt. Weidelgras. (s. a. LOGES 1998).

3. Ergebnisse und Diskussion

Sowohl TM-Ertragsleistung, N₂-Fixierungsleistung (Abbildung 1) als auch Futterqualitätsparameter (Abbildung 2) lassen sich durch die gewählten Versuchsfaktoren Leguminosenart und Saatmischung in weiten Bereichen variieren.

Unabhängig von der Leguminosenart zeigen Leguminosen/Gras-Gemenge deutlich höhere TM- und Nettoenergieerträge als Leguminosenreinsaat. Im Gegensatz dazu zeigen sich keine Unterschiede zwischen Leguminosenreinsaat und Leguminosen/Gras-Gemenge in Bezug auf den Rohprotein- bzw. die Höhe der symbiontischen N₂-Fixierungsleistungen.

Bestände mit Rotklee oder Luzerne zeigen sich unter den Bedingungen der Versuchsjahre 1997 und 1998 gegenüber den Beständen mit Weißklee sowohl im TM- als auch im RP- und NEL-Ertrag sowie in Bezug auf ihre N₂-Fixierungsleistung überlegen. Ein Grund hierfür stellt mit Sicherheit die deutlich geringere Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern bzw. dem Begleitgras der Weißkleepflanzen in ihrer Etablierungsphase der aus Blanksaaten hervorgegangenen Bestände dar.

Unabhängig von der Saatmischung weisen Bestände mit Weißklee in Bezug auf die Nettoenergiekonzentration die höchsten NEL-Gehalte auf, während in Beständen mit Luzerne die jeweils geringsten Energiegehalte festgestellt werden.

Luzernereinsaat zeigen niedrigere Energiekonzentrationen als Luzerne/Gras-Gemenge, während Weißklee/Gras-Gemenge in der Energiekonzentration leicht den Weißkleereinsaat unterlegen sind. Bei den Beständen mit

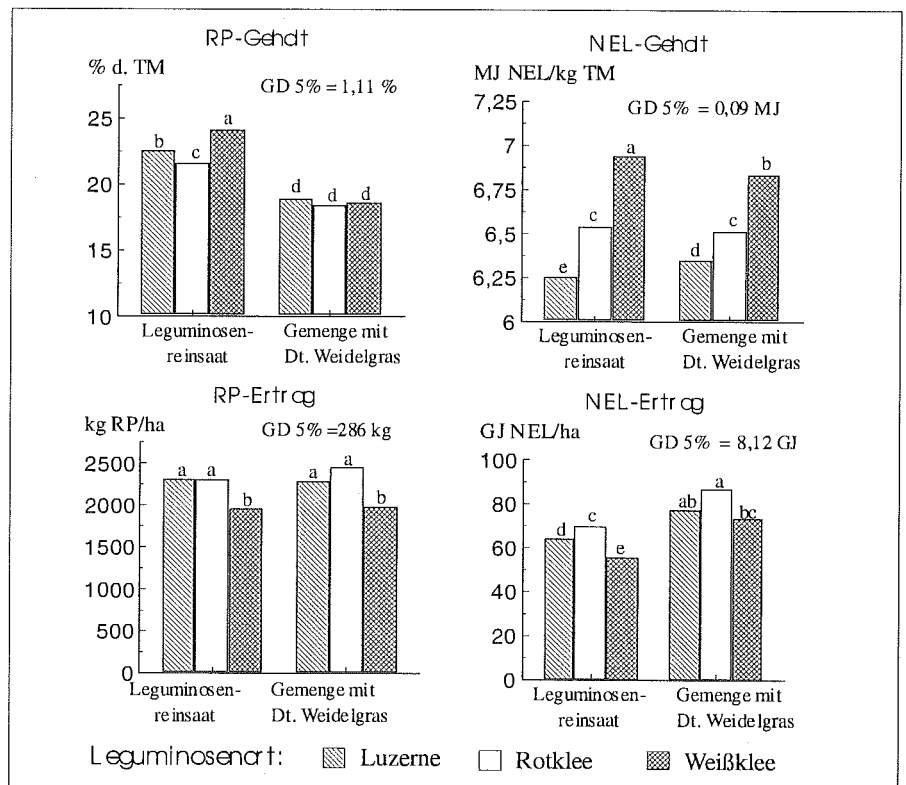


Abbildung 2: Einfluss von Leguminosenart und Saatmischung auf Rohprotein- bzw. Nettoenergiegehalt sowie Rohprotein- bzw. Nettoenergieertrags von Leguminosen/Gras-Beständen im 1. Hauptnutzungsjahr (als Mittel über die Versuchsjahre 1997 und 1998; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)

Rotklee geht kein Effekt vom Faktor Saatmischung auf die Ausprägung der Nettoenergiegehalte aus

In Bezug auf die Rohproteingehalte nehmen Weißkleereinsaat mit 24,2% eine deutliche Spitzenposition ein, gefolgt von Luzernereinsaat mit einem Proteingehalt von 22,5%. In Folge niedrigerer Leguminosenanteile im Gemenge (Abbildung 1) wird der hohe Proteingehalt der Weißklee-Fraktion soweit ausgeglichen, dass Gemenge mit Weißklee unter den Versuchsbedingungen keine höheren Proteingehalte aufweisen konnten, als die Gemenge der beiden anderen Leguminosenarten.

Bei den der Folgefrucht über die Ernterückstände zur Verfügung gestellten N-Mengen, bestehen keine Unterschiede zwischen den geprüften Varianten.

4. Schlussfolgerung

Durch eine Variation der Faktoren Leguminosenart und Saatmischungsverhältnis lassen sich sowohl Ertrag und Futterqualität von Leguminosen/Grasbeständen in weiten Bereichen beeinflussen.

Vergleichbare Ertragsleistungen empfehlen Luzerne auch unter norddeutschen Klimabedingungen als Anbaualternative zu Rotklee. Vor dem Aspekt hoher Energiekonzentrationen im Futter bietet Weißklee Vorteile gegenüber dem Rotklee, allerdings müssen dabei niedrigere Erträge in Kauf genommen werden.

5. Literatur

- LOGES, R., 1998: Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotkleegrassbeständen. Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Bd. 9. Diss. Kiel.
- NAUMANN, K. und BASSLER, R., 1993: Methodenbuch III, 3. Erg. Die chemische Analyse von Futtermitteln. Verlag Neumann, Melsungen (Unter Berücksichtigung der Neubearbeitung 1999 von Schmidt und Eckstein).
- WEISSBACH, F., S. KUHLE und L. SCHMIDT, 1996a: Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfutter mittels einer Cellulase-Methode. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 115.
- WEISSBACH, F., S. KUHLE und L. SCHMIDT, 1996b: Vereinfachtes Verfahren zur Schätzung der NEL aus der umsetzbaren Energie. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 117.

Entwicklung der Weißkleeanteile von Dauergrünlandbeständen bei differenzierter Nutzungsform (Weide, Mähweide, Schnitt) und N-Düngungsintensitäten

B. INGWERSEN, M. WACHENDORF und F. TAUBE

1. Einleitung

Die symbiotische N-Fixierungsleistung des Weißkleees kann weitestgehend als eine Funktion des Anteils am Trockenmasse-Ertrag des Grünlandbestandes beschrieben werden. Erst in ausreichenden Anteilen vermag der Weißklee entsprechende N-Mengen symbiotisch zu binden. Im allgemeinen geht man bei Ertragsanteilen des Weißkleees von etwa 30% d. Gesamttrockenmasse von einem optimalen Mischbestand aus. Sowohl Nutzungsform (BRISEÑO DE LA HOZ u. WILMAN, 1981) als auch Nutzungsintensität (WINKLER u. NÖSBERGER, 1985) bestimmen die Ertragsanteile des Weißkleees.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war es, den Einfluß verschiedener Nutzungsformen (Schnitt/Weide) und -intervalle bei einer über einen weiten Bereich variierten Stickstoffdüngung auf die botanische Zusammensetzung eines Dauergrünlandbestandes zu untersuchen und die Beziehung zwischen Kleeanteil und korrespondierendem Trockenmasseertrag bei differenzierter Nutzung darzustellen.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten in den Jahren 1997-99. Standort ist der Versuchsbetrieb Karkendamm der Universität Kiel, ca. 50 km südlich von Kiel gelegen (niedere Geest, Ø-Jahresniederschlag 802 mm, Ø-Jahrestemperatur 8,3 °C, Bodenart/-typ: hS/ tief umgebrochener Podsol-Gley).

Bei den Beständen handelte es sich um eine 1996 angesäte Grünlandnarbe (Standardmischung GIII +Weißklee). Im Laufe des Jahres 1997 wurde die Fläche zweimal mit Weißklee nachgesät (3 kg

ha⁻¹). Unter der Zielvorgabe der Erhaltung von leistungsfähigen Grünlandnarben erfolgten Herbizidmaßnahmen mit klee schonenden Wirkstoffen bei Überschreiten eines kritischen Krautanteils von 25%.

Die Weidenutzung erfolgte durch Färsen (ca. 400 kg LG) als Umtriebsweide (2tägige Beweidungsperioden, Ø Besatzdichte 95 GV ha⁻¹). Nach jeder Beweidung wurden die Flächen mit einem Weideputzer nachgemäht. *Tabelle 1* gibt die geprüften Versuchsfaktoren und Faktorstufen wieder. Sowohl der Trockenmasseertrag als auch der Ertragsanteil des Weißkleees wurden zu jeder Nutzung gravimetrisch bestimmt. Jeweils im Frühjahr und Herbst erfolgte eine Ertragsanteilschätzung nach KLAPP/STÄHLIN.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die varianzanalytische Auswertung der Ergebnisse (*Tabelle 2*) ergab für alle drei Beobachtungsjahre eine sehr hoch gesicherte Beziehung zwischen Nutzungsform und durchschnittlichem Kleeanteil, wobei die geringsten Kleeanteile unter

den vorwiegend bzw. ausschließlich weidegenutzten Varianten beobachtet wurden. Zwischen den ausschließlich schnittgenutzten Nutzungsformen Schnitt und simulierte Weide, die lediglich in der Nutzungsfrequenz differierten, ließen sich fast keine Unterschiede in den beobachteten Kleeanteilen absichern. Die mineralische N-Düngung führte zu drastisch reduzierten Kleeanteilen. Innerhalb der Nutzungssysteme ließen sich in den mineralisch ungedüngten Beständen erhebliche Unterschiede in der botanischen Zusammensetzung feststellen. So wurden unter ausschließlicher Schnittnutzung in allen drei Jahren die höchsten Ertragsanteile des Weißkleees gemessen, wohingegen die ungedüngten Weidebestände deutlich geringere Leguminosenanteile aufwiesen.

Die Gülledüngung zu Vegetationsbeginn ergab in den einzelnen Versuchsjahren ein sehr uneinheitliches Bild hinsichtlich der Einflußnahme auf den Leguminosenanteil. Dies beruhte u. U. auf den zwischen den Jahren sehr stark schwankenden Stickstoffgehalten im Wirtschaftsdünger (2,4-4,5 kg N_{ges} m⁻³). Daher wird

Tabelle 1: Geprüfte Faktoren und Faktorstufen

Faktoren	Stufen
1. Nutzungsform	1.1. Weide (5-6 Umtriebe)
	1.2. Mähweide I (1 Schnitt+Nachweide)
	1.3. Mähweide II (2 Schnitte+Nachweide)
	1.4. Schnitt (4 Schnitt)
	1.5. Simulierte Weide (Schnitt jeweils bei Abtrieb der korrespondierenden Weidevariante)
2. Gülledüngung	2.1. 0 m ³ ha ⁻¹ zu Vegetationsbeginn
	2.2. 20 m ³ ha ⁻¹ zu Vegetationsbeginn
3. Mineralische N-Düngung	3.1. 0 kg ha ⁻¹
	4.1. 100 kg ha ⁻¹ frühjahrsbetont
	5.1. 200 kg ha ⁻¹ frühjahrsbetont
	6.1. 300 kg ha ⁻¹ frühjahrsbetont

Autoren: Bernhard INGWERSEN, Dr. Michael WACHENDORF und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



Tabelle 2: Ergebnisse der Varianzanalyse für die Parameter Jahres-Trockenmasseertrag (TM) und durchschnittlicher Klee-Ertragsanteil (% Klee) für die Versuchsjahre 1997-99

Parameter	1997		1998		1999	
	TM	% Klee	TM	% Klee	TM	% Klee
Nutzungsform (Sys)	***	***	***	***	***	***
Gülldüngung (G)	n.s.	n.s.	***	n.s.	*	n.s.
N-Düngung (N)	***	***	***	***	***	***
Sys*G	n.s.	n.s.	*	**	**	**
Sys*N	**	***	***	***	**	***
G*N	*	***	**	n.s.	n.s.	n.s.
Sys*G*N	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* p>0,05, **p<0,01, ***p<0,001, n.s. p>0,05

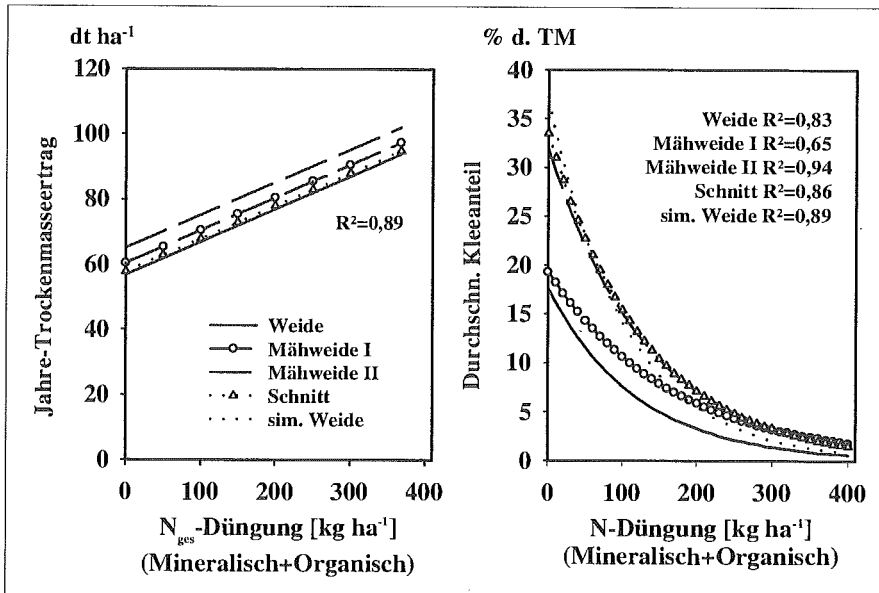


Abbildung 1: Beziehung zwischen N-Düngung (Mineralische+Organische N-Düngung) und Jahres-Trockenmasseertrag bzw. durchschnittlichem Kleeanteil im Mittel der Jahre 1997-99

im folgenden die mineralische und organische N-Düngung zusammenfassend dargestellt (N_{ges}) und die Entwicklung der Kleeanteile in den jeweiligen Nutzungssystemen bei gesteigerter N_{ges} -Zufuhr mittels einer funktionalen Anpassung dokumentiert (Abbildung 1). Diese Vorgehensweise lieferte gute Ergebnisse und zeigt die differenzierte Beziehung zwischen zusätzlichem N_{ges} -Angebot und Klee-Entwicklung in den jeweiligen Nutzungsformen. Werden die einzelnen Versuchsjahre betrachtet, so läßt sich eine sukzessive Entwicklung beobachten, die

in der dargestellten Rangierung der Nutzungssysteme resultiert. Die erzielten Trockenmasseerträge wurden sehr hoch signifikant durch die Nutzungsform beeinflusst. Ebenso hatte die zusätzliche Versorgung der Mischbestände mit mineralischem Stickstoff eine sehr hoch gesicherte Ertragssteigerung zur Folge. Trotzdem lagen die ertraglichen Unterschiede zwischen den Nutzungsformen mit durchschnittlich maximal 14 dt ha⁻¹ in einem recht engen Bereich. Auch hatte die zusätzliche N_{ges} -Versorgung mit 10 kg TM je zusätzlicher

Einheit N_{ges} nur eine möglicherweise geringe Ertragssteigerung zur Folge.

4. Schlussfolgerung

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, daß sowohl Nutzungsform als auch N-Intensität einen erheblichen Einfluß auf die Entwicklung des Kleeanteils von Weißklee/Grasbeständen des Dauergrünlandes haben. Insbesondere eine intensive Beweidung in Form einer Umtriebsweide in Verbindung mit hohen N-Intensitäten führten zu einer vollständigen Verdrängung des Weißklee. Trotzdem zeigte sich im unteren N-Düngungsbereich nur eine verhältnismäßig geringe Produktivitätsverminderung der kleearmen Weidebestände, die sich im wesentlichen auf die zusätzliche Verfügbarkeit von Stickstoff aus auf der Fläche verbliebenen Exkrementen zurückführen läßt. Untersuchungen von SHAW et al. (1966), die deutliche Unterschiede in dem Beitrag des Weißklee zur Ertragsbildung in Abhängigkeit von der Nutzungsform beobachtete, untermauern diese Erkenntnisse.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach dem optimalen Weißkleeanteil in Dauergrünlandbeständen in einem neuen Licht. Es konnte somit auch gezeigt werden, daß die simulierte Weidenutzung nicht geeignet ist, um das N-Fixierungspotential des Weißklee bei Beweidung valide wiederzugeben.

5. Literatur

BRISENO DE LA HOZ, V.M. & D. WILMAN, 1981: Effects of cattle grazing, sheep grazing, cutting and sward height on a grass-white clover sward. J. Agric. Sci. Camb. 97, 699-706.

SHAW, P. G., J. S. BROCKMAN & K. M. WOLTON, 1966: The effect of cutting and grazing on the response of grass/white clover swards to fertilizer nitrogen. Proc. 1st EGF Meeting, 240-244.

WINKLER, L., & J. NÖSBERGER, 1985: Einfluss der Schnitthäufigkeit und N-Düngung auf die Bestandesstruktur und die vertikale Verteilung von Weißklee (*Trifolium repens* L.) in einer Dauerwiese. Z. Acker- und Pflanzenbau 155, 43-50.

Einfluß einer Milchsäurebakterienbehandlung auf Silagequalitäten, Fütterungskenngrößen und Leistungsmerkmale von Hochleistungskühen eines Praxisbetriebes

R. WULFES, H.-J. LAUE, T. MÜLLER, C. JÖHNK und J. THAYSEN

1. Einleitung

Für viele Silierhilfsmittel ist die Steigerung des Futterwertes gemäß DLG-Prüfrichtlinien für Siliermittel belegt (JOCHMANN et al., 1998). Im Rahmen dieser Arbeit wurde in einem Fütterungsversuch auf einem Praxisbetrieb mit Milchkühen einer Hochleistungsherde geprüft, ob sich die im Laborversuch ermittelten Wirkungen eines DLG-anerkannten Milchsäurebakterienpräparates zur Verbesserung der Verdaulichkeit der organischen Substanz von Gras- und Maissilagen auch bei der Fütterung behandelte Silagen in Form von Leistungskenngrößen der Milchkühe nachweisen lassen. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule Kiel (MÜLLER UND JÖHNK, 2000) wurde dazu 1999/2000 ein Fütterungsversuch mit der gesamten Milchviehherde eines praktischen Betriebes auf der schleswig-holsteinischen Geest (ca. 180 Milchkühe) durchgeführt.

2. Material und Methoden

2.1 Silageproduktion

Insgesamt wurden auf 60 ha Grassilage (1. Aufwuchs, 11 ha W.-Weidelgras, 49 ha Dt.-Weidelgras dominierte Dauergrünlandbestände) und auf 35 ha Maissilage (Sorte Arsenal, S 210) geerntet und jeweils zur Hälfte auf die behandelten und unbehandelte Silagen gleichmäßig verteilt. Für die Anlage der unbehandelte Kontrollsilagen und die der behandelte Versuchsilagen erfolgte bei der Gras- und Maissilagebergung eine Parallelernte mit 2 getrennten, kompletten Häckselketten und getrennter Einlagerung in Fahrtilos mit getrennten Walzschleppern, um eine Verschleppung der Bakterien zu vermeiden. Die Häckselketten arbeiteten parallel auf allen Standor-

ten. Somit enthielten die Ausgangssilos zwar Material von unterschiedlichen Standorten, als Gesamtsilage waren die Vergleichssilagen jedoch bis auf die Milchsäurebakterienbehandlung (MSB) identisch.

Die Zugabe des Milchsäurebakterienproduktes Bio-Sil (homofermentatives Milchsäurebakterienprodukt der Stämme *Lactobacillus plantarum* DSM 8862 und DSM 8866, Gütezeichen der Wirkungsrichtung 1 [Verbesserung des Gärverlaufes], der Anwendungsbereiche b [mittelschwer silierbar] und c [leicht silierbar] sowie der Wirkungsrichtung 4b [Verbesserung der Verdaulichkeit der organischen Substanz]) erfolgte mittels Flüssigdosisierung im Bereich der Vorpressewalzen an einem der Häcksler während der Ernte in der vom Hersteller empfohlenen Konzentration von 300.000 KbE pro Gramm Frischmasse. 4 Wochen nach der Grassilageernte bzw. 3 Wochen nach der Maissilageernte wurden aus den behandelte Silos und den

Kontrollsilos Proben gezogen. Silageanalysen vor dem Fütterungsversuch dienten zur Rationsberechnung (Tabelle 1). Während des Fütterungsversuches wurden aus der täglichen Futtervorlage und den Futterresten Silageproben gezogen, so dass am Ende des Fütterungsversuches je Variante 3 Analyseergebnisse vorlagen. Somit ließ sich die Qualität des *tatsächlich* aufgenommenen Futters beschreiben (Tabelle 2).

2.2 Fütterungsversuch

Für den Fütterungsversuch standen alle ca. 180 Milchkühe der Rasse Deutsche Schwarzbunte aus dem Praxisbetrieb zur Verfügung. Das Leistungsniveau der Herde lag bei 8266 kg Milch mit 4,42 % Fett und 3,48 % Eiweiß und insgesamt 654 Fett- und Eiweißkilogramm.

Während der 6-monatigen Versuchsdauer befanden sich **alle** Kühe der Herde in einer Fütterungsgruppe. Es wurden nur alle 4 Wochen die Behandlungsvarianten des Grundfutters gewechselt (unbe-

Tabelle 1: Rationszusammensetzung und -kenngrößen des Fütterungsversuches (Basis Futteranalysen vor Beginn des Fütterungsversuches)

Futtermittel	Fütterungsphase 1 (Periode 1 und 2)		Fütterungsphasen 2 u. 3 (Periode 3 bis 6)	
	kg TM	relativ	kg TM	relativ
Grassilage, 1. Schnitt	5,00	25,6	4,00	19,1
Maissilage	9,00	46,2	10,00	47,9
Zuckerrohrmelasse	0,92	4,7	1,15	5,5
Sojaextraktionsschrot	1,60	8,2	2,05	9,8
Rapexpeller, 8 – 12 % Fett	2,07	10,6	2,25	10,8
Melasseschnitzel	0,72	3,7	1,26	6,0
Mineralstoffe	0,19	1,0	0,19	0,9
Summe kg TM/Tier/Tag	19,50	100	20,90	100
Rationskenngrößen	Gehalte je kg Trockenmasse			
NEL Gesamtration (MJ/kg TM)	6,8		6,9	
NEL Grundfutter (MJ/kg TM)	6,5		6,4	
Rohfaser (g)	162		156	
Rohprotein (g)	160		162	

Autoren: Prof. Dr. Rainer WULFES, Hans-Joachim LAUE, Thorben MÜLLER und Carsten JÖHNK, Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, D-24783 OSTERRÖNFELD; Dipl.-Ing. Johannes THAYSEN, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, BBZ Bredstedt, Theodor-Storm-Straße 2, D-25821 BREDSTEDT



handelte/mit Milchsäurebakterien behandelte Gras- und Maissilagen). Insgesamt wurden 3 Fütterungsphasen mit je 2 Fütterungsperioden angelegt, so dass insgesamt 6 Fütterungsperioden zur Verfügung standen. Jede Fütterungsperiode ging über 4 Wochen, wobei nach einer 1-wöchigen Eingewöhnungszeit eine 3-wöchige Meßperiode mit der Datenerfassung folgte.

Die Futterration wurde unabhängig von den Behandlungsvarianten auf der Basis der Silageanalysen vor Beginn des Fütterungsversuches als TMR zusammengestellt (Tabelle 1). Nach der 1. Fütterungsphase mit den Perioden 1 (unbehandelte Silagen) und 2 (behandelte Silagen) mußte die Ration aufgrund der Leistungssteigerung der Tiere energetisch aufgewertet werden. Die Ration der 2. und 3. Fütterungsphase mit den Perioden 3 – 6 stand dann bis zum Versuchsende zur Verfügung.

Für die Fütterungs- und Leistungskenngrößen wurden Tagesmittelwerte über die durchschnittlich 180 Kühe erfasst:

- Kuhzahl (gemolken),
- Milchmenge, täglich im Mittel der gemolkenen Kühe,
- Milhfett, -eiweiß, -laktose, -harnstoff, täglich aus der Sammelmilch,
- TM-Gehalt der Gras- und Maissilage, 2 x täglich,
- TM-Gehalt der TMR-Vorlage, 2 x täglich,
- TM-Gehalt der rückgewogenen TMR-Futterreste, täglich,
- Futteraufnahme, täglich im Mittel der gemolkenen Kühe,
- Rohprotein-, Rohfaser-, Rohasche-, NEL-Gehalt der Gras- und Maissilage sowie der TMR-Vorlage und der Futterreste, Mischprobe aus 21 täglichen Proben (Mittel je Fütterungsperiode),
- Inhaltsstoffe Konzentratfutter, zu Beginn der Fütterungsperiode und nach jeder neuen Lieferung,
- Lebendmasse der Tiere zu Versuchsbeginn, dann 4-wöchentlich je Einzeltier (nach jeder Fütterungsperiode).

2.3 Statistische Auswertung

Mit einer einfachen Varianzanalyse wurde der Einfluß der Milchsäurebakterienimpfung der Silagen auf die Merkmale

TM-Gehalt, Inhaltsstoffe und Gärparameter der Silagen mit festen Effekten des Behandlungsfaktors untersucht. Die statistische Verrechnung erfolgte mit der SAS-Prozedur GLM.

Im Fütterungsversuch wurden die Differenzen der Leistungsparameter (Lebendgewicht, Milchmenge, Milcheiweiß-, Milhfettgehalt) und der Futteraufnahme-kenngrößen (Futtermittel, Futterverzehr, TM-Gehalt der TMR, TM-Gehalt der Futterreste) aus den Perioden mit behandelter und unbehandelter Silage (2 – 1, 4 – 3 und 6 – 5) für jeden Versuchstag gebildet. Aus insgesamt 124 Versuchstagen (6 Perioden mit 20/21 Tagen) ergaben sich somit 61 Differenzen, 20 bzw. 21 je Fütterungsphase. Mit einem t-Test wurde für jede Fütterungsphase geprüft, ob die Differenzen von Null verschieden sind (SAS-Prozedur MEANS).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Kenndaten der Silagequalität

Der Effekt der Beimpfung der Silagen mit Milchsäurebakterien auf die Silagequalität ist der Tabelle 2 zu entnehmen. Dargestellt ist die Qualität der tatsächlich vorgelegten Silagen in den Fütterungsperioden, gemittelt über die täglich vorgelegten Futtermengen (Futtermittel). Während sich die Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten in den TM-Gehalten der Silagen auch am vorgelegten Material wiederfinden, sind hinsichtlich der Inhaltsstoffe keine gesicherten Differenzen nachzuweisen. Die TM-Gehalte der TMR-Vorlage sowie der Futterreste zeigen keine gesicherten Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten.

Tabelle 2: Kenngrößen der Silagen aus der täglichen Futteraufnahme (Mittelwerte aus 3 jeweils 21-tägigen Fütterungsperioden)

Kenngröße	Einheit	Grassilage			Maissilage		
		unbeh.	beh.	p	unbeh.	beh.	p
TM	%	36,2 ^a	35,0 ^b	0,0009	29,9 ^a	29,4 ^b	0,0262
XP	% d. TM	17,2 ^a	18,6 ^a	0,1536	7,8 ^a	8,0 ^a	0,6433
XF	% d. TM	21,2 ^a	20,9 ^a	0,2895	18,9 ^a	18,1 ^a	0,4269
XA	% d. TM	9,5 ^a	9,9 ^a	0,1963	3,4 ^a	3,6 ^a	0,1012
NEL	MJ/kg TM	6,4 ^a	6,4 ^a	0,3453	6,5 ^a	6,5 ^a	0,7676
nxP	g/kg TM	143 ^a	144 ^a	0,3295	131 ^a	132 ^a	0,5614

p>0,05 = nicht signifikant. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht gesichert unterschiedlich.

3.2 Kenndaten und Leistungsmerkmale der Milchkuherde

Während des 6-monatigen Versuches variierten zwar die Tierzahlen, bezogen auf die beiden Fütterungsvarianten waren die Tiere jedoch gleichmäßig vertreten. Tabelle 3 zeigt, dass die für die Milchleistung wichtigen Einflußfaktoren Laktationsnummer, Laktationstag und Tiergewicht in den 3 Fütterungsperioden „behandelt“ und in den 3 Fütterungsperioden „unbehandelt“ weitgehend identisch sind. Die Futtermittel war in den Behandlungsvarianten gleich, allerdings wurde die angestrebte Futtermittel von +5% überschritten, da die Futterreste bei ca. 9 % lagen.

Von den Leistungsmerkmalen war die Milchleistung als einziges Merkmal von der Milchsäurebakterienbehandlung der Silagen beeinflusst während die Milch-inhaltsstoffe unverändert blieben. Im Mittel der gesamten Versuchsperiode stieg mit der Behandlung die Milchmenge um 1,0 kg ECM/Tag an.

Die Ergebnisse des t-Tests zur Wirkung einer Milchsäurebakterienbehandlung der Silagen auf Kenngrößen der Milchleistung und Futteraufnahme für die einzelnen Fütterungsphasen zeigen allein die Milchleistung als konstanten Leistungsparameter, der in allen Fütterungsphasen einen positiven Effekt der Milchsäurebakterienbehandlung zeigt (+0,60 bis 1,33 kg ECM/Kuh/Tag). Bei den Milch-inhaltsstoffen waren die Differenzen überwiegend nicht gegenüber Null abzusichern. Bei den Merkmalen der Futteraufnahme waren bei abgesicherten Differenzen oftmals keine einheitlichen Wirkungsrichtungen festzustellen.

4. Zusammenfassung

Als wesentliches Ergebnis dieses Versuches ist festzuhalten, dass die Beimpfung

Tabelle 3: Kenndaten der Milchkuherde bei Fütterung von unbehandelter und mit Milchsäurebakterien behandelter Gras- und Maissilage als Bestandteil einer Totalen Mischration (Mittel aus 3 Wiederholungen je 20 bzw. 21 Tage)

Merkmal	Einheit	unbehandelt		behandelt	
		Mittel	Stdabw.	Mittel	Stdabw.
Versuchstage	n	61	-	61	-
Kuhzahl	n	178	12	180	11
Laktationstag	Tag	153	9	154	15
Laktations-Nr.	n	2,31	0,06	2,36	0,05
Lebendgewicht	kg	630	4	633	9
Milchmenge (ECM)	kg /Kuh/Tag	24,19	1,22	25,22	1,11
Milcheiweiß	%	3,45	0,07	3,42	0,08
Milchfett	%	4,38	0,12	4,38	0,13
Futtermorale	kg TM/Kuh/Tag	22,95	1,34	22,98	0,75
Futterrest	%	9,49	4,18	8,78	2,76
Futterverzehr	kg TM/Kuh/Tag	20,73	0,87	20,96	0,77
Grundfutter in TMR	%	69,90	2,21	69,63	1,88
TM-Gehalt der TMR	%	37,11	1,57	36,94	1,51
TM-Gehalt Futterrest	%	35,39	1,91	35,50	1,95

von Gras- und Maissilage mit einem geeigneten Milchsäurebakterienpräparat zu einer gesicherten Erhöhung des Futterwertes der Silage führt. Unter Praxisbedingungen führte die Verfütterung dieser Silagen in Form einer TMR zu einer gesicherten Milchleistungssteigerung von ca. 1,0 kg/Kuh/Tag bei unveränderten Milchinhaltsstoffen und konstanter Futteraufnahme.

5. Literatur

- JOCHMANN, K., LEBZIEN, P. UND G. FLACHOWSKY, 1998: Einfluß von Milchsäurebakterien als Siliermittel auf pansenphysiologische Parameter, die Verdaulichkeit der Silagen sowie Leistung von Milchkühen. *Übersicht Tierernährung* 26, 123 - 155
- MÜLLER, T. UND C. JÖHNK, 2000: Einfluss einer Beimpfung von Gras- und Maissilage mit Milchsäurebakterien auf die Silagequalität und die Leistung von Milchkühen in einem vergleichendem Fütterungsversuch unter Praxisbedingungen. *Diplomarbeit FH Kiel*, 1 – 160.

Vergärbarkeit von nitratarmem Grünfütter in Abhängigkeit von Aufwuchs und Pflanzenart

K. WEISS, E. KAISER und A. MILIMONKA

Problemstellung

Wie neuere Untersuchungen ausweisen (KAISER u.a., 1995, 1997 und 1999; WEISS, 2000), wird das in Abhängigkeit vom Gärungsverlauf entstandene Gärproduktmuster der Silagen sowohl von Trockensubstanzgehalt (TS) und Quotient Zucker (Z)/ Pufferkapazität (PK) als auch vom Nitratgehalt des Grünfutters bestimmt. In den nachfolgend beschriebenen Untersuchungen wurde anhand mehrjähriger Feld- und Laborsilivertuche der Frage nachgegangen, wie sich die chemischen Parameter zur Kennzeichnung des Ausgangsmaterials zur Silierung unter den derzeitigen Produktionsbedingungen bei verschiedenen Aufwüchsen und Pflanzenarten verändern und welches Gär säuremuster die Silagen aufweisen. Im Zusammenhang mit der Vergärbarkeit des Grünfutters wurde auch der Epiphytenbesatz und Clostridiensporengleichhalt des Siliergutes untersucht.

Material und Methode

Je ein Bestand *Dactylis glomerata* und *Festuca species* (Standort Versuchsstation Berge) sowie verschiedene Grasmischbestände (Standort Versuchsstation Blumberg) wurden unterschiedlichen Nutzungsvarianten unterworfen, die sich hinsichtlich Düngung und Schnittzeitpunkt unterscheiden. Es sind 3-Schnitt-Nutzungen, bei denen der erste Aufwuchs zum nahezu optimalen Zeitpunkt geerntet wurde, und 2-Schnitt-Nutzungen mit verzögertem Nutzungszeitpunkt des ersten Aufwuchses bis Mitte Juli geprüft worden. Mit Ausnahme eines Grasmischbestandes, bei dem eine Düngung mit 50 kg N/ ha jeweils zum ersten bis dritten Aufwuchs erfolgte, wurde das Ausgangsmaterial für diese Versuche nicht gedüngt. Wie den Rohproteingehalten zu entnehmen war, kann die Stick-

stoffversorgung aller Pflanzen im wesentlichen als ausreichend eingeschätzt werden.

Das jeweilige Grünfütter wurde unter Versuchsbedingungen geerntet und in Laborsilos mit 180 Tagen Lagerungsdauer einsiliert (ohne Silierzusätze). Insgesamt wurden je 35 Versuche mit *D.glom.* und *F.spec.* (vierjährig) und weitere 20 Versuche (einjährig) mit Grasmischungen durchgeführt (n=90 Laborsilivertuche).

Die Prüfung der Merkmale erfolgte im Hinblick auf die Einschätzung der Vergärbarkeit (TS, Z/PK und Nitratgehalt), ergänzend auf Rohfaser(RFa)- und Rohprotein(RP)-gehalt, sowie der Gärqualität. Zusätzlich wurde der Clostridiensporengleichhalt (dreijährige Ergebnisse) und der natürliche Laktobakterienbesatz (zweijährige Ergebnisse) bestimmt. In den Silagen wurden pH, Milchsäure (MS) mittels HPLC und flüchtige Fettsäuren (FFS) mittels Gaschromatografie analysiert.

Der für die Einschätzung der Vergärbarkeit des Grünfutters verwendete Vergärbarkeitskoeffizient VK wird nach der Formel: $VK=TS(\%)+8Z/PK$ berechnet.

Ergebnisse

Das Grünfütter aller Nutzungsvarianten wies Nitratgehalte zwischen 0 und max. 0,5 g NO₃/ kg TS auf. Damit ist es durchwegs als nitratarm bzw. nahezu nitratfrei einzustufen. Gemessen an den gehalten RFa, RP und TS repräsentieren die verwendeten Grünfütterarten sehr unterschiedliche Formen der Nutzungsintensität.

Die TS-Gehalte der ersten Aufwüchse wiesen kaum signifikante Unterschiede zwischen den Pflanzenarten, mehr in Abhängigkeit vom Vegetationsverlauf innerhalb eines Jahres auf. Zum optimalen Schnittzeitpunkt lagen die TS-Gehalte zwischen 20 und 30%. Bei Schnittverzögerung des ersten Aufwuchses stiegen die TS-Gehalte bis 40% (Grasmi-

Tabelle 1: Ergebnisse zur Vergärbarkeit von verschiedenen Futterpflanzen und Standorten (Quelle: WEISS, 2000)

		<i>D.glom./F.spec.</i>	Grasmischungen
Anzahl der Versuche	n	35/35	20
Nitratgehalt		< 0,5 g NO ₃ / kg TS	
TS	1. Aufwuchs	21% bis 45% und 50%	20 % bis 40%
	2. Aufwuchs		< 30 %
	3. Aufwuchs	< 30%	< 25%
WLKH		<i>F.spec.</i> > <i>D.glom.</i>	Unterschiede im Gehalt zwischen den Grasmischbeständen
PK		Kaum Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb eines Jahres	
Clostridiensporengleichhalt MPN/ g FM		< 1 x 10 ³	< 6 x 10 ²
Laktobakterienbesatz KBE/ g FM		Bei 2./3. Aufwüchsen höher als bei 1. Aufwüchsen; 4 von 16 Versuchen mit > 10 ⁵ KBE/ g FM	Bei 2./3. Aufwüchsen nicht über 10 ⁵ KBE/ g FM
Vergärbarkeit nach VK		1. Aufwüchse meist leicht vergärbar; 2. und 3. Aufwüchse überwiegend mittelschwer und schwer vergärbar	

Autoren: Dr. Kirsten WEISS, Prof. Dr. habil. Ehrengard KAISER, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Nutztierwissenschaften, FG Futtermittelkunde, Invalidenstraße 42, D-10115 Berlin; Dr. Andreas Milimonka, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, FG Grünlandssysteme, Invalidenstraße 42, D-10115 Berlin



schungen), 45 % (*D.glom.*) bzw. auch bis 50 % (*F.spec.*) an (s. *Tabelle 1*).

Die TS-Gehalte der zweiten und dritten Aufwüchse lagen hierbei bis auf wenige Ausnahmen unter 30%.

Aus den Ergebnissen zum Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (Z) war ersichtlich, daß die ersten Aufwüchse meist zuckerreicher als die Folgeaufwüchse waren. Die *F.spec.* wiesen insbesondere bei den ersten Aufwüchsen überwiegend höhere Z-Gehalte als *D.glom.* auf. Bei Schnittverzögerung sanken die Gehalte in der Tendenz ab. Zwischen den einzelnen Versuchsjahren gab es z.T. starke Schwankungen, die mit Vegetationsverlauf und Witterung im Zusammenhang stehen. Die Z-Gehalte der verschiedenen Grasbestände des einjährigen Versuchsprogramms waren sehr unterschiedlich.

Dagegen variierte die Pufferkapazität innerhalb eines Jahres und zwischen den Futterpflanzen weniger stark.

Die ersten Aufwüchse aller Pflanzenarten wurden aufgrund des starken An-

stiegs der TS-Gehalte überwiegend der VK-Klasse >45 zugeordnet, d.h. als leicht vergärbare eingeschätzt (s. auch *Tabelle 2*). Die *F.spec.* hatten gegenüber *D.glom.* aufgrund höherer Z-Gehalte auch höhere VK-Werte. Die zweiten und dritten Aufwüchse wurden aufgrund der TS-Gehalte unter 30% überwiegend in VK-Klasse < 45, schwer und mittelschwer vergärbare, eingeordnet (s. auch *Tabelle 2*).

Der Clostridiensporengehalt aller Grünfütterarten ist als sehr gering einzuschätzen. Es ist zu beachten, daß unter Versuchsbedingungen geerntet wurde.

Der natürliche Laktobakterienbesatz war bei den Folgeaufwüchsen höher als bei den ersten Aufwüchsen (s. *Tabelle 1*).

Aus *Tabelle 2* ist ersichtlich, daß bei gleichen VK-Klassen in den mittleren Gär-säure-Gehalten Unterschiede zwischen den Futterpflanzen auftraten, und zwar in allen Aufwüchsen. Durch Aufteilung der untersuchten Silagen in VK-Klassen nach Aufwuchs und Pflanzenart wird zwar die Anzahl n innerhalb der Klassen gering, aber die Tendenzen hinsicht-

lich der Unterschiede zwischen Pflanzenart und Aufwuchs sind erkennbar. Der Gesamtsäure(GS)-Gehalt war um so höher, je niedriger die VK-Klasse war. Das ist offensichtlich auf den TS-Gehalt zurückzuführen.

Die Silagen der *F.spec.* wiesen gegenüber *D.glom.* und den untersuchten Grasmischungen bei gleicher VK-Klasse höhere MS-Gehalte und deutlich niedrigere Buttersäure(BS)-Gehalte auf. Besonders hervorzuheben ist, daß in allen VK-Klassen trotz Milchsäuregärung Buttersäure nachgewiesen wurde.

In *Abbildung 1* sind die BS-Gehalte der Silagen aller Pflanzenarten in Abhängigkeit von der Vergärbarkeit, getrennt nach ersten, zweiten und dritten Aufwüchsen, dargestellt. Es wird deutlich, daß die Aufwüchse in den VK-Klassen unterschiedlich vertreten waren. BS-freie Silagen ($\leq 0,3\%$ BS) traten hauptsächlich bei $VK < 45$ auf, hauptsächlich in den zweiten und dritten Aufwüchsen auf (ersichtlich auch aus der Spannweite in *Tabelle 2*). Ab $VK > 45$ enthielten alle Silagen aller Aufwüchse und Pflanzenarten BS.

Tabelle 2: Gärqualität der Silagen von *D.glom.*, *F.spec.* und Grasmischungen nach Vergärbarkeit (VK) und Aufwuchs; Milchsäure(MS)-, Buttersäure(BS)-, Gesamtsäure (GS)-Gehalt in % der TS; Mittelwert und Spannweite

	VK < 35 schwer vergärbare			VK 35...45 mittelschwer vergärbare			VK > 45 leicht vergärbare		
	MS	BS	GS	MS	BS	GS	MS	BS	GS
<i>D.glom.</i> n 1.Aufwüchse				4			11		
Mittel				3,4	3,4	7,7	2,7	1,9	5,1
Spannweite				0-6,8	2-4,8	5,4-9,7	0,2-5,5	0,8-3,2	1,9-9,1
<i>F.spec.</i> n				2			13		
Mittel				5,7	1,7	8,2	3,0	1,5	5,3
Spannweite				3,1-8,3	1,2-2,2	5,8-10,5	0,8-8,1	0,5-3,0	1,7-10,2
Grasm. n				3			5		
Mittel				0,9	4,4	6,4	2,0	1,3	4,2
Spannweite				0-1,5	2,9-6,1	5,1-8,4	0,8-3,2	1,0-1,6	2,4-6,3
<i>D.glom.</i> n 2.Aufwüchse 5				7			4		
Mittel	6,3	1,7	9,6	4,7	1,3	6,9	2,3	1,5	4,1
Spannweite	0,7-8,2	0-6,4	8,3-10,9	0,7-8,7	0-2,0	4,0-10,0	1,8-3,1	1,1-1,8	3,5-5,3
<i>F.spec.</i> n				8			5		
Mittel	7,6	0,7	9,7	6,1	1,5	8,9	2,5	0,9	3,9
Spannweite	7,0-8,5	0,4-1	9,1-10,4	1,6-9,7	0,2-3,2	5,3-11,9	0,6-4,1	0,4-1,5	1,2-6,3
Grasm. n				3			3		
Mittel	2,8	3,3	6,9	3,6	2,6	6,8	2,3	2,3	5,8
Spannweite	1,3-5,0	0,3-5,2	6,4-7,1	2,6-4,5	1,3-3,8	6,4-7,2	1,7-3,5	1,6-2,7	3,9-8,6
<i>D.glom.</i> n 3.Aufwüchse 2				2			2		
Mittel	6,2	1,4	9,2	5,2	3,3	10,1			
Spannweite	4,5-7,9	0,4-2,4	8,0-10,3	2,3-8,2	3,1-3,4	6,6-13,5			
<i>F.spec.</i> n				1			1		
Mittel	9,3	0,4	11,6	8,7	0,2	10,2	2,5	2,1	5,4
Spannweite	8,2-10,5	0-0,8	11-12,3						
Grasm. n				2			2		
Mittel	5,9	1,1	8,2	1,2	6,8	9,6			
Spannweite	5,5-6,3	0,2-2,0	7,8-8,5	0,1-2,3	4,9-8,6	8,1-10,9			

Diskussion und Schlußfolgerungen

Das zur Silierung verwendete Grünfütter, durchgehend nitratarm, wies in Abhängigkeit von Pflanzenart und Aufwuchs eine unterschiedliche Siliereignung nach VK, gemessen an den chemischen Parametern TS und Z/PK auf. Es trat eine unterschiedliche Gärqualität daraus bereiteter Silagen auf.

Mit verzögerter Schnittnutzung beim ersten Aufwuchs verbessert sich infolge TS-Erhöhung die Einschätzung der Vergärbarkeit nach VK. Bei überwiegend günstiger Beurteilung der ersten Aufwüchse bezüglich der Vergärbarkeit und trotz relativ hoher Milchsäuregehalte in den Silagen trat dennoch Buttersäure auf. Selbst bei Silagen aus Grünfütter der VK-Klasse > 45 lagen mit durchschnittlichen BS-Gehalten von 1,9% bei *D.glom.*, 1,5% bei *F.spec.* bzw. 1,3% bei den Grasmischungen sehr hohe Werte vor.

Das Grünfütter der ersten Aufwüchse wies nur einen geringen natürlichen Laktobakterienbesatz bis höchstens 10^3 KBE/g FM auf. Bei den Folgeaufwüchsen lagen die Keimgehalte höher, vereinzelt bis 10^6 KBE/g FM.

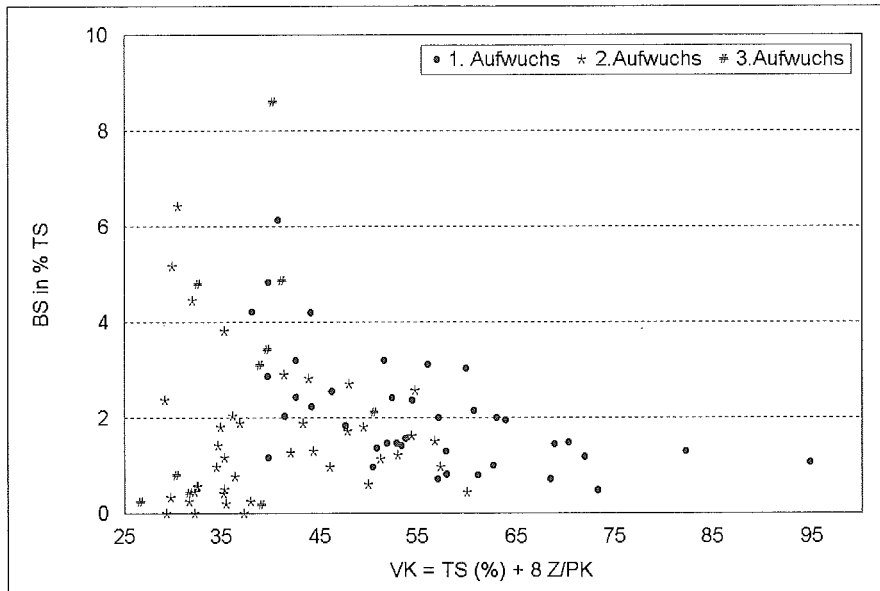


Abbildung 1: Buttersäuregehalt in Abhängigkeit von der Vergärbarkeit erster, zweiter und dritter Aufwuchs

Diese Folgeaufwüchse wurden nach VK meist als mittelschwer und schwer vergärbar eingestuft. MS-Gehalte in den Silagen waren hier jedoch in der Tendenz höher und BS-Gehalte geringer bzw. es traten sogar einige BS-freie Silagen auf. Bei gleicher Vergärbarkeit, gemessen an TS und Z/PK, traten bei den Silagen von *F.spec.* höhere Milchsäure- und geringere Buttersäuregehalte auf als bei *D.glom.*

und auch bei den Grasmischungen. Es wird angenommen, daß entgegen bisherigen Annahmen, wonach die Wirkung von TS und Z/PK pflanzenartenunabhängig ist (WEISSBACH, 1968), doch ein Einfluß der Pflanzenart auf Zusammensetzung und Vergärbarkeit der Fraktion wasserlöslicher Kohlenhydrate vorliegt (WEISS, 2000).

Bei sehr geringen Nitratgehalten im Grünfütter können die chemischen Pa-

rameter TS und Z/PK nur noch bedingt zur Schätzung der Vergärbarkeit und Steuerung des Gärungsverlaufes herangezogen werden. Bei Fehlen von Nitrat besteht, unabhängig von der nach TS und Z/PK vorhergesagten Vergärbarkeit, ein besonderes Risiko für das Auftreten von Buttersäure (auch bei leicht vergärbarem Grünfütter). Weiterhin sind in stärkerem Maße als bisher der epiphytische Keimbefall sowie der Clostridiensporengehalt des Grünfütters zu berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

- KAISER, E.; WEISS, K.; MILIMONKA, A. (1995): Silierbarkeit von nitratarmem Grünfütter. Kongreßband, 107. VDLUFA-Kongreß, Garmisch-Partenkirchen, 777-780
- KAISER, E.; WEISS, K.; ZIMMER, J. (1997): Zum Gärungsverlauf bei der Silierung von nitratarmem Grünfütter. 1. Mitt.: Gärungsverlauf in unbehandeltem Grünfütter. Arch. Anim. Nutr., 50, 87-102
- KAISER, E.; WEISS, K.; MILIMONKA, A. (1999): Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfütter. Arch. Anim. Nutr. 52, 75-93
- WEISS, K. (2000): Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfütter. Dissertation Humboldt- Universität zu Berlin
- WEISSBACH, F. (1968): Beziehungen zwischen Ausgangsmaterial und Gärungsverlauf bei der Grünfüttersilierung. Habilitationsschrift Universität Rostock

Mulchen von Grünland - eine Variante der Landschaftspflege

H. KÄDING und G. PETRICH

1. Einleitung und Problemstellung

Fallen aus wirtschaftlichen Gründen benachteiligte Gebiete aus der landwirtschaftlichen Nutzung heraus, siedeln sich auf den brachliegenden Grünlandflächen nitrophile Hochstauden, teilweise Schilf- und Seggenröhrichte an und es kommt zu Verbuschungen. Aufgabe der Agrarlandschaftsforschung ist es, Grundlagen für die Erhaltung der Kulturlandschaft zu erarbeiten. Das Mulchen nicht landwirtschaftlich genutzter Grünlandflächen ist eine landschaftspflegerische Maßnahme zur Offenhaltung von Landschaften und zur Erhaltung der biotischen Artenvielfalt.

Das durch Mulchen auf der Fläche verbleibende Mulchgut verrottet und führt die freigesetzten Nährstoffe dem Nährstoffkreislauf am Ursprungsort der Aufnahme zu. Ziel der Untersuchungen war es, Aussagen zum Nährstoffkreislauf zu machen sowie den Einfluss der Mulchschicht auf den Neuaustrieb der Grasnarbe und die Vegetationszusammensetzung zu untersuchen.

2. Material und Methoden

Zur Klärung der Mulchwirkung auf Ertrag, Nährstoffkreislauf und Vegetationsveränderung wurde 1992 ein entsprechender Parzellenversuch angelegt. Da die Mulchwirkung erst ab 1993 eintrat, wurden die Ergebnisse ab diesem Jahr gewertet.

Der Versuch befindet sich auf einem tal-sandunterlagerten Niedermoorstandort mit einer Mooraufgabe von ca. 80 cm. Die Entwicklung des Oberbodens ist mit dem Bodentyp Mulm einzustufen. Die Grundwasserstände schwanken während der Vegetationsperiode zwischen 30 und 80 cm unter Flur. Im Mittel der Jahre 1993 bis 1999 lagen die Temperaturen bei 9,1 °C und die Niederschläge bei 519

mm. Im langjährigen Mittel betragen sie 8,7 °C bzw. 541 mm.

Folgende Varianten wurden als einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen geprüft:

Variante 1
jährlich 2 x mähen und abfahren
Ende Mai und Mitte September

Variante 2
jährlich 2 x mulchen
Ende Mai und Mitte September

Variante 3
jährlich 2 x mähen und abfahren
Anfang Juli und Mitte September

Variante 4
jährlich 2 x mulchen
Anfang Juli und Mitte September

Variante 5
jährlich 1 x mähen und abfahren
Anfang Juli

Variante 6
jährlich 1 x mulchen
Anfang Juli

Während der 7-jährigen Versuchsdauer erhielten alle Prüfglieder keine Düngung. Die biometrische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte varianzanalytisch bzw. als Mittelwertvergleich (t-Test) bei $\alpha = 5\%$. Bei den Trendberechnungen über die Versuchsperiode zeigten nicht-lineare Funktionen die beste Anpassung mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß.

Die Bodenprobenentnahme, zur Bestimmung der Nährstoffgehalte, erfolgte jährlich nach Vegetationsende (Oktober) mittels Bohrstock. Die Pflanzenbestandsveränderungen wurden durch Ertragsanteilschätzung zu jedem Aufwuchs ermittelt.

3. Ergebnisse

3.1 Erträge

Im Mittel der 7 Versuchsjahre (1993 bis 1999) wurden auf den Mahdvarianten

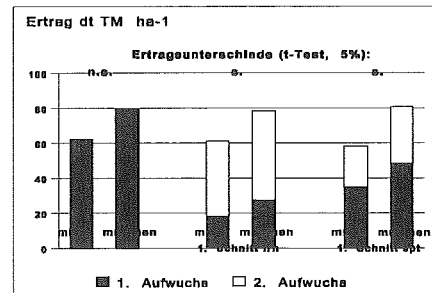


Abbildung 1: Trockenmasseerträge der einzelnen Bewirtschaftungsvarianten (1993 - 1999)

fast einheitlich ca. 60 dt Trockenmasse je ha geerntet (Abbildung 1). Dieser beachtliche Ertrag, ohne jegliche Mineraldüngung, ist auf die Wüchsigkeit des Niedermoorstandortes mit seiner guten Stickstoff- und Wasserversorgung zurückzuführen. Bei der Zweischnittnutzung und früher 1. Nutzung (Ende Mai) lag der Ertrag des 1. Aufwuchses entsprechend niedriger als bei einer späten 1. Nutzung (Anfang Juli). Der gegenläufige Ertrag des 2. Aufwuchses führte zu einem ausgeglichenen Gesamtertrag.

Wird die aufgewachsene Biomasse gemulcht und auf der Fläche belassen, gelangen die durch Mineralisation freiwerdenden Nährstoffe in den lokalen Nährstoffkreislauf und erhöhen den Pflanzenaufwuchs. Durch den Nährstoffimport wurde im Mittel der Versuchsjahre ein jährlicher Mehrertrag von 19 dt TM \times ha⁻¹ bzw. von 31,3 % gegenüber den gemähten Varianten erzielt.

3.2 Nährstoffgehalte und -entzüge

Durch das Mulchen wurde zwar der Ertrag deutlich erhöht, aber die Gehalte an Stickstoff und Phosphor lagen in den Pflanzen geringfügig unter den Gehalten der Mahdvarianten. Offensichtlich ist durch den Mehrertrag ein gewisser Verdünnungseffekt eingetreten. Die Kaliumgehalte sind dagegen durch das Mulchen



in allen Varianten deutlich angestiegen, so dass die Gehaltsunterschiede in allen Varianten statistisch gesichert sind. Auf den Mahdvarianten lagen sie durch ständigen K-Entzug extrem niedrig. Die Zweischnittnutzung mit frühem 1. Schnitt zeigte durchgehend die höchsten mittleren Nährstoffgehalte an N, P und K und erhöhte dadurch die durchschnittlichen Gehalte des Jahresertrages.

Zur Trendberechnung wurden die drei Mahdvarianten mit Schnittnutzung gemittelt und den drei Mulchvarianten gegenübergestellt. Der Trend zeigt über die Versuchsperiode bei den Mahdvarianten abnehmende K-Gehalte in den Pflanzen, während es bei den Mulchvarianten anfangs zu einer kontinuierlichen K-Konzentrationserhöhung kommt. Das Mulchen bewirkt also beträchtliche K-Erhöhungen in den Grünlandpflanzen. Beim Stickstoff und Phosphor sind die Auswirkungen auf die Nährstoffkonzentration weniger stark ausgeprägt und überwiegend nicht signifikant.

Auf den Mulchvarianten wurden bedingt durch steigende Erträge durchgehend höhere Nährstoffentzüge an Stickstoff, Phosphor und Kalium festgestellt. Besonders gravierend sind hier die stark gestiegenen Kaliumentzüge. Auch zeigt die Mulchvariante mit früher 1. Nutzung höhere Entzüge gegenüber den Vergleichsvarianten.

Den Mahdvarianten wurden im Mittel der Versuchsjahre 115 kg N, 19 kg P und 49 kg K×ha⁻¹ durch Pflanzen entzogen und mit der Ernte abgefahren. Auf den Mulchvarianten betrug der mittlere jährliche Nährstoffentzug durch die Pflanzen 139 kg N, 23 kg P und 116 kg K×ha⁻¹. Diese Nährstoffmengen verblieben auf der Fläche und standen nach der Verrottung des Mulchgutes den Pflanzen wieder zur Verfügung.

Die statistisch gesicherten Nährstoffmehrentzüge an Kalium durch Mulchen beliefen sich im Mittel der Jahre 1993 bis 1999 auf 67 kg×ha⁻¹ bzw. 136 %. Gleichzeitig flossen dadurch im Mittel zusätzlich 24 kg Stickstoff und 4 kg Phosphor in den Nährstoffkreislauf.

3.3 Nährstoffgehalte des Bodens

Aus den Stickstoff- und Kohlenstoffanalysen ergaben sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Behandlungen,

Tabelle 1: PK-Gehalte einzelner Bodenschichten bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten (1999)

Entnahmetiefe	P-Gehalte (mg×100 g Bd. ⁻¹)		K-Gehalte (mg×100 g Bd. ⁻¹)	
	mähen und abfahren	mulchen	mähen und abfahren	mulchen
0 - 2,5 cm	14,8	27,3	30,1	54,5
2,5 - 5,0 cm	11,2	18,0	16,7	41,6
5,0 - 10,0 cm	9,9	15,4	8,5	25,6
10,0 - 15,0 cm	10,1	11,5	5,8	14,0
15,0 - 20,0 cm	13,9	11,9	3,2	10,0

wenn man die Varianz der Wiederholungen berücksichtigt. Durch das Mulchen erfolgte auf dem Niedermoorstandort keine Anreicherung der organischen Substanz, des N-Gehaltes und Veränderungen des C/N-Verhältnisses im Boden.

Trendberechnungen über die Versuchsperiode zeigen eine Phosphoraushagerung des Versuchsstandortes durch Mahd und Abfahren der Erntemasse. Auf den Mulchvarianten ist dagegen eine leichte Erhöhung des P-Gehaltes im Boden erkennbar. Die Kaliumgehalte der Mahdvarianten blieben über die 7 Versuchsjahre auf niedrigem Niveau nahezu konstant, während sich die Bodenwerte durch das Mulchen deutlich erhöhten.

Im Jahre 1999 wurden von den Versuchsvarianten zusätzlich einzelne Bodenschichten analysiert. Generell bestätigt sich auch hier die bekannte Tendenz mit schichtweise fallenden Gehaltswerten von oben nach unten. Durch Mulchen mit Verbleib des Aufwuchses auf der Fläche erhöhten sich die P-Gehalte bis 10 cm Tiefe. Die K-Gehalte der Mulchvariante waren gegenüber der Mahdvariante bis 20 cm Tiefe wesentlich höher, was gegenüber dem Phosphor auf eine stärkere Tiefenverlagerung hindeutet. Regelmäßiges Mähen und Abfahren verursachte besonders unter 10 cm Tiefe extrem niedrige K-Gehalte im Moorboden (Tabelle 1).

4. Zusammenfassung

Mulchen ist als Landschaftspflegemaßnahme arbeitswirtschaftlich einfacher zu realisieren und kostengünstiger als Mähen und Abfahren. Unterschiedliche Deckschichten durch zweimaliges bzw. auch einmaliges Mulchen pro Jahr verursachten keine Narbenschäden. Allerdings wird dadurch das Nährstoffangebot im Stoffkreislauf erhöht und zusätzlich Biomasse produziert. Die Nährstoffgehalte der Pflanzen lagen im Mittel der

Versuchsperiode bei den Mulchvarianten bei 2,9 g P bzw. 14,8 g K und die der Mähvarianten bei 3,2 g P bzw. 8,0 g K×kg TM⁻¹. Die jährlich entzogenen Nährstoffmengen im Erntegut betragen im Mittel beim Mulchen 139 kg N, 23 kg P und 116 kg K×ha⁻¹ und beim Mähen 115 kg N, 19 kg P und 49 kg K×ha⁻¹.

Im Boden betragen die Nährstoffgehalte der Mulchvarianten im Mittel der Versuchsjahre 16,1 mg P bzw. 22,1 mg K und die der Mähvarianten 14,7 mg P bzw. 13,1 mg K×100 g Boden⁻¹. Der Variantenvergleich zeigt auch Unterschiede in den PK-Gehalten der einzelnen Bodenschichten. Eine aus naturschutzfachlicher Sicht angestrebte Aushagerung des Niedermoorstandortes wurde durch Mulchen nicht erreicht.

Literatur

- BRIEMLE, G., 1999: Auswirkungen zehnjähriger Grünlandausmagerung: Vegetation, Boden, Biomasseproduktion und Verwertbarkeit des Aufwuchses. Naturschutz und Landschaftsplanung, 8, 229-237
- BROLL, G. & K. F. SCHREIBER, 1993: Auswirkungen der Stilllegung von Grünlandstandorten auf die pflanzenverfügbaren Gehalte an Phosphat und Kalium. Mitt. der Deutschen Bodenk. Gesellschaft, 72, 1, 73-76
- KÄDING, H. & A. WERNER, 2001: Einfluss des Mulchens von Grünlandflächen auf den Nährstoffkreislauf. Arch. Acker- u. Pflanzenbau und Bodenkunde, im Druck
- KRAUT, D. & M. ROSCHKE, 1995: Pflanzenrelevante Nährstoffe im Boden und Aufwuchs auf unterschiedlich bewirtschafteten Naturschutzflächen eines Niederungsgebietes. 107. VDLUFA Kongress, 821-828
- LEIPNITZ, W., 2000: Achtjährige Ergebnisse zur Landschaftspflege mit Schafen im Havelländischen Luch bei Paulinenaue. Weidebrochure - Sonderheft des Deutschen Grünlandverbandes H. 1, 71-96
- SCHIEFER, J., 1983: Ergebnisse der Landschaftspflegeversuche in Baden-Württemberg: Wirkungen des Mulchens auf Pflanzenbestand und Streuzersetzung. Natur und Landschaft 58, 295-300
- WOLF, G., H. WIECHMANN & K. FOTH, 1984: Vegetationsentwicklung in aufgegebenen Feuchtwiesen und Auswirkungen von Pflegemaßnahmen auf Pflanzenbestand und Boden. Natur und Landschaft 59, 316-322

Entwicklung von Feuchtwiesen auf einem Auenstandort an der mittleren Elbe

S. SCHÄFER, K. SCHÜTTLER und M. PETERHÄNSEL

1. Einleitung

Im Bereich des Überschwemmungsgebietes der mittleren Elbe konzentrieren sich vielgestaltige Grünlandstandorte, die einer unterschiedlich intensiven Nutzung unterliegen. Gegenwärtig führt eine vorherrschend extensive Bewirtschaftung und Reduzierung der Nährstoffzufuhr auf dem Wirtschaftsgrünland in der Elbaue zu Veränderungen in der Pflanzenbestandszusammensetzung, worüber auch HOCHBERG et al (1998) bei Mähstandweidenutzung von Mittelgebirgsstandorten berichtet. Die Bestandsstruktur, Ertragsentwicklung und Futterqualität der Grünlandaufwüchse werden hierbei durch die Wechselwirkungen verschiedener Faktoren nachhaltig beeinflusst.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Einfluss des Nutzungszeitpunktes und der Stickstoffdüngung auf die floristische Entwicklung und Futterqualität von Auengrünland am Beispiel von ausgewählten Feuchtwiesen zu untersuchen.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten in den Jahren 1992 bis 2000 im südlichen Deichvorland der Elbe im Landkreis Wittenberg unter Nutzung von Parzellenversuchen auf drei überschwemmungsbeeinflussten Auengrünlandflächen, die im Rahmen eines Landesforschungsprojektes angelegt wurden (ADOLF, SCHÄFER 1998).

- Schnittzeitenversuche auf drei Standorten mit jährlich zweimaliger Nutzung, Prüffaktor: Nutzungszeitpunkt des ersten Aufwuchses (1.6.;10.6.;20.6.;30.6.)
- Stickstoffdüngungsversuch mit Dreischnittnutzung auf einem Standort, Prüffaktor: Stickstoffgabe/Aufwuchs (ohne N; 30, 60, 90 kg N/ha)

Eine Ertragsanteilschätzung diente zur Ermittlung der floristischen Bestandszusammensetzung. Anschließend wurde auf jeder Parzelle eine Probemahd (5m²) vorgenommen. Eine Futterprobe jeder Variante gelangte zur chemischen Untersuchung. Der Oberboden (0–20cm Tiefe) wurde jeweils im Frühjahr zu Vegetationsbeginn beprobt. Die Aufbereitung und chemische Analyse der Pflanzensubstanz und Bodenproben erfolgte nach standardisierten Methoden durch die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Sachsen-Anhalt. TS-Erträge und Gehaltswerte an einzelnen Futterinhaltsstoffen wurden varianzanalytisch verrechnet.

3. Ergebnisse

Die Versuchsflächen wiesen in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt zum Teil deutliche Unterschiede im Nährstoffgehalt des Bodens (0–20 cm Tiefe) auf (vgl. *Abbildung 1*). Die Bodenreaktion und ein hoher Gehalt an Magnesium sind standorttypisch und kennzeichnen einen schluffreichen Auenlehmboden mit zeitweiligem Überflutungseinfluss. Der Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium ist auf den langjährig nicht gedüngten Standorten 1 und 2 sehr nied-

rig. Der Standort 3 weist, als vormalig intensiv genutzte Mähweidefläche (Jung-rinderweide), auch nach mehrjähriger Zweischnittnutzung eine günstigere Versorgung mit Phosphor, Kalium und anorganischen Stickstoff (NO₃-Gehalt) auf.

Auf spät gemähten Parzellen deutet sich bei einzelnen Nährstoffen eine leicht abnehmende Tendenz im Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen und in der Bodenreaktion ab. Als Ursachen dürften höhere Entzüge und eine veränderte floristische Bestandszusammensetzung genannt werden.

Nach mehrjährigem Einfluss einer Zweischnittnutzung, später Schnittnutzung des ersten Aufwuchses und ohne mineralische Düngergaben zeichnet sich eine nachweisliche Erhöhung der Artenzahl ab. Anfang Juni geschnittene Feuchtgrünlandbestände boten niedrig wüchsigen Kräutern eine günstigere Entwicklungsmöglichkeit als spät genutzte Pflanzenbestände. Dichte grasreiche Pflanzenbestände waren dagegen artenärmer (vgl. *Abbildung 2*). Diese Erscheinung manifestierte sich in einem jahreszeitlich verschiedenen Blühaspekt.

Im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes gewannen standorttypische Leguminosen, wie Schwedenklee (*Trifolium hy-*

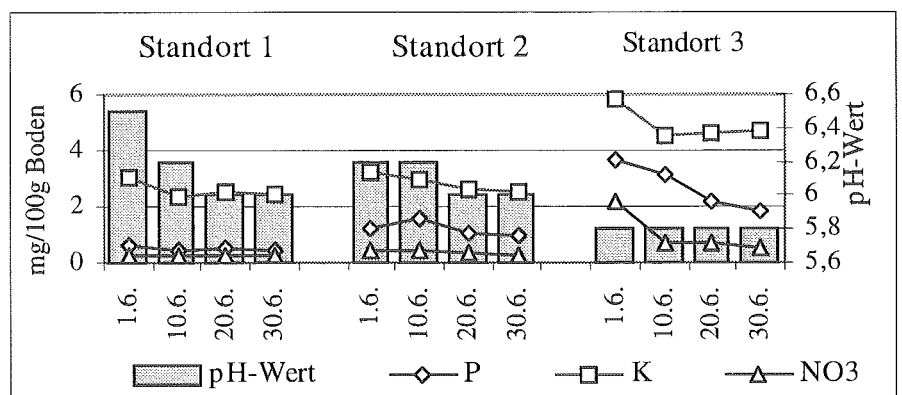


Abbildung 1: Bodenreaktion und Nährstoffgehalt in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses im Jahr 2000

Autoren: Dr. Stephan SCHÄFER und Katharina SCHÜTTLER, Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Anton-Kuckhoff-Straße 35, D-06108 Halle/S.; Martina PETERHÄNSEL, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Sachsen-Anhalt



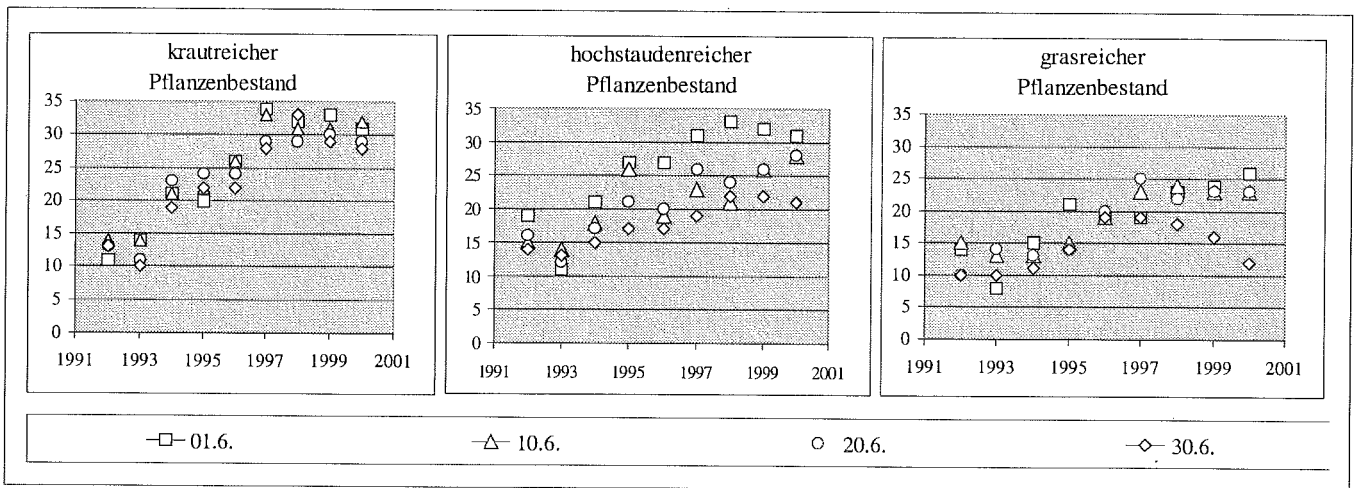


Abbildung 2: Artenzahl in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt auf drei unterschiedlichen Feuchtgrünlandflächen in den Untersuchungsjahren 1992 bis 2000

bridum), Vogelwicke (*Vicia cracca*) und Wiesenplatterbe (*Lathyrus pratensis*), auf ausgehagerten Dauergrünlandflächen einen auffällig hohen Ertragsanteil (< 10%). Die Höhe der N-Gaben beeinflusste die Entwicklung der Ertragsanteile standorttypischer Gräser und Kräuter, wie am Beispiel des Wiesenfuchsschwanzes (*Alopecurus pratensis*) deutlich wird (Abbildung 3). Die Gemeine Quecke (*Agropyron repens*) wurde durch Wiesenrispe (*Poa pratensis*), dem feuchteliebenden Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und hochwüchsigen Kräutern, wie der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) zurückgedrängt. Jahreszeitliche und standörtliche Einflüsse (Vegetationsbeginn, zeitweilige Überschwemmungen, schwankende Grundwasserstände u.a.) vermögen den Schnitteinfluss zu überdecken und das Wachstum und die Ausbreitung einzelner standortangepasster Arten zu för-

Tabelle 1: Entwicklung der Ertragsanteile einzelner Pflanzenarten und Artengruppen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses bei Zweischnittnutzung

Pflanzenart Artengruppe	1.06.					30.06.				
	1992	1994	1996	1998	2000	1992	1994	1996	1998	2000
Wiesenfuchsschwanz	49	42	44	42	39	43	38	46	41	26
Gemeine Quecke	32	24	2	14	6	40	11	5	30	12
Rispenarten	19	27	47	23	22	17	50	34	17	14
Rohrglanzgras			1	2	7		*	3	3	11
sonstige Gräser				*						
Distelarten	*1)	5	2	2	4	*	1	8	5	34
Ampferarten		*	1	3	2			1	2	1
Hundskamille	*		*	*	*	*		*		
Kressearten		*	*	*	*			1	*	
Hahnenfußarten	*	1	2	6	12	*		1	2	2
Gemeiner Beinwell								*	*	
sonstige Kräuter			1	1	4	6	*	1	*	*
Leguminosen	*	*	*	4	2		*	*	*	*

*1) Anteil unter 1%, z.T. Einzelpflanzen

dern. Bis zum Ende des zweijährigen Untersuchungsabschnittes kam es zu einer ertragswirksamen Zunahme der Kräuteranteile. Im Einzelfall zur Dominanz von Ruderalpflanzen.

Ein Nutzungsbeginn Anfang Juni bot niedrigwüchsigen Kräutern, wie dem Kriechenden Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Kuckuckslichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*), Nordischem Labkraut (*Galium boreale*), Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*) sowie auch Leguminosen günstige Wachstumsbedingungen. Bei spätem ersten Schnitt (30.6.) kam es dagegen zum massiven Auftreten der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*), deren Anteil bis zum Jahr 2000 annähernd ein Drittel der Ertragsmasse bildete (Tabelle 1). In der zweiten Untersuchungsperiode zeichnete sich auf allen Parzellen eine Zunahme des Großen Sauerampfers (*Rumex acetosa*), ab. Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) wurden durch die zeitweiligen Frühjahrüberschwemmungen und eine nachfolgend späte zweimalige

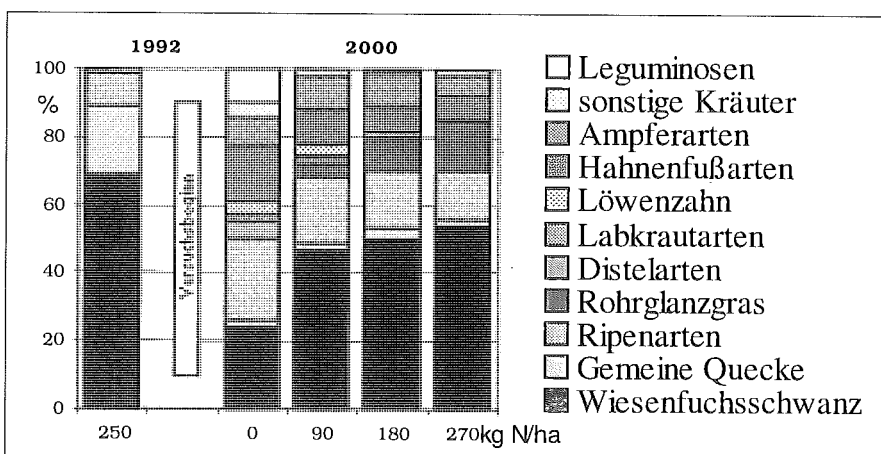


Abbildung 3: Entwicklung der Ertragsanteile (%) einzelner Pflanzenarten und Artengruppen in Abhängigkeit von der Stickstoffgabe bei Dreischnittnutzung

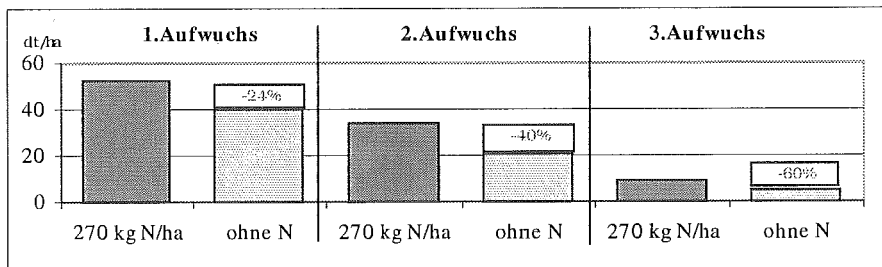


Abbildung 4: Einfluss unterschiedlicher Stickstoffgaben auf den TS Ertrag und Ertragsverlust (relativ) bei unterlassener mineralischer Düngung (Mittel 1992/2000)

Tabelle 2: Energiegehalte des ersten Aufwuchses in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt und dem Untersuchungsstandort

Standort	Nutzungszeitpunkt	1998 MJ NEL/kg TM				2000	Mittel 1997/2000	
		1997	1998	1999	absolut		relativ	
1	1.6.	5,5	5,5	5,4	6,1	5,6	100	
	10.6.	5,4	5,1	5,3	6,0	5,4	96	
	20.6.	5,2	5,3	5,0	5,4	5,2	93	
	30.6.	4,6	4,9	4,6	5,0	4,8	86	
2	1.6.	5,4	5,8	6,1	6,6	6,0	100	
	10.6.	5,1	5,4	5,7	6,3	5,6	93	
	20.6.	5,3	5,6	5,6	5,8	5,6	93	
	30.6.	5,1	5,2	5,0	5,4	5,1	85	
3	1.6.	5,2	5,4	5,4	6,0	5,5	100	
	10.6.	5,4	5,0	5,0	5,8	5,3	96	
	20.6.	5,3	5,1	4,8	4,9	5,0	91	
	30.6.	5,0	4,8	4,3	4,9	4,8	87	

Schnittnutzung im Ertragsanteil gefördert. Die praktizierte Nutzungs- und Düngungsintensität wirkte nicht nur auf die floristische Entwicklung der untersuchten Feuchtgrünlandbestände, sie beeinflusste auch nachweislich die Ertragsbildung.

Die TS-Erträge und Futterqualität der genutzten Aufwüchse ließen in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung signifikante Unterschiede zwischen nicht und mit 270 kg N/ha gedüngten Grünlandaufwüchsen erkennen. Auf nicht gedüngten Untersuchungsflächen schwankten die Erträge im Bereich um 50 bis 70 dt TS/ha und waren im ersten und zweiten Aufwuchs vergleichsweise um 24 bis 40 % niedriger als auf gedüngten Parzellen.

Nicht und schwach (30 kg N/ha) gedüngte Pflanzenbestände waren, Anfang Juni genutzt, häufig am energiereichsten. Bei mehrjähriger Dreischnittnutzung und einem günstigen Gras-Kraut-Leguminosenverhältnis (nicht gedüngte Variante: 55-35-10 % Ertragsanteil) erreichte die Energiekonzentration der Aufwüchse Werte von mehr als 6,0 MJ NEL/kg TS. Differenzen im Energiegehalt wurden durch das Entwicklungsstadium der geernteten Aufwüchse und die unterschiedlichen Gehaltswerte an Rohnährstoffen (insbesondere XP, XA) zum Zeitpunkt der Nutzung verursacht. Das Futter krautreicher Aufwüchse (z. B. Standort 2) das bis zum 10.6. geerntet wurden, wies im Vergleich mit grasreicheren Auf-

wüchsen und fortschreitender Untersuchungsdauer in der Mehrzahl der Fälle eine tendenziell zunehmende Energiekonzentration auf. Eine Nutzung nach dem 20.6. minderte signifikant die Aufwuchsqualität (Tabelle 2).

4. Zusammenfassung

- Eine mehrjährig extensive Bewirtschaftung von Feuchtgrünland erhöht die Artenzahl, den Anteil standorttypischer Wiesenkräuter und fördert die Entwicklung mehrjähriger Leguminosen.
- Narbengeschädigtes Wirtschaftsgrünland unterliegt bei reduzierter Nutzungsintensität der Gefahr einer fortschreitenden Verkräutung mit Ruderalpflanzen.
- Auf nicht gedüngten Auengrünlandflächen wurde der TS-Ertrag um mindestens ein Viertel in Bezug auf den Ertrag gedüngter Pflanzenbestände vermindert.
- Mehrjährig nicht gedüngte, kraut- und leguminosenreiche Pflanzenbestände liefern Anfang Juni (bis 10.6.) oftmals noch ein energiereiches Futter (>6,5 MJ NEL/kg TS.).
- Eine Nutzung nach dem 10.6. zieht eine deutliche Verschlechterung der Aufwuchsqualität (< 5 MJ NEL/ kg TS) nach sich und schränkt die Verwertbarkeit für eine Rinderfütterung ein

Literatur

- HOCHBERG, H., D. ZOPF, H. WARZECHA, R. FRÜH, D. BACHMANN, S. MOHRING 1998; Grünlandextensivierung in Thüringen – Ergebnisse der Begleituntersuchungen zum KULAP. F/E-Bericht Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
- ADOLF, G., S. SCHÄFER, 1998: Untersuchungen zur floristischen Zusammensetzung von Wiesenfuchsschwanzbeständen an der mittleren Elbe in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses. Arch. Acker- Pfl. Boden, Vol.43, S. 17 -26

Schätzung des Trockenmasseertrages auf Dauergrünland mit Hilfe einer Höhenmessung

H. TROTT, B. INGWERSEN, M. WACHENDORF und F. TAUBE

1. Einleitung

Die Kenntnis des Trockenmasseertrages ist wichtiger Bestandteil eines optimierten Grünland- und Weidemanagements. RODENS (2001) empfiehlt, die Graserträge auf allen für die Weidehaltung verfügbaren Betriebsflächen wöchentlich zu kontrollieren. Dies anhand einer direkten Beprobung und Messung der Bestände zu tun, würde einen unverhältnismäßig hohen Aufwand bedeuten, wenn auch die Genauigkeit der Werte relativ hoch wäre. In den vergangenen Jahrzehnten wurde ein breites Spektrum an indirekten, nicht destruktiven Methoden entwickelt (LUCAS and THOMSON 1994), das von einfachen Zollstockverfahren bis hin zu technisch aufwendigen Kapazitätsmessungen reicht.

In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Höhenmessgerät der Firma GRASSTEC (Charleville, Co. Cork, Irland) verwendet, das speziell für den Anwendungsbereich Grünland entwickelt wurde. In einigen Ländern, wie zum Beispiel in Neuseeland, werden Geräte des gleichen Typs standardmäßig in der praktischen Grünlandbewirtschaftung eingesetzt. Zur Schätzung des Ertrages mit Hilfe des GRASSTEC Höhenmessgerätes existieren bereits eine Vielzahl von Gleichungen, die unter sehr unterschiedlichen Bedingungen entwickelt wurden (GRASSTEC unveröffentlicht). Allerdings fehlen Kalibrationen, die auch kleebasierte Bestände umfassen. Außerdem beziehen sich sämtliche Funktionen auf die gesamte oberirdische Biomasse und nicht auf den tatsächlich ernterelevanten Ertrag, der die Biomasse der Stoppeln, die bis zu 10 dt TM ha⁻¹ betragen kann, nicht berücksichtigt.

Das Ziel der vorliegenden Studie war zu klären, inwieweit anhand dieses Verfahrens mit einer allgemeingültigen Kalibration der Grünlandertrag über einen breiten Nutzungs- (Weide, Mähweide,

Schnitt) und Düngungsgradienten (0 bis 200 kg N ha⁻¹) hinweg prognostiziert werden kann. Die Untersuchung wurde im Rahmen des EU-Projektes „EFFECT (European Farms For Effective Clover Technology)“ durchgeführt, in dem die Nachsaat von Weißklee bei Dauergrünland im Mittelpunkt steht (EUROPEAN COMMUNITIES, 2000). Das GRASSTEC-Gerät diente hierbei als Standardmethode zur einfachen Schätzung des Ertrages auf Schlagniveau.

2. Material und Methoden

Das Datenmaterial wurde auf einer Dauergrünlandfläche des Versuchsbetriebes Karkendamm der Universität Kiel in den Jahren 1998 und 1999 erhoben [Bodenart/-typ: hS /Trepasol (tiefungebrochener Gley-Podsol) aus weichseleiszeitlichen Sanden; durchschn. Jahresniederschlag: 823.6 mm; durchschn. Jahrestemperatur: 8.4 °]. Bei den untersuchten Varianten handelt es sich um Weißklee-/Grasbestände (*Lolium-Cynosuretum*), die sowohl in der Nutzungsform [Weide; Mähweide mit 2 Schnitten plus Nachweide; Schnitt mit 4 Nutzungen] als auch in der mineralischen N-Düngung (0, 100 und 200 kg ha⁻¹ Jahr⁻¹) variieren.

Die Bestandeshöhe ist mit dem Höhenmessgerät der Firma GRASSTEC erhoben worden. Das Gerät besteht aus einem Eisenstab, an dem eine in vertikaler Richtung bewegliche Metallplatte (32cm x 32cm, 456.2g) angebracht ist. Führt man den Stab senkrecht bis zur Bodenoberfläche, wird die Platte aufgrund der Widerstandskraft des Pflanzenbestandes angehoben. Die Distanz zum Boden wird über ein Zählwerk zunächst als dimensionslose Zahl registriert, aus welcher sich die tatsächliche Durchschnittshöhe in cm wie folgt errechnen lässt:

$$\text{Höhe [cm]} = \frac{1}{2} (\text{Endwert-Startwert}) / \text{Wiederholungszahl.} \quad (1)$$

Parallel dazu wurde die Biomasse oberhalb 5 cm (=TM-Ertrag in dt ha⁻¹) ermittelt. Die Höhenmessungen wurden im unmittelbaren Umfeld der Schnittfläche durchgeführt.

Die Auswertung des Datenmaterials erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS (SAS, 1996) mittels Kovarianz- und Regressionsanalysen. Zur Charakterisierung der Schätzgenauigkeit wurden Grenzdifferenzen bei $\alpha=0.05$ berechnet:

$$\text{LSD} = t(\text{FG};\alpha) * \bar{O}2 * \text{S.E.} \quad (2)$$

Dem in die Berechnung eingehenden Standardfehler (S.E) liegt die folgende Formel von MICHEL (1982) zugrunde:

$$\begin{aligned} \text{SE} &= \bar{O} [S^2\text{H.Y}/\text{Nc} + S^2\text{H}^2\text{b}^2/\text{Nm}] \quad (3) \\ \text{SE} &= \text{Standardfehler des Schätzwertes} \\ S^2\text{H.Y} &= \text{Varianz des Modells (MSE)} \\ S^2\text{H} &= \text{Varianz der Höhe (Annahme:} \\ &\quad \text{Variationskoeffizient = 50\%)} \\ \text{b} &= \text{Regressor der Schätzgleichung} \\ \text{Nc} &= \text{Anzahl der Kalibrationspunkte der} \\ &\quad \text{Regression} \\ \text{Nm} &= \text{Anzahl an Wiederholungen der} \\ &\quad \text{Höhenmessungen} \end{aligned}$$

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Kovariable „Höhe“ hat einen hochsignifikanten Einfluss auf den TM-Ertrag ($P < 0.001$). Dabei liegt ein linearer Funktionszusammenhang vor. Das quadratische Glied lässt sich statistisch nicht absichern.

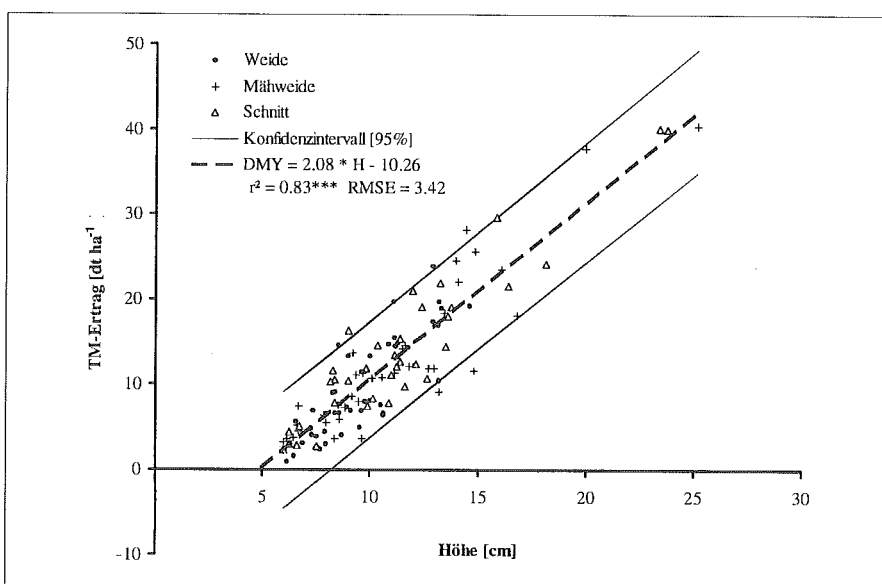
Nutzungsform und N-Intensität, mit denen spezifische Nutzungsfrequenzen verbunden sind, wirken stark modifizierend auf den Grünlandbestand und prägen Bestandeseigenschaften, die für das Funktionsprinzip des benutzten Höhenmessgerätes relevant sind. So werden insbesondere Artenzusammensetzung, Bestandesdichte und Heterogenität der Grünlandnarbe von der Nutzungsform, der Nutzungsfrequenz und der N-Intensität beeinflusst. Bewirtschaftungsbedingte Unterschiede in der Artenzusammensetzung spiegeln sich im vorliegen-

Autoren: H. TROTT, Bernhard INGWERSEN, Dr. Michael WACHENDORF und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 KIEL



Tabelle 1: Gemittelte Gras-, Klee- und Krautanteile [%] der Herbstbonituren 1998/1999

Nutzungs-Form	N-Gabe [dt ha ⁻¹]	Gras [%]	Klee [%]	Kraut [%]
Weide	0	88	6	6
Weide	100	93	4	3
Weide	200	94	2	5
Mähweide	0	74	18	8
Mähweide	100	74	18	8
Mähweide	200	92	5	4
Schnitt	0	62	28	9
Schnitt	100	82	11	7
Schnitt	200	90	5	5

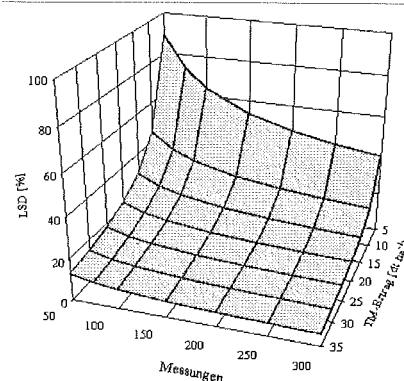
**Abbildung 1: Beziehung zwischen gemessener Höhe H [cm] und dem TM-Ertrag DMY [dt ha⁻¹] (Schnitthöhe 5 cm)**

den Versuch vor allem in unterschiedlichen Gras- (62 – 94 %), Klee- (2 – 28 %) und Krautanteilen (3 – 9 %) wider (Tabelle 1). In der vorliegenden Untersuchung sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Nutzungsformen bezüglich des Zusammenhanges zwischen TM-Ertrag und gemessener Höhe vorhanden. Das gleiche gilt für die mineralischen N-Düngungsstufen. Auch die Wechselwirkungen sind statistisch nicht absicherbar. Alle Varianten können somit durch eine gemeinsame Schätzgleichung beschrieben werden (Abbildung 1).

Um den Effekt fertiler Triebe auf die Ertragsschätzung beurteilen zu können, wurden die ersten beiden vorwiegend generativen Aufwüchse sämtlicher Varianten gegenüber den vegetativen Folgeaufwüchsen abgrenzt. Die Kovarianzanalyse ergab allerdings keine absicherbaren Effekte der beiden Aufwuchsgruppen.

Die Schnitthöhe bei der Ertragsermittlung betrug 5 cm. Dies lässt sich auch anhand der Schätzgleichung ableiten, indem man den negativen Quotienten von Intercept ($a=-10.26$) und Steigungsparameter ($b=2.08$) bildet (entspricht dem Schnittpunkt der Schätzgeraden mit der x-Achse). Die gesamte Biomasse einschließlich der Stoppeln kann anhand der Gleichung ohne Intercept geschätzt werden: Biomasse [dt ha⁻¹] = $2.08 * H[\text{cm}]$.

Das Potenzial des Höhenmessgerätes zur Ermittlung von Ertragsunterschieden geht aus *Abbildung 2* hervor. Nach MICHEL (1982) hängt der Standardfehler von der Anzahl an Kalibrationspunkten, sowie von der Anzahl an Feldwiederholungen ab. Grundsätzlich gilt, dass bei gleichem Ertragsniveau die Differenzierungsschärfe (LSD siehe Gleichung (2)) mit zunehmender Anzahl an Messungen verbessert wird. Es wird deutlich, dass

**Abbildung 2: Grenzdifferenzen LSD [%] in Abhängigkeit vom TM-Ertrag [dt ha⁻¹] (Schnitthöhe 5 cm) und der Anzahl an Messungen**

die Frage des zumutbaren Messaufwandes zunehmend in den Vordergrund rückt. Hohe Schätzgenauigkeiten erfordern gerade bei niedrigeren Erträgen einen überproportional hohen Messaufwand. Für Weidereste, die häufig auf einem geringeren Trockenmasseniveau liegen, ist die Anwendbarkeit des Höhenmessgerätes somit fraglich. Einem niedrigen Ertragsniveau muss generell mit einer entsprechend hohen Anzahl an Messungen Rechnung getragen werden.

4. Schlussfolgerung

Die Beziehung zwischen TM-Ertrag und gemessener Höhe kann für herkömmliches Wirtschaftsgrünland unabhängig von Nutzungsform, N-Intensität und Bestandeszusammensetzung durch eine lineare Funktion beschrieben werden. Die Schätzgenauigkeit lässt sich durch eine erhöhte Anzahl an Messungen verbessern. Besonders bei niedrigem Ertragsniveau ist ein stark erhöhter Messaufwand erforderlich.

5. Literatur

- EUROPEAN COMMISSION, 2000: FAIR programme - Agriculture, Forestry and Rural Development. Research results. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, pp. 697.
- LUCAS, R. J. & K. F. THOMPSON, 1994: Pasture assessment for livestock managers. In: R. H. M. LANGER (ed.): Pastures: Their ecology and management. Oxford Univ. Press, NY. 241-262.
- MICHEL, P., 1982: Value of a rising-plate meter for estimating herbage mass of grazed perennial ryegrass-white clover swards. Grass and Forage Science 37, 81-87.
- RODENS, B., 2001: Neuseeland: 13000 kg Milch pro Hektar Weide. Top agrar 4 – Spezialprogramm Rindviehhaltung, 18-22.

Vergleich der spektralen Reflexion verschiedener Rasengrasarten im V-NIR Bereich anhand bodennaher Aufnahmen

I. RADEMACHER, K. HÜNTING und W. KÜHBAUCH

1. Einleitung

Neben meßbaren Eigenschaften, wie z. B. dem Ertrag, der Wuchshöhe oder der Konzentration wertgebender Inhaltsstoffe werden in der Wertprüfung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen auch visuell faßbare Eigenschaften bonitiert. Vielfach sind es die phänologischen und optischen Eigenschaften von Einzelpflanzen oder der Aspekt ganzer Bestände, die mit Hilfe einer meist 9-stufigen Boniturskala bewertet werden (BSA, 1999). Die optischen Eigenschaften von Blättern, d. h. Absorption, Transmission und Reflexion werden im sichtbaren Licht (ca. 400-700 nm) im wesentlichen durch ihren Pigmentgehalt bestimmt. Chlorophyll a + b, absorbieren blaues (400-500 nm) und rotes (680 nm) Licht stark, grünes (500-600 nm) dagegen schwächer. Nahinfrarotes Licht (700 bis 1300 nm) wird vom Blattchlorophyll nicht absorbiert. Ein Pflanzenbestand verhält sich bezüglich der optischen Eigenschaften prinzipiell ähnlich wie ein einzelnes Blatt, jedoch wirken Blattflächenindex, Bodenbedeckungsgrad und Bestandesstruktur modifizierend auf den Verlauf der spektralen Signatur (KÜHBAUCH, 1991). Für die gesamte durch Chlorophyll und die Blattfläche bestimmte Signatur ist somit der Spektralbereich von 400 - 1100 nm von besonderem Interesse. Die Reflexion im sichtbaren Bereich und im nahen Infrarot, sowie daraus berechnete Indizes, wie z.B. der NDVI_R, stehen i.d.R. in sehr guter Übereinstimmung mit pflanzlichen Eigenschaften (METHY *et al.*, 1993). Auch das Infrarot-Rot-Verhältnis der Reflexion (R_{800}/R_{680}) von Gräsern zeigte nach Untersuchungen von PEARSON *et al.*, (1979) eine hohe Übereinstimmung zur oberirdischen Biomasse.

Im vorliegenden Beitrag wird neben der Methodik zur bodennahen Spektralmes-

sung die zeitliche Veränderung der spektralen Reflexionen am Beispiel unterschiedlicher Rasenansaat dargestellt.

2. Material und Methoden

2.1 Standort und Pflanzenmaterial

Die Versuchsfläche liegt im Versuchsfeld Bonn-Poppelsdorf (60 m ü. NN, Parabraunerde diluvialer Herkunft, 11,5°C mittlere Jahrestemperatur, 632 mm mittlerer Jahresniederschlag). Nach Saatbettbereitung erfolgte am 5. April 2001 die Aussaat der Rasengräser mit einer einheitlichen Saatstärke von 25 g m⁻². Es wurden drei Grasarten mit jeweils zwei Sorten verwendet (Tabelle 1). Der Versuch liegt in dreifacher Wiederholung vor. Die Parzellengröße beträgt 1,5 m x 2,0 m. Am 07. Mai wurde eine Herbizidbehandlung gegen dikotyle Unkräuter mit 1,0 l ha⁻¹ Duplosan KV durchgeführt.

2.2 Spektrometermessungen

Die Messungen wurden mit dem Feldspektrometer „Field Spec V/NIR“ (Analytical Spectral Devices, ASD Inc., Boulder, USA) durchgeführt. Die Spezifikationen des Gerätes sind in Tabelle 2 angegeben. Da das Spektrometer nur eine

Tabelle 2: Spezifikation des Feldspektrometers FieldSpec V/NIR-512

Spektralbereich	341 - 1071 nm
Anzahl der Spektralkanäle	512
spektrale Auflösung	2,5 nm
Aufnahmeintervall	1,4 nm
Öffnungswinkel	25°
Integrationszeit	variabel 17 ms bis 32 s
Referenz	Spectralon

Eingangsoptik besitzt, müssen Target- und Referenzspektrum separat aufgenommen werden.

Das Spektrometer mißt zunächst die Intensität der Einstrahlung in Form digitaler elektronischer Meßwerte. Die Darstellung und Ausgabe von Reflexionspektren der gemessenen Objekte wird erst durch die Kalibrierung des Gerätes unter ambienter Einstrahlung möglich. Dazu wird das Reflexionsspektrum einer Fläche gemessen, die zu 100% reflektiert („ideales Weiß“). Die anschließend gemessenen Spektren werden dann als Relativwerte dieser Weißreflexion dargestellt. Unter variablen Einstrahlungsbedingungen (Bewölkung) muß vor jeder Messung erneut kalibriert werden. Die Integrationszeit einer Messung liegt je nach Beleuchtungsintensität und Reflexionsvermögen der Zielfläche zwischen 340 ms und 12 s. Der Datentrans-

Tabelle 1: Verwendete Rasengräser und einige sortentypische Merkmalsbonituren nach Beschreibender Sortenliste (BSA, 2000)

Art	Sorte	R	B	L	ND
Deutsches Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>)	„Barredo“	7	4	2	7
	„Parcour“*	-	5	3	4
Wiesenrispe (<i>Poa pratensis</i>)	„Baron“	7	7	3	6
	„Limousine“	7	5	2	9
Rohrschwengel (<i>Festuca arundinacea</i>)	„Amalia“	4	8	3	6
	„Apache“	6	9	3	5

R = Rispenschieben, B = Blattbreite, L = Lückigkeit, ND = Narbendichte
* = nicht mehr in der Sortenliste aufgeführt

Autoren: Dr. Ingo RADEMACHER, Klaus HÜNTING und Prof. Dr. Walter KÜHBAUCH, Institut für Pflanzenbau - Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Katzenburgweg 5, D-53115 BONN



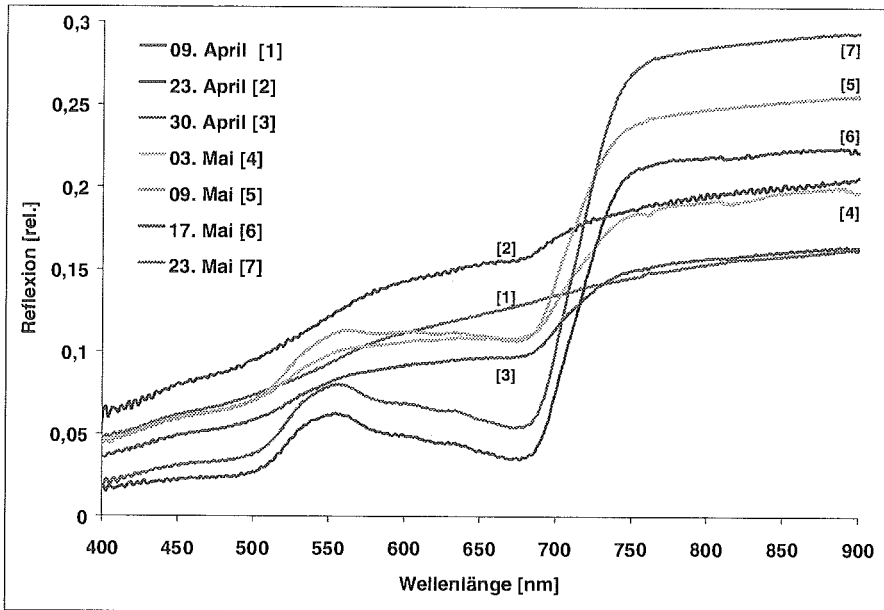


Abbildung 1: Mittlere Reflexionssignaturen ($n=6$) der Rasensorte „Parcour“ (*Lolium perenne*) über einen Zeitraum von sieben Wochen nach der Aussaat

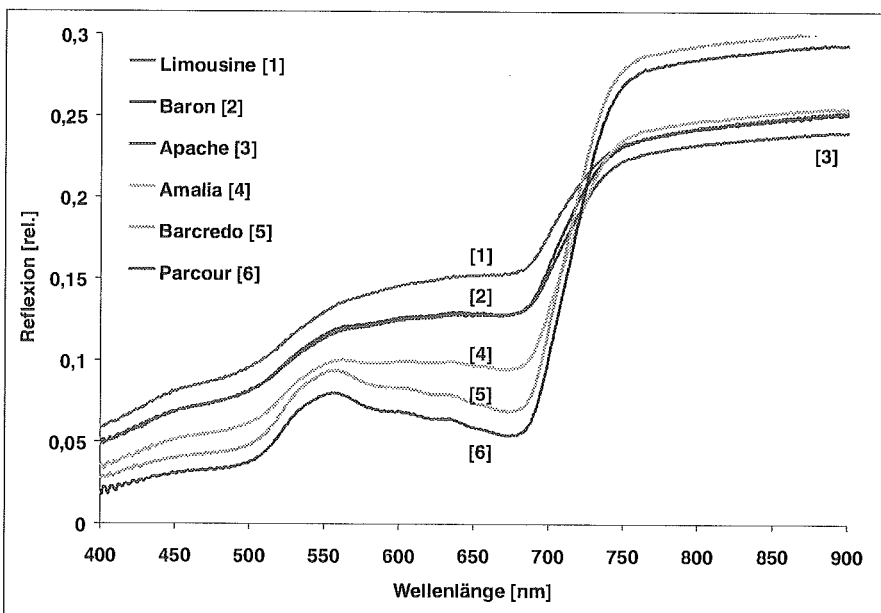


Abbildung 2: Mittlere Reflexionssignaturen ($n = 6$) verschiedener Rasensorten sieben Wochen nach der Aussaat (23.05. 2001)

fer zum Spektrometer und die online Darstellung der Spektren erfolgt über ein Notebook.

3. Ergebnisse und Diskussion

Der zeitliche Verlauf der Reflexion einer Rasensaat ist beispielhaft für die Dt. Weidelgras-Sorte „Parcour“ in *Abbildung 1* dargestellt. In der ersten und zweiten Signatur ([1] u. [2]) entspricht die Reflexion noch der eines unbewachsenen Bodens. In den später gemessenen Reflexionssignaturen deuten die Einbrüche bei

680 nm und der starke Anstieg vom Rot zum NIR auf pflanzliche Biomasse hin. Die Signaturen sind hauptsächlich auf das Reflexionsverhalten von Chlorophyll zurückzuführen und werden in der landwirtschaftlichen Fernerkundung vielfach zur Zustandsbeschreibung wichtiger Nutzpflanzen angewendet (u. a. SCHELLBERG und KÜHBAUCH, 1991).

Die Signaturverläufe sieben Wochen nach der Aussaat (*Abbildung 2*) sowie die daraus berechneten Vegetationsindizes (*Tabelle 3*) zeigen deutliche Unterschiede zwischen den getesteten Rasen-

Tabelle 3: Aus Reflexionsspektren abgeleitete Vegetationsindizes für verschiedene Rasensaatensorten (23.05. 2001)

Art	Sorte	NDVI _R	R ₈₀₀ /R ₆₈₀
Deutsch Weidelgras	„Barcredo“	0,59	4,20
<i>Lolium perenne</i>	„Parcour“	0,65	5,18
Wiesenrispe	„Baron“	0,31	1,86
<i>Poa pratensis</i>	„Limousine“	0,23	1,56
Rohrschwengel	„Apache“	0,29	1,80
<i>Festuca arundinacea</i>	„Amalia“	0,44	2,58

arten und Sorten. Während die beiden Weidelgrassorten „Barcredo“ und „Parcour“ bereits eine deutliche Vegetations-signatur liefern, überwiegt bei den schwach entwickelten Wiesenrispensorten „Limousine“ und „Baron“ noch deutlich die Bodensignatur. Da die Bestände zum Zeitpunkt der letzten Messung noch keine dichte Narbe gebildet hatten, ist ein Vergleich der Reflexionswerte mit den üblichen Boniturwerten, wie z.B. der Narbendichte (s. *Tabelle 1*), zwischen den Arten oder Sorten hier noch nicht zulässig. Unterschiede in der Geschwindigkeit der Biomasseentwicklung nach der Aussaat lassen sich dagegen bereits sehr früh aus Spektren bzw. Vegetationsindizes ableiten.

Wie bereits von TRENTHOLM *et al.* (1999) gezeigt, scheint die spektrale Reflexion der Rasenoberfläche grundsätzlich geeignet, das Boniturschema in der Sortenprüfung zu ergänzen und zu objektivieren.

4. Literatur

- BUNDESSORTENAMT BSA, 1999: Richtlinie für die besondere Anbauprüfung auf Rasennutzung.
- BUNDESSORTENAMT BSA, 2000: Beschreibende Sortenliste Rasengräser, Landbuch Verlag, Hannover.
- METHY, M., J. FABREGUETTES, F. JARDON and J. ROY, 1993: A two channel radiometer for the measurement of red/ far red or nir / red ratios. *Crop Structure and light microclimate*; INRA editions, 121-128
- KÜHBAUCH, 1991: Artenerkennung und Zustandsbeschreibung landwirtschaftlicher Nutzpflanzenbestände mit Fernerkundung. *Berichte der GIL.*, 1, 1-16.
- PEARSON, B.L., L.D. MILLER and C.J. TUCKER, 1979: Hand-held spectral radiometer to estimate graminaceous biomass. *Appl. Opt.*, 18, 416-418
- SCHELLBERG, J. and W. KÜHBAUCH, 1991: Reflexionsmessungen von Weizenbeständen zum Zwecke der fernkundlichen Zustandsbeschreibung und Ertragsschätzung. *Berichte der GIL.*, 1, 61-68.
- TRENTHOLM, L. E., R. N. CARROW and R. R. DUNCAN, 1999: Relationship of multispectral radiometry data to qualitative data in turfgrass research. *Crop Sci.*, 39, 763-769.

Die Photosyntheseleistung von *Lolium perenne* und *Festuca rubra* gemessen an ganzen Pflanzen und einzelnen Blättern

G. SCHULTE AUF'M ERLEY, I. RADEMACHER und W. KÜHBAUCH

1. Einleitung

Etwa 90 % der pflanzlichen Trockenmasse entstammen der Photosynthese. Dennoch wird oftmals kein direkter Zusammenhang zwischen der gemessenen Photosynthese je Einheit Blattfläche und der Wachstumsrate oder der Ertragsleistung von Pflanzen gefunden. Eine verlässlichere Beziehung zwischen der Photosyntheseleistung einer Pflanze und ihrem Massenzuwachs kann dagegen hergestellt werden, wenn der CO_2 -Gaswechsel am gesamten Sproß unter ambienten Umweltbedingungen gemessen wird (POORTER *et al.*, 1990).

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Wachstumseigenschaften von zwei verschiedenen Futtergräsern unter zwei Stickstoffstufen zu vergleichen und in Beziehung zur Photosyntheseleistung der Pflanzen zu setzen. Dazu wurde sowohl die Photosynthese am gesamten Sproß als auch an den Einzelblättern gemessen, und die Aussagefähigkeit der verschiedenen Meßwerte wurde verglichen.

2. Material und Methoden

Als Pflanzenmaterial wurde *Lolium perenne* (Lp) der Sorte „Liprinta“ und *Festuca rubra* (Fr) der Sorte „N. F. G. Theodor Roemer“ verwendet. Die Gräser wurden 15 Tage nach der Aussaat in Klimakammern überführt und dort unter kontrollierten Bedingungen (Tag/Nacht 500/0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF, 10/14 h, 20/15 °C, 80/70 % rF) in Hydrokultur angezogen. Die Stickstoffversorgung in der Nährlösung betrug 1,4 mg N l⁻¹ (N-) bzw. 13 mg N l⁻¹ (N+).

Beginnend mit dem 3-Blatt-Stadium (d. h. zwei Blätter am Haupttrieb waren vollständig exponiert, das dritte Blatt war sichtbar, aber noch nicht ausgewachsen) wurde beprobt. Weitere Probenahmen

erfolgten jeweils mit dem Erscheinen eines neuen Blattes am Haupttrieb bis hin zum 7-Blatt-Stadium. Es wurden jeweils 20 Pflanzen geerntet, von denen die Trockenmasse bestimmt wurde. Die Blattfläche aller Blätter wurde durch Messen von Blattlänge und -breite nach KEMP (1960) bestimmt. Die relative Wachstumsrate und die Nettoassimilationsrate wurden nach dem klassischen Ansatz, von HUNT (1982) aus den Meßdaten zum 3- und zum 7-Blatt-Stadium berechnet.

Die Sproßphotosynthese wurde an fünf Terminen zwischen dem 5- und 7-Blatt-Stadium an jeweils 10 Pflanzen mit einem Gaswechselmeßgerät (CIRAS-1, PP-Systems, Hitchin, UK) und einer Küvette für Bestandesphotosynthesemessungen (CPY-2, PP-Systems, Hitchin, UK) gemessen. Die Wurzeln der Pflanzen befanden sich während der Messungen in einem Gefäß mit Nährlösung aus der jeweiligen Versuchsvariante. Mit Quecksilberdampflampen (Osram, HQI-T 400 W/D) wurde die Lichtintensität auf ca. 480 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF eingestellt, was etwa der Intensität in der Klimakammer entsprach.

Die Blattphotosynthese wurde mit einer Parkinson-Blattküvette (PP-Systems, Hitchin, UK) an ebenfalls 10 Pflanzen je Termin gemessen. Für die Messungen wurde das jeweils jüngste voll ausgewachsene Blatt des Haupttriebes verwendet, wobei vom 4- bis zum 7-Blatt-Stadium der Pflanzen gemessen wurde. Die Beleuchtungsstärke während der Messungen betrug 530 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF.

3. Ergebnisse

Die relative Wachstumsrate, d. h. der Trockenmassezuwachs im Verhältnis zur

vorhandenen Trockenmasse, unterschied sich signifikant ($p < 0,05$) zwischen den N-Versorgungsstufen (Abbildung 1). *L. perenne* erreichte unter N+ eine fast 20 % höhere relative Wachstumsrate als *F. rubra*, dagegen war die relative Wachstumsrate unter N- gegenüber *F. rubra* nur um 8,3 % erhöht.

Die relative Wachstumsrate setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, der Nettoassimilationsrate, die den Trockenmassezuwachs in Bezug auf die vorhandene Blattfläche darstellt, und dem Blattflächenverhältnis, d. h. der Blattfläche im Verhältnis zur gesamten pflanzlichen Trockenmasse. In der physiologischen Komponente der relativen Wachstumsrate, der Nettoassimilationsrate, erwies sich *F. rubra* gegenüber *L. perenne* als leicht überlegen (Abbildung 1). Deutliche Unterschiede zwischen den Spezies konnten für die morphologische Komponente der relativen Wachstumsrate, dem Blattflächenverhältnis, nachgewiesen werden. Vor allem unter N+ war das Blattflächenverhältnis von *L. perenne* signifikant höher ($p < 0,05$) als das von *F. rubra*.

Auf die Blattfläche bezogen hatte *F. rubra* eine höhere Sproßphotosynthese als *L. perenne* ($p < 0,001$) (Abbildung 1). Aber auch die N-Stufe hatte einen gesicherten Einfluß auf die blattflächenbezogene Sproßphotosynthese ($p < 0,05$). Die relativen Unterschiede zwischen den Spezies und N-Stufen in der Sproßphotosynthese entsprachen damit in etwa den Abstufungen in der Nettoassimilationsrate.

In der Photosyntheserate der Einzelblätter reagierten die Spezies sehr unterschiedlich auf die N-Versorgung. Bei *L. perenne* ging die Photosyntheserate unter N- auf die Hälfte der unter N+ er-

Autoren: Gunda SCHULTE AUF'M ERLEY, Dr. Ingo RADEMACHER und Prof. Dr. Walter KÜHBAUCH, Institut für Pflanzenbau - Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Katzenburgweg 5, D-53115 BONN



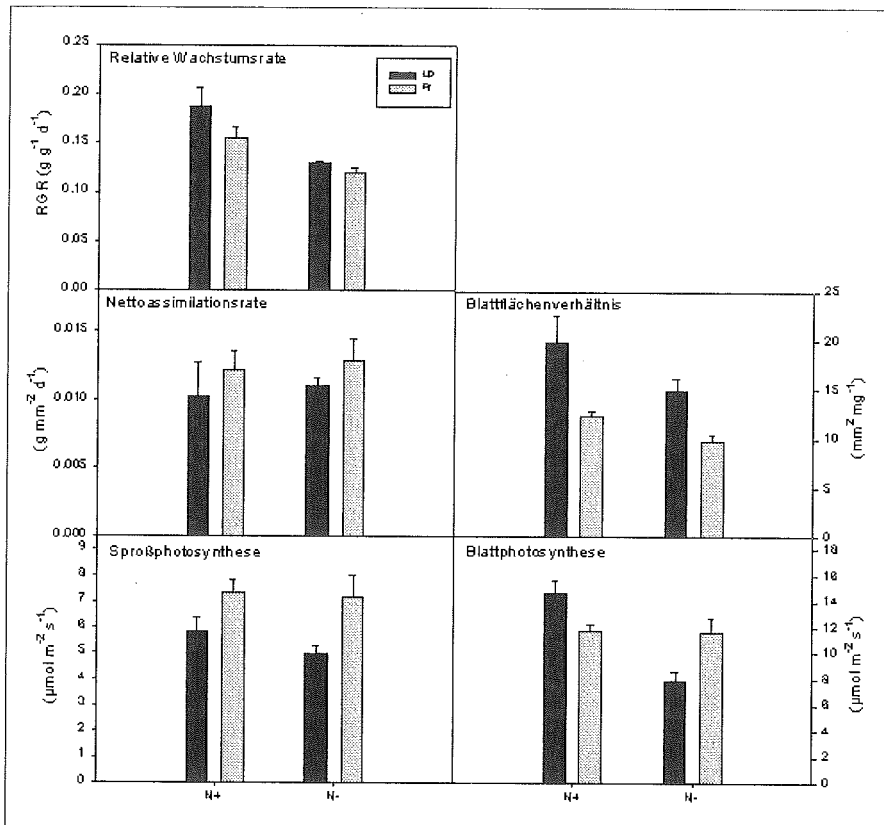


Abbildung 1: Relative Wachstumsrate, Nettoassimilationsrate, Blattflächenverhältnis, Sproßphotosyntheserate und Blattphotosyntheserate von *L. perenne* (Lp) und *F. rubra* (Fr) unter hoher (N+) und niedriger (N-) N-Versorgung. I = + 1 Standardfehler (Relative Wachstumsrate, Nettoassimilationsrate und Blattflächenverhältnis: n=2; Sproßphotosynthese: n=5 je Meßtermin, Blattphotosynthese: n=40).

zielten Rate zurück, bei *F. rubra* blieb die Photosynthese unabhängig von der N-Versorgung auf dem gleichen Niveau. *L. perenne* hatte damit unter N+ eine höhere Photosyntheserate als *F. rubra* und unter N- eine niedrigere.

4. Diskussion

Unter N+ zeigte *L. perenne* gegenüber *F. rubra* eine höhere potentielle Wachstumsrate. Wie bereits in zahlreichen anderen Untersuchungen bestätigt (POORTER und REMKES, 1990; VAN DER WERF *et al.*, 1993, ATKIN *et al.*, 1998), waren auch hier die unterschiedlichen maximalen relativen Wachstumsraten von *Lolium perenne* und *Festuca rubra* in erster Linie auf die Blattflächenausstattung und nicht auf die Produktivität je Einheit Blattfläche zurückzuführen. Die Nettoassimilationsrate und die Sproßphotosyntheserate war jeweils bei *F. rubra* höher als bei *L. perenne*. Diese Überlegenheit von *F. rubra* reichte aber nur bei geringem N-Angebot aus, eine ähnlich

hohe relative Wachstumsrate wie *L. perenne* zu erzielen.

Die vergleichbaren Abstufungen zwischen den Versuchsvarianten in der Nettoassimilationsrate und in der Sproßphotosynthese zeigt, daß die Nettoassimilationsrate v. a. durch die Photosyntheserate je Einheit Blattfläche bestimmt wird. Andere Einflußfaktoren, wie der Anteil des Kohlenstoffs, der durch den Sproß oder die Wurzeln veratmet wird, oder die Umsetzung von Kohlenstoffassimilaten aus der Photosynthese in pflanzliche Trockenmasse, scheinen dagegen von geringer Bedeutung für die Nettoassimilationsrate zu sein, obwohl 30 bis 50 % des täglichen Kohlenstoffgewinns am gleichen Tag wieder veratmet werden (LAMBERS *et al.*, 1989). Das bestätigt die Schlußfolgerungen von LAMBERS und POORTER (1992), die ebenfalls die Atmungsraten der Pflanze als unbedeutend für den Kohlenstoffzuwachs der Pflanze ansahen.

Die Unterschiede in der Sproßphotosynthese zwischen den Varianten deckten

sich nicht mit denen in der Photosyntheserate des jeweils jüngsten, voll ausgewachsenen Blattes (Abbildung 1). Insgesamt lagen die Photosyntheseraten der jüngsten vollausgewachsenen Blätter auf einem höheren Niveau als die des gesamten Sprosses. Offenbar war die durchschnittliche Photosyntheserate aller Blätter des Sprosses bei *F. rubra* höher als bei *L. perenne*, wenn auch die anfängliche Photosynthese des jungen Blattes geringer war. Der Grund dafür kann in der Blattlebensdauer gesehen werden, die zu einem unterschiedlich schnellen Abfall der Photosyntheseraten von *F. rubra* und *L. perenne* geführt hat (Daten nicht gezeigt). Unter geringer N-Versorgung war die Blattlebensdauer der beiden Spezies nahezu gleich, so daß auch der Unterschied in den Photosyntheseraten erhalten blieb. *F. rubra* erreichte also bei ausreichender N-Versorgung eine höhere Nettoassimilationsrate durch mäßig hohe Photosyntheseraten der Blätter, während bei *L. perenne* das jeweils jüngste Blatt eine sehr hohe Photosyntheseleistung brachte und die älteren Blätter nur niedrige Photosyntheseraten. Die niedrigen Photosyntheseraten der älteren Blätter, wie sie bei *L. perenne* auftreten, sind in dichten Beständen, in denen die unteren Blätter nicht mehr viel Licht bekommen, günstiger, weil die Photosynthesekapazität der unteren Blätter hier ohnehin nicht mehr ausgenutzt werden kann (s. FIELD, 1983). Es ist deshalb nicht zu erwarten, daß in Beständen, in denen die unteren Blätter stark beschattet werden, die Nettoassimilation von *F. rubra* ebenfalls höher wäre als bei *L. perenne*. Unter geringer N-Versorgung kommt die höhere Nettoassimilationsrate von *F. rubra* tatsächlich durch eine höhere Photosynthesekapazität je Einheit Blattfläche zustande.

Es kann gefolgert werden, daß die Unterschiede zwischen den Arten in ihrer relativen Wachstumsrate nicht direkt auf die Photosyntheserate je Einheit Blattfläche zurückgeführt werden können. Bei einer Unterteilung der relativen Wachstumsrate in das Blattflächenverhältnis und die Nettoassimilationsrate zeigt sich jedoch, daß die Sproßphotosyntheserate die Nettoassimilationsrate sehr gut umschreibt, während die Einzelblattphotosyntheserate für Schlußfol-

gerungen für die Produktivität der Blattfläche der Pflanzen ungeeignet ist.

5. Literatur

- ATKIN, O. K., M. SCHORTEMAYER, N. MCFARLANE und J. R. EVANS, 1998: Variation in the components of relative growth rate in ten *Acacia* species from contrasting environments. *Plant Cell Environ* **21**: 1007-1017.
- FIELD, C., 1983: Allocating leaf nitrogen for the maximization of carbon gain: leaf age as a control on the allocation program. *Oecologia* **56**: 341-347.
- HUNT, R., 1982: *Plant growth curves - The functional approach to plant growth analysis*. London: Edward Arnold.
- KEMP, C. D., 1960: Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurements. *Ann. Bot.* **24**: 491-499.
- LAMBERS, H., N. FREUSEN, H. POORTER, T. HIROSE und A. VAN DER WERF, 1989: Analyses of growth based on net assimilation rate and nitrogen productivity. In: Lambers, H., M. L. Cambridge, H. Konings und T. L. Pons (Hrsg.): *Causes and Consequences of Variation in Growth Rate and Productivity of Higher Plants*. S. 1-17. The Hague: SPB Academic Publishing.
- LAMBERS, H. und H. POORTER, 1992: Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. *Adv. Ecol. Res.* **23**: 187-261.
- POORTER, H. und C. REMKES, 1990: Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate. *Oecologia* **83**: 553-559.
- POORTER, H., C. REMKES und H. LAMBERS, 1990: Carbon and nitrogen economy of 24 wild species differing in relative growth rate. *Plant Physiol.* **94**: 621-627.
- VAN DER WERF, A., M. VAN NUENEN, A. J. VISSER und H. LAMBERS, 1993: Contribution of physiological and morphological plant traits to a species' competitive ability at high and low nitrogen supply. A hypothesis for inherently fast- and slow-growing monocotyledonous species. *Oecologia* **94**: 434-440.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Rahmen der Projekte Ku 366/19-1 und Ku 366/19-3 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziell unterstützt.

Zum Bröckelverhalten von Pflanzenbeständen unterschiedlicher Gesellschaftszugehörigkeit

M. STERZENBACH, J. SIEGL und W. OPITZ VON BOBERFELD

1. Einleitung

Für die Rentabilität von extensiven Tierhaltungsformen spielen die Kosten der Winterfutterbergung eine entscheidende Rolle. Eine qualitativ hochwertige Form der Konservierung ist die Silagebereitung, die auch bei Aufwüchsen extensiv bewirtschafteten Grünlandes mit Erfolg möglich ist (STERZENBACH 2000). Daneben besteht aber auch die Möglichkeit der Konservierung über Trocknung des Aufwuchses zu Heu. Der Trocknungsverlauf ist dabei jedoch von einer Vielzahl von Einflussfaktoren abhängig, wie z. B. der Auflagefläche des Erntegutes (HÖHN 1988) oder der Technik der Futterwerbung (HÜBNER & WAGNER 1968). Nach ELSÄSSER (1990) lagert dabei stengelreiches, älteres Material weniger dicht als junges blattreiches Material, was erhebliche Auswirkungen auf die Trocknungszeit und damit das mögliche Witterungsrisiko hat, andererseits hat der Halm schlechtere Trocknungseigenschaften als die Blattspreite (OPITZ v. BOBERFELD 1994). Eine Möglichkeit der Verkürzung der Trocknungszeit ist eine geeignete Mähgutaufbereitung. Kommt es jedoch zu einer zu starken mechanischen Beanspruchung, so gibt es Bröckelverluste. Der Grund dafür liegt in der schnelleren Trocknung der nährstoffreichen Blätter gegenüber den rohfaserreichen Stengel, weshalb bei einer zu starken Bearbeitung die feinen, gut verdaulichen Pflanzenteile verloren gehen. Um diese Einflussfaktoren zu erfassen, wurde deshalb parallel zur Silagebereitung (STERZENBACH 2000) das Bröckelverhalten von Pflanzenbeständen verschiedener Gesellschaften extensiv bewirtschafteten Grünlandes in Abhängigkeit von Gras-/Krautanteil untersucht. Zudem sollten mögliche Einflüsse einer Wiederbefeuchtung (= Sekundärtrocknung) auf das Bröckelverhalten herausgearbeitet werden.

2. Material und Methoden

Das zu untersuchende Pflanzenmaterial stammte aus einem Mitte Mai geernteten Primäraufwuchses vier verschiedener extensiv bewirtschafteter Grünlandstandorte unterschiedlicher Standortausprägung bezogen auf Wasserversorgung, Artenzusammensetzung, Bewirtschaftung und Gras-/Krautverhältnis, vgl. *Tabelle 1*.

Zur Erfassung der Trocknungs- und Wiederbefeuchtungseigenschaften erfolgte die Trocknung in einem Klimaschrank bei 25°C und einer relativen Luftfeuchte von 50 % in Crispacks mit einem simulierten Trockenmasseertrag von 40 dt*ha⁻¹. Zur Beschreibung des Trocknungsverlaufes wurden drei Wiederholungen nach 3, 6, 18, 24, 48, 72, 96 und 120 h gewogen und nach eintägiger Rücktrocknung bei 60°C im Trockenschrank einer 24-stündigen Wiederbefeuchtung bei 20°C und 80 % Luftfeuchte im Klimaschrank unterzogen. Gewogen wurde anschließend nach 1, 3, 6, 18 und 24 h.

Zur Erfassung des Bröckelverhaltens wurden zusätzlich jeweils drei Wiederholungen erntefrisch und einer Trocknung nach 18, 48, 120 bzw. bei Wiederbefeuchtung nach 6 h und 8 h bzw. bei ca. 70 % und 60 % TS einer mechanischen Belastung in einer eigens konstruierten Bröckelmaschine unterzogen. Hierbei handelte es sich um einen mit 30 U*min⁻¹ rotierenden Zylinder mit zwei feststehenden inneren Metallleisten und acht freifallenden Holzquadrern. Untersucht wurden die Ernteverluste,

gemessen anhand des Siebdurchfalls bei einem Maschendurchmesser von 3,0 * 3,5 cm, vor (= unbehandelt) und nach (= behandelt) einer zweiminütigen Belastung in der Maschine.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte varianzanalytisch getrennt für jeden Wäge- bzw. Bröckeltermin; die Beschreibung der Trocknungsverläufe dagegen durch Ermittlung von Regressionskurven der Form $y=a-c*e^{-b*x}$.

3. Ergebnisse

3.1 Trocknungseigenschaften

Alle untersuchten Pflanzenbestände zeigen den von TUNCER et al. (1970) beschriebenen typischen Trocknungsverlauf, bei dem mit zunehmendem Trocknungsgrad eine asymptotische Annäherung an die Feuchtegleichgewichte erfolgt, vgl. *Abbildung 1*. Die *Festuco-Cynosureten* haben dabei einen höheren spezifischen Ausgangstrockensubstanzgehalt; dieser Unterschied bleibt bis 48 h Trocknung erhalten, vgl. *Abbildung 1*. Beim Vergleich der jeweils krautreichen mit der grasreichen Variante innerhalb der verschiedenen Standortausprägungen ergeben sich signifikante Unterschiede im TS-Gehalt von Beginn der Trocknung bis zu 18 h, wobei die Variante mit dem höheren Krautanteil immer geringere TS-Gehalte besitzt. Diese Ausprägung ist aufgrund des höheren Krautanteils des *Arrhenatheretums* stärker ausgeprägt als bei dem krautreichen *Festuco-Cynosuretum*. Dies bestätigt die Ergebnisse von HÖHN (1988), wonach krautreiche Bestände auf dem Feld meist

Tabelle 1: Untersuchtes Pflanzenmaterial

Standortausprägung	frisch		trocken	
	grasreich	krautreich	grasreich	krautreich
Assoziation	<i>Lolio-Cynosuretum</i>	<i>Arrhenatheretum</i>	<i>Festuco-Cynosuretum</i>	<i>Festuco-Cynosuretum</i>
Gras-/Krautanteil	88/12	70/30	93/7	80/20

Autoren: Dr. Maik STERZENBACH, Joachim SIEGL und Prof. Dr. Dr.h.c. Wilhelm OPITZ VON BOBERFELD, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, D-35390 GIESSEN



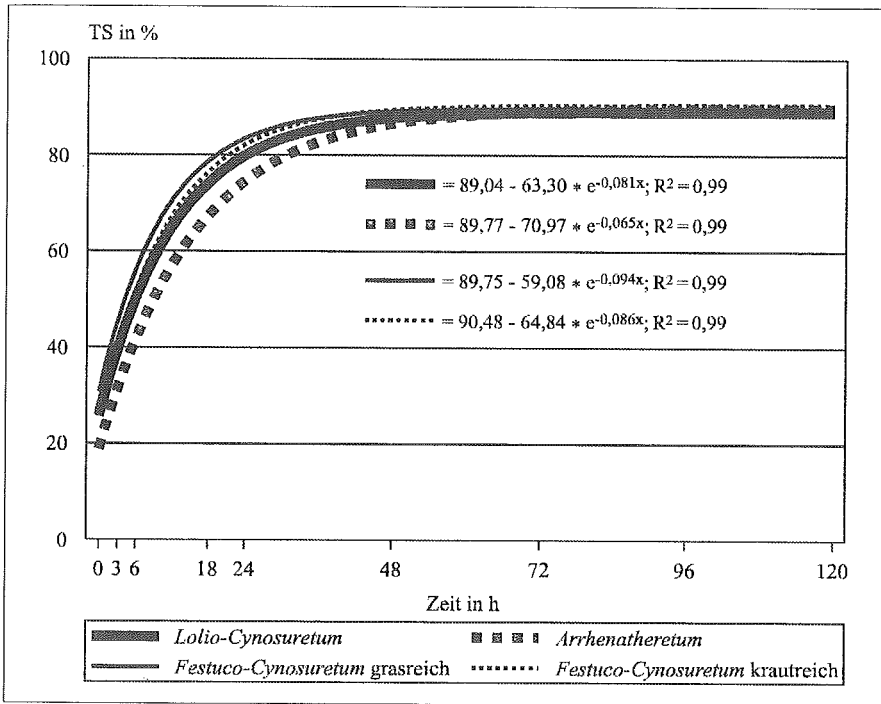


Abbildung 1: Trocknungsverläufe der Primäraufwüchse

Untersuchungen von HÖHN (1988), der bei Kräutern das Dreifache der Verluste gegenüber reinen Grasbeständen feststellt. Begründet ist dies mit dem unterschiedlichen TS-Gehalt der Blätter und Stengel, was dazu führt, dass die Blätter bereits abbröckeln bevor die Stengel einen lagerungsfähigen Trocknungsgrad erreicht haben. Die Unterschiede zwischen den *Festuco-Cynosureten* und den Beständen mit frischer Standortausprägung sind hingegen nur für einen TS-Gehalt von 87 % mit $\hat{\alpha} = 0,05$ nachgewiesen.

3.2.2 Sekundärtrocknung

Bei einem direkten Vergleich der Proben der Primärtrocknung mit denen der Sekundärtrocknung sind mit Ausnahme des *Arrhenatheretums* bei TS-Gehalten von ca. 75 % keine signifikanten Unterschiede in der Höhe der Bröckelverluste nachweisbar, vgl. *Abbildung 3*. Erklären lässt sich das mit dem geringen Krautanteil der Varianten, da sich eine Wiederbefeuchtung nach ISSELSTEIN & RIDDER (1993) in erster Linie auf die Trocknungseignung der Kräuter auswirkt.

4. Fazit

- *Festuco-Cynosureten* trockneten schneller als die Pflanzengesellschaft-

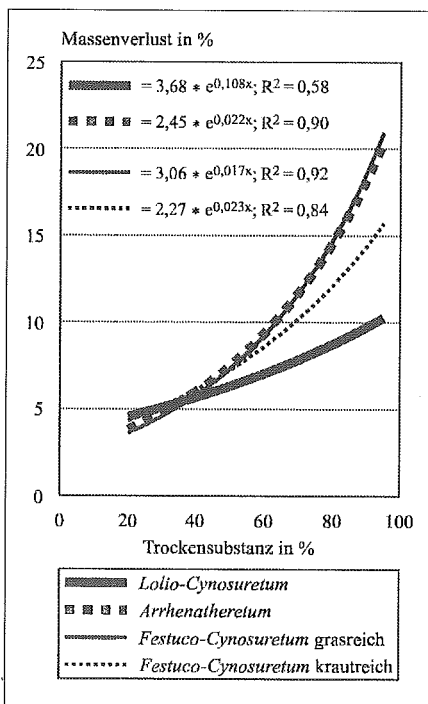


Abbildung 2: Bröckelverluste der Primäraufwüchse in der Primärtrocknungsphase

wasserreicher sind als grasreiche und demzufolge häufig längere Zeit zum Trocknen benötigen.

3.2 Bröckelverhalten

3.2.1 Primärtrocknung

Wie aus *Abbildung 2* hervorgeht, kommt es bei allen Varianten zu einer deutlichen

Erhöhung der Bröckelverluste mit steigendem TS-Gehalt. Der Einfluss des Gras-/Krautverhältnisses innerhalb der beiden Standorttypen ist gesichert, wobei die krautreichen Varianten ab 70 % TS signifikant höhere Bröckelverluste aufweisen. Dieses Ergebnis bestätigt die

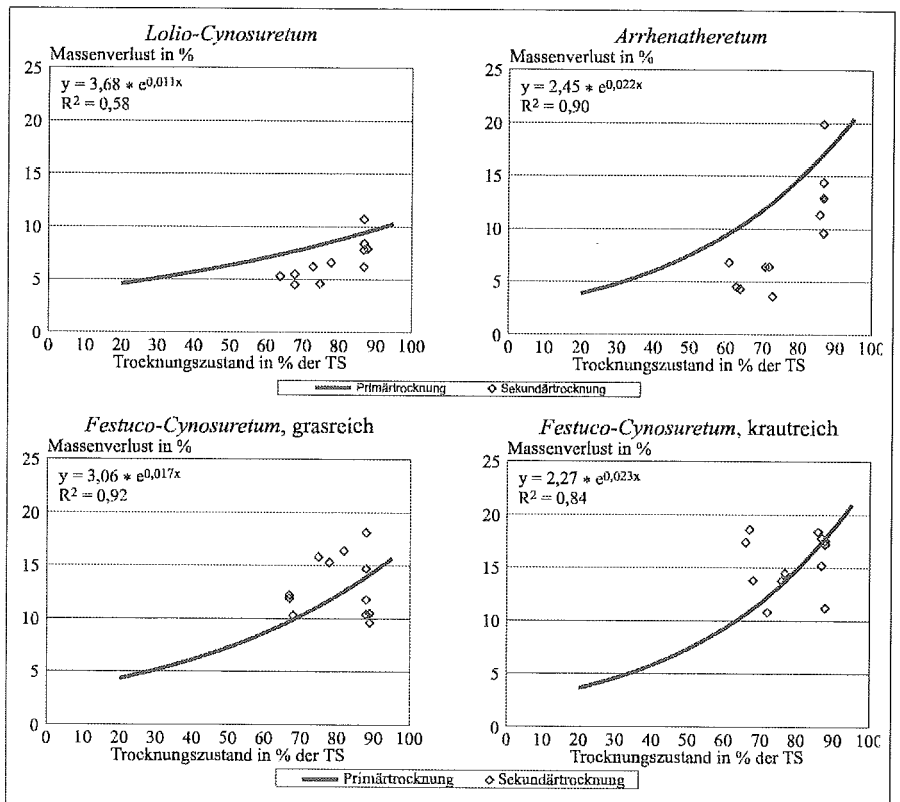


Abbildung 3: Bröckelverluste der Primäraufwüchse in der Sekundärtrocknungsphase

ten frischer Standorte. Mit zunehmendem Krautanteil verlängerte sich die Trocknungszeit.

- Bei der Primärtrocknung erwiesen sich *Festuco-Cynosureten* anfälliger gegenüber mechanischer Belastung als Grünlandbestände frischer Standortausprägung; hohe Krautanteile erhöhten die Verluste.
- Eine Sekundärtrocknung hatte aufgrund geringer Krautanteile keinen signifikanten Effekt auf das Bröckel-

verhalten der untersuchten Pflanzengesellschaften.

5. Literatur

- ELSÄSSER, M., 1990: Trocknungsverhalten von Gräsern in dünnen Schichten in Abhängigkeit vom Wuchsstadium beim Schnitt. – D. wirtschaftseig. Futter 36, 158 - 174.
- HÖHN, E., 1988: Abtrocknung und Ernteverluste von kräuterreichen Wiesen. – Schweiz. Landw. Forsch. 27, 181 - 189.
- HÜBNER, R. & F. WAGNER, 1968: Beiträge zum Anwelke- bzw. Abtrocknungsverlauf einiger Futterpflanzen. – D. wirtschaftseig. Futter 14, 218 - 230.

ISSELSTEIN, J. & P. RIDDER, 1993: Untersuchungen zum Trocknungsverlauf ausgewählter Grünlandkräuter unter kontrollierten Bedingungen. – D. wirtschaftseig. Futter 39, 136 - 145.

OPTIZ V. BOBERFELD, 1994: Phänotyp und Futterqualität einschließlich Konservierungseigenschaften bei Gräsern. – J. Agron. Crop Sci. 174, 289 - 304.

STERZENBACH, M., 2000: Nutzungsmöglichkeiten von Aufwüchsen extensiv bewirtschafteten Grünlandes durch Mutterkühe. Diss. Gießen.

TUNCER, I., K., F. WIENEKE & D. LEHMANN, 1970: Das Trocknungsverhalten einiger Futtergräser. – Grundl. der Landtechnik 20, 38 - 44.

Abhängigkeit der Mineralstoffkonzentrationen verschiedener Weideaufwüchse vom Kräuteranteil am Beispiel von *Plantago lanceolata*

H. LASER

1. Problemstellung

Bei extensiven landwirtschaftlichen Produktionsformen wie Mutterkuhhaltung ist eine zielgerichtete individuelle Mineralstoffzuteilung durch Futterzusätze oder Lecksteine häufig nicht zu gewährleisten. Die optimale Situation ist bei vollständiger Deckung des Mineralstoffbedarfs der Tiere durch das Weidefutter ohne zusätzliche Managementmaßnahmen gegeben. Kräuterarten sind im allgemeinen mineralstoffreicher als Gräser, insbesondere bezogen auf die Elemente Ca und Mg (ZÜRN 1951, WÖHLBIER & KIRCHGESSNER 1957, SCHMITT & BRAUER 1979). *Plantago lanceolata* ist für seine hohen Mineralstoffkonzentrationen bekannt, wobei auch überdurchschnittlich hohe Na-Konzentrationen beobachtet wurden (SPATZ & BAUMGARTNER 1990, ISSELSTEIN 1994, FISHER & BAKER, 1996), weshalb sich diese Art für ein Zwei-Arten-Modell mit *Lolium perenne* zur Bewertung der Beziehung zwischen Ertragsanteil einer Kräuterart und Mineralstoffkonzentrationen im Aufwuchs anbietet.

2. Material und Methoden

In einem fünfjährigen Feldversuch wurden in zweijährigem Abstand die Ca-, K-, Mg-, Na- und P-Konzentrationen von *Lolium perenne*-Aufwüchsen von mit unterschiedlichen Ertragsanteilen *Plantago lanceolata* untersucht. Der Boden des Versuchsstandortes ist ein Pseudogley (pH 5,8-6,0 / 12-16 mg P₂O₅, 13-15 mg K₂O und 12 mg MgO pro 100g Boden) die jährliche Niederschlagsmenge beträgt durchschnittlich 653mm, die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,1°C. Die Kräuterdiasporen wurden in die etablierten Grasbestände ausgesät, wobei die Konkurrenzbedingungen variiert wurden, um eine größtmögliche Variati-

on der Ertragsanteile zu erzielen. Zu diesem Zweck wurden auf der Hälfte der Parzellen künstliche Lücken in der Grasnarbe geschaffen (HOFMANN et al. 1996). Außerdem wurde entweder die frühe Sorte LIPRIOR oder die späte Sorte BAREZANE verwendet, sowie mit unterschiedlichen N-Mengen (= 20 bzw. 80 kg N ha⁻¹ a⁻¹) gedüngt. Jede Variante wurde viermal wiederholt. Pro Jahr wurden die Parzellen viermal geschnitten (Mai = 1, Juni = 2, Juli/August = 3 und September/Okttober = 4). Die Ertragsanteile der Kräuter wurden vor jedem Erntetermin bonitiert, in den ersten beiden Versuchsjahren wurde überdies Pflanzenmaterial auf repräsentativen Parzellenausschnitten nach Arten getrennt geerntet und gewogen, wobei Schätzung und Messung eine gute Übereinstimmung zeigten.

Die Bestimmung der Ca-, K-, Mg- und Na-Konzentrationen erfolgte nach Aufschluss in HNO₃ mittels AAS (SCHINKEL 1984), die P-Konzentration wurde kolorimetrisch gemessen (GERICKE & KURMIES 1952). Es wurden nur die Mineralstoffkonzentrationen der kompletten Aufwüchse, nicht aber der einzelnen Arten analysiert. Darum wurde bei der

Korrelationsanalyse vereinfachend nur auf lineare Zusammenhänge zwischen Ertragsanteil und Mineralstoffkonzentrationen geprüft. Die Ergebnisse der beiden Düngungsstufen wurden getrennt verrechnet, da auch das N-Angebot Einfluss auf die Mineralstoffkonzentrationen haben kann.

3. Ergebnisse und Diskussion

In der *Abbildung 1* wird deutlich, dass durch die unterschiedliche Behandlung der Parzellen und durch den vergleichsweise langen Untersuchungszeitraum eine breite Variation der Ertragsanteile von *Plantago lanceolata* erreicht worden ist. Die zu Mitte der Versuchsdauer hohen Ertragsanteile der Kräuterart sind nicht dauerhaft und gehen im letzten Versuchsjahr mit z.T. unter 10% auf ein für Dauergrünland übliches Niveau zurück (LASER 2001a).

Die beiden oberen Diagramme in *Abbildung 2* zeigen die Ca-Konzentrationen im Primäraufwuchs und zum dritten Nutzungstermin in *Lolium perenne*-Beständen in Abhängigkeit vom Ertragsanteil von *Plantago lanceolata*. Bezogen auf den ersten Nutzungstermin besteht

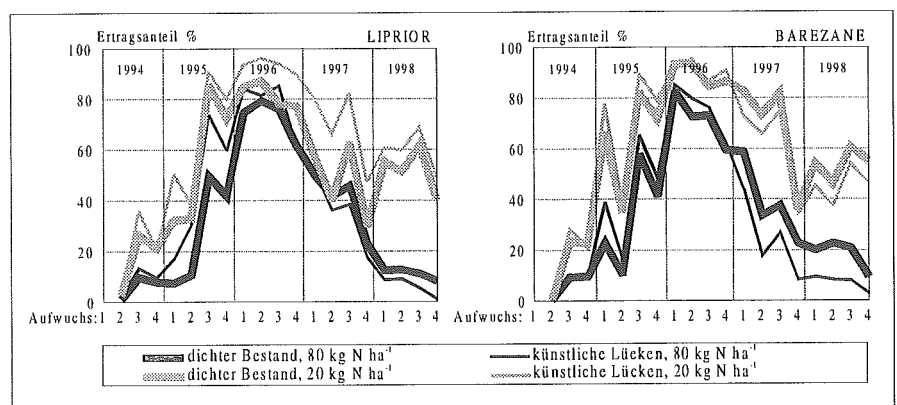


Abbildung 1: Einfluss der N-Düngung, Bestandsdichte und der *Lolium perenne*-Sorte auf die Ertragsanteile von *Plantago lanceolata*

Autor: Dr. Harald LASER, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, D-35390 GIESSEN



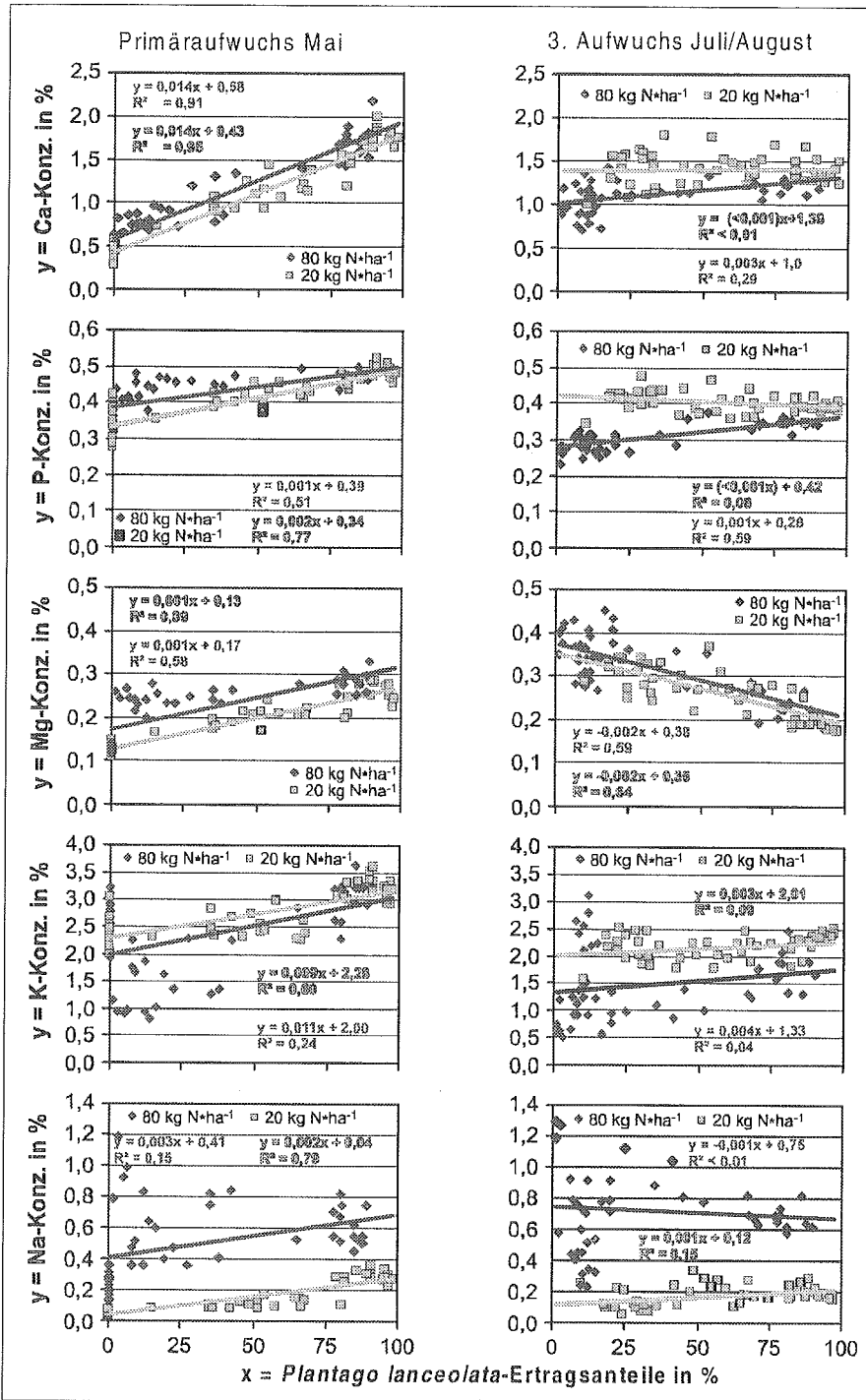


Abbildung 2: Beziehung zwischen Ertragsanteil von *Plantago lanceolata* und den Mineralstoffen Ca, P, Mg, K, und Na (= 1. und 3. Nutzungstermin)

eine enge positive Korrelation zwischen Ca-Konzentrationen und Ertragsanteilen der Kräuterart, wobei die Ca-Konzentrationen der mit 80 kg N ha⁻¹ gedüngten Varianten auf höherem Niveau sind, die Steigung der Geraden ist für beide Düngungsstufen gleich. Ähnlich hohe Bestimmtheitsmaße ergeben sich für den hier nicht dargestellten zweiten Nutzungstermin im Juni (R²=0,89 bei 20, R²=0,49 bei 80 kg N ha⁻¹), wohingegen

in den Folgeschnitten kein erkennbarer Zusammenhang vorliegt, wie beispielhaft für die im Juli/August geernteten dritten Aufwüchse dargestellt (siehe *Abbildung 2* oben rechts). Als Ursache kommen hier die niedrigeren Zuwachsraten im Hochsommer und Herbst in Betracht, die bewirken, dass die Ca-Konzentrationen generell, also auch bei geringem Kräuteranteil auf hohem Niveau sind.

Die Konzentrationen an K, Mg, Na und P nehmen mit steigendem Kräuteranteil ebenfalls zu, allerdings vor allem bei P-, Mg- und Na in geringerem Umfang als die Ca-Konzentrationen. Auch hier lässt sich nur zu den ersten beiden Nutzungsterminen im Jahr eine enge Korrelation feststellen, während der Zusammenhang bei den höher gedüngten Varianten wesentlich undeutlicher ausfällt. Bei Na ist die Wirkung der N-Düngung offenbar entscheidender als das Vorhandensein der Kräuterart. Bei den mit 80 kg N ha⁻¹ gedüngten Varianten sind die Na-Konzentrationen auch bei geringen *Plantago lanceolata*-Anteilen meist ausgesprochen hoch. Obwohl die Daten aus drei unterschiedlichen Untersuchungsjahren mit unterschiedlichen Witterungsbedingungen stammen, ist trotz unterschiedlich hoher Ertragsanteile in den einzelnen Jahren in den Primäraufwüchsen und zur zweiten Nutzung ein linearer Anstieg der Mineralstoffkonzentrationen in Abhängigkeit von den Ertragsanteilen von *Plantago lanceolata* festzustellen.

Eine längerfristige Nachwirkung der hohen Ertragsanteile im dritten Jahr nach der Ansaat, lässt sich weitere zwei Jahre später nicht feststellen.

Ab dem dritten Aufwuchs trägt *Plantago lanceolata* offenbar nicht zu einer Erhöhung der P-, Mg-, Na- bzw. K-Konzentrationen bei. In einigen Fällen, vor allem bei Mg, sind die Ertragsanteile sogar negativ mit den jeweiligen Nährstoffkonzentrationen korreliert. Nicht in jedem Fall führen also höhere Kräuteranteile zu höheren Mineralstoffkonzentrationen. Eine Ursache dafür sind wohl die im Verlauf der Vegetationsperiode zunehmenden Konzentrationen des Grases.

Der Anstieg der einzelnen Konzentrationen mit zunehmendem Anteil von *Plantago lanceolata* im Primäraufwuchs ist außerdem nicht äquivalent. Insbesondere die Erhöhung der Ca-Konzentrationen ist im Vergleich zum Anstieg der P-Konzentrationen trotz guter P-Versorgung der Pflanzen unausgewogen. Dies führt zu einer ungünstigen Erweiterung des Ca/P-Verhältnisses durch Kräuterarten (LASER, 2001b). Hohe Kräuteranteile im Bestand können unbestritten zur Mineralstoffversorgung der Mutterkühe beitragen. Es hängt aber neben dem Nährstoffstatus im Boden offenbar sehr

stark von der botanischen Zusammensetzung der Weiden ab, ob die Mineralstoffe in ausreichenden Konzentrationen und im ausgewogenen Verhältnis vorliegen, um als alleinige Mineralstoffquelle den Ansprüchen der Weidetiere zu genügen.

5. Literatur

- FISCHER, G.E.J. & L.J. BAKER, 1996: The chemical composition of forb species in grassland. Grassl. Sci. Europe 1, 429-432.
- GERICKE, S. & B. KURMIES, 1952: Die kolorimetrische Phosphorsäurebestimmung in Ammonium-Vanadat-Molybdat und ihre Anwendung in der Pflanzenanalyse. Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenk., 59, 235-247.
- HOFMANN, M., J. ISSELSTEIN & W. OPITZ v. BOBERFELD, 1997: Entwicklung eingesäter Kräuter in *Lolium perenne*-Grasnarben und ihre Bedeutung für die Ertragsleistung der Bestände. Germ. J. Agron. 1, 35-41.
- ISSELSTEIN, J., 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. Habil. Schrift, Gießen.
- LASER, H., 2001a: Factors influencing the yield Proportions of *Plantago lanceolata* L. and *Taraxacum officinale* Web. in *Lolium perenne* L. Swards. Proc. XIX. Int. Grassl. Congr. Sao Pedro/Sao Paulo, Brazil, S. 335
- LASER, H., 2001b: Kräuteranteil und Ca/P-Verhältnis in Grünlandaufwüchsen unterschiedlicher Erntetermine. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 13, im Druck.
- SCHINKEL, H., 1984: Bestimmung von Calcium, Strontium, Kalium, Lithium, Eisen, Mangan, Chrom, Nickel, Kupfer, Kobalt, Zink und Cadmium. Analytische Chemie, 317, 10-26.
- SCHMITT, L. & A. BRAUER, 1979: 75 Jahre Darmstädter Wiesendüngungsversuche. J. D. Sauerländers Verlag, Frankfurt.
- SPATZ, G. & A. BAUMGARTNER, 1990: Zur Bewertung der Grünlandkräuter als Futterpflanzen. D. wirtschaftseig. Futter 36, 79-91.
- WÖHLBIER, W. & M. KIRCHGESSNER 1957: Der Gehalt von einigen Gräsern, Leguminosen und Kräutern an Mengen- und Spurenelementen. Landw. Forsch., 10, 249-251
- ZÜRN, F., 1951: Der Nährstoff- und Mineralstoffgehalt von Gräsern, Leguminosen und Kräutern. Z. Acker- u. Pflanzenbau 93, 444-463.

Untersuchungen über die Auswirkungen unterschiedlicher Schnitthöhen auf Ertrag, Qualität und Pflanzenbestand auf einem voralpinen Grünlandstandort

R. SCHRÖPEL

1. Einleitung und Problemstellung

Seit Jahren wird über die optimale Schnitthöhe von Grünlandbeständen diskutiert und in aller Regel ein möglichst hoher Schnitt gefordert (UPPENKAMP, 1990; RIEDER 1987). KLAPP dagegen bemerkte 1971, dass mäßiger Tiefschnitt vorteilhaft und eine Schnitthöhe über 5–6 cm zwecklos sei. Über die Wirkungen praxisüblicher Stoppelhöhen von 4–6 cm haben bereits VOIGTLÄNDER und JACOB (1987) ausführlich berichtet. Versuchsergebnisse über die Auswirkungen von extrem unterschiedlichen Schnitthöhen fehlen jedoch, insbesondere Angaben über die Entwicklung der Pflanzenbestände und Qualitätsmerkmale des Futters.

2. Material und Methoden

Der Versuch wurde auf dem Standort Spitalhof in Kempten von 1997 bis 2000 durchgeführt. Geologisch sind die schluffig-lehmigen Böden mit 56 Bodenpunkten aus würmeiszeitlichen Moränen entstanden. Die Höhenlage beträgt 710 m NN, die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge 1300 mm.

Der Grünlandbestand war der Pflanzengesellschaft einer Weidelgras-Weißklee-Weide zuzuordnen, wenn auch der Anteil von *Trifolium repens* nur wenige Prozentanteile betrug. Hauptbestandbildner mit etwa 70 % Ertragsanteilen war *Lolium perenne*. Andere Grasarten wie *Dactylis glomerata*, *Poa pratense* und *Poa trivialis* erreichten nur wenige Prozentanteile. Bei den Kräutern ergaben nur *Ranunculus repens*, *Heracleum sphondylium*, *Rumex obtusifolius*, *Taraxacum officinale* und *Anthriscus sylvestris* nennenswerte Ertragsanteile.

Der Versuch wurde mit 2 Faktoren bei insgesamt 5 Versuchsgliedern (2 Schnitthöhen und 3 Düngungen) in vierfacher Wiederholung durchgeführt (Tabelle 1).

Aus versuchstechnischen Gründen wurde der Versuch als Streifenanlage angelegt. Pro Jahr wurden vier Nutzungen durchgeführt.

Die extrem unterschiedlichen Schnitthöhen wurden auf 3 cm und 9 cm mit jeweils 1 cm Toleranz eingestellt. Die Mäharbeit erfolgte mit einem Mähbalken. Das Erntegut wurde nach der Mahd zusammengereicht und aus der Parzelle entfernt. Pro Schnitt wurden auf den Gülleparzellen durchschnittlich 27,6 m³/ha Gülle ausgebracht. Damit wurden umgerechnet 217 kg N/ha gedüngt. Der in der Gülle enthaltene Gesamtstickstoff wurde voll angerechnet. Die Gülle stammte aus dem der Lehranstalt angegliederten Milchviehbetrieb. Mit durchschnittlich 4,5 % Trockenmasse war die Gülle verhältnismäßig dünn, entsprach aber dennoch dem Durchschnitt der viehhaltenden Betriebe der Region. Die Gülle wurde mit einem Spezialgerät ausgebracht, die Parzellenbreite (1,5 m) wurde an die Arbeitsbreite der Gülleverteiler angepasst.

Die Düngermengen für die Handelsdünger-Variante wurden entsprechend angepasst (211 kg N/ha und Jahr). Die Pflanzenbestandsaufnahmen erfolgten nach KLAPP-STÄHLIN (1965).

Tabelle 1: Versuchsplan

Faktoren	Varianten
Schnitthöhe	3 cm
	9 cm
Düngung	Gülle, breitverteilt
	Gülle, streifenförmig
	Mineraldünger

3. Ergebnisse und Diskussion

Im Durchschnitt der drei Versuchsjahre wurden bei den Hochschnittvarianten 103,6 dt/ha TM pro Jahr geerntet, bei tiefem Schnitt 125,9 dt/ha TM (Abb. 1).

Das entspricht einer signifikanten Ertragsdifferenz von 22,3 dt/ha TM.

Dieses Ergebnis scheint auf den ersten Blick überraschend, benötigen doch die Pflanzen nach einem tiefen Schnitt längere Zeit, um wieder einen Assimilationsapparat aufzubauen. Dennoch war nach unseren Beobachtungen drei Wochen nach einem Schnitt ein Unterschied im Wachstum zwischen tief- und hochgeschnittenen Parzellen nicht mehr erkennbar.

Andererseits konnte die Faustregel „1cm Wuchshöhe entspricht 1 dt Trockenmasse pro ha“, die vor allem für dichte, untergrasreiche Bestände gilt, im Versuch bestätigt werden. Die gesamte Differenz der Schnitthöhen betrug in den 4 Schnitten jeweils 6 cm und damit 24 cm pro Jahr, was ziemlich genau der Ertragsdifferenz zwischen Hoch- und Tiefschnitt entsprach. Das vorliegende Ergebnis stimmt mit dem von SIMON und DANIEL (1977) überein, die von ähnlichen Ertragsunterschieden bei verschiedenen Schnitthöhen berichten.

Aus *Abbildung 1* geht ebenfalls hervor, dass bodennahe, streifenförmige Gülleausbringung keine ertraglichen Vorteile gegenüber der Breitverteilung brachte. Damit werden die Ergebnisse von RIEDER (1997) nochmals bestätigt. Außerdem wurde im Versuch eine im Vergleich zum Mineraldünger sehr gute Stickstoffausnutzung erreicht. Dieses Ergebnis ist sicherlich auf die 1:1 verdünnte Gülle und deren Anwendung sofort nach der Aberntung der Versuchsparzellen zurückzuführen.

Bei den im Futter untersuchten Inhaltsstoffen (Rohfaser, Rohprotein, Rohasche, Energiedichte) wurden nur geringe Unterschiede zwischen den Hoch- und Tiefschnitt-Varianten festgestellt (*Abbildung 2*). Lediglich der Rohaschegehalt war mit 12,2 % in der Tiefschnitt-

Autoren: Rainer SCHRÖPEL, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft, Spitalhofstr. 9, D-87437 KEMPTEN



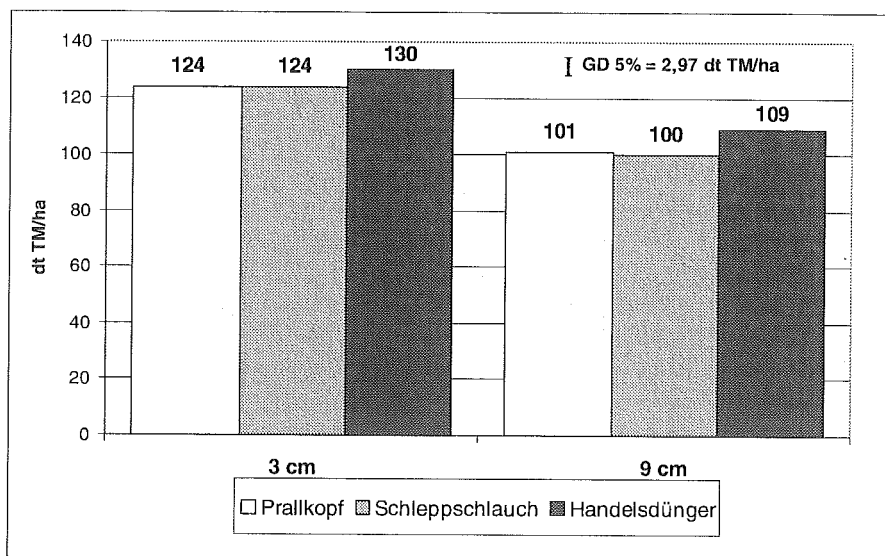


Abbildung 1: Trockenmasse-Ertrag im 3-jährigen Durchschnitt

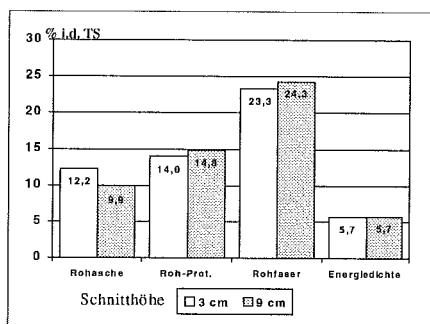


Abbildung 2: Inhaltsstoffe in % Trockenmasse im Durchschnitt der Düngungsvarianten

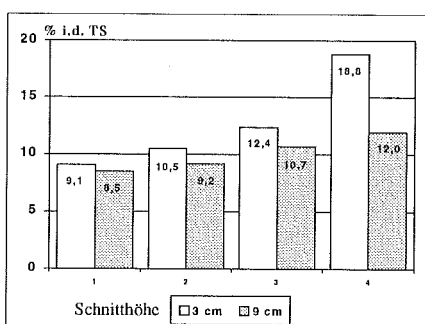


Abbildung 3: Rohaschegehalte in % der einzelnen Schnitte im Durchschnitt der Düngungsvarianten

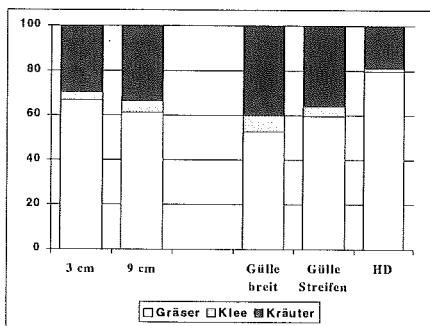


Abbildung 4: Pflanzenbestand nach 3-jähriger Versuchsdauer

Variante höher als bei hohem Schnitt (9,9 %). Dieser relativ geringe Unterschied im Asche- und damit Schmutzgehalt des Futters war sicherlich auch in der Art und Weise der Behandlung des Erntegutes auf den Versuchspartellen begründet. Im Gegensatz zur Praxis wurde weder gezettet noch geschwadet, sodass das Futter kaum mit dem Boden in Kontakt kam, und die Verschmutzung gering blieb. In der Praxis sind bei mehrmaligem Wenden sicherlich höhere Aschegehalte bei tiefem Schnitt zu erwarten.

Die Art der Düngung (Gülle oder Mineraldünger) hatte keinen Einfluß auf den Rohaschegehalt des Futters. Er war mit 10,5, bzw. 10,0 % nahezu identisch.

Erstaunlich dagegen war die deutliche Zunahme der Rohaschegehalte vom ersten zum vierten Schnitt von 8,5 auf 12 % bei hohem, bzw. von 9,1 auf 18,8 % bei tiefem Schnitt (Abbildung 3). Damit war der jahreszeitliche Einfluss auf den Rohaschegehalt größer als der Effekt unterschiedlicher Schnitthöhen. Offensichtlich haftete den Pflanzen bei späteren Aufwüchsen mehr Schmutz an als dem Futter der ersten und zweiten Aufwüchse, insbesondere bei tiefem Schnitt. Als Ursache dafür können feuchte Witterungsverhältnisse im Herbst, die im Vergleich zum Frühjahr geringere Erntemasse und das blattreiche Futter in Betracht kommen. Diese Gesichtspunkte wurden bislang in der Literatur wenig gewürdigt.

Das Ergebnis der Pflanzenbonitur ist in Abbildung 4 dargestellt. Nach 3-jähriger Versuchsdauer nahmen bei tiefem

Schnitt die Gräser um 6 % zu, ausschließlich zugunsten von *Lolium perenne*. Die Krautanteile nahmen bei tiefem Schnitt dagegen um 4 % zu, ohne signifikante Entwicklung einzelner Arten.

Deutliche Veränderungen waren dagegen bei den unterschiedlich gedüngten Varianten zu beobachten. Während sich die Güllevarianten im Pflanzenbestand kaum unterschieden, stieg bei der Anwendung von Mineraldüngern der Grasanteil deutlich auf knapp 80 % an. *Lolium perenne* hatte einen Anteil von 70 %. Dagegen wurden Leguminosen auf 1 % Ertragsanteil fast verdrängt. Der Anteil der Kräuter ging auf 19 % zurück, vor allem nahmen *Anthriscus sylvestris* und *Ranunculus repens* ab.

Insgesamt veränderten die unterschiedlichen Schnitthöhen den Pflanzenbestand im 3-jährigen Versuch in nur geringem Maße. Wesentlich stärkere Veränderungen bewirkte die Düngung in Form von Gülle oder Mineraldünger.

4. Fazit

In einem 3-jährigen Versuch wurden auf einem voralpinen, weidelgrasreichen Dauergrünland die Auswirkungen von extrem hohem und tiefem Schnitt geprüft. Der tiefe Schnitt brachte deutlich höhere Erträge als der hohe Schnitt, bei sehr geringen Unterschieden in den Qualitätsmerkmalen. Der Rohaschegehalt des Futters stieg vom ersten zum vierten Aufwuchs deutlich an. Der Pflanzenbestand wurde nach 3 Jahren unterschiedlicher Schnitthöhe kaum beeinflusst.

5. Literatur

- UPPENKAMP, N.: Schlagkräftig mähen für gutes Futter, Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 18/1990
- RIEDER, J.B.: So wird das Grünland wieder grasreich, DLG-Mitteilungen 5/87
- RIEDER, J.B.: Düngerverordnung und bodennahe Gülleausbringung, 41. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau 1997
- VOIGTLÄNDER, G. UND JACOB H.: Grünlandwirtschaft und Futterbau, 1987
- SIMON und DANIEL (1977) zit. in VOIGTLÄNDER UND JACOB 1987
- KLAPP, E.: Wiesen und Weiden 1971
- KLAPP, E. (1965) zit. in VOIGTLÄNDER/VOSS: Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung 1979

Der Versuch wurde in Zusammenarbeit mit der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising durchgeführt.

Die Wirkung einer Schwefeldüngung auf Qualitätsparameter von futterbaulich genutzten Grasbeständen in Schleswig-Holstein

U. JAHNS und F. TAUBE

1. Einleitung

Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes der Universität Kiel mit der Fachhochschule Kiel und der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein wurden an drei Standorten in Schleswig-Holstein die Wirkung einer Schwefeldüngung auf den Ertrag und die Qualität von Grünlandbeständen geprüft.

Nachdem auf der Jahrestagung 2000 bereits die Ergebnisse der Ertragsparameter vorgestellt wurden (vgl. hierzu JAHNS u. TAUBE, 2000), folgt nun die Auswertung der erfassten Qualitätsparameter.

2. Material und Methoden

Die Analysen auf qualitätsgebende Inhaltsstoffe wurden für die Parameter Rohproteingehalt, Schwefelgehalt und N/S-Verhältnis unter Einbeziehung aller Versuchsfaktoren durchgeführt. Diese Qualitätsparameter wurden als gewichtete Jahresmittelwerte verrechnet.

Für die Gehalte an Nitrat, Sulfat und Selen im Grünlandaufwuchs erfolgte die Bestimmung lediglich an einer Probenauswahl. Gewählt wurden hierfür die Schwefelvarianten 0 und 50 kg S ha⁻¹ in der hohen Stickstoffstufe ohne Gülledüngung aus dem zweiten Aufwuchs jeden Jahres.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Rohproteingehalt, Schwefelgehalt und N/S-Verhältnis

Die *Tabelle 2* zeigt die Signifikanzniveaus für den Versuchsfaktor Schwefel und für die Wechselwirkungen des Faktors Schwefel mit weiteren Faktoren für die gewichteten Jahresmittel der Qualitätsparameter Rohproteingehalt, Schwefelgehalt und N/S-Verhältnis.

Ebenso wie bei den Ertragsparametern (JAHNS u. TAUBE, 2000) hat eine Schwefeldüngung Einfluss auf die hier gezeigten Qualitätsparameter, und die Wechselwirkung mit dem Versuchsjahr ist ab-

Tabelle 2: Signifikanzniveaus für die gewichteten Jahresmittel der Qualitätsparameter Rohproteingehalt, Schwefelgehalt und N/S-Verhältnis in Abhängigkeit von der S-Düngung und deren Wechselwirkungen

Versuchsfaktor	Rohprotein [%]	Schwefel [%]	N/S-Verhältnis
Schwefeldüngung (S)	***	***	***
Standort (O) x S	n.s.	n.s.	n.s.
Versuchsjahr (J) x S	*	***	***
Gülledüngung (G) x S	n.s.	n.s.	n.s.
Stickstoffdüngung (N) x S	***	***	***
O x J x S	n.s.	n.s.	***
O x G x S	n.s.	n.s.	n.s.
O x N x S	*	n.s.	***
J x G x S	n.s.	n.s.	n.s.
J x N x S	n.s.	**	***
G x N x S	n.s.	n.s.	n.s.

(*** = p<0.001; ** = p<0.01; * = p<0.05; n.s. = nicht signifikant)

zusichern. Liegt für den Rohprotein- und den Schwefelgehalt jeweils eine Dreifachwechselwirkung vor, so zeigen sich bei der Betrachtung des Verhältnisses beider Elemente zueinander mehr Abhängigkeiten.

Aus der Wechselwirkung **Stickstoffdüngung x Schwefeldüngung** geht für alle drei Qualitätsparameter hervor, dass eine Schwefelwirkung nur in der hohen Stickstoffstufe mit 300 kg N ha⁻¹ vorliegt.

Die Wechselwirkung **Versuchsjahr x Schwefeldüngung** zeigt für den Rohproteingehalt im zweiten und dritten Jahr eine statistisch gesicherte Unterscheidung der schwefelgedüngten Varianten von der ungedüngten Variante, für den Schwefelgehalt ebenfalls schon im ersten Versuchsjahr. Während der Rohproteingehalt durch eine Schwefeldüngung im Verhältnis zur S 0-Variante leicht abnimmt, nimmt der Schwefelgehalt zu. Bedingt durch diese gegenläufige Reaktion erreicht das N/S-Verhältnis der ungedüngten Variante in jedem der drei

Tabelle 1: Faktoren und Stufen der Versuchsanlage

1. Organische Düngung (Rindergülle)	1.1	keine Gülledüngung	
	1.2	25 m ³ /ha zu Vegetationsbeginn	
2. Mineralische N-Düngung (Kalkammonsalpeter)	2.1	0 kg N/ha/Jahr	
	2.2	150 kg N/ha/Jahr (80/40/30/0)	
	2.3	300 kg N/ha/Jahr (100/80/80/40)	
3. Mineralische S-Düngung (Kaliumsulfat)	3.1	0 kg S/ha/Jahr	
	3.2	25 kg S/ha/Jahr zum 1. Aufwuchs	
	3.3	50 kg S/ha/Jahr zum 1. Aufwuchs	
	3.4	12,5 kg S/ha/Jahr zu jedem Aufwuchs	
4. Versuchsjahr	4.1	1997	
	4.2	1998	Nutzung durch jeweils vier Aufwüchse
	4.3	1999	
5. Standort	5.1	Bredenk sL, H:3,0%, Ansaat 1989, HBB: LP, LM	
	5.2	Ostenfeld IS, H:3,5%, Ansaat 1996, HBB: LP	
	5.3	Schuby hS, H:5,9%, Ansaat 1996, HBB: DG, LP	

(H = Humusgehalt; HBB = Hauptbestandsbildner; LP = *Lolium perenne*; LM = *Lolium multiflorum*; DG = *Dactylis glomerata*)

Autoren: Ute JAHNS und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



Tabelle 3: Einfluss der Wechselwirkung Versuchsjahr x N-Düngung x S-Düngung auf die Ausprägung der Qualitätsparameter Rohproteingehalt, Schwefelgehalt und N/S-Verhältnis (N = 300 kg/ha/Jahr; Ø 3 Standorte, 2 Güllestufen)

		1997	1998	1999
Rohproteingehalt [%]	0 kg S/ha	15,27 d	15,40 d	17,14 a
	25 kg S/ha	14,81 ef	14,47 f	16,08 b
	50 kg S/ha	14,66 ef	14,87 e	16,29 b
	4x12,5 kg S/ha	14,60 ef	14,51 f	15,73 c
Schwefelgehalt [%]	0 kg S/ha	0,2221 cd	0,2063 e	0,1825 f
	25 kg S/ha	0,2471 a	0,2171 d	0,2200 cd
	50 kg S/ha	0,2438 a	0,2238 c	0,2337 b
	4x12,5 kg S/ha	0,2433 a	0,2225 cd	0,2258 c
N/S-Verhältnis	0 kg S/ha	11,55 c	12,17 b	16,22 a
	25 kg S/ha	9,75 e	10,95 d	11,97 b
	50 kg S/ha	9,76 e	10,85 d	11,40 c
	4x12,5 kg S/ha	9,76 e	10,67 d	11,39 c

Jahre signifikant höhere Werte. Im Mittel über alle Stickstoffstufen bleibt das N/S-Verhältnis zwar auch in der schwefelgedüngten Variante unter dem von u.a. STEVENS u. WATSON (1986) als Grenzwert für eine ausreichende Schwefelversorgung ermittelten Wert von 15 (Maximalwert im dritten Versuchsjahr 12,04); für die hohe Stickstoffstufe gilt jedoch, dass das N/S-Verhältnis von Jahr zu Jahr ansteigt und im dritten Jahr mit einem Wert von 16,02 diese Grenze überschreitet (**Wechselwirkung Versuchsjahr x Stickstoffdüngung x Schwefeldüngung**). Demnach ist mit fortschreitender Versuchsdauer für die hohe Stickstoffstufe von einer Schwefelunterversorgung auszugehen (Tabelle 3).

3.2 Nitrat-, Sulfat- und Selengehalt

Im Folgenden sind die Signifikanzniveaus für den Versuchsfaktor Schwefel und für die Wechselwirkungen des Faktors Schwefel mit weiteren Faktoren für die Qualitätsparameter Nitrat-, Sulfat- und Selengehalt aufgeführt (Tabelle 4).

Diese Parameter werden von einer Schwefelgabe ebenfalls signifikant be-

einflusst, Wechselwirkungen mit weiteren Versuchsfaktoren sind jedoch für den Nitrat- und den Selengehalt nicht abzusichern, lediglich beim Sulfatgehalt ist die Wechselwirkung Standort x Schwefeldüngung gesichert. Die Standorte unterscheiden sich hierbei jedoch lediglich durch die unterschiedlich große Differenz zwischen gedüngter und ungedüngter Variante, sind in der Reaktion auf die Schwefelgabe aber gleichgerichtet.

Der Tabelle 5 sind die ermittelten Gehalte an Nitrat, Sulfat und Selen zu entnehmen. Eine Schwefelgabe führt zu gesichert niedrigeren Nitratgehalten im Aufwuchs. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit anderen Arbeiten (MILLARD et al., 1985; TAUBE et al., 2000).

Tabelle 5: Einfluss der Schwefeldüngung auf die Ausprägung des Nitrat-, Sulfat- und Selengehaltes im Grünlandaufwuchs (N = 300 kg/ha, keine Güllegabe, 2. Aufwuchs, Ø 3 Jahre)

Schwefeldüngung	Nitrat [mg/kg]	Sulfat [mg/kg]	Selen [mg/kg]
0 kg S/ha	1627,0 a	1018,7 b	0,0134 a
50 kg S/ha	990,2 b	3278,2 a	0,0082 b

Tabelle 4: Signifikanzniveaus für die Qualitätsparameter Nitrat-, Sulfat- und Selengehalt in Abhängigkeit von S-Düngung und deren Wechselwirkungen (N-Düngung = 300 kg N/ha, keine Güllegabe, 2. Aufwuchs, Ø 3 Jahre)

Versuchsfaktor	Nitratgehalt	Sulfatgehalt	Selengehalt
Schwefeldüngung (S)	**	***	**
Standort (O) x S	n.s.	***	n.s.
Versuchsjahr (J) x S	n.s.	n.s.	n.s.
O x J x S	n.s.	n.s.	n.s.

(*** = p<0.001; ** = p<0.01; * = p<0.05; n.s. = nicht signifikant)

Durch eine Schwefelgabe werden höhere Sulfatgehalte erreicht. Nach EPPENDORFER (1977) ist bei den hier ermittelten Gehalten nicht von einer Unterversorgung auszugehen, auch nicht in der ungedüngten Variante. EPPENDORFER verweist in seiner Arbeit auf eine negative Beziehung zwischen Nitrat- und Sulfatgehalt, die sich in diesen Ergebnissen bestätigt.

Der Selengehalt wird durch eine Schwefelgabe signifikant gesenkt, insgesamt bewegen sich die Selengehalte jedoch auf sehr niedrigem Niveau (vgl. HARTFIEL und BAHNERS, 1988). Nach MATHIS et al. (1982) ist zur Vermeidung von fütterungsbedingten Mangelerscheinungen beim Wiederkäuer ein Selengehalt von mindestens 0,1 mg kg⁻¹ im Futter vonnöten. In dieser Hinsicht sind die vorliegenden Selengehalte jedoch in keiner Weise als ausreichend zu bezeichnen, sodass die Absenkung der Selengehalte durch eine Schwefeldüngung zwar gesichert ist, für die Wiederkäuerfütterung in der Praxis jedoch keine Bedeutung hat.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Analog zu den Ertragsparametern werden die erhobenen Qualitätsparameter nur in der hohen Stickstoffstufe durch den Faktor Schwefeldüngung signifikant beeinflusst. Eine Güllegabe von 25 m³/ha (= 10 kg S/ha) erbrachte über drei Versuchsjahre keinen gesicherten Einfluss und mit fortschreitender Versuchsdauer fallen die Unterschiede zwischen S 0- und S-gedüngten Varianten deutlicher aus. Eine Schwefelgabe führt zur Erniedrigung des Protein- und Nitratgehaltes sowie zur Erhöhung des Schwefel- und Sulfatgehaltes. Der Selengehalt wird durch eine Schwefelgabe zwar gesenkt, jedoch bewegen sich die Gehalte auch ohne Schwefelgabe auf einem so niedrigen Niveau, dass zur optimalen Versorgung des Wiederkäuers eine Ergänzung durch Mineralsalze unumgänglich ist.

Die Höhe der mineralischen S-Gabe hat keinen Einfluss, sodass sowohl aus ertraglicher als auch aus qualitätsgebender Sicht eine einmalige Applikation in der Größenordnung von 25 kg/ha als ausreichend bezeichnet werden kann.

5. Literatur

- EPPENDORFER, W.H., 1977: Effects of varying amounts of sulphur and nitrogen on yield, N/S ratio and amino acid composition of successive cuts of italian ryegrass. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., Årsskr., 42-57.
- HARTFIEL, W. und N. BAHNERS, 1988: Selenium deficiency in the Federal Republic of Germany. Biol. Trace Element Research 15, 1-12.
- JAHNS, U. u. F. TAUBE, 2000: Die Wirkung einer Schwefeldüngung auf Ertragsparameter von futterbaulich genutzten Grasbeständen in Schleswig-Holstein. 44. Jahrestagung Arbeitsgem. Grünland u. Futterbau, Kiel, 129-132.
- MATHIS, A., H. HORBER und H. JUCKER, 1982: Selenstoffwechsel beim Wiederkäuer. Eine Literaturübersicht. Schweiz. Arch. Tierheilk. 124, 591-601.
- MILLARD, P., G.S. SHARP und N.M. SCOTT, 1985: The effect of sulphur deficiency on the uptake and incorporation of nitrogen in ryegrass. J. Agric. Sci., Camb. 105, 501-504.
- STEVENS, R.J. und C.J. WATSON, 1986: The response of grass for silage to sulphur application at 20 sites in Northern Ireland. J. Agric. Sci., Camb. 107, 565-571.
- TAUBE, F. et al., 2000: Einfluss der Schwefelversorgung auf Ertrag und Inhaltsstoffe von Deutschem Weidelgras. Pflanzenbauwissensch. 4/1, 42-51.

Zur Aussagegenauigkeit empirisch ermittelter Nitrat-Austräge auf beweideten Grünlandflächen

M. ANGER

1. Einleitung

Durch den Einfluss der Weidetiere entsteht auf jeder Weidefläche durch die Exkrementausscheidungen ein – dem Probennehmer unbekanntes – kleinstrukturiertes Muster mit eng begrenzten Zonen erhöhter N-Zufuhr; umgerechnet auf 1 Hektar beträgt der N-Rückfluss etwa 350 bis weit über 1.000 kg N auf den Exkrementstellen. Wesentlich für die Höhe der NO_3 -Austräge auf Weideflächen sind Urinstellen, insbesondere die aus der Spätsommer- und Herbstbeweidung (CUTTLE und BOURNE 1993, ANGER et al. 1997). Eine repräsentative Erfassung dieser „hot spots“ ist mit herkömmlicher Beprobung von Weideflächen undurchführbar. Folgerichtig ist der Beprobungsintensität und -methodik sowie den damit verbundenen Varianzeinflüssen verstärkt Beachtung zu schenken.

Da diese Zusammenhänge selten vorgestellt wurden, war es das Ziel der Studie, die Aussagegenauigkeit empirisch ermittelter NO_3 -Austragswerte auf Weideflächen vor dem Hintergrund der Streuung und Plausibilität der Daten zu beschreiben. Geprüft wurden die Streuungseinflüsse unter Einsatz der meist in Weideversuchen verwendeten Saugkerzen- oder Nmin-Methodik, die bereits in Versuchen auf einheitlich mit Stickstoff versorgtem Acker- und Mähgrünland erhebliche verfahrensspezifische Variabilität aufweisen (SCHARPF 1977, GROSSMANN et al. 1987, AUFHAMMER et al. 1989, THEIß 1989).

2. Material und Methoden

In Borbeck (Bergisches Land) wurden auf zwei unterschiedlich mit N versorgten und mit Rindern bestoßenen Standweidevarianten über Winter die NO_3 -Austräge ermittelt (vgl. *Tabelle 1*). Die Beprobung erfolgte (1) mit einem Netz von 20*20 m voneinander und in 75 cm

Tiefe installierten Saugkerzen (SK) zur Erfassung der NO_3 -Konzentration im Sickerwasser in ein- bis zweiwöchigem Abstand innerhalb von vier Winterhalbjahren, inkl. Kalkulation der Sickerwassermengen (ANONYMUS 1996), sowie (2) zu Beginn von zwei Winterhalbjahren durch Bodenprobenahme bis 90 cm Tiefe zur Bestimmung der NO_3 -Mengen im Beprobungsprofil nach der Nmin-Methode (HOFFMANN 1991).

Neben der statistischen Testung zwischen den Varianten (t-Test) wurden für jede Beweidungsvariante Streuwerte ausgewertet sowie auf der Basis des mittleren Fehlers die Mindestprobenzahl (MPZ) bei einer unterstellten Abweichung von $\pm 20\%$ vom empirisch ermittelten Mittelwert berechnet mit einem 95 %-Vertrauensintervall.

3. Ergebnisse und Diskussion

Trotz vergleichsweise hoher Beprobungsdichte im analysierten Beweidungsversuch wird bei Saugkerzenbeprobung – wie die NO_3 -Konzentrationen an den Saugkerzenstellen bei ausreichend hoher Sickerwasserneubildung dokumentieren (*Abbildung 1*) – der Umfang des mittleren Austrags häufig nur durch wenige hohe NO_3 -Einzelwerte bestimmt (*Tabelle 2*). Obwohl sich die Unterschiede zwischen den Beweidungsvarianten i.d.R. statistisch absichern lassen, unterstreichen auch die hohen Variationskoeffizienten der Einzelvarianten die

grundsätzlichen Schwierigkeiten für eine repräsentative Probenahme auf Weideflächen. Da die räumliche Platzierung der mineralischen N-Mengen auf Weiden durch Exkrementausscheidungen einer logarithmischen Normalverteilung nahe kommt (WHITE et al. 1987), kann von einer Messung der NO_3 -Verlagerung im herkömmlichen Sinne nicht ohne weiteres gesprochen werden, zumal die „hot spots“ (vgl. Kap. 1) auf der Intensiv- bzw. Extensivvariante nur einen Flächenanteil von ca. 3 % bzw. 2 % an der Gesamtfläche einnehmen. Eine repräsentative Erfassung dieser Zonen ist nahezu unmöglich.

Für die Interpretation der ermittelten Austragswerte ist deshalb nicht nur der statistisch verrechnete Mittelwertvergleich zweckdienlich sondern gleichfalls Streuwerte der einzelnen Varianten. Angaben dazu fehlen jedoch in den meisten Publikationen zur NO_3 -Verlagerung auf Weiden. Wahrscheinlich geben die NO_3 -Austräge nur unzureichend die Wirkung von Urinstellen wieder und beschreiben für die meisten Weideareale überwiegend den Einfluss der N-Düngung auf die NO_3 -Verlagerung (*Abbildung 1*). Anhand von Modellversuchen (ANGER et al. 1997) kann für diese Weidebereiche jedoch ein Anstieg der NO_3 -Austräge um ca. 350 % kalkuliert werden, wenn Urinstellen aus der Spätsommer- und Herbstbeweidung zufällig nur zu 5 % in den Beprobungsumfang eingehen.

Tabelle 1: Anzahl der Beprobungsstellen in den Beweidungsvarianten in Borbeck (385 m ü. NN; θ -Werte in den Versuchsjahren 1993–96: 7,9°C, 1.362 mm)

Varianten	Saugkerzenbeprobung	N_{min} -Beprobung ¹⁾
intensive Beweidung ²⁾ :	38 Areale ha ⁻¹ mit je 1 SK	10 Areale ha ⁻¹ mit je 7 Einstichen
extensive Beweidung ³⁾ :	34 Areale ha ⁻¹ mit je 1 SK	11 Areale ha ⁻¹ mit je 7 Einstichen

¹⁾ kreisrundes Beprobungsareal ($r = 4$ m); die sieben Einstiche wurden zufallsverteilt vorgenommen

²⁾ intensive Beweidung: mit 250 kg N ha⁻¹ a⁻¹, θ -Besatzdichte (Rinder) 4,9 GV ha⁻¹, Weidefläche 1,3 ha

³⁾ extensive Beweidung: ohne N-Düngung, θ -Besatzdichte (Rinder) 2,9 GV ha⁻¹, Weidefläche 2,2 ha

Autor: Dr. Michael ANGER, Institut für Pflanzenbau - Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Katzenburgweg 5, D-53115 BONN



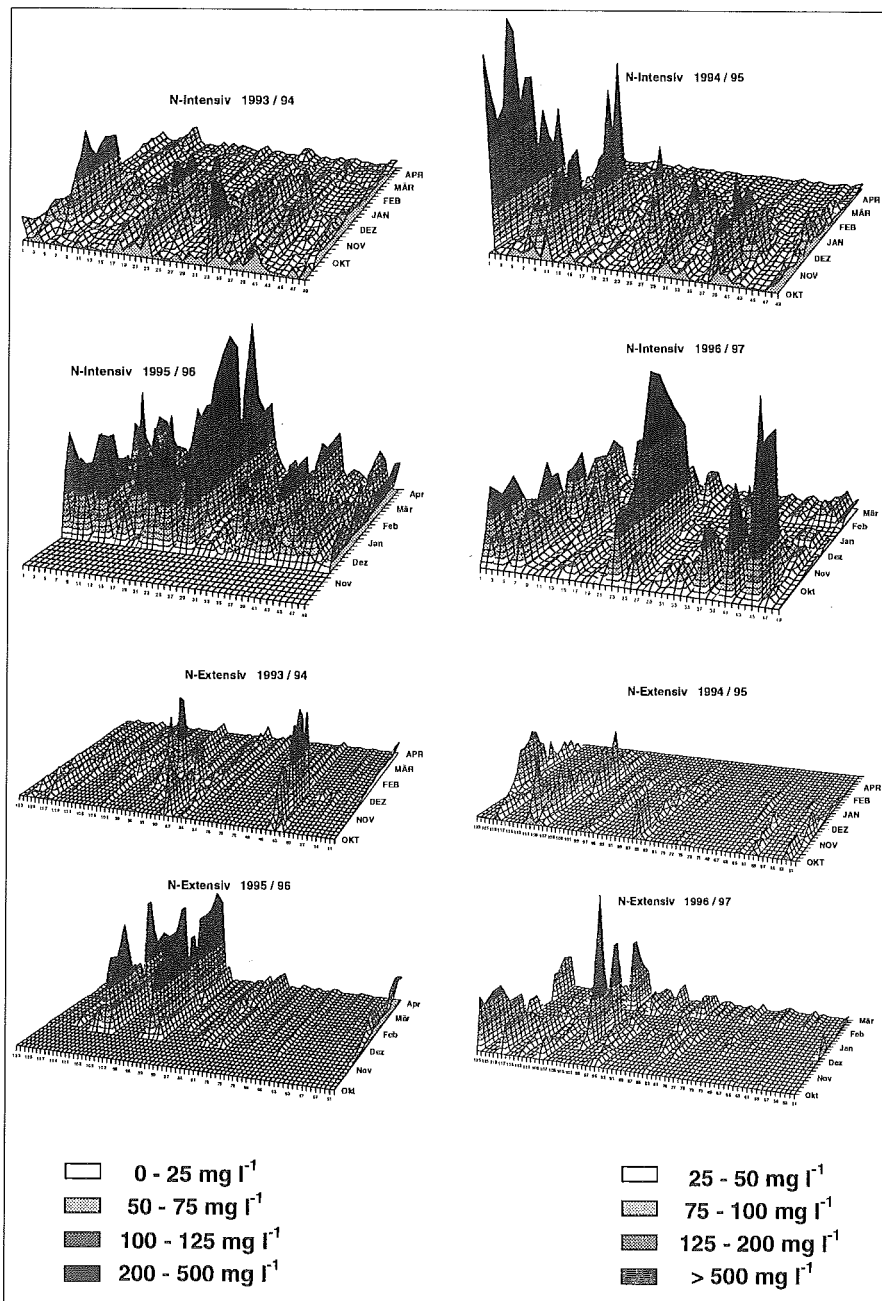


Abbildung 1: NO_3 -Konzentration im Sickerwasser (in $\text{mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$) an den einzelnen Saugkerzenstellen (vgl. Nr. der x-Achsen) bei intensiver und extensiver Beweidung in Borbeck während der vier Sickerwasserperioden 1993/94 bis 1996/97

Vor diesem Hintergrund ist insbesondere mit der Nmin-Bodenbeprobung keine annähernd befriedigende Probenahme auf Weideflächen möglich. Obwohl die Häufigkeit der durchgeführten Nmin-Bodenprobenahme auf den beweideten Großparzellen mit 70 Einstichen je ha vergleichsweise hoch einzustufen ist, wird mit der Bohrstockbeprobung tatsächlich nur etwa der 26-tausendste Teil der Weidefläche erfasst. Selbstredend

ließe sich auch mit einer arbeitstechnisch vertretbaren Steigerung der Beprobungsintensität die Repräsentanz der Probenahme auf den Weideflächen nicht wesentlich steigern.

Im Vergleich zu jedem Einstich mit Bohrstockbeprobung kann mit jeder Saugkerze vermutlich ein etwas größeres Weideareal erfasst werden, zudem mit weitgehend ortsfestem Szenario für Zeitreihenuntersuchungen. Nachteilig ist

allerdings, dass neben der unbekanntenen N-Verteilung durch das Weidevieh weitere Variationseinflüsse entstehen durch die inhomogene Sickerwasserführung im Bodengefüge und die störenden Einflüsse durch den Einbau der Saugkerzen (VAN DER PLOEG und BEESE 1977, BOUMA 1981). Trotz unbestreitbarer Mängel der Saugkerzenbeprobung auf Weideflächen scheint eine sehr engmaschige Anlage mit einzeln platzierten Saugkerzen plausible Informationen zum NO_3 -Austrag zu liefern, die in Einklang mit der Besatzdichte und dem Sickerwasser-aufkommen stehen. Soll eine befriedigende Datensicherheit erzielt werden, ist jedoch eine arbeitswirtschaftlich schwer erfüllbare Steigerung der Probenahmestellen notwendig (Tabelle 2). Wie die Berechnung der Mindestprobenanzahl (MPZ) selbst mit einer hohen tolerierten Abweichung von $\pm 20\%$ zeigt, gilt dies insbesondere auf extensiven Weiden mit geringerem Viehbesatz; offenbar hebt hier das verstärkte Aggregationsverhalten der wenigen Weidetiere (RICHARDS und WOLTON 1976) die Streuung der NO_3 -Werte zusätzlich an.

Aufgrund der Datenunsicherheit und des erheblichen Arbeitsaufwandes im herkömmlichen Weideversuch stellen Modellversuche mit standardisierter Exkrementstellenbeprobung und Kalkulation von NO_3 -Auträgen oder Vermeidungsstrategien eine Alternative dar.

Literatur

- ANGER, M., A. ROTH and W. KÜHBAUCH, 1997: Nitrate losses from excrement patches in pastures. – *Grassland Sci. in Europe* 2, 187-191.
- ANONYMUS, 1996: Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), DVWK-Merkblätter 238, 135 S.
- AUFHAMMER, W., K.-G. FEDROLF, H. KEMPF, E. KÜBLER und H. STÜTZEL, 1989: Variabilitätsursachen und Aussagemöglichkeiten der Nmin-Methode. – *Landwirt. Forsch.* 42, 281-292.
- BOUMA, J., 1981: Soil morphology and preferential flow along macropores. – *Agric. Water Management* 3, 235-250.
- CUTTLE, S.P. and P.C. BOURNE, 1993: Uptake and leaching of nitrogen from artificial urine applied to grassland on different dates during the growing season. – *Plant and Soil* 150, 77-86.
- GROSSMANN, J., K.-E. QUENTIN und P. UDLUFT, 1987: Sickerwassergewinnung mittels Saugkerzen – eine Literaturstudie. – *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 150, 258-261.

HOFFMANN, G., 1991: Bestimmung von mineralischem (Nitrat-) Stickstoff in Bodenprofilen (Nmin-Labormethode). – In: Verband der Deutschen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA, Hrsg.): Methodenbuch Bd. 1 – Die Untersuchung von Böden. 4. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt, A 6.1.4.1.

PLOEG, R.R. VAN DER and F. BEESE, 1977: Model calculations for the extraction of soil water by ceramic cups and plates. – Soil Sci. Am. J. 41, 466-470.

RICHARDS, I.R. and K.M. WOLTON, 1976: The spatial distribution of excreta under intensive cattle grazing. – J. Brit. Grassl. Soc. 31, 89-92.

THEIß, H., 1989: Zur Dynamik der Nitrat- und Wasservorräte verschiedener Bodenschichten in Abhängigkeit von Hauptbestandsbildner, Narbendichte und N-Düngung. – Diss. Gießen, 164 S.

WHITE, R.E., R.A. HAIGH and J.H. MACDUFF, 1987: Frequency distributions and spatial variability of ammonium and nitrate concentrations in soil under grazed and ungrazed grassland. – Fert. Res. 11, 193-208.

Tabelle 2: Vergleich der kalkulierten NO₃-N-Austräge bei intensiver und extensiver Beweidung mit empirisch ermittelten Werten¹⁾ und berechneter Mindest-Probenzahl²⁾ bei Beprobung mit Saugkerzenanlage und bei Nmin-Beprobung im Vorwinter

Variante (N-Düngung) Sickerwasser- periode (mit Si.w.menge mm)	Besatz- dichte GV ha ⁻¹	intensive Beweidung (250 kg N ha ⁻¹ a ⁻¹)				extensive Beweidung (0 kg N ha ⁻¹ a ⁻¹)				GD 5%	
		\bar{x}	Min/ Max	cv	MPZ ²⁾	\bar{x}	Min/ Max	cv	MPZ ²⁾		
		kg NO ₃ -N ha ⁻¹	%	n ha ⁻¹	GV ha ⁻¹	kg NO ₃ -N ha ⁻¹	%	n ha ⁻¹	kg NO ₃ -N ha ⁻¹		
93/94 (890)	5,0	86	18 / 284	68	34	3,3	27	0 / 293	186	150	18,7
94/95 (794)	4,7	88	0 / 811	141	147	2,9	12	0 / 142	212	197	31,2
95/96 (105)	4,9	20	1 / 127	103	79	3,1	4	0 / 86	281	345	7,3
96/97 (399)	4,3	82	0 / 413	210	325	2,2	6	0 / 89	290	366	16,9
\bar{x}		69			146		12			265	
94/95 (794)	4,7	43	13 / 78	60	194	2,9	12	3 / 118	142	1.389	30,8
96/97 (399)	4,3	21	7 / 69	81	350	2,2	10	2 / 43	110	352	15,9
\bar{x}		32			272		12			871	

¹⁾ empirische Werte: \bar{x} = Mittelwert (mit GD 5%), Minimum/Maximum, Variationskoeffizient (cv)
²⁾ berechnete Werte: MPZ = notwendige Mindest-Probenzahl (in n ha⁻¹); [tatsächliche Beprobungsstellen (in n ha⁻¹ bei intensiv/extensiv): Saugkerzenanlage (38 / 34 Stellen); Nmin-Beprobung (70 / 77 Einstiche je ha, aufgeteilt auf wiederholt beprobte Weideareale, mit je 7 Einstichen je Areal)]

Hochauflösende Wiegung von Weidetieren zur Erfassung von Weideverhalten und Mastleistung – Genauigkeit einer automatischen Weidewaage

K. AUERSWALD, H. SCHNYDER und P. RIEDEL

Einleitung

Um die Reaktion von Weidetieren auf Umwelteinflüsse und das im Jahresgang qualitativ und quantitativ wechselnde Futterangebot erfassen und damit verstehen und optimieren zu können, ist es notwendig, ihre Gewichtsentwicklung zeitlich hoch aufgelöst und hinreichend präzise zu erfassen. Faktoren, die eine präzise Wiegung erschweren sind: (i) der Füllungsgrad des Verdauungstraktes kann stark wechseln, (ii) vom Kalb bis zum Bullen ist ein weites Gewichtsspektrum abzudecken, (iii) die Tiere sind unruhig und (iv) das Tierverhalten darf durch die Messung nicht untypisch verändert werden.

Ein Wiegesystem, das für diese Bedingungen konzipiert ist, wird beschrieben und im praktischen Einsatz evaluiert.

Material und Methoden

Das Wiegesystem besteht aus (1) einer elektronischen Brückenwaage mit einem Aufzeichnungsintervall von 2 kg bei Lasten >200 kg (feinere Abstufung bei niedrigeren Lasten), (2) einem Käfig um die Waage, um die Tiere einzeln und ungestört wiegen zu können, (3) einer Mineralsalzvorlage, um die Tiere in die Waage zu locken, (4) einem Lesegerät, das die elektronische Tiermarke ausliest und so die gemessenen Gewichte einem Tier zuordnet und schließlich (5) einem Kleincomputer, um die Daten zu erfassen. Durch automatisches Tarieren zwischen den Tierwägungen wird eine Drift der Waage oder eine Verschmutzung der Wiegeplattform durch Kot kompensiert. Die Tiere müssen über eine elektronische Kennzeichnung (Ohrmarke, Injektat, Bolus) verfügen. Gewogen wird jede Sekunde, wobei nur die Daten aufgezeichnet werden, bei denen ein Tier auf

der Waage steht. Aus den sekundlich aufgezeichneten Werten werden die ausgeschnitten, bei denen das Tier voll auf der Wägeplattform steht (ohne Zu- und Abtritt), und zu einem Mittelwert, dem Tiergewicht, aggregiert.

Die Waage wird seit 1999 im praktischen Einsatz auf Standweiden mit Ochsen bzw. Mutterkühen incl. Kälbern und Stier erprobt. Hier soll die Genauigkeit der Wägung, die damit erzielt werden kann, quantifiziert werden.

Ergebnisse und Diskussion

Die Waage wird von den Tieren innerhalb eines Tages nach Aufstellung angenommen und ca. 1-2 Mal pro Tag und erwachsenem Tier frequentiert. Kälber besuchen sie seltener und mehr Wägungen müssen verworfen werden, wenn mehrere der kleinen Tiere die Waage betreten (erkennbar an wechselnden Tier-signalen). Daher fällt bei Kälbern im Schnitt nur jeden 2. Tag eine Messung an.

Die Tiergewichte schwanken im Verlauf der Weidesaison beträchtlich (*Abbildung 1*). Innerhalb eines Tages können bei erwachsenen Tieren Unterschiede von 30 kg, innerhalb weniger Tage Unterschiede von 60 kg auftreten. Einmalige Handverwiegungen, bei denen zusätzlich die

Irritation der Tiere hinzu kommt, liefern daher nur einen groben Anhaltspunkt (± 60 kg). Es stellt sich aber auch die Frage, wie verlässlich die Daten der automatischen Waage sind.

Die sekundlich erfassten Werte zeigen, dass Zu- und Abtritt, bei denen das Tier nur mit einer Hälfte auf der Waage steht und meist etwas unruhiger ist, sicher identifiziert werden können (*Abbildung 2*, links). Während der Mineralstoffaufnahme steht das Tier hinreichend ruhig. Je nach Dauer des Aufenthalts fallen dabei bei erwachsenen Tieren meist zwischen 50 und 1000 Messungen an (47 Messungen um 20:25 und 1121 Messungen um 24:00 in *Abbildung 2*), die schließlich zu dem von der Waage ausgegebenen Gewicht aggregiert werden.

Durch die große Zahl an Sekundenwerten ist das aggregierte Gewicht der Tiergewichte sehr sicher. Im Mittel betrug der 95%-Vertrauensbereich der aus den Sekundenwerten aggregierten Tiergewichte 0,2 kg (häufig 0,1-0,3 kg), obwohl die Waage nur in 2-kg-Schritten aufzeichnet. Durch die Überlagerung des Gewichts mit einem Zufallswert, der aus der Tierbewegung resultiert, lässt sich daher eine wesentlich höhere Genauigkeit erzielen als bei einem ruhenden Körper.

Der enge Vertrauensbereich der Tiergewichte sagt aber noch nichts darüber aus, ob die Waage richtig misst und dies auch über die Weideperiode hinweg gleich zuverlässig tut. Zur Prüfung dieser Frage können die Kälbergewichte herangezogen werden, da die Gewichtszunahmen der Kälber mit der Zeit immer streng linear waren (*Abbildung 3*) und daher quasi als interner Standard dienen können. Ihre Gewichtszunahme ließ sich im Mittel aller Kälber mit einem Bestimmtheitsmaß von 99,49% durch die Zahl der

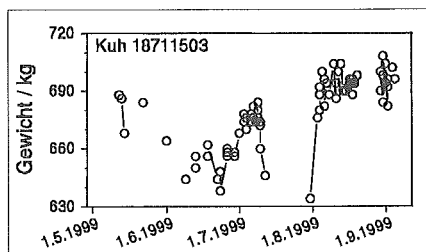


Abbildung 1: Gewichtsveränderung einer Kuh im Verlauf der Weidesaison (Datenlücken: Messausfälle, Wartungsperioden und Einsatz der Waage auf anderen Weiden)

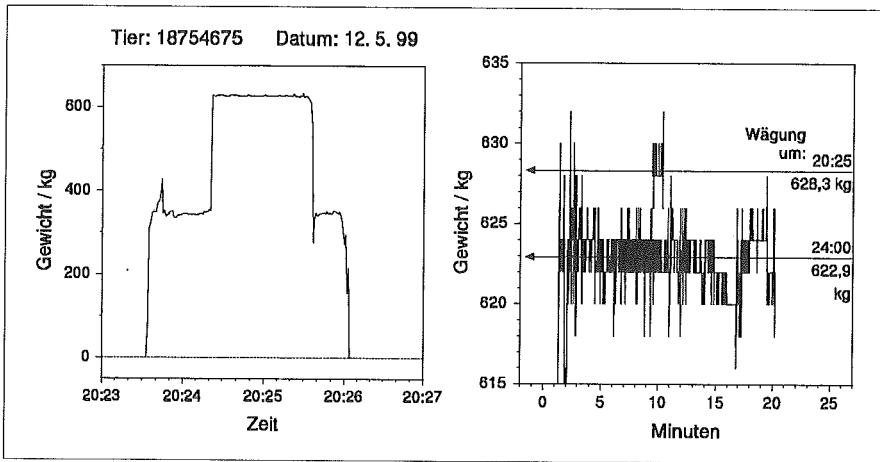


Abbildung 2: Gewicht eines Tieres während zweier Messungen innerhalb eines Tages (Achtung: unterschiedliche Achsenskalierung links und rechts) Links: Gesamter Messverlauf mit Zu- und Abtritt (jeweils halbes Körpergewicht bei starker Schwankung) bei der Messung um 20:25 Rechts: Messverlauf der gleichen Wägung um 20:25 ohne Zu- und Abtritt (ca. 2 min) und Vergleich mit einer Messung des gleichen Tieres um 24:00 (ca. 20 min Verweilzeit auf der Waage); der 95%-Vertrauensbereich um 20:25 beträgt 0,2 kg und um 24:00 0,1 kg

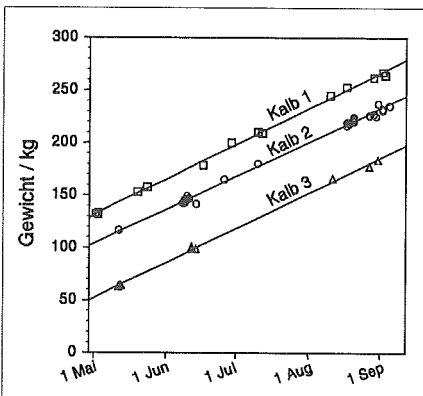


Abbildung 3: Gewichtsveränderung von 3 Kälbern im Verlauf der Weidesaison

Kalb 1: $r^2 = 0,9977$, $n = 14$

Kalb 2: $r^2 = 0,9948$, $n = 28$

Kalb 3: $r^2 = 0,9984$, $n = 10$

Tage erklären, was die hohe Zuverlässigkeit der Wiegunen belegt.

Der nicht erklärte Rest von 0,51% entspricht einer mittleren Abweichung von nur 2 kg von der Regression bei einem

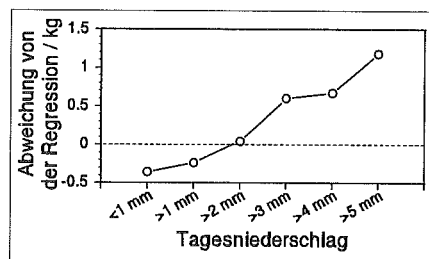


Abbildung 4: Mittlere Abweichung des Tagesgewichts bei Kälbern von der Regression mit der Zeit in Abhängigkeit vom Tagesniederschlag

mittleren Kälbergewicht von ca. 150 kg. Aber selbst diese geringen Abweichungen stellen noch keinen Fehler der Wägung dar, sondern lassen sich auf weitere Einflüsse neben dem Körperwachstum zurückführen. Zum einen können diese Abweichungen durch den Tagesniederschlag erklärt werden (Abbildung 4), weil bei Regen die im Fell gespeicherte Nässe zusätzlich zum Gewicht

beiträgt und die Tiere stärker hydriert sind. Zum anderen weist das Gewicht einen Tagesgang von ± 2 kg auf, der sich durch eine Sinusfunktion beschreiben lässt, deren Maxima um 9:00 und um 21:00 auftreten, während die Minima jeweils 6 Std. zeitversetzt sind (15:00 und 3:00). Dieser Tagesgang dürfte auf die wechselnde Füllung des Magen-Darm-Traktes zurückzuführen sein.

Schlussfolgerungen

Das Messsystem arbeitet so präzise, dass sich selbst das Gewicht eines unruhigen Bullen auf 200g genau ($\pm 0,02\%$) ermitteln lässt und selbst geringfügige Gewichtsveränderungen sich noch sicher nachweisen lassen, z.B. verursacht durch das nasse Fell bei Regen. Die Waage eignet sich daher vorzüglich für Studien in Weideökosystemen, da sie auch das Tierverhalten nicht stärker verändert, als eine andere Mineralfuttervorlage.

Unter den Gesichtspunkten der landwirtschaftlichen Praxis ist hervorzuheben, dass (i) umständliche und gefährliche Handwägungen entfallen, (ii) die Tiere durch die Waage an Treibanganlagen gewöhnt und daher nach langen Weideperioden einfacher in der Handhabung sind, (iii) das Schlachtgewicht sich besser schätzen lässt als mit Handverwiegung, (iv) die strenge Linearität der Kälbergewichte es erlaubt, schwache Kälber auch in großen Herden zu identifizieren und den optimalen Verkaufszeitpunkt der übrigen vorherzusagen. So ließ sich die Gewichtszunahme der Kälber aus den zurückliegenden Messungen auf im Mittel 8 kg genau bei einem Vorhersagezeitraum von 2 Monaten und einer mittleren Gewichtszunahme von 60 kg in diesem Zeitraum prognostizieren, selbst wenn nur 5 Messwerte für die Prognose verwendet wurden (nicht dargestellt).

Selektive Futteraufnahme durch Milchkühe auf Umtriebsweiden – Auswirkungen auf Ertrag und Futterqualität

J. BAADE, M. WACHENDORF und F. TAUBE

1. Einleitung

Im Rahmen des N-Projektes Karkendamm fanden in den Jahren 1997 und 1998 Untersuchungen auf Umtriebsweiden zweier Systeme (unterschiedliche botanische Zusammensetzung und Düngung) statt. Das Ziel war es, mit Hilfe pflanzenbaulicher Methoden zu beschreiben, wie sich die Bestände beider Systeme für 3 unterschiedliche Aufwuchstypen (Frühjahrs-, Sommer- und Herbstaufwuchs) hinsichtlich Ertrag und Qualität während einer 5-tägigen Beweidungsphase verändern. Zusätzlich sollte geprüft werden, ob mittels der verwendeten Methodik Aussagen über die Entwicklung der botanischen Zusammensetzung und über das Freß- und Selektionsverhalten der Milchkühe gemacht werden können.

2. Material und Methoden

Der Versuchsbetrieb „Karkendamm“ der CAU Kiel liegt auf der schleswig-holsteinischen Geest (Bodenart: schwach bis stark humoser Sand, 18-25 Bodenkpunkte). Das langjährige Niederschlagsmittel liegt bei 866 mm, die durchschnittliche Jahrestemperatur bei 8,6 °C. Untersucht wurde ein Mischbestand, der als Umtriebsweide genutzt wurde und im Mai 1998 wie folgt bonitiert wurde (s. *Tabelle 1*).

Die untersuchte Weide wurde im Frühjahr 1996 mit 3 kg Weißklee und 20 kg G5 ha⁻¹ (Standardgrasmischung, 30 % DW früh, 30 % DW mittel, 40 % DW spät) nachgesät.

Bei Vegetationsbeginn 1997 wurde die Fläche mit 20 m³ ha⁻¹ Rindergülle (90 kg N_{ges} ha⁻¹) gedüngt, eine mineralische Düngung erfolgte nicht. Die Fläche wurde während 4 Aufwüchsen mit Milchvieh (Holstein-Friesian und Red Holstein) für jeweils 5 Tage pro Nutzung beweidet. Zur Erfassung des TM-Ertrages, der botanischen Zusammensetzung und der Futterqualität bei Beweidungsbeginn, erfolgte die Beprobung am Nachmittag vor dem Auftrieb der Tiere (Tag 1) sowie täglich während der Beweidung (Tag 2-6). Nach Abtrieb der Milchkühe wurde die Fläche je nach Höhe des Weiderestes mit Jungtieren und trockenstehenden Kühen beweidet, bevor sie nachgemäht wurde. Bei der Bemessung der Weidefläche wurde ein Weiderest von 30 - 40 % angestrebt, um den Tieren eine ausreichende Selektion zu ermöglichen. Außerdem wurde der Ertrag bei Auftrieb, die Herdengröße, eine geschätzte tägliche Futteraufnahme pro Tier sowie der prognostizierte Zuwachs während der Beweidungsperiode berücksichtigt. Zur Erfassung des Zuwachses während der 5-tägigen Beweidung (LANTINGA, 1985)

sowie zur Beobachtung der ungestörten Bestandentwicklung und -alterung, wurden auf der Weide mit Elektrozaun 2 je 200 m² große repräsentative Teilstücke abgetrennt. Die Weide wurde diagonal in 8 repräsentative Teilstücke gegliedert und in jedem Teilareal wurde täglich eine Probe mit der Größe von 0,25 m² mit einer Rasenkantenschere 5 cm oberhalb des Bodens geschnitten (Mischprobe). Zusätzlich wurde der Bestand in 5 cm mächtigen Schichten („Schichtproben“) in 4-facher Wiederholung beprobt (Schicht 1: 5 – 10 cm, ... bis Schicht 5: > 25 cm). Diese wurden zusätzlich in die Artengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen fraktioniert. Dadurch war es möglich, das sich täglich verändernde Futterangebot und die wechselnde botanische Zusammensetzung, die sich aus dem Fressverhalten der Tiere ergibt, sowohl quantitativ als auch qualitativ zu beschreiben. Nach Trocknung und Vermahlung der Proben wurden wesentliche Futterqualitätsparameter mittels NIRS geschätzt.

3. Ergebnisse

Die Entwicklung des Krautanteils im Frühjahrsaufwuchs und des Kleeanteils im Sommeraufwuchs für die einzelnen Bestandesschichten stellt die *Abbildung 1* dar. Für den 1. Aufwuchs gilt, dass sich der Grasanteil (nicht dargestellt) gegenläufig zum Krautanteil verhält, der Klee spielt mit unter 5 % Ertragsanteil keine Rolle und zeigt auch für die einzelnen Bestandesschichten keine Veränderung der Ertragsanteile während der Beweidungsphase. Im 3. Aufwuchs ist es der Krautanteil, der sich nicht verändert, der Grasanteil (55 % des Gesamtbestandes bei Beweidungsbeginn) verhält sich gegenläufig zum Kleeanteil. Die *Abbildung 1* zeigt den stärker abnehmenden Anteil des Krautes auf der Weide im Vergleich zu den unbeweideten Flächen. Für den

Tabelle 1: Ertragsanteilschätzung der Umtriebsweide Mai 1998

Gräser	Kräuter	Leguminosen
33 % Deutsches Weidelgras	33 % Gemeiner Löwenzahn	4 % Weißklee
16 % Wiesenrispe	+ Hornkraut	
6 % Gemeine Rispe	+ Vogelmiere	
5 % Gemeine Quecke	+ Krauser Ampfer	
3 % Wiesenlieschgras	+ Gänseblümchen	
+ Knautgras	+ Wiesenkerbel	
+ Wiesenfuchsschwanz	+ Gemeine Kratzdistel	
	+ Große Brennessel	
	+ Efeublättriger Ehrenpreis	
	+ Wiesenstorchschnabel	
	+ Kriechender Hahnenfuß	

+: in Spuren vorhanden

Autoren: Dipl.-Ing. Julia BAADE, Dr. Michael WACHENDORF und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



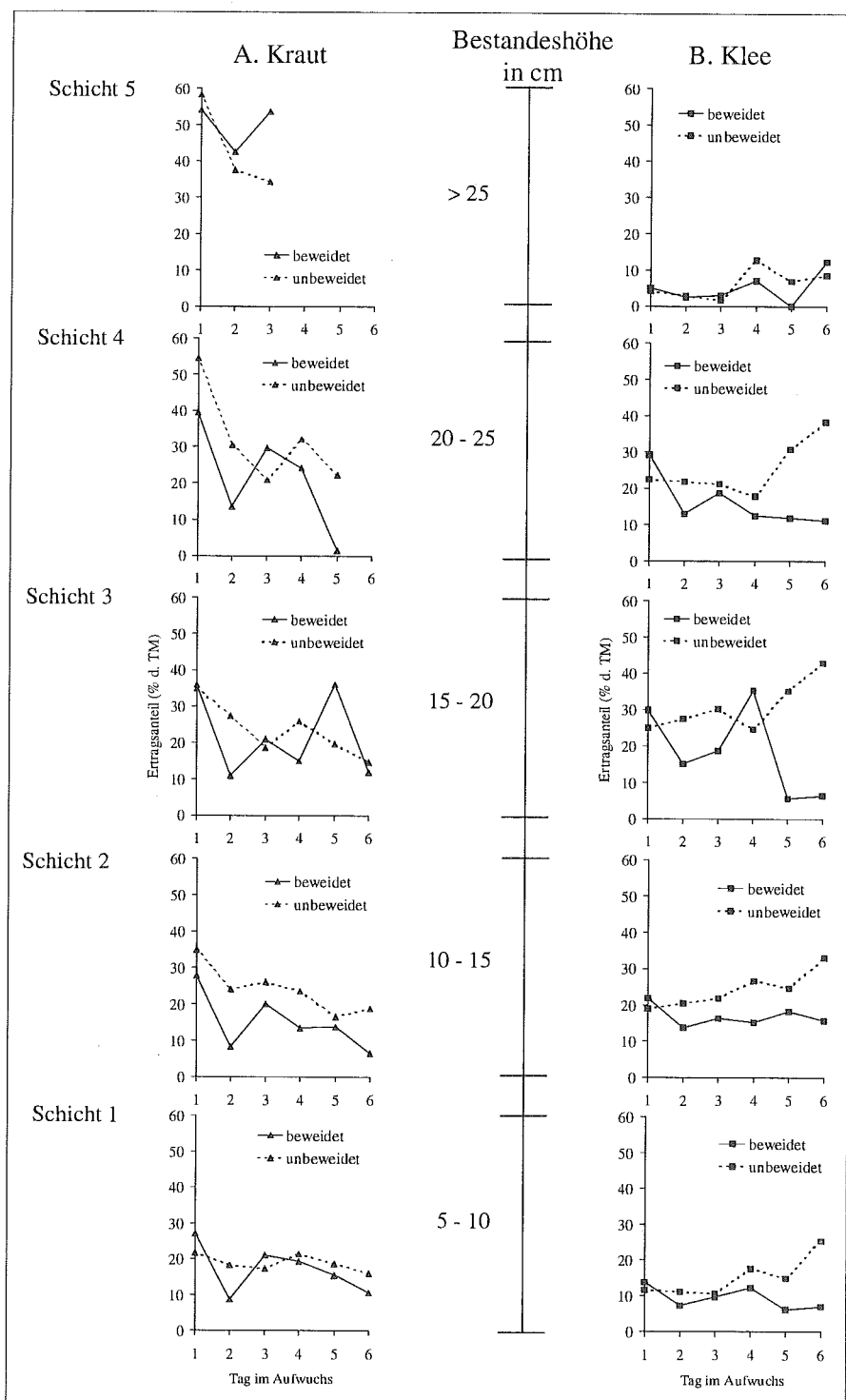


Abbildung 1: Entwicklung des (A) Krautanteils (% der Gesamtbiomasse) im Frühljahraufwuchs und des (B) Kleeanteils im Sommeraufwuchs in den 5 Schichten des beweideten und unbeweideten Bestandes.

Tabelle 2: Selektionsindizes für die untersuchte Weide 1998

SI	Gräser	Kräuter	Leguminosen
Frühljahraufwuchs	0,74	1,37	1,20
Sommeraufwuchs	0,76	1,20	1,32
Herbstaufwuchs	0,91	1,05	1,24

nach HODGSON (1990)

Krautanteil des ersten Aufwuchses gilt dies besonders für die unteren beiden Schichten sowie die Schicht 4 (20 – 25 cm Bestandeshöhe). Für den Klee im

Sommernaufwuchs ist die Abnahme des Ertragsanteiles auf der Weide und eine Zunahme auf den unbeweideten Flächen in allen Schichten deutlich zu erkennen. Aus diesem Verlauf der Ertragsanteile läßt sich eine Bevorzugung des Krautes (in bestimmten Schichten, 1. Aufwuchs) und des Weißklee (3. Aufwuchs) gegenüber den Gräsern ableiten.

Eine Möglichkeit, diese Selektion quantitativ auszudrücken, ist der Selektionsindex nach Hodgson (1990), der sich wie folgt berechnet:

Selektionsindex =

$$\frac{\text{Gras/Kraut/Klee im aufgenommenen Futter}}{\text{Gras/Kraut/Klee im Bestand}}$$

Wert > 1: positive Selektion

Wert = 1: neutral

Wert < 1: Vermeidung

Daraus ergeben sich für die untersuchten Aufwüchse des Jahres 1998 die folgenden Werte der Tabelle 2.

Die Selektionsindizes verdeutlichen für alle untersuchten Aufwuchstypen des Jahres 1998 die positive Selektion von Kräutern und Leguminosen (für 1997 ergibt sich ein ähnlicher Selektionsverlauf). Die Auswirkungen, die die selektive Beweidung auf die Futterqualität hat, zeigt die Abbildung 2. Es werden die Rohproteingehalte des Krautes (1. Aufwuchs) sowie des Klee (3. Aufwuchs) den jeweiligen Mischbeständen gegenübergestellt. Dabei spiegeln die Rohproteingehalte des Mischbestandes die Qualität des gesamten Futterangebotes wider. Die Rohproteingehalte von Kraut und Klee zeigen die Qualität des aufgenommenen Futters auf. Diese entspricht dem dargestellten Rohproteingehalt des Vortages. Im ersten Aufwuchs wurde für die Kräuter ein höherer Rohproteingehalt gemessen als für den Mischbestand (mit Ausnahme des letzten Beweidungstages). Ähnliches gilt für den Weißklee im Sommeraufwuchs, wobei der Rohproteingehalt der Leguminosen auf einem deutlich höherem Niveau (22 % d. TM) als der des Mischbestandes (16 % d. TM) liegt. Daraus läßt sich schließen, daß die Tiere durch ihr selektives Freßverhalten qualitativ höherwertiges Futter aufgenommen haben, als im Mischbestand angeboten wurde.

Die Untersuchungen zeigen, dass mit pflanzenbaulichen Methoden die Bestandesveränderungen während einer Beweidungsphase sowohl quantitativ als

auch qualitativ erfasst werden können. Mit Hilfe der Schichtenmethodik war es möglich, das täglich wechselnde Futterangebot (Ertrag und Anteil einzelner Schichten am Futterangebot sowie botanische Zusammensetzung) zu erfassen. So konnte eine Selektion von Kräutern und Leguminosen gegenüber den Gräsern nachgewiesen werden. Zusätzlich ließen sich Aussagen zum Fressverhalten der Tiere machen (Stratifikation des Bestandes).

4. Literatur

HODGSON, J., 1990: Grazing Management – Science into Practice. Longman Scientific Technical, New York, pp. 203

LANTINGA, E. A., 1985: Simulation of herbage production and herbage intake during a rotational grazing period: an evaluation of Linehan's formula. Netherlands Journal of Agricultural Science, 33, 385-403

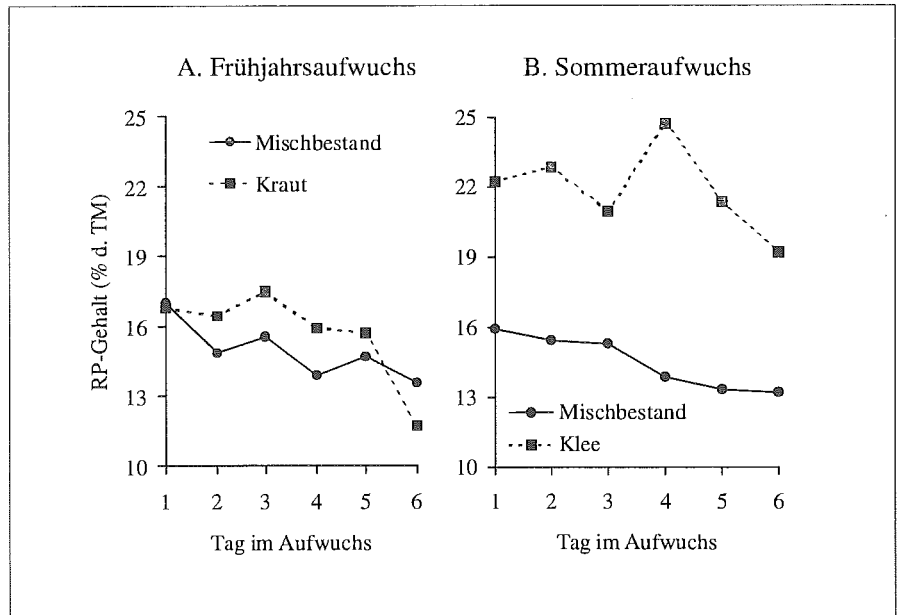


Abbildung 2: Rohprotein-Gehalte des Mischbestandes sowie von (A) Kraut im Frühjahrsaufwuchs und (B) Klee im Sommeraufwuchs

Leistungsmerkmale von Rinderstandweiden in Nordirland

C. LAMPE, M. WACHENDORF und F. TAUBE

1. Einleitung

Standweiden sind in Nordirland aufgrund des ausgeglichenen Klimas weit verbreitet. Der Einfluß des mineralischen Stickstoffs (N) auf die pflanzliche und tierische Produktion von Standweiden wird durch viele Untersuchungen belegt (u.a. LAIDLAW & STEEN, 1989; DEENEN, 1990; WHITEHEAD, 1995). Während eines mehrjährigen Feldversuches in Nordirland wurden die TM-Erträge, die N-Erträge und tierische Leistungsmerkmale (Gewichtsentwicklung, Großviehweidetage) in Abhängigkeit von der N-Düngungsintensität, sowie die N-Auswaschung ermittelt (WATSON et al., 2000). In dieser Studie wird die pflanzliche Ertragsbildung in Abhängigkeit von der N-Düngungsintensität im Laufe der Vegetationsperiode und die tierische Leistung in Abhängigkeit von der N-Düngungsintensität und des TM-Ertrages aufgezeigt.

2. Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf einem sandigen Ton/Lehmboden des Forschungsinstitutes in Hillsborough bei Belfast (Nordirland) von 1989 bis 1992 durchgeführt. Die Fläche wurde 1987 mit Deutschem Weidelgras auf den gedüngten Varianten und Deutschem Weidelgras und Weißklee auf der ungedüngten Variante neu angesät. Sechs Parzellen mit je einer Größe von 0,2 ha lagen nebeneinander an einem Hang und wurden voneinander und von der Umgebung mit Barrieren isoliert, um das Hangzugwasser am Durchfließen der Parzellen zu hindern. Diese Flächen stellten die Varianten dar, die unterschiedlich mit mineralischem N versorgt wurden (0, 100, 200, 300, 400 und 500 kg ha⁻¹). Die gesamte Fläche wurde gedränt und das Drainwasser für detaillierte Messungen aufgefangen. Von April bis Oktober beweideten Rinder (7-12 Monate alt) die Flächen. Eine Weidegrashöhe von 7 cm sollte eingehalten wer-

den, weshalb die Besatzstärke an die pflanzlichen Wachstumsbedingungen angepaßt wurde. Während der Vegetationsperiode variierte die Anzahl der Rinder zwischen null und sechs. Die Pflanzenzuwächse wurden mit Hilfe von Weidekäfigen ermittelt. Jede Variante hatte drei Wiederholungen mit je einer Größe von 5m x 0,7m. Diese Flächen wurden mit einem elektrischen Zaun umgeben und jede in vier Streifen (4m x 0,1m) unterteilt. Zu Beginn einer etwa zweiwöchigen Zuwachsperiode wurde das Pflanzenmaterial von zwei dieser Streifen geschnitten und am Ende der Zuwachsperiode die anderen zwei Streifen. Aus der durch die Dauer (in Tagen) der Zuwachsperiode dividierte Differenz zwischen End- und Startwert wurde der tägliche TM-Ertragszuwachs ermittelt. Nach diesen Messungen wurde der Weidekäfig auf ein vorher beweidetes Stück weitergestellt. Der Kleeanteil wurde zweimal pro Woche bestimmt und betrug im Durchschnitt der vier Versuchsjahre 15%. Mit Hilfe der Tieranzahl wurden die Großviehweidetage ha⁻¹ errechnet. Das Lebendgewicht der Rinder wurde zweimal pro Woche notiert und die Lebendgewichtszunahme kalkuliert.

Die Daten wurden mittels Regressionsanalysen statistisch ausgewertet. Dazu wurde das Software-Paket SAS (1996) verwendet.

3. Ergebnisse

Die kumulative Wachstumsrate stellt die Aufsummierung der einzelnen Zuwächse der zweiwöchigen Zuwachsperioden im Laufe der Vegetationsperiode dar. Überwiegend stieg mit zunehmender N-Düngung die kumulative Wachstumsrate und damit der Endertrag (Abbildung 1). Allerdings erreichten die Varianten N300 und N400 ähnliche Netto-TM-Erträge (ca. 7700 kg ha⁻¹ Jahr⁻¹) und die ungedüngte Klee-Gras-Variante höhere Netto-TM-Erträge (4800 kg ha⁻¹ Jahr⁻¹) als die Variante N100 (3990 kg ha⁻¹ Jahr⁻¹). Die Variante N200 erzielte einen Netto-TM-Ertrag von 5800 kg ha⁻¹ Jahr⁻¹ und die mit 500 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ gedüngte Variante knapp 9000 kg ha⁻¹ Jahr⁻¹ im Durchschnitt der vier Versuchsjahre.

Die tierische Leistung ist der relevanteste Faktor, um die Produktivität einer Weide zu beschreiben. Die TM-Produktion liefert nur zusätzliche Informationen für den pflanzenbaulichen Teil des gesamten Boden-Pflanzen-Tier-Systems.

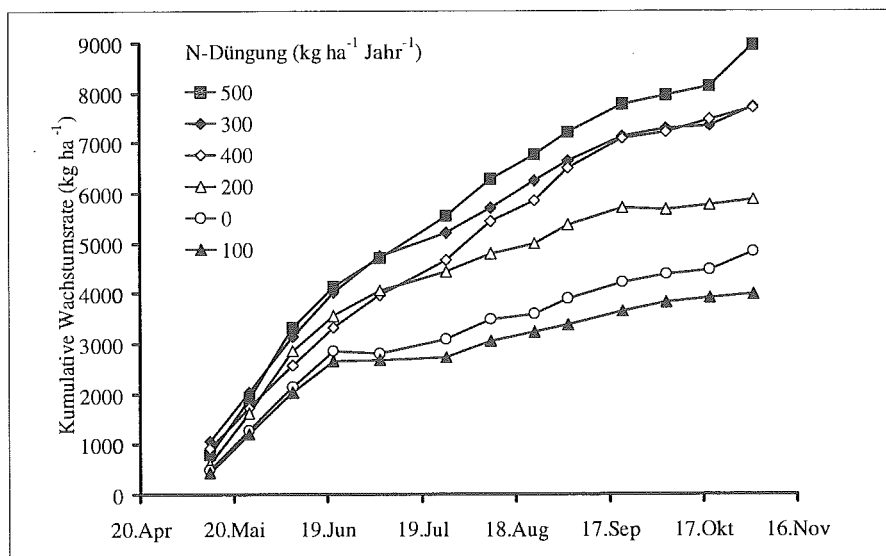


Abbildung 1: Kumulative Wachstumsraten (kg ha⁻¹) im Laufe der Vegetationsperiode gemessen in Weidekäfigen im Durchschnitt der Jahre 1989-1992

Autoren: Dipl.-Ing. Carola LAMPE, Dr. Michael WACHENDORF und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



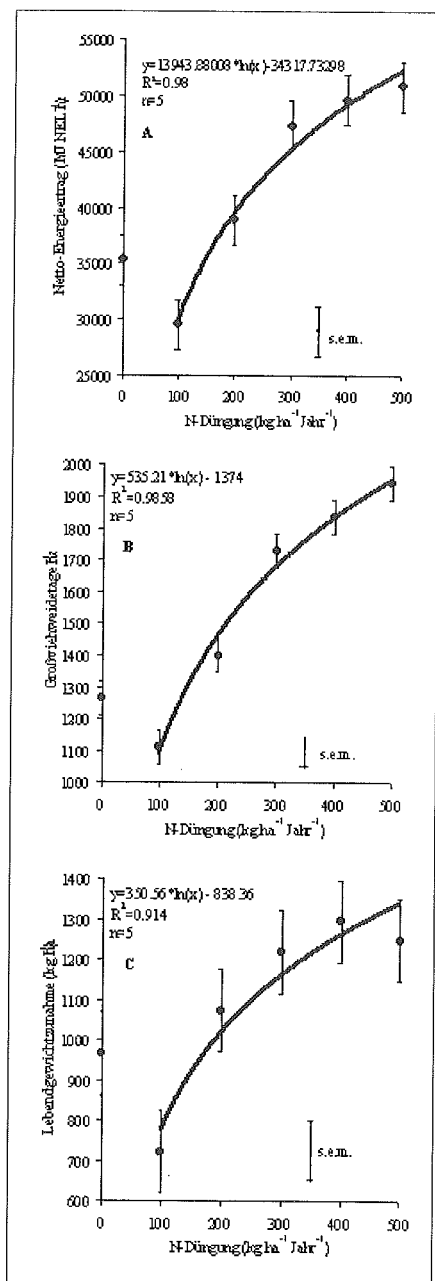


Abbildung 2: Beziehung zwischen der N-Düngungsintensität (kg ha⁻¹ Jahr⁻¹) und dem Netto-Energieertrag (MJ NEL ha⁻¹), den Großviehweidetagen ha⁻¹ und der Lebendgewichtszunahme (kg ha⁻¹) der Rinder im Durchschnitt der vier Versuchsjahre

Im folgenden Abschnitt werden die Beziehungen zwischen der tierischen Leistung und der N-Düngungsintensität sowie dem Netto-TM-Ertrag aufgezeigt. Die tierische Leistung wird durch die Lebendgewichtszunahme, die Großviehweidetage und den Netto-Energieertrag bestimmt. Der Netto-Energieertrag wurde über das Tier rückgerechnet. Er nahm mit steigender N-Düngung zu. Die Zunahme war quasi linear von Variante

N100 bis N300 und danach sehr gering bis zu N500 (Abbildung 2A). Es bestand eine hoch signifikante Beziehung ($P < .001$) zwischen dem Netto-Energieertrag und der N-Düngung, allerdings waren die drei hoch gedüngten Varianten nicht signifikant unterschiedlich. Die Beziehung zwischen den Großviehweidetagen und der N-Düngung war ebenfalls hoch signifikant ($P < .001$) und alle Varianten waren signifikant unterschiedlich (Abbildung 2B). Die Großviehweidetage haben eine enge Beziehung zur Besatzstärke, welche mit steigendem TM-Ertrag erhöht wurde. Der Netto-TM-Ertrag nahm mit erhöhter N-Düngung zu und somit ist die Zunahme der Großviehweidetage plausibel. Die funktionale Beziehung zwischen der Lebendgewichtszunahme und der N-Düngung war positiv für den gesamten N-Versorgungsbereich (Abbildung 2C). Eine signifikante Beziehung ($P < .01$) bestand zwischen der Lebendgewichtszunahme und der N-Düngung bei N100, wohingegen die vier höher gedüngten Varianten nicht signifikant unterschiedlich waren. LARGE *et al.* (1985) und LAIDLAW

STEEN (1989) fanden, daß Rinder auf hochgedüngten Standweiden (360 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹) etwas schneller wuchsen als auf niedrig gedüngten (60 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹) und, daß der Unterschied nicht signifikant war. Wie auch für die TM-Produktion, erreichte die ungedüngte Klee-Gras-Variante bei allen tierischen Leistungsmerkmalen einen Wert zwischen N100 und N200.

Im nächsten Schritt wurden die tierischen Leistungsparameter: Netto-Energieertrag, Großviehweidetage ha⁻¹ und Lebendgewichtszunahme mit dem Netto-TM-Ertrag korreliert. Anhand dieser Regressionsrechnungen sollte geprüft werden, ob tierische Leistungsmerkmale mit pflanzlichen Parametern korrelieren und inwieweit sie sich aus diesen mit akzeptabler Genauigkeit schätzen lassen. Die Großviehweidetage waren eng korreliert mit dem Netto-TM-Ertrag (Abbildung 3A). Dieses Ergebnis war zu erwarten, denn mit zunehmendem TM-Ertrag wurde die Besatzdichte erhöht und damit erhöhten sich auch die Großviehweidetage. Die Variation der N-Stufen zwischen den vier Jahren war gering, mit

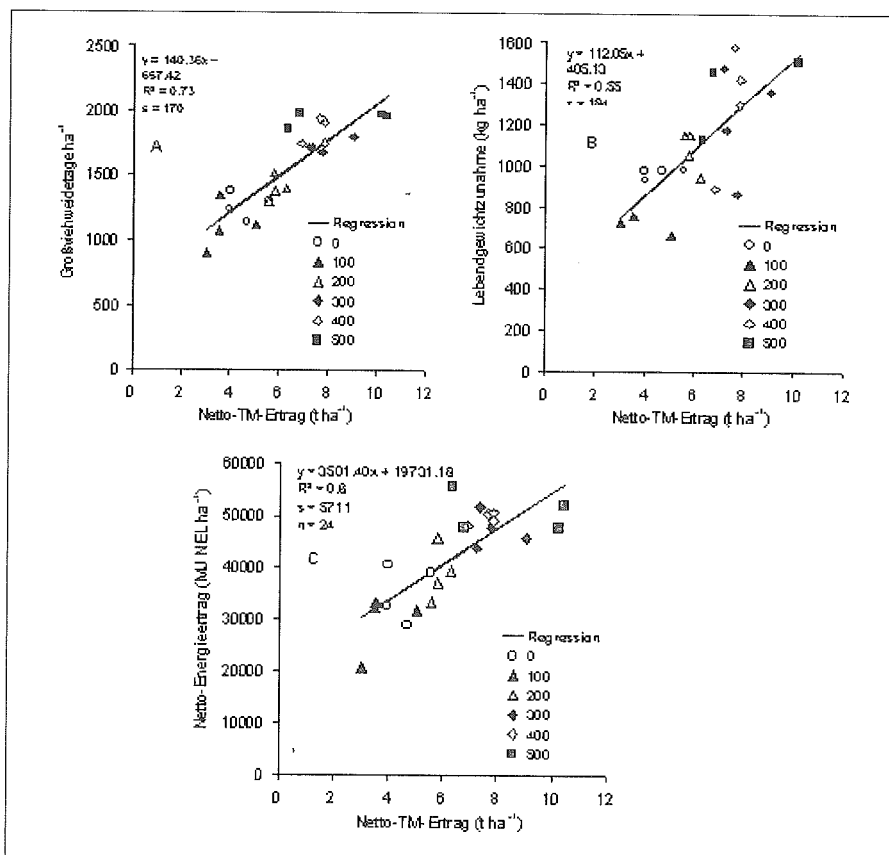


Abbildung 3: Regressionen zwischen dem Netto-Energieertrag (MJ NEL ha⁻¹), den Großviehweidetagen ha⁻¹ und der Lebendgewichtszunahme (kg ha⁻¹) mit dem Netto-TM-Ertrag (t ha⁻¹)

Ausnahme der N500 Variante, welche große Unterschiede im Netto-TM-Ertrag aufwies. Die Lebendgewichtszunahme war nicht so eng mit dem Netto-TM-Ertrag korreliert wie die Großviehweidetage (*Abbildung 3B*). Dieses Ergebnis resultierte aus starken Variationen der drei hoch gedüngten Varianten zwischen den Jahren in Bezug auf die Lebendgewichtszunahme und den Netto-TM-Ertrag. Der Graphik kann entnommen werden, daß mit zunehmender TM-Produktion und damit der Besatzdichte die Lebendgewichtszunahme anstieg.

Die Großviehweidetage und die Lebendgewichtszunahme wurden genutzt, um den Netto-Energieertrag zu berechnen, deshalb wurde eine enge Korrelation zwischen dem Netto-Energieertrag und dem Netto-TM-Ertrag erwartet und ermittelt (*Abbildung 3C*). Im Einzelnen variierte die Variante N500 stark in der TM-Produktion zwischen den Jahren und in einem Jahr variierte N100 stark im Netto-Energieertrag, so

daß eine etwas schwächere Korrelation gefunden wurde. Die Güte dieser Beziehung lag zwischen denen der zugrundeliegenden Parameter Lebendgewichtszunahme und Großviehweidetage.

4. Schlußfolgerung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit gibt für Rinderstandweiden Nordirlands Korrelationen zwischen tierischen Leistungsmerkmalen und pflanzenbaulichen Parametern wieder. Die dargestellten Statistiken zeigten durchaus akzeptable Genauigkeiten. Eine weiterführende Auswertung dieses komplexen Datensatzes unter Berücksichtigung von Umweltvariablen wird bei WACHENDORF et al. (2001) dargestellt.

5. Literatur

DEENEN, P. J. A. G. (1990): Herbage response to fertilizer nitrogen and its effect on efficiency of nitrogen utilization in grazed grassland. Proce-

dings of the 13th General Meeting of the European Grassland Federation, 33-38.

LAIDLAW, A. S. & R. W. J. STEEN (1989): Turnover of grass laminae and white clover leaves in mixed swards continuously grazed with steers at a high- and low- N fertilizer level. *Grass and Forage Science*, 44, 249-258.

LARGE, R. V., J. M. COBBY & R. D. BAKER (1985): The design and conduct of experiments to measure animal and herbage production responses to fertilizer nitrogen under cutting and grazing managements. *Journal of Agricultural Science*, 104, 85-94.

SAS INSTITUTE (1996). SAS/STAT User's Guide, Release 6.12 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.

WACHENDORF, M., C. LAMPE und F. TAUBE (2001): Quantifizierung von Düngungs- und Witterungseinflüssen auf die Ertragsbildung von Standweiden. 45. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in Gumpenstein. Dieser Band.

WATSON, C. J., C. JORDAN, S. D. LENNOX, R. V. SMITH & R. W. J. STEEN (2000). Inorganic nitrogen in drainage water from grazed grassland in Northern Ireland. *Journal of Environmental Quality*, 29, 225-232.

WHITEHEAD, D. C. (ed., 1995): *Grassland Nitrogen*. CAB International. Wallingford, UK.

Quantifizierung von Düngungs- und Witterungseinflüssen auf die Ertragsbildung von Standweiden

M. WACHENDORF, C. LAMPE und F. TAUBE

1. Einleitung

Die Leistungsfähigkeit der Standweide ist für den mitteleuropäischen Bereich durch zahlreiche Untersuchungen belegt (z.B. DEENEN und LANTINGA 1993). Im Westen Großbritanniens ist diese Weideform aufgrund des ausgeglichenen Klimas weitverbreitet. Mehrjährige Untersuchungen von WATSON (2000) belegen den Einfluß der N-Versorgung auf die Gewichtsentwicklung von Rindern, weisen jedoch auch auf die Problematik der N-Auswaschung bei dieser Weideform hin. Die pflanzenbauliche Bestimmung der Ertragsbildung von Standweiden unterliegt spezifischen Bedingungen (NOLAN et al., 2001) und die existierenden Modellansätze berücksichtigen bislang den Einfluß der Umwelt nicht (SCHWINNING & PARSONS, 1999). Diese Studie hat zum Ziel, mittels statistischer Methoden die Wirkung der N-Versorgung auf die Wachstumsraten von Standweiden zu quantifizieren, sowie anhand deren Interaktion mit den Umweltfaktoren Modelle zu formulieren, die die Extrapolation von Feldversuchsergebnissen nachvollziehbar ermöglicht.

2. Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde in den Jahren 1989 bis 1992 auf den Flächen des Forschungsinstitutes Hillsborough bei Belfast/Nordirland durchgeführt und umfaßte 6 Standweiden (jeweils 2000 m²), die unterschiedlich mit mineralischem N (0, 100, 200, 300, 400, 500 kg ha⁻¹) gedüngt wurden. Bei den Beständen handelte es sich um Deutsch' Weidelgras-dominiertes Grünland, das im Jahre 1987 neuangesät wurde. Im Falle der ungedüngten Variante wurde Weißklee in die Saatmischung aufgenommen. Die Besatzstärke wurde während der gesamten Vegetationsperiode (April bis Oktober) dem Zuwachs der Bestände angepaßt. Angestrebt wurde

eine Bestandeshöhe von 7 cm. Das Verfahren der Zuwachserhebungen auf den Standweiden (Ertragshebung vor und nach einer ca. 14tägigen ungestörten Aufwuchsphase; Ermittlung der durchschnittlichen täglichen Wachstumsrate während der Zuwachsperiode aus der durch die Periodendauer geteilten Differenz des End- und Startwertes) ist detailliert bei LAMPE et al. (2001) beschrieben.

Aufgrund der Tatsache, daß die Erhebungen in mehreren, aufeinander folgenden Jahren stattfand, und da es sich innerhalb der Jahre um untereinander korrelierte Messungen handelte, wurden gemischte Modelle unter Nutzung der SAS-Procedur „Proc Mixed“ (SAS, 1996) eingesetzt. Zunächst erfolgte die Analyse der täglichen Wachstumsrate der Standweiden mittels „struktureller“ Variablen (Jahr, Zuwachsperiode, N-Düngung, Wiederholung), um deren Bedeutung zu quantifizieren, sowie um die Kovarianzstruktur zu definieren. Daraufhin wurden diese Variablen, soweit möglich, durch „erklärende“ Kovariablen ersetzt. Zur Verfügung standen die Tagesmitteltemperatur, die Tagesniederschlagssumme und die tägliche Einstrahlung. Effekte mit $P < 0.05$ wurden generell als signifikant betrachtet und in die Modelle aufgenommen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Analyse des gesamten Datensatzes (4 Jahre, 6 N-Stufen, 13 Zuwachsperioden, 3 Wiederholungen) ergab für die Wirkung der Umweltvariablen keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Der Grund dafür liegt vermutlich in der relativ gleichmäßigen Witterung Nordirlands. Über einen langen Zeitraum von Anfang April bis Mitte August variieren die Witterungsparameter in einem für eine varianzanalytische Auswertung nur ungenügendem Maße. Entsprechend den Er-

gebnissen von WACHENDORF et al. (2001) sowie CONNOLLY & WACHENDORF (2001) können die für diesen Ansatz notwendigen Gradienten in den Umweltparametern selbst durch eine Versuchswiederholung über mehrere Jahre hinweg meist nicht ausreichend erzielt werden. Erst eine Wiederholung der Versuche an verschiedenen Standorten mit der dadurch erzeugten Variation der Umwelt sorgt für die notwendigen Gradienten. Aus diesem Grund wurde die Vegetationsperiode in zwei Abschnitte (Frühjahr/Sommer und Herbst) aufgeteilt. Da das zuvor erwähnte Problem für den ersten Abschnitt noch in stärkerem Maße gilt, wird im folgenden nur der Herbstabschnitt, mit 3 bis 4 14tägigen Zuwachsperioden pro Jahr, behandelt. Außerdem wurde die ungedüngte Variante aufgrund der völlig andersartigen Bestandeszusammensetzung in die Auswertung nicht aufgenommen.

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse für die täglichen Wachstumsraten im Herbst anhand einer herkömmlichen Varianzanalyse, die lediglich „strukturelle“ Variablen, also die Versuchsfaktoren, berücksichtigt. Dargestellt sind nur signifikante Effekte, mit Ausnahme der Wiederholung, welche zur Definition der Versuchsstruktur generell im Modell verbleiben sollte. Wenn auch die Bestimmung dieses Modells gut ist und damit Aussagen bezüglich der Unterschiede zwischen den Behandlungen möglich sind,

Tabelle 1: Ergebnisse der Varianzanalyse für die täglichen Wachstumsraten im Herbst mit „strukturellen“ Variablen

Effekt	F-Wert	Pr > F
N-Düngung (N)	5.23	0.0007
Wiederholung	1.58	0.2103
Jahr (J)	19.44	<.0001
Periode (P)	16.93	<.0001
N*J	2.15	0.0251
N*P	1.86	0.0332
J*P	18.82	<.0001
N*J*P	2.01	0.0107

Autoren: Dr. Michael WACHENDORF, Dipl.-Ing. Carola LAMPE und Prof. Dr. Friedhelm TAUBE, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau - Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, D-24098 KIEL



Tabelle 2: Ergebnisse der Varianzanalyse für die täglichen Wachstumsraten im Herbst mit „Umwelt“-Variablen

Effekt	N	Parameter	s	FG	T	Pr>F
INTERCEPT		368.11	47.2972	141	7.78	<.0001
N	100	-14.4643	4.4826	176	-3.23	0.0015
N	200	-13.7125	4.4826	176	-3.06	0.0026
N	300	-3.2365	4.4826	176	-0.72	0.4712
N	400	-1.7945	4.4826	176	-0.4	0.6894
N	500	0				
N		-109.03	14.4642	183	-7.54	<.0001
T		9.4406	1.7152	164	5.5	<.0001
PP		0.1866	0.07487	180	2.49	0.0136
RR		6.0617	0.7841	178	7.73	<.0001
T*T		-0.00009	0.000042	182	-2.23	0.027
RR*RR		-0.00008	0.000038	200	-2.05	0.0418

T: Tagesmitteltemperatur (°C)

PP: Tagesniederschlagssumme (mm)

RR: Tägl. Einstrahlungssumme (J cm⁻²)

N: N-Düngung (kg ha⁻¹)

s: Standardfehler der Parameter

FG: Freiheitsgrad

T: T-Wert

Pr>F: Überschreitungswahrscheinlichkeit

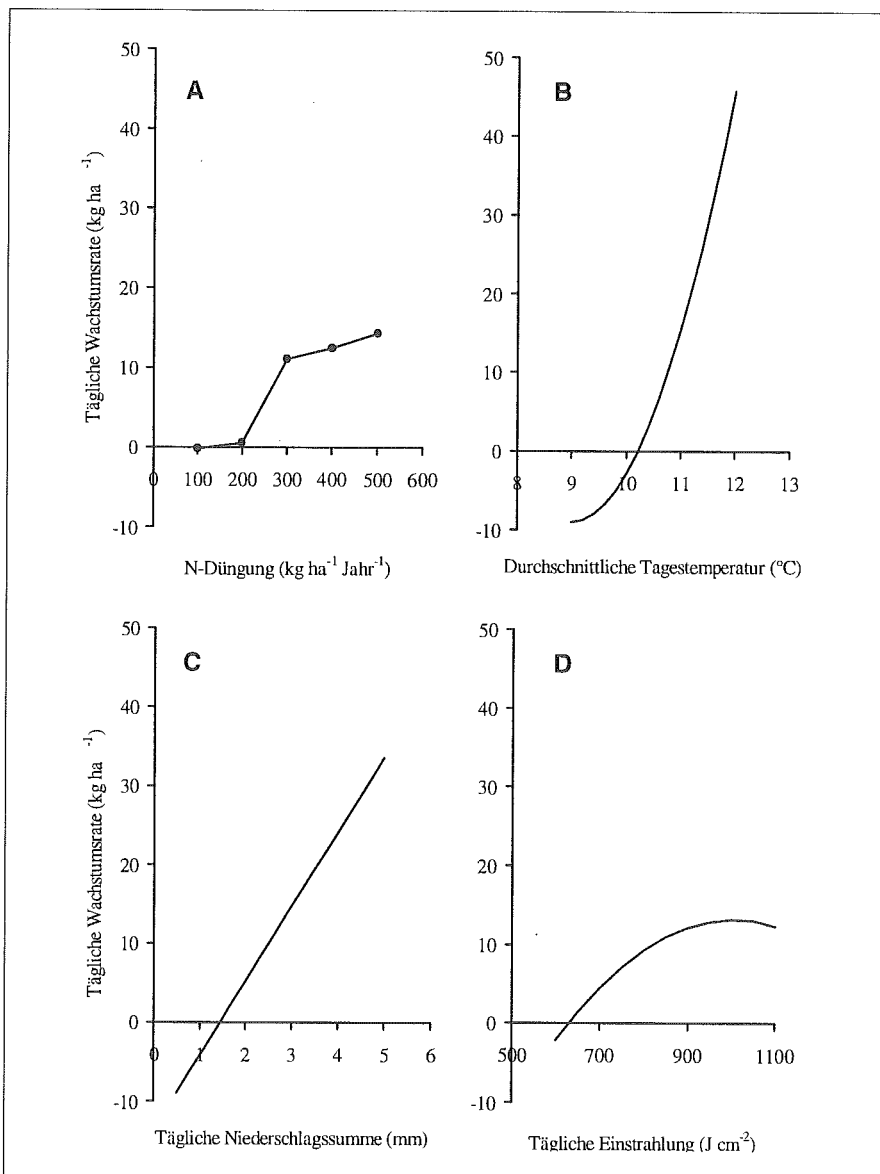


Abbildung 1: Einfluß der N-Düngung (A), Tagesmitteltemperatur (B), Tagesniederschlagssumme (C) und täglichen Einstrahlung (D) auf die tägliche Wachstumsrate einer Rinderstandweide. Der Gradient der unabhängigen Variablen gibt den jeweils tatsächlich gemessenen Wertebereich wieder.

so kann doch nur wenig Information aus einer solchen Auswertung hinsichtlich der Kausalitäten in der Ertragsbildung von Standweiden gewonnen werden.

Im nächsten Schritt wurde untersucht, inwieweit die Variablen Jahr und Periode durch physikalische oder Umweltvariablen ersetzt werden können. Anhand der signifikanten Kovariablen in *Tabelle 2* wird ersichtlich, daß die relativ leicht messbaren Klimavariablen durchaus Erklärungskraft besaßen und somit Jahresunterschiede, sowie Unterschiede zwischen den Zuwachsperioden innerhalb der Jahre erklären konnten. Weitere ebenfalls geprüfte Variablen wie z.B. der Wassergehalt des Bodens hatten keinen signifikanten Einfluß.

Abbildung 1 zeigt die grafische Darstellung der Beziehung zwischen den täglichen Wachstumsraten und der eingesetzten Menge N-Düngers sowie der drei Umweltvariablen. Bei der Betrachtung der einzelnen Effekte ist zu berücksichtigen, daß die anderen drei Effekte in diese Simulationsrechnung jeweils mit ihrem Mittelwert eingehen. So ist z.B. eine N-Düngung von 100 kg ha⁻¹ nur bei mittleren Witterungsbedingungen mit einem Wachstumsstillstand (0 kg ha⁻¹ Tag⁻¹) assoziiert. Bei günstigerer Witterung verschiebt sich die Linie, da keine signifikanten Interaktionen zwischen N und den Umweltvariablen vorhanden sind, parallel nach oben. Die N-Düngung hatte eine ertragssteigernde Wirkung (*Abbildung 1A*), wobei allerdings höhere Düngermengen als 300 kg ha⁻¹ keine wesentliche Zunahme der Wachstumsrate in diesem Zeitraum erbrachte. Einschränkung muß betont werden, daß dieser Ansatz keinen Einblick in die Wirkungsweise des N bietet, da der N nur als jährlich verabreichte Summe berücksichtigt wurde, er tatsächlich aber auf Standweiden im Laufe der Vegetationsperiode mehrfach recycelt und aufgrund geringer N-Exporte aus dem System auch akkumuliert wird. Insofern ist die relativ geringe Wirkung einer gesteigerten Düngung im Herbst plausibel. Weit entscheidender für das Wachstum als die N-Düngung waren die Tagesmitteltemperatur (exponentielle Beziehung) und die Tagesniederschlagssumme (lineare Beziehung) (*Abbildung 1B* und *C*). Moderate Temperaturen bei gleichzeitig reichlichen Niederschlägen wirkten sehr

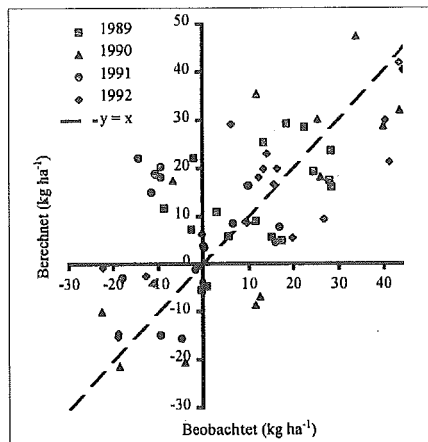


Abbildung 2: Beziehung zwischen beobachteten und berechneten täglichen Wachstumsraten von Standweiden im Herbst (Mittel über 3 Wiederholungen)

günstig auf die Ertragsbildung in diesem Zeitraum. Einen quantitativ deutlich geringeren Effekt zeigte die Einstrahlung (Abbildung 1D).

Abbildung 2 zeigt die Beziehung zwischen beobachteten und berechneten täglichen Wachstumsraten von Standweiden im Herbst. Trotz der vorhandenen Streuung ist die Übereinstimmung in allen Versuchsjahren relativ gleichmäßig und zufriedenstellend. Der in dieser

Studie angewandte empirische Ansatz einer Modellierung liefert allerdings umso robustere Ergebnisse, je größer der Gradient für die Erklärungs- und Zielvariable ist.

4. Schlußfolgerungen

- Die täglichen Wachstumsraten von Rinderstandweiden konnten mittels einer multivariaten Kovarianzanalyse modelliert werden. Die Bestimmtheit des Modells war besonders hoch für den Herbst, da in diesem Zeitraum die für einen statistischen Ansatz notwendigen Gradienten in den Umweltvariablen ausreichend stark ausgeprägt waren.
- Die relative Wirksamkeit des applizierten Mineraldüngers und der Umweltvariablen (Tagesmitteltemperatur, Tagesniederschlagssumme und tägliche Einstrahlung) wurde exakt quantifiziert und grafisch dargestellt. Temperatur und Niederschlag erwiesen sich als weit wirksamer für die Ertragsbildung als die N-Versorgung und Einstrahlung.

5. Literatur

CONNOLLY J & M. WACHENDORF (2001): Developing multisite dynamic models of the evolution of

mixed species plant communities. *Annals of Botany* (im Druck).

- DEENEN, P. & E. LANTINGA (1993): Herbage and animal production responses to fertilizer nitrogen in perennial ryegrass swards. 1. Continuous grazing and cutting. *Netherlands J. of Agric. Sc.*, 41, 179-203.
- LAMPE, C., M. WACHENDORF, F. TAUBE (2001): Leistungsmerkmale von Rinderstandweiden in Nordirland. 45. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in Gumpenstein. Dieser Band.
- NOLAN, T., J. CONNOLLY & M. WACHENDORF (2001): Mixed grazing and climatic determinants of white clover (*Trifolium repens* L.) content in a permanent pasture. *Annals of Botany* (im Druck).
- SCHWINNING, S & A.J. PARSONS (1999): The stability of grazing systems revisited: spatial models and the role of heterogeneity. *Functional Ecology* 13: 737-747
- WACHENDORF, M., R.P. COLLINS, J. CONNOLLY, A. ELGERSMA, M. FOTHERGILL, B. E. FRANKOW-LINDBERG, A. GHESQUIERE, A. GUCKERT, M. P. GUINCHARD, A. HELGADOTTIR, A. LÜSCHER, T. NOLAN, P. NYKÄNEN-KURKI, J. NÖSBERGER, G. PARENTE, S. PUZIO, I. RHODES, C. ROBIN, A. RYAN, B. STÄHEL, S. STOFFEL, F. TAUBE (2001): Overwintering of *Trifolium repens* L. and Growing Season Dynamics: A Model Approach to Plant-Environment Interactions. *Annals of Botany* (im Druck).
- WATSON C. J., C. JORDAN, S.D. LENNOX, R.V. SMITH & R.W.J. STEEN (2000). Inorganic nitrogen in drainage water from grazed grassland in Northern Ireland. *Journal of Environmental Quality* 29, 225-232.

Zur Selenversorgung von Mutterkühen

W. OPITZ VON BOBERFELD

1. Problemstellung

Bei der Mutterkuhhaltung wird der Mineralstoffversorgung generell wenig Beachtung geschenkt. Die frisch oder als Konserven aufgenommenen Aufwüchse von extensiv bewirtschaftetem Grünland stellen neben dem Tränkwasser die alleinige Quelle für Mineralstoffe dar. So ist Selen offenbar für Pflanzen gemäßiger Breiten - im Gegensatz zu Säugetieren - nicht essentiell (SCHAUZER 1998). Im Tierkörper ist Selen Bestandteil der Glutathionperoxidase und Dejodase (ANKE et al. 1998, WILPINGER et al. 1998).

Während die Glutathionperoxidase intrazellulär die u.a. von den mehrfach ungesättigten Fettsäuren stammenden Peroxide zu Wasser bzw. Alkohol und Sauerstoff abbaut und so wie Vitamin E in den antioxidativen Zellstoffwechsel eingreift, hat die Dejodase für den Hormonstoffwechsel der Schilddrüse Bedeutung (BOSTEDT & SCHRAMEL 1981, BOSTEDT et al. 1987, KLAWONN et al. 1996, ANKE et al. 1998). Nach dem National Research Council (ANONYMUS 1985) sollten Rationen für Rinder mindestens 50 µg Se, besser 100 µg Se und höchstens 300 µg Se · kg⁻¹ TS aufweisen; die maximal tolerierbare Konzentration ist mit 2.000 µg Se · kg⁻¹ TS ausgewiesen. Unter den Aspekten Unter- und Überversorgung bereitet die Se-Supplementierung bei extensiven Haltungsverfahren beträchtliche Probleme. Auf die Selenversorgung der Pflanzen üben vor allem die Bodenvorräte, die Reaktionsverhältnisse im Hinblick auf die Anionenverfügbarkeit (= SeO₄⁻) und Sulfat als Antagonist einen Einfluss aus. Arm an Selen sind vielfach die Böden humider Klimate (BAHNERS 1987, GISSEL-NIELSEN 1993, VARO 1993).

Ziel dieses Beitrages ist es festzustellen, ob in Primäraufwüchsen extensiv bewirtschafteter Mittelgebirgsstandorte Selen- und Schwefelmangel auftritt und inwiefern die Pflanzengesellschaft darauf einen Einfluss ausübt.

2. Material und Methoden

Das Probenmaterial stammt aus dem Westerwald und dem Lahn-Dill-Bergland mit Höhenlagen zwischen 350 und 500 m über NN. Höhenlagenabhängig liegen die Niederschläge in dem Bereich von 700 bis 900 mm und die mittlere Jahrestemperatur zwischen 7 und 8°C. Aus Grauwacken und Tonschiefern des Devon und Karbon sind skelettreiche, häufig flachgründige Lehmböden mit sauren Reaktionsverhältnissen entstanden.

Für die Erfassung von Selen und Schwefel wurde ein Mikrowellenaufschluss in HNO₃ vorgenommen, daran schloss sich für die Selen-Bestimmung die Hydrid-Atom-Absorptions-Spektroskopie an; Schwefel wurde nach dem Aufschluss über ICP-AES (= Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) als Gesamtschwefelgehalt erfasst (ZHAO & McGRATH 1994). Der N-Gehalt wurde nach dem KJELDAHL-Verfahren bestimmt. Die Interaktion Jahr (= 2 Stufen) x Pflanzengesellschaft (= 7 Stufen) x Erntetermin (= 2 Stufen) diente als Fehlervarianz.

3. Ergebnisse und Diskussion

Trotz recht unterschiedlicher Witterungsbedingungen im Frühjahr beider Beobachtungsjahre ergeben sich für die Selen- und Schwefel-Konzentrationen sowie die berechneten N/S-Quotienten keine signifikanten Wechselwirkungen - Gesellschaft x Ernte, Gesellschaft x Jahr, Ernte x Jahr. Die Zielgröße Rohprotein-Konzentration reagiert dagegen sensibler, hier ist die Interaktion Jahr x Ernte signifikant; diese Wechselwirkung wird durch die differierenden Temperaturverhältnisse beider Jahre bei dem Material, das im Mai geerntet wurde, ausgelöst. Im Hinblick auf Verallgemeinerungen der Aussagen zu Selen und Schwefel ist die differierende Witterung beider Jahre positiv zu bewerten.

Aus *Abbildung 1* geht hervor, dass in keinem Falle Selen-Konzentrationen erreicht werden, die für die Deckung des Bedarfs von Wiederkäuern notwendig sind. Die Konzentrationen sind derart niedrig, dass nicht einmal der Erntetermin einen Einfluss hat. Demzufolge ist

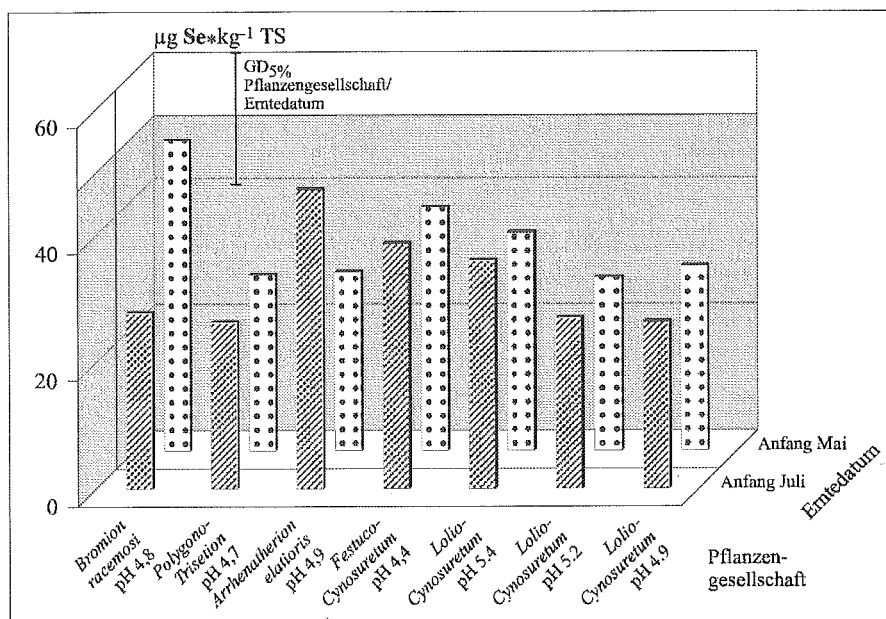


Abbildung 1: Effekt von Pflanzengesellschaft und Erntedatum auf die Selen-Konzentration des Aufwuchses

Autor: Prof. Dr. Dr.h.c. Wilhelm OPITZ VON BOBERFELD, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, D-35390 GIESSEN



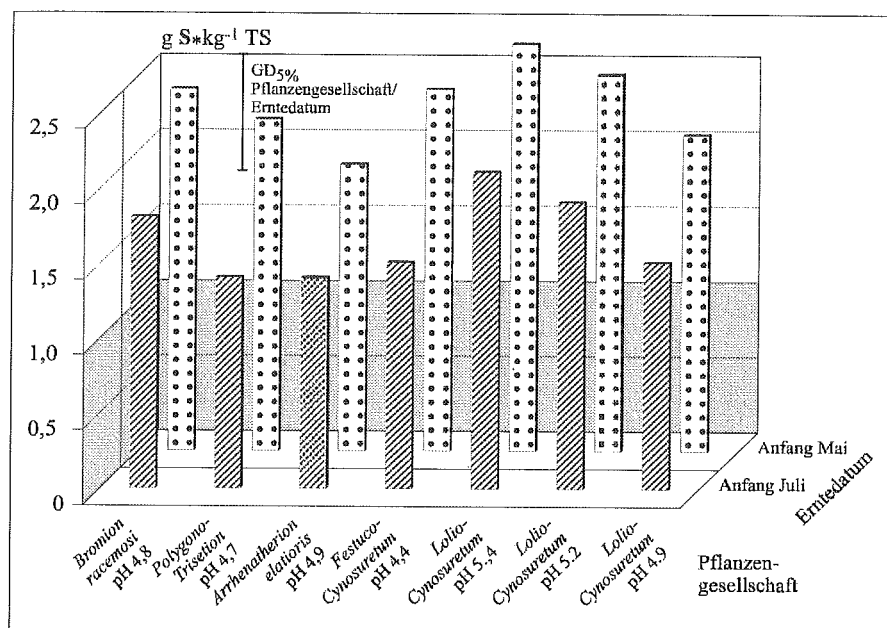


Abbildung 2: Effekt von Pflanzengesellschaft und Erntedatum auf die Schwefel-Konzentration des Aufwuchses

in dem Bearbeitungsgebiet bei extensiven Haltungsverfahren von Weidetieren die Applikation selenhaltiger Mehrnährstoff-Dünger lohnend (STÜNZI 1988, BOEHNKE et al. 1997, OPITZ v. BOBERFELD 2000). Entsprechend Abbildung 2 wird der Schwefelbedarf der Wiederkäuer selbst bei überständigen Aufwüchsen gedeckt; ferner vermittelt Abbildung 2 für die Lolio-Cynosureten, dass der pH-Wert einen signifikanten Effekt hat (MURPHY & QUIRKE 1997). Auf der Basis der sich ergebenden N/S-Quotienten ist unter derartigen Bedingungen der Effekt zusätzlicher Schwefelgaben begrenzt (SAALBACH 1972, BERGMANN 1993), auf sie ist bei Selen-Gaben zu verzichten.

4. Zusammenfassung

Bei der Ganzjahresaußenhaltung von Mutterkühen, Fleischrindern und Schafen ist unter den geschilderten Bedingun-

gen die Versorgung der Weidetiere mit Selen nicht gesichert. Da eine zielgerichtete Selen-Supplementierung nicht praktikabel ist, bietet die wiederholte Applikation selenhaltiger Mehrnährstoff-Dünger Möglichkeiten, Verluste von Tieren zu begrenzen. Der Sulfat-/Selenat-Antagonismus stellt keine zusätzliche Erschwernis für die Abschätzung der Wirkung selenhaltiger Mehrnährstoff-Dünger dar, da unter solchen und ähnlichen Bedingungen Schwefel-Gaben offenbar nicht zwingend sind.

5. Literatur

- ANKE, M., W. DORN, G. GUNSTHEIMER, W. ARNOLD, M. GLEI, S. ANKE & E. LÖSCH, 1998: Effect of trace and ultratrace elements on the reproduction performance of ruminants. Czech. Vet. Med. 43, 272-282.
- ANONYMUS, 1985: Nutrient requirements of domestic animals. 6. Ed. Publ. National Res. Council, National Academy Press, Washington D.C.

- BAHNER, N., 1987: Selengehalte von Böden und deren Grasaufwuchs in der Bundesrepublik sowie Möglichkeiten der Selenanreicherung durch verschiedene Selendüngungen. Diss. Bonn.
- BERGMANN, W., 1993: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. 3. Aufl., Verl. Gustav Fischer, Jena u. Stuttgart.
- BOEHNKE, H.J., A. KLASINK & J. EHLERS, 1997: Selengehalt im Blut von Rindern im Weser-Ems-Gebiet sowie Effekte einer Se-Düngung der Weideflächen auf den Se-Gehalt im Aufwuchs und im Blut von Weidetieren auf einem extremen Selenmangel-Standort. Deutsche tierärztl. Wochenschr. 104, 534-536.
- BOSTEDT, H. & P. SCHRAMMEL, 1981: Vergleichende Untersuchungen über die Selenkonzentrationen in Blutseren, in der Plazenta, im Myometrium und in der Milch von Kühen mit oder ohne Retentio secundinarum. Zbl. Vet. Med. A 28, 529-537.
- BOSTEDT, H., E. JEKEL & P. SCHRAMMEL, 1987: Bestimmungen von Selenkonzentrationen im Blutplasma neugeborener Kälber - ihre Bedeutung aus klinischer Sicht. Tierärztl. Praxis 15, 369-372.
- GISSEL-NIELSEN, G., 1993: General aspects of selenium fertilization. Norw. J. Agric. Sci. 11, 135-140.
- KLAWONN, W., K. LANDFRIED, C. MÜLLER, J. KÜHL, A. SALEWSKI & R.G. HESS, 1996: Zum Einfluß von Selen auf Gesundheit und Stoffwechsel von Milchkühen. Tierärztl. Umschau 51, 411-417.
- Opitz v. Boberfeld, W., 2000: Selen- und Schwefel-Konzentration verschiedener Grünlandaufwüchse in Abhängigkeit von Pflanzenbestand und Düngung. Trierer Bodenkundl. Schriften 1, 134-142.
- SAALBACH, E., 1972: Über den Schwefelbedarf landwirtschaftlicher Nutzpflanzen. Landw. Forsch. Sonderh. 27/ VDLUFA-Kongreß Kiel, 224-228.
- VARO, P., 1993: Selenium fertilization in Finland: selenium content in feed and food. Norw. J. Agric. Sci. 11, 151-158.
- WILPLINGER, M., A. SIMA & W. PFANNHAUSER, 1998: Selengehalt in der Nahrung und dessen Zusammenhang zum Gehalt im Boden. Lebensmittelchemie 52, 93-95.
- ZHAO, F. & S.P. McGRATH, 1994: Extractable sulphate and organic sulphur in soils and their availability to plants. Plant & Soil 164, 243-250.

Zur Schätzung der Futteraufnahme auf extensiven Standweiden über Tierwägung und Kot-Stickstoff-Bestimmung

J. STRODTHOFF und J. ISSELSTEIN

1. Einleitung und Problemstellung

Die Bestimmung der Futteraufnahme von Weidetieren bereitet methodische Schwierigkeiten, da das Futter nicht direkt gewogen werden kann. Grundsätzlich basieren die Berechnungen zur Futteraufnahme auf mathematischen Definitionen, in denen bis auf die Futteraufnahme alle Variablen bekannt sind bzw. über weitere Formelwerke geschätzt oder berechnet werden können (Tabelle 1). Weitere Methoden, die z.B. auf ethologischen Beobachtungen beruhen, bieten bisher keine hinreichende Genauigkeit (SPÖRNDLY 1996).

Die Anwendung der Differenzmethode (1) auf der Weide bedingt kurze Beweidungszeiten, da Weideverluste sowie Ertragszuwächse vernachlässigt werden müssen. Somit ist sie bei Umtriebs-Systemen von Bedeutung.

Eine kontinuierliche Kotsammlung mittels Sammeltaschen ist wegen des Aufwands nur bei einer sehr kurzen Versuchsdauer möglich. Tracermethoden, die sich der allgemeinen Definition der Verdaulichkeit (2) bedienen und die ausgeschiedene Kotmengen abschätzen können, benötigen demgegenüber eine kontinuierliche Zufütterung der Tiere (z.B. Chromdioxid-, Granulat-, Alkanmethode). Nach Bestimmung der Verdaulichkeit des aufgenommenen Futters kann die Futteraufnahme quantifiziert

werden. Die regelmäßige Zufütterung ist aber erst bei intensiveren Weidesystemen anzutreffen.

Die Ermittlung der Futteraufnahme über die Weideleistung (3) wird einer Standweide ohne Umtriebe und Zufütterung am ehesten gerecht. Dabei stellt die Weideleistung die Summe der tierischen Nutzerträge in einer Weideperiode dar, deren Energiebedarf durch die Aufnahme und Umsetzung des Weidefutters gedeckt wird (VOIGTLÄNDER & VOSS 1979). Bei wachsenden Rindern kann der Energiebedarf (Erhaltungs- und Leistungsbedarf) anhand der Gewichtsveränderungen berechnet werden. Der Energiegehalt des von den Tieren aufgenommenen Futters muss parallel erfasst werden. Dieser dritte Berechnungsweg stößt aber wiederum da auf Probleme, wo a) die Möglichkeiten zur regelmäßigen Verwiegung der Weidetiere eingeschränkt sind oder b) durch Unterbeweidung selektiver Befraß möglich wird und der Energiegehalt des aufgenommenen Futters über dem Energiegehalt des Futterangebots liegt.

In der vorzustellenden Studie konnte mithilfe der Schätzungen der Einzeltierleistungen über regelmäßige automatisierte Tierwägungen und der Energiekonzentration des aufgenommenen Futters über die Kot-Stickstoff-Konzentration den genannten Problemen begegnet und die Futteraufnahme auf einer extensiven Standweide geschätzt werden.

2. Material und Methoden

Ort der 2000 durchgeführten Untersuchung ist eine 6 ha große Standweide auf Niedermoor in der Dümmerniederung mit hoch anstehendem Grundwasser. Aufgrund der Feuchteverhältnisse fand der Weideauftrieb mit Limousin-Färsen erst am 11. Mai statt, Abtrieb war am 9. Oktober. Seit 1992 wird die ungedüngte Fläche mit einer Besatzdichte von 3 Tieren je ha beweidet. 2000 wogen die Rinder durchschnittlich 446 kg entsprechend 2,7 GV/ha.

Zur Ermittlung der Einzeltierleistungen wurden alle 18 Limousin-Rinder automatisch erkannt und verwogen, sobald sie die Tränkestelle aufsuchten. Ca. 4800 erfasste Einzelwägungen wurden in einem ersten Schritt in Wochenmittelwerte für die einzelnen Rinder transformiert und anschließend auf Stichtage der weiteren Datenerfassung auf der Weide wie z.B. Schnittproben und Bonituren linear interpoliert.

Für die mit den Stichtagen entstehenden Zeiträume wurden die mittleren Tiergewichte und die täglichen Zunahmen berechnet. Mithilfe der Schätzformeln zur Bestimmung des Nettoenergiebedarfs (WEISSBACH 1993) wurden die Einzeltierleistungen der Weidetiere geschätzt.

Für die Bestimmung des Energiegehalts des aufgenommenen Futters nach SCHMIDT ET AL. (1999) wurden ca. eine Woche nach den allgemeinen Datenerfassungsterminen jeweils 10 Kotproben von möglichst frischen Kotstellen auf der Weide entnommen. Das Probenmaterial wurde bis zur Gewichtskonstanz bei 60°C getrocknet, vermahlen und auf den Aschegehalt und den Stickstoff-Gehalt (Makro-N) hin analysiert. Bei den Kot-N-Gehalten wurde pauschal ein Gramm je Kilogramm addiert, um Trocknungs-

Tabelle 1: Definitionen der Futteraufnahme

Herleitung über	Formel	Abkürzungen	
1 Futteraufnahme	$HI = HM_s - HM_f$	HI: Futteraufnahme	HM_s : Futterangebot
2 Verdaulichkeit	$HI = F \cdot (1-D)^{-1}$	HM_f : Futterrest	F: Kotmenge
3 Energiebedarf des Weidetieres	$HI = E_{m+p} \cdot E_h^{-1}$	D: Verdaulichkeit E_{m+p} : Energiebedarf	E_h : Energiegehalt des aufgenommenen Futters

Autoren: Jürgen STRODTHOFF und Prof. Dr. Johannes ISSELSTEIN, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstraße 22, D-49377 VECHTA



verluste zu kompensieren (SCHMIDT 1999). Zur Bestimmung der Futteraufnahme wurden die ermittelten Energiegehaltsdaten linear interpoliert auf die mittleren Zeitpunkte eines Beweidungszeitraums.

Während SCHMIDT ET AL. einen Schätzfehler ($s_{\%}$) für die Kot-Stickstoff-Methode von 2,5 nennen, macht WEISSBACH (1993) zur Ermittlung des Nettoenergiebedarfs keine Angaben zur Genauigkeit seiner Schätzgleichung, so dass eine Fehlerfortführung (HARTUNG 1999) nicht berücksichtigt werden kann. Die Variationskoeffizienten ($cv_{\%}$) der täglichen Zunahmen liegen bei 48, der Einzeltierleistungen aufgrund geringer Variationen der Einzeltiergewichte bei 20. Asche- und Stickstoffkonzentrationen schwanken zwischen den Proben um ca. 10 %.

3. Ergebnisse und Diskussion

Trotz sinkender Energiedichten vom ersten zum zweiten Weideabschnitt im Juni können die Färsen die hohen tgl. Zunahmen von über 850g halten, indem sie die tägliche Futteraufnahme um 0,7 auf 7,6 kg TS steigern (Abbildung 1). Warum im ersten Weideabschnitt bei höheren Futterqualitäten nicht mehr Futter aufgenommen wurde, ist schwer zu interpretieren. Ursachen können in der Winterfütterung, der Umstellungs- und Eingewöhnungsphase direkt nach Weideauftrieb oder im begrenzten Leistungspotenzial der Limousin-Färsen mit einhergehendem Sättigungseffekt (PORZIG & SAMBRAUS 1991) liegen. Erst bei einem weiteren Absinken der realisierten Futterqualitäten im Juli verringert sich auch die Futteraufnahme. Ursache hierfür kann

das Sinken des mittleren Energiegehaltes des gesamten Weidefutterangebots aufgrund Überalterung auf 4,8 MJ NEL/kg TS sein. Die Selektionsbemühungen der Rinder um besseres Weidefutter verringern Bissgröße und -frequenz (PRACHE ET AL. 1998), eine Kompensation durch längere Grasezeiten erscheint nicht möglich. Immerhin können in dieser Phase noch Energiegehalte von 6,0 MJ NEL/kg TS im aufgenommenen Futter realisiert werden. Erst im Spätsommer kann die Futteraufnahme und bei gleichbleibender Qualität des aufgenommenen Futters auch die Einzeltierleistung wieder gesteigert werden. Die Färsen brauchen in diesen letzten Weideabschnitten weniger Arbeit für die Futterauswahl zu leisten, da der mittlere Energiegehalt des gesamten Weidefutterangebots wieder auf 5,1 bzw. 5,5 MJ NEL/kg TS steigt und die räumliche Variabilität der Futterqualität sinkt, die Narbenstruktur wird gegen Herbst homogener (STRODTHOFF & ISSELSTEIN 2000).

BAKER stellte 1982 noch große Fehlerquellen bei der Nutzung verschiedener Formeln zur Berechnung der Energiebedarfswerte der Weidetiere fest, woraus sich Ungenauigkeiten in der Berechnung der Futteraufnahme ergeben. Demgegenüber bestätigen sich die von WEISSBACH (1993) erarbeiteten Werte auch in der neueren Literatur (GfE 2001). Für weitere Untersuchungen wäre es wichtig, den Schätzfehler der Gesamtgleichung $HI = E_{m+p} E_h^{-1}$ empirisch zu ermitteln, damit die Ergebnisse mit Hilfe der vergleichenden Statistik geprüft werden können. Hierzu ist jedoch eine technisch aufwändige Versuchsanstellung mit Kot-

sammeltaschen nötig, um der Schätzung einen wahren Wert entgegenzusetzen zu können.

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass die beschriebene Methode zur Schätzung der Futteraufnahme über Tierwägung und Kot-Stickstoff-Bestimmung plausible Daten liefert und dazu genutzt werden kann, die Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen der räumlichen und zeitlichen Variabilität der Narbenstruktur und dem Futteraufnahmeverhalten der Weidetiere auf extensiver Standweide zu vertiefen. Besonders die mitsommerlichen Weideabschnitte mit hohem Futterangebot in überwiegend generativen Entwicklungsstadien, die sich in der Narbenstruktur stark von intensiveren Weidesystemen unterscheiden, erhalten eine neue Betrachtungsmöglichkeit.

4. Literatur

- BAKER, R. D., 1982: Estimating herbage intake from animal performance. In: LEAVER (Hrsg.), 1982: Herbage Intake Handbook. British Grassland Society, Hurley, 77-94
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (GfE), 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder 2001. DLG-Verlag, Frankfurt
- HARTUNG, J., 1999: Statistik: Lehr und Handbuch der angewandten Statistik. Oldenbourg, München; Wien, 326ff
- PORZIG, E. UND H. H. SAMBRAUS (Hrsg.), 1991: Nahrungsmittelaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 16-18
- PRACHE, S., I. J. GORDON UND A. J. ROOK, 1998: Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. Ann. Zootec. 47, 335-345
- SCHMIDT, L., F. WEISSBACH, T. HOPPE UND S. KUHLA, 1999: Untersuchungen zur Verwendung der Kotstickstoff-Methode für die Schätzung des energetischen Futterwertes von Weidegras und zum Nachweis der selektiven Futteraufnahme auf der Weide. Landbau-forschung Völknerode 3, 123-135
- SCHMIDT, L., 1999: mündliche Mitteilung
- SPÖRNDLY, E., 1996: Herbage Intake of Dairy cows. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 3
- STRODTHOFF, J. UND J. ISSELSTEIN, 2000: Methodische Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Variabilität des Futterangebots einer extensiven Standweide auf Niedermoorgrünland. Mitteilungen der AG Grünland und Futterbau 2, 153-156
- VOIGTLÄNDER, G. UND N. VOSS, 1979: Methoden der Grünlanduntersuchung und -Bewertung. Ulmer, Stuttgart, 103f
- WEISSBACH, F., 1993: Überarbeitete Energiebedarfs-werte für die Berechnung der Weideleistung. Berichtsband Jahrestagung AG Grünland und Futterbau 1993, 190-193

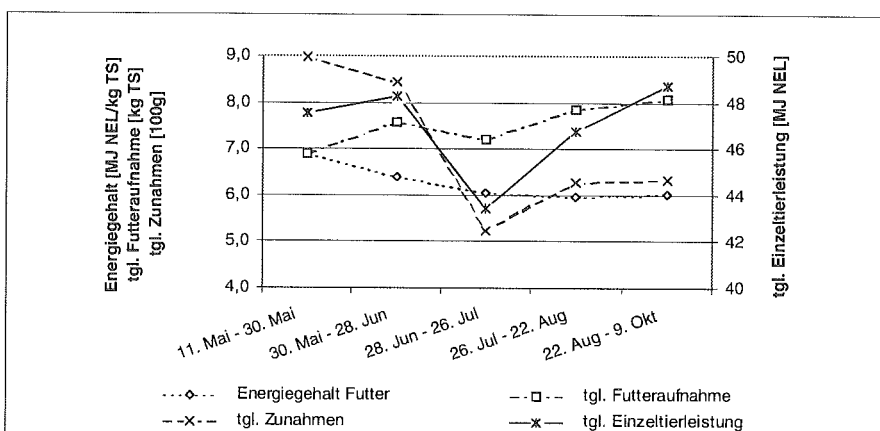


Abbildung 1: Energiegehalt des aufgenommenen Futters, tgl. Einzeltierleistung und tgl. Futteraufnahme je Weiderind

Zum Einfluss von Frühjahr- und Herbstmahd auf die Nitratauswaschung unter Mähweiden

B. LANDWEHR und J. ISSELSTEIN

1. Einleitung

Die Weidenutzung des Grünlandes führt bei vergleichbarer Düngungsintensität in der Regel zu deutlich höheren N-Auswaschungen als eine reine Schnittnutzung (BENKE 1992). Bei einer Nutzung durch Jung- oder Mastrinder verbleiben über 90 % des aufgenommenen Futterstickstoffs in Form von Kot und Harn auf der Fläche und können aufgrund der punktuellen Verteilung nur in geringem Umfang durch den Pflanzenbestand genutzt werden (HAYNES und WILLIAMS 1993). Die Ausnutzung der besonders an den Harneintragstellen zu beobachtenden großen mineralischen Stickstoffmengen wird dabei im wesentlichen von der noch verbleibenden Vegetationszeit (ROTH 1998) und der allgemeinen Stickstoffversorgung des Pflanzenbestandes (DEENEN und MIDDELKOOP 1992) bestimmt.

Ziel dieser Untersuchungen ist es, verschiedene Beweidungszeiträume hinsichtlich ihres Nitratauswaschungspotentials zu vergleichen. Dabei wurde auch die N-Versorgung der Grünlandbestände variiert.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes zum N-Austrag bei beweidetem Grünland auf einem seit 1991 als Dauergrünland genutzten humosen Sandboden im westlichen Niedersachsen, Landkreis Cloppenburg,

Tabelle 2: Varianzursachen und Signifikanzniveaus der Parameter

Varianzursache	N-Erträge [kg N/ha]			N _{min} -Mengen [kg N/ha]		
	Futteraufn.	Grasabfuhr	Gesamtertr.	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Gesamt-N
N-Düngung (DG)	*	***	***	**	***	***
Nutzungsart (NU)	***	***	n.s.	**	**	**
Jahr (JA)	n.s.	***	n.s.	***	***	**
DG x NU	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DG x JA	n.s.	*	n.s.	n.s.	***	***
NU x JA	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
DG * NU * JA	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*

(***=p<0,001; **=p<0,01; *=p<0,05; n.s.= nicht signifikant)

durchgeführt. Die Versuchsflächen wurden 1975 tiefgepflügt, wobei die Torfmächtigkeit im Bereich von 0 bis 50 cm lag. Beim Bodentyp handelt es sich demzufolge um eine Sandmischkultur mit einem Grundwasserstand von 1,50 bis 2 m. Die Niederschlagssumme beträgt im langjährigen Mittel 783 mm, die Tagesmitteltemperatur 8,7 °C. Der Grünlandbestand mit hohen Anteilen von *Lolium perenne* bzw. *Lolium perenne* / *Trifolium repens* war in Folge einer vergleichbaren Vorbewirtschaftung als Mähweideversuch bereits etabliert.

Der zweifaktorielle Mähweideversuch (Tabelle 1) wurde mit einer Parzellengröße von 1200 m² und zwei Wiederholungen angelegt. Die Weidenutzung erfolgte mit Jungrindern für jede Parzelle getrennt und der Weiderest wurde zeitgleich mit den schnittgenutzten Varianten von der Fläche abgefahren. Die Bestimmung des Weideertrages erfolgte mit Hilfe von vier Weidekörben je Parzelle. Weiderest- und Schnitterträge wurden in

vierfacher Wiederholung auf jeweils 10 m² erfasst. Die Berechnung der Futteraufnahme erfolgte aus der Differenz zwischen Weideertrag und Weiderest. Zur Bestimmung der Nitratkonzentration im Sickerwasser waren je Versuchsparzelle 12 keramische Saugkerzen (P80-Tensiometerzellen) in einer Tiefe von 75 cm installiert. Die stationäre Anlage wurde während der Sickerwasserperiode permanent mit einem Unterdruck von 0,25 bis 0,30 bar betrieben und vierzehntägig beprobt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Aus Tabelle 2 sind die Signifikanzniveaus der Versuchsfaktoren und Wechselwirkungen zu entnehmen. Die N-Düngung hat einen starken Einfluss auf den Gesamtstickstoffertrag und die abgefahrenen N-Menge. Die Nutzungsart hatte deutliche Auswirkungen auf die Futteraufnahme und die Grasabfuhr, auf den Gesamtertrag konnte jedoch kein gesicherter Einfluss festgestellt werden. Die in Abbildung 1 gezeigten Gesamterträge erreichten beim Weißklee gras im Mittel 234 kg N/ha und 315 kg N/ha bei einer N-Düngung von 320 kg/ha.

Bei der abgefahrenen Stickstoffmenge gab es zwischen den Versuchsjahren hoch signifikante Unterschiede (Tabelle 2), wohingegen bei der N-Aufnahme der Weidetiere und bei den Gesamtstick-

Tabelle 1: Faktoren und Faktorstufen des Mähweideversuches

Faktoren	Faktorstufen	Abkürzung
1. Nutzungsart ¹⁾	1.1 Weide/Weide	W/W
	1.2 Weide/Mahd	W/M
	1.3 Mahd/Weide	M/W
2. N-Düngung	2.1 0* kg N/ha (Weißklee-Gras)	N 0*
	2.2 320 kg N/ha ²⁾	N 320

¹⁾ Teilung der Vegetationsperiode in zwei Abschnitte (15.4.-14.7. / 15.7.-1.11.) mit jeweils 3 Nutzungen als Umtriebsweide (6-10 Tage Beweidung) bzw. Schnittnutzung.

²⁾ insgesamt 6 Düngergaben von jeweils 53,3 kg N/ha (KAS)

Autoren: Bernhard LANDWEHR und Prof. Dr. Johannes ISSELSTEIN, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstraße 22, D-49377 VECHTA



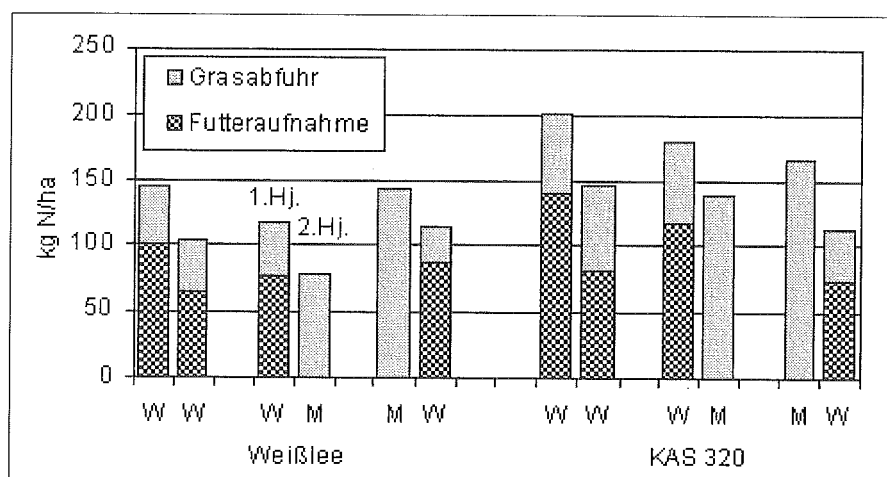


Abbildung 1: Sticksstoffträge in Abhängigkeit von N-Versorgung und Nutzungsart des Pflanzenbestandes (Mittel der Versuchsjahre)

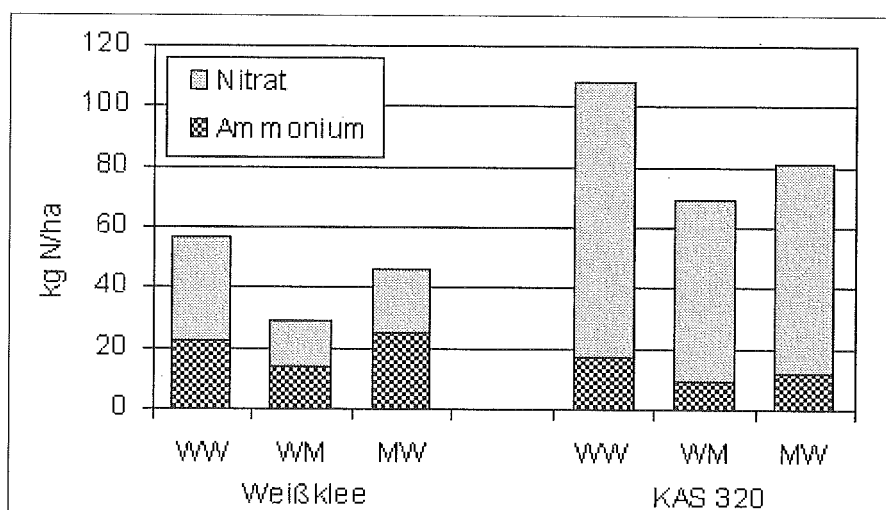


Abbildung 2: N_{min} -Werte (0 bis 90 cm) zu Beginn der Sickerwasserperiode in Abhängigkeit von N-Versorgung und Nutzungsart des Pflanzenbestandes (Mittel der Versuchsjahre)

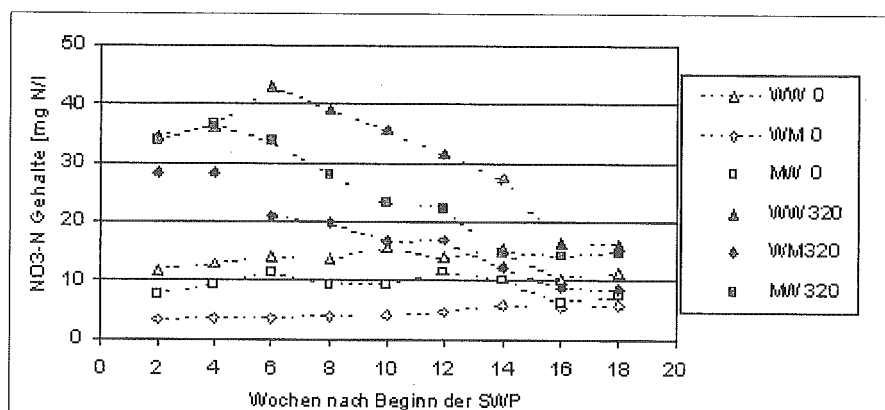


Abbildung 3: Nitratkonzentrationen im Sickerwasser im Verlauf der Sickerwasserperiode (SWP) in Abhängigkeit von N-Versorgung und Nutzungsart (Mittel der Versuchsjahre)

Weiderest bedingt. Wie in *Abbildung 1* dargestellt, erreichte die N-Aufnahme der Weidetiere in den Weißklee-Varianten bei ganzjähriger Beweidung 165 kg N/ha, bei Frühjahrsbeweidung 77 kg N/ha und bei Herbstbeweidung 87 kg N/ha. In den Mineraldüngervarianten lagen diese Werte bei 220 kg, 117 kg und 74 kg N/ha. Da die im Tier verbleibende N-Menge gering ist, geben diese Zahlen, um etwa 10 % vermindert, die Stickstoffausscheidung der Weidetiere wieder.

Wie in *Tabelle 2* gezeigt, haben sowohl die Versuchsfaktoren N-Düngung und Nutzungsart als auch das Versuchsjahr einen gesicherten Einfluss auf die Menge an mineralischem Bodenstickstoff zu Beginn der Sickerwasserperiode. Die im Bezug auf die Nitrat- und Gesamt-N-Menge hoch signifikante Wechselwirkung Düngung x Jahr erklärt sich durch die sehr hohen Nitratmengen in den gedüngten Varianten am Ende der trockenen Vegetationsperiode 1999. Die Weißklee-Gras-Varianten zeigten im Vergleich dazu geringe Unterschiede zwischen den Versuchsjahren. *Abbildung 2* zeigt die N_{min} -Werte der einzelnen Nutzungsarten, die in beiden Düngungsstufen bei ganzjähriger Beweidung am höchsten und nach Herbstweide größer als nach Frühjahrsbeweidung waren. In den Einzeljahren waren diese Effekte unterschiedlich stark ausgeprägt und ließen sich nur teilweise statistisch absichern, da die Einzelwerte einer starken Streuung unterlagen.

Die im Sickerwasser gemessenen Nitratkonzentrationen (*Abbildung 3*) zeigen einen deutlichen Unterschied zwischen den Weißklee-Gras- und den Mineraldüngervarianten, deren Konzentrationen im Mittel bei etwa 10 bzw. 25 mg NO_3 -N/l lagen. Diese im Vergleich zur N-Ausscheidung der Tiere wesentlich größere Differenz zwischen den Düngungsvarianten deutet auf eine verminderte Ausnutzung des Exkrementstickstoffs in der mit 320 kg N gedüngten Variante hin. In beiden Düngungsvarianten ist eine Differenzierung zwischen den Nutzungsarten zu erkennen. Wie bei den N_{min} -Werten wurden in den ganzjährig beweideten Varianten die höchsten Nitratkonzentrationen festgestellt und die Herbstweide führte zu einer höheren Konzentration als die Beweidung ausschließlich im Frühjahr.

stoffträgen keine gesicherten Unterschiede festgestellt werden konnten. Wechselwirkungen traten nur bei der N-

Abfuhr zwischen Düngung x Jahr und Nutzungsart x Jahr auf und sind durch eine große Schwankungsbreite beim

4. Schlussbetrachtungen

Durch eine Kombination aus Mäh- und Weidenutzung und damit geringeren Exkrementstickstoffmengen konnte die Nitratauswaschung wie erwartet reduziert werden (BÜCHTER et al. 2000), wobei die Herbstmahd zu einem deutlichen Rückgang führte. Für die Milchviehhaltung dürfte dieses Nutzungsregime jedoch kaum geeignet sein, da die Herbstaufwüchse in der Regel einen schlechteren Futterwert und einen geringeren Ertrag aufweisen. In den Weißklee-Varianten wurde der Trinkwassergrenzwert weitgehend eingehalten (TYSON et

al. 1997), so dass derartige Produktionssysteme im Bezug auf den Grundwasserschutz als relativ unproblematisch angesehen werden können.

Literatur

BENKE, M., 1992: Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Grünland mittels der Saugkerzen-Methode in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Schnitt/Weide), der Nutzungshäufigkeit, der Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und der Stickstoffdüngung. Diss. Univ. Kiel.

BÜCHTER, M., M. WACHENDORF und F. TAUBE, 2000: Nitratauswaschung unter Grünland in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform und der

N-Düngungsintensität. 44. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Kiel, 197-200.

DEENEN, P.J.A.G. und N. MIDDELKOOP, 1992: Effects of cattle dung and urine on nitrogen uptake and yield of perennial ryegrass. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40, 469-482.

HAYNES, R.J. und P. H. WILLIAMS, 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy* 49, 119-199.

ROTH, A., 1998: Nitratverlagerung unter Exkrementstellen auf Weiden in Abhängigkeit von Nutzungstermin und Standort. Diss. Univ. Bonn.

TYSON, K.C., D. SCHOLEFIELD, S.C. JARVIS and A.C. STONE, 1997: A comparison of animal output and nitrogen leaching losses recorded from drained fertilized grass and grass/clover pasture. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 129, 315-323.

Raum-Zeit-Dynamik der Narbenstruktur einer Standweide im Isergebirge bei variiertem Besatzstärke

O. CORRELL, V. PAVLU und J. ISSELSTEIN

1. Einleitung

Das Grünland in den Mittelgebirgsregionen der osteuropäischen Transformationsländer ist infolge stark rückläufiger Tierbestände durch die Aufgabe einer regelmäßigen Nutzung gefährdet. Für den auch aus landschaftsökologischer Sicht wünschenswerten Erhalt landwirtschaftlicher Grünlandwirtschaft scheint die arbeitsextensive und kostengünstige Standweidenutzung mit Fleischrindern oder Färsen zur Aufzucht besonders aussichtsreich. Welche Konsequenzen eine solche Nutzung auf längere Sicht u.a. auf die Grasnarbe hat, wird derzeit in einem mehrjährigen Forschungsvorhaben in Tschechien untersucht (PAVLU et al. 2001), in das die hier vorzustellende Arbeit eingebettet ist. Standweiden zeichnen sich durch ein kleinräumliches Strukturmosaik der Narbe aus, was sowohl für die Weideleistung als auch den landschaftsökologischen Wert des Grünlandes bedeutsam ist (MITCHLEY 1994, LACA&LEMAIRE 2000). Die Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Besatzstärke bzw. Weidemanagement und der Dynamik der Narbenstruktur ist daher eine Voraussetzung, um Veränderungen von Leistungsfähigkeit und Pflanzenartenvielfalt abschätzen zu können. Diese Dynamik kann mit grob gerasterten Aufnahmefethoden nur unzureichend erfasst werden (STRODTHOFF&ISSELSTEIN 2000). Ziel der vorliegenden Studie war es daher, die Dynamik der Grasnarbe eines solchen Standorts über den Verlauf einer Vegetationsperiode mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zu dokumentieren.

2. Material und Methoden

Der mehrjährige Weideversuch des Grünlandinstitutes Liberec befindet sich im nordböhmischen Isergebirge (Jizerské hory, 420 m ü. NN) auf einer zuvor nur unregelmäßig durch Mahd oder Mulchen

bewirtschafteten Fläche. Die Vegetation wurde bei Versuchsbeginn 1998 pflanzensoziologisch dem Verband der Glatt-haferwiesen zugeordnet. Die Nutzung der Fläche erfolgt als Standweide mit HF/Charolais-Färsen in zwei Stufen bei zwei Wiederholungen: (a) Extensive Standweide, Zielnarbenhöhe 10 cm (\emptyset 2,0 GV ha⁻¹) und (b) Intensive Standweide, Zielnarbenhöhe 5 cm (3,1 GV ha⁻¹). Die Größe der Einzelparzelle beträgt 0,35 ha. In der Vegetationsperiode 2000 wurden je Parzelle Dauertransekte mit 60 Meßpunkten eingerichtet, die in 1-2-wöchentlichem Abstand beprobt wurden. Die Messung der Narbenhöhe erfolgte mit einem 'rising plate meter' nach CASTLE (1976). Dabei wird eine 200 g schwere Aluminiumscheibe (\emptyset 30 cm) entlang einer vertikalen Achse auf die Vegetation abgesenkt. Die abgelesene Höhe (=Compressed Surface Height, CSH) korreliert dabei in der Regel gut mit der stehenden Biomasse. Für die räumliche Aufnahmeeinheit "Scheibenfläche" wurden an jedem zweiten Meßtermin Ertragsanteile und Entwicklungsstadien der dominanten Pflanzenarten (Hauptbestandsbildner, die zusammen mindestens 50 % des TM-Ertrages ausmachen) bestimmt und alle Arten in generativen (=nicht-vegetativen) Stadien notiert.

Der Zusammenhang zwischen Narbenhöhe und Biomasse wurde mehrfach im Verlauf der Vegetationsperiode über Ertragschnitte und lineare Regression geprüft, so dass allen Höhenmessungen die entsprechenden Biomassen zugeordnet werden konnten.

Als Maß für die botanische Diversität wurde der Simpson-Index (D_s) nach $D_s = 1/(\sum p_i^2)$ berechnet, wobei p_i den Ertragsanteil der i -ten Art am entsprechenden Gesamtertrag darstellt (MAGURRAN 1988). Niedrige D_s -Werte zeigen eine durch wenige, aber dominante Arten

geprägte Vegetation an, hohe Werte eine relative Gleichverteilung der Ertragsanteile. Parallel wurde die Ausdehnung von Bereichen mit generativen Entwicklungsstadien abgeschätzt. Ein "generativer" Meßpunkt wurde ausgewiesen, wenn entweder mind. ein Hauptbestandsbildner oder mind. 2 weitere Arten im generativen Stadium angetroffen wurden. Die Häufigkeit des Auftretens wurde bestimmt sowohl für den gesamten Artenbestand als auch für eine Auswahl von Arten, die normalerweise mit hoher Stetigkeit vor allem in Glatt- und Goldhaferwiesen (*Arrhenaterion*, *Trisetion*) verbreitet sind (KLAPP 1965).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Narbenhöhen variierten im Mittel zwischen 7,8 und 12 cm auf der extensiven sowie zwischen 3,2 und 4,6 cm (6,2 cm vor Weideauftrieb Anfang Mai) auf der intensiven Weide. Die den Mittelwerten zugrundeliegende Häufigkeitsverteilung der Transektmeßwerte ist in *Abbildung 1* dargestellt.

Die größte Streuung, ausgedrückt als Standardabweichung, wurde in beiden Varianten im Spätsommer (ext.±7,3 cm, int.±2,3 cm) gefunden, als sich bei standörtlich noch mittleren bis guten Zuwachsraten (PAVLU et al. 2001) die Narbenstruktur unter dem Einfluß der Tiere über den längsten Zeitraum differenzieren konnte. Die vor allem unter extensiver Weide stark variiierende Flächenausdehnung unterschiedlich hoher Narbenbereiche ist in *Abbildung 2* dargestellt, in der die Transektmeßwerte Höhenklassen zugeordnet wurden. Näherungsweise entsprechen diese dem räumlichen Nebeneinander von stark frequentierten (hier: Klasse 0-5 cm) bis zu weitgehend gemiedenen und daher überständigen (>15 cm) Bereichen innerhalb einer Weidefläche (BAKKER et al. 1983).

Autoren: Oliver CORRELL und Prof. Dr. Johannes ISSELSTEIN, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen, Von-Siebold-Straße 8, D-37075 GÖTTINGEN; V. PAVLU, Grassland Research Station Liberec, Czech Republic



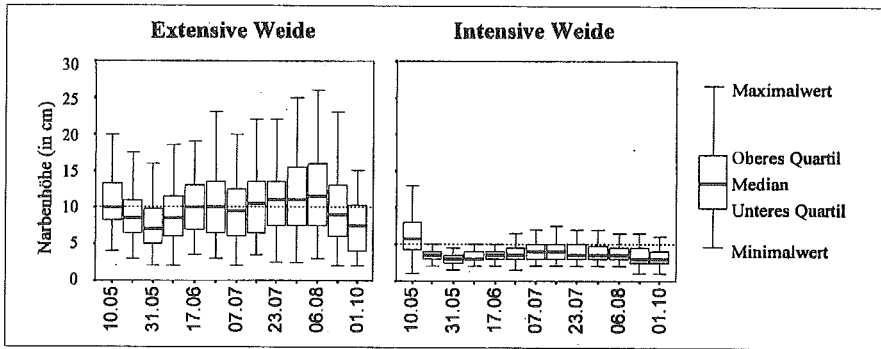


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung (Box-Whisker-Plot) der gemessenen Narbenhöhen (CSH)

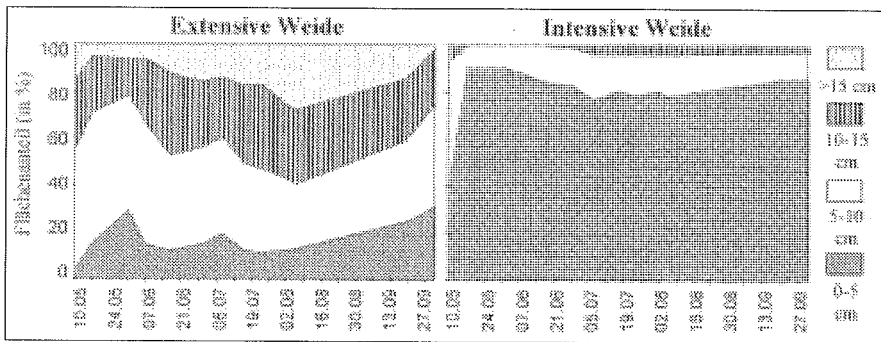


Abbildung 2: Flächenanteile von Bereichen verschiedener Narbenhöhenklassen

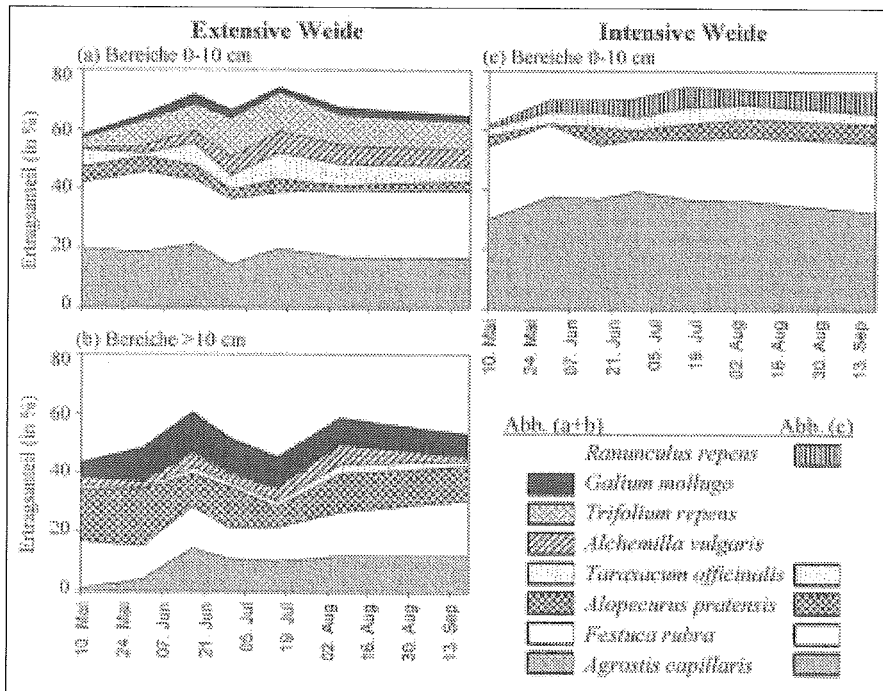


Abbildung 3: Ertragsanteile der Hauptbestandsbildner. 100% stellen den Gesamtertrag der jeweiligen Bereiche dar. Die Bereiche <10 cm der intensiven Weide sind wegen des fast ausschließlichen Vorkommens gleichbedeutend mit der Gesamtfläche (vgl. Abbildung 2).

Im Gegensatz zur Dominanz niedriger Narbenbereiche unter intensiver Beweidung (Flächenanteil mind. 77 %) traten unter extensiver Beweidung mit zeitweisem Futterüberangebot während der ge-

samten Saison Bereiche aller Höhenklassen auf.

Die starke räumliche Differenzierung der extensiven Narbe zeigte sich auch im Hinblick auf die botanische Zusammen-

setzung (Abbildung 3). Unregelmäßig befressene höherwüchsige Bereiche (>10 cm) wiesen gegenüber häufiger frequentierten Bereichen (<=10 cm) deutlich geringere Ertragsanteile der nutzungstoleranten Untergräser *Agrostis capillaris* und *Festuca rubra* (zusammen 15-31 vs. 37-46 %) sowie von *Trifolium repens* (0-1 vs. 4-13 %) auf. *T. repens* gilt als charakteristische Art ungedüngter Intensivweiden und gelangt dort häufig zu hohen Dominanzen (KLAPP 1965). *Galium mollugo* dagegen, Verbandskennart des Arrhenaterion, bildete größere Ertragsanteile nur in hohen Bereichen aus (5-13 %) und trat unter häufigem Verbiß sowohl in den niedrigen Bereichen der extensiven Weide (1-4 %) als auch auf der überhaupt kurzrasigen Intensivweide (1-2 %) nur in geringem Maße auf. Offensichtlich konnte es sich nur dort stärker ausbreiten, wo durch seltenen Verbiß oder Tritt Störungen gering waren und daher eine Regeneration über die Samenphase ermöglichten. Die niedrigen Bereiche der extensiven Weide ähnelten damit in ihrer botanischen Zusammensetzung eher der intensiven Weidevariante, wo ebenfalls *A. capillaris* und *F. rubra* dominierten (55-62 %) und hohe Anteile der gesamten stehenden Biomasse von nur wenigen Arten gebildet wurden. Die dort (int.) auch erwarteten höheren Anteile von *T. repens* konnten 2000 bedingt durch die Trockenheit mit Überweidung im Mai nicht beobachtet werden.

Die der Höhenstruktur der Narbe folgende Arten(dominanz)struktur (Abbildung 3) spiegelte sich auch in den berechneten Diversitätsindizes wider (Tabelle 1). Die extensive Weide wies durch die vielfältigen Mikro-Habitate über die gesamte Saison höhere Diversitätswerte und damit weniger ausgeprägte Dominanzen einzelner (vorwiegend nutzungstoleranter) Arten auf als die intensive Weide. Die erfasste Diversität der Ertragsanteile entwickelte sich dabei ähnlich den Streuwerten der Narbenhöhen (Abbildung 1) und erreichte Höchstwerte im Spätsommer. Zu diesem Zeitpunkt bereits deutlich abnehmend zeigte sich die Häufigkeit von Bereichen mit generativem Charakter. Diese nahm auf der extensiven Weide im Juni und Juli Flächenanteile von annähernd 75 % ein (intensiv 30 %), ging zum Herbst aber in ihrer

Ausdehnung zurück. Parallel dazu verhielt sich das Vorkommen generativer Stadien von Wiesenpflanzen, bei denen allerdings bei relativer Betrachtung die unterschiedlichen Chancen generativer Entwicklung auf extensiver (24 %) und intensiver Weide (2 %) noch deutlicher zum Vorschein kamen.

Die Ergebnisse der Studie geben Hinweise, daß auf extensiven Standweiden durch die heterogene Strukturierung der Narbe Bereiche entstehen, die in ihrer botanischen Zusammensetzung und Funktion wiesenähnlichen Charakter haben. Diese könnten sich langfristig durch die regelmäßige Erneuerung des Samenvorrats im Boden fördernd auf die Pflanzenartenvielfalt und damit den ökologischen Wert der Flächen auswirken.

4. Literatur

- BAKKER, J. P., J. DE LEEUW & S. E. VAN WIJEN, 1983: Micro-patterns in grassland vegetation created and sustained by sheep-grazing. *Vegetatio* 55, 153-161.
- CASTLE, M. E., 1976: A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society* 31, 37-40.

Tabelle 1: Maßzahlen zur botanischen Diversität im Verlauf der Vegetationsperiode 2000

	10. Mai	31. Mai	17. Jun	29. Jun	16. Jul	06. Aug	19. Sep	Mittelwert
Simpson-Diversitätsindex D_s								
Extensiv	6,36	7,45	9,47	11,20	11,77	11,12	10,01	9,97*
Intensiv	3,75	3,45	4,72	4,63	5,05	5,25	4,58	4,52*
Flächenanteil generativer Bereiche (in %)								
Extensiv	46 (14 [§])	66 (33)	73 (24)	83 (29)	70 (30)	51 (21)	31 (15)	60 (24^a)
Intensiv	27 (1)	16 (1)	28 (2)	33 (4)	35 (4)	18 (4)	6 (0)	23 (2^b)

*Mittelwerte wurden direkt aus allen Einzelbeobachtungswerten errechnet. [§] Flächenanteil generativer Bereiche unter Beteiligung typischer Arten der Wiesen (*Anthriscus sylvestris*, *Campanula patula*, *Galium mollugo*, *Heracleum sphondylium*, *Lathyrus pratensis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa*, *Vicia sepium*) ^a ^b Häufigkeiten sind signifikant verschieden (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,001$).

KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg.

LACA, E. A. & G. LEMAIRE, 2000: Measuring sward structure. In: L. 't Mannetje and R.M. Jones (eds), Field and laboratory methods for grassland and animal production research. CABI Publ., 103-121.

MAGURRAN, A. E., 1988: Ecological diversity and its measurement. Chapman & Hall, London, UK.

MITCHLEY, J., 1994: Sward structure with regard to conservation. In: R.J. Haggard and S. Peel (eds), Grassland management and nature conservation. British Grassland Society, Reading, UK, 43-53.

PAVLŮ, V., J. GAISLER & D. AUF, 2001: Intensive and extensive grazing of heifers in the upland of Jizerské hory mountains. *Grassland Science in Europe* 6, 179-182.

STROTHOFF, J. & J. ISSELSTEIN, 2000: Methodische Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Variabilität des Futterangebots einer extensiven Standweide auf Niedermoorgrünland. *Mitteilungen Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 2, 153-156.

Das Forschungsvorhaben wird von der Grant Agency of the Czech Republic gefördert (Az. 521/98/1321).

