LEHRSTUHL GRÜNLAND UND FUTTERBAU
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften

Vorträge zur Jahrestagung 1988 in Kiel/Eckernförde

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

Vorträge auf der Jahrestagung 1988
in Kiel/Eckernförde

Zusammenstellung: Lehrstuhl Grünland und Futterbau
Institut für Pflanzenbau und
Pflanzenzüchtung der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Als Manuskripte der Autoren gedruckt
Kiel November 1988

Inhalt

	Seite
A. Kornher	
Einführung in die Arbeiten des Lehrstuhles Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel	1
H.-W. Petersen	
Trockenmasseentwicklung ausgewählter Grünlandgräser im zweiten Aufwuchs in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses	14
F. Taube	
Ertragsbildung unterschiedlicher Sortentypen des Deutschen Weidelgrases im Vegetationsablauf in Abhängigkeit vom Nutzungsregime	33
N. Knauer	
Bedeutung der Bewirtschaftung von Salzpflanzenbeständen für Naturschutz, Küstenschutz und Landwirtschaft	47
E. Imhof	
Auenverbundsysteme, Ackerrandstreifen- und Ökowiesenprogramme in Hessen; erste Erfahrungen und Perspektiven	65
H.-P. Hadenfeldt	
Mineralstoffgehalte im Weidelgras	72
R. Kammerl und U. Simon	
Einfluß der Unterdachtrocknung auf die Futterqualität verschiedener Pflanzenarten	96
H. Honig, G. Pahlow, J. Siebers, I.R. Lundehn, H.Parnemann	
Silierung von Grüngetreide nach Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln; Abbau der Mittel - Gärverlauf	108
G. Leffers	
Zweijährige Untersuchungen über die Höhe der Milcherzeugung aus dem Grundfutter Gras in Abhängigkeit vom Milchleistungsniveau der Kuh	117
U. Thumm	
Wurzelkonkurrenz zwischen Jung-und Altpflanzen in Dauergrünlandbeständen	125
H. Theiß	
Einfluß von Hauptbestandsbildner, Narbendichte, N-Düngung und Zeit auf die Nitrat-und Wasservorräte verschiedener Bodenschichten	139
G. Briemle	
Wieviel Mineralstickstoff liefert der Boden unter Wirtschaftsgrünland nach ?	151

Postervorträge

	Seite
K. Hand	
Extensivgrünland Norddeutsche Landschaftspflegeversuche-Artenentwicklung	188
U. Kittmann	
Extensivgrünland Untersuchungen zur Dynamik der Qualitätsentwicklung und Ertragsbildung sowie zur Qualitätsbeurteilung der Biomasse von Extensivgrünland	191
H. Löbbecke	
Der Einfluß des Weißklees auf die Ertragsbildung von Grünland bei variierter Stickstoffdüngung	193
A. Haneklaus und F. Taube	
Ertragsbildung ausgewählter Grünlandgräser in Abhängigkeit von der N-Düngung (erste Ergebnisse aus laufenden Untersuchungen)	196
A. Hoffmann und H.-W. Petersen	
Untersuchungen zur Triebdichteentwicklung ausgewählter Grünlandgräser im zweiten Aufwuchs in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses	201
H. Lauer	
Unterschiede im Ertragspotential europäischer Grünlandstandorte (FAO-Projekt)	207
B. Stratmann und W. Kühbauch	
Veränderung der Narbendichte von Dauergrünland-beständen durch Mineralstickstoff-und Gülledüngung	210
J.B. Rieder	
Einfluß der Höhe der mineralischen Stickstoffdüngung und der Gülledüngung auf den Nitratgehalt im oberflächennahen Bodenwasser eines voralpinen Grünlandstandortes	218
C. Berendonk	
Ansaatmischungen mit diploiden und tetraploiden Sorten des Deutschen Weidelgrases im Vergleich zu altem Dauergrünland	228
C. Berendonk	
Konkurrenzverhalten von Sorten des Deutschen Weidelgrases	232
P. Mertens und P. Ernst	
Einjährige Untersuchungen zur Nitratverlagerung im Boden nach Grünlandumbruch im Frühjahr	239
H. Hansen und P. Ernst	
Einfluß von Verdünnung und Nachregnen auf die Wirkung von Güllestickstoff auf Dauergrünland	243
Teilnehmerliste	247

EINFÜHRUNG IN DIE ARBEITEN DES LEHRSTUHLES GRÜNLAND UND FUTTERBAU DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL

*

A. KORNHER

---

1. Einführung

Einer gewissen Tradition der Arbeitsgemeinschaft folgend, gebe ich in meinem Vortrag vor allem eine Übersicht über die Konzeption der derzeitigen Forschung des gastgebenden Lehrstuhles.
Doch vorher einige Worte über die Bedeutung des Grünlandes und der damit verbundenen Tierhaltung für die landwirtschaftlichen Betriebe in Schleswig-Holstein. Rund 69 % aller Betriebe in Schleswig-Holstein sind laut dem Agrarbericht aus dem Jahre 1988 als Futterbaubetriebe ausgewiesen. (Im Bundesgebiet sind es 52 %) Auch hinsichtlich der landwirtschaftlich genutzten Fläche überwiegen die Futterbaubetriebe, und zwar sind 58,5 % dieser Fläche Futterbaubetrieben zuzuordnen (im Bundesgebiet 55 %). Der Anteil des Grünlandes bzw. des Hauptfruchtfutterbaues an der landwirtschaftlichen Fläche ist, wie die folgende Tabelle zeigt, im Vergleich zu anderen Bundesländern ebenfalls hoch.

---

* Prof. Dr. Alois Kornher, Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel

FUTTERBAU IN DEN HAUPTNATURRÄUMEN IN SCHLESWIG-HOLSTEIN

Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein, Bodennutzung und Ernte 1987

	LF 1000 ha	%	Grünland % LF	Acker-futterbau % LF	Futter-hackfr. % LF	Gesamt-futterfl. % LF
Marsch	172,1	14,6	51,9	1,3	0,3	53,5
Hohe Geest	325,4	27,7	64,0	10,1	0,7	74,8
Vorgeest	198,1	16,9	59,6	17,3	0,7	77,5
Hügelland	480,0	40,8	22,2	7,4	0,6	30,2
Schleswig-Holstein	1175,6	100	44,2	8,8	0,6	53,6

LF= Landwirtschaftliche Fläche

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist der Futterflächenanteil in der Geest besonders hoch, also in Regionen mit verhältnismäßig ertragsarmen Standorten. Die Tabelle unterstreicht auch allgemein den hohen Stellenwert der Grundfuttererzeugung für die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein.

2. Zugehörigkeit und Entwicklung des Lehrstuhles Grünland und Futterbau

Der Lehrstuhl Grünland und Futterbau bildet mit den beiden Lehrstühlen Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung sowie Allgemeiner Pflanzenbau das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Agrarwissenschaftlichen Fakultät an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Der Lehrstuhl Grünland und Futterbau besteht in der jetzigen Form erst seit 1982, und er ist somit der jüngste der drei Lehrstühle am Institut.

Die Lehre und die Forschung auf dem Grünlandsektor haben natürlich eine längere Geschichte in Schleswig-Holstein. Als Vorläufer des Lehrstuhles kann das 1935 ins Leben gerufene Institut für Futterbau an der damaligen Preußischen Versuchs- u. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel betrachtet werden. Es wurde im gleichen Jahr gegründet, an dem das Institut für Pflanzenbau der Philosophischen Fakultät der Universität Kiel aufgelöst wurde. Erster Leiter war Prof. Dr. W. Nicolaisen, der 1943 von Prof. Dr. Köhnlein, den viele von Ihnen kennen, abgelöst wurde. Letzterer hat dann bis zu seiner Emeritierung die Entwicklung der Lehre und der Forschung auf dem Grünlandsektor maßgeblich geprägt. Nach der Gründung der Landwirtschaftlichen Fakultät an der Universität Kiel im Jahre 1946 und der Einrichtung eines Institutes für Pflanzenbau an der Fakultät wurde Prof. Köhnlein auch mit der Leitung dieses Institutes betraut.

Beide Institute bestanden unter seiner Leitung bis zur Gründung des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, zu dessen Leiter Prof. Köhnlein ebenfalls ernannte wurde. Die Lehre und die Forschung auf dem Grünlandsektor wurde von diesem neu gegründeten Institut weitergeführt. Nach der Emeritierung von Prof. Köhnlein, 1970, hat, wie den meisten von Ihnen bekannt ist, Prof. Knauer, bis zu seinem Wechsel zum Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie, 1980, die

Forschung und die Lehre auf diesem Sektor geleitet. Danach wurde bis zur Gründung des Lehrstuhles Grünland und Futterbau und meiner Berufung im Jahre 1982 die Lehre vorwiegend durch Lehraufträge abgedeckt. Die Jahre danach dienten dem Neuaufbau der Forschung und Lehre auf diesem Gebiet, die folgende Übersicht soll über das bisher Erreichte informieren.

3. Aufgaben in der Lehre

Im Rahmen des Grundstudiums für alle Studienrichtungen ist der Lehrstuhl verantwortlich für den Unterricht im Fachabschnitt Grünlandlehre und Futterbau im Prüfungsfach "Grundlagen der Pflanzenproduktion".
Im Hauptstudium der Studienrichtung Pflanzenproduktion umfaßt das Lehrangebot im Bereich Grünlandwirtschaft und Futterbau einen Teil des Prüfungsfaches "Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft".
Im Hauptstudium in der Studienrichtung Tierproduktion ist der Lehrstuhl für den Unterricht im Prüfungsfach "Futterbau und Futterwirtschaft" (Wahlpflichtfach) verantwortlich.
Im Unterricht werden, wie üblich, sowohl Vorlesungen als auch verschiedene Seminarveranstaltungen und Übungen im Bereich der Grünlandwirtschaft und des Futterbaus angeboten.

4. Forschungsvorhaben

Die Forschungstätigkeit des Lehrstuhls läßt sich mit einer gewissen sachlogischen Gliederung in einige Teilbereiche aufteilen, die im folgenden mehr oder weniger ausführlich besprochen werden. In zwei Vorträgen und einigen Postern werden dazu meine Mitarbeiter ihre Arbeiten etwas ausführlicher vorstellen.

4.1 Arbeiten zur Ertragsbildung von Grünland und Futterpflanzenbeständen

Ein wesentlicher Teil der Untersuchungen des Lehrstuhles befaßt sich etwas weit gefaßt mit der Ertragsbildung, d. h. mit dem Zuwachs an erntbarer Biomasse und der Entwicklung der Qualität im Zuwachsverlauf von Grünland- und Futterpflanzenbeständen in verschiedenen Aufwüchsen. Übersichtlich aufgegliedert arbeiten wir mit folgenden Problemen:

Ausführlich hat sich der Lehrstuhl in diesem Bereich mit Untersuchungen des Zuwachsverlaufes, der phänologischen Entwicklung und der Qualitätsveränderung verschiedener Gräserarten bzw. -sorten mit unterschiedlichem Entwicklungsrhythmus im Frühjahrsaufwuchs befaßt. (Dr. F. Taube und Dipl.-Ing. agr. S. Rudolph).

Einen weiteren Schwerpunkt bilden Untersuchungen über den Einfluß des Nutzungstermins im Frühjahrsaufwuchs auf das Nachwuchsverhalten (Biomassebildung und Qualitätsveränderung) verschiedener Gräserarten bzw. Grünlandbestände. (Dipl.-Ing. agr. H.-W. Petersen und Dipl.-Ing. agr. M.-L. Rottmann-Meyer).

Die genannten Untersuchungen sowie Arbeiten über die Ertragsbildung von Sommer- und Herbstaufwüchsen ermöglichen es, die Bedeutung der Nutzungsstrategie für den Jahresertrag für verschiedene Arten bzw. Sorten zu bewerten (Dr. F. Taube und Dr. E.-Chr. Petersen-Fredrich).

Dazu kommt eine Arbeit über den jahreszeitlichen Verlauf des Ertragszuwachses bei simulierter Weidenutzung. Unsere Versuche auf diesem Gebiet sind Teil eines größeren europäischen FAO-Projektes, in dem Versuche in 12 Ländern auf einer großen Zahl verschiedener Standorte ausgeführt werden. Derzeit liegen Ergebnisse von über 100 Versuchen vor. (Dipl.-Ing. agr. H. Lauer).

Des weiteren wurden in einer Untersuchung die Verteilung der Wurzelmasse im Bodenprofil sowie der Wurzelentwicklng einzelner Gräserbestände näher untersucht. (Dipl.-Ing. agr. H.-J. Dreyer).

Vor kurzem angelaufen sind außerdem Vorarbeiten für

Untersuchungen zur Dynamik der Qualitätsentwicklung und der Ertragsbildung sowie der Qualitätsbeurteilung der Biomasse von Extensivgrünland. Diese Untersuchung wird in naher Zusammenarbeit mit dem Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der FAL sowie mit den Landwirtschaftskammern Hannover und Schleswig-Holstein ausgeführt. Am Lehrstuhl beschäftigt sich vor allem Dipl.-Ing. agr. U. Kittmann mit dieser Untersuchung.
Im letztgenannten Vorhaben laufen auch Untersuchungen über die Auswirkung von Naturschutzauflagen im landwirtschaftlich genutzten Feuchtgrünland in bezug auf Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung und der Ertragsfähigkeit. Diese Untersuchungen werden vom Senator für Umweltschutz der Freien Hansestadt Bremen gefördert. Die Betreuung dieser Versuche erfolgt durch die Grünlandlehranstalt und Marschversuchsstation Infeld. Weitere Versuche auf diesem Gebiet werden von den oben genannten Landwirtschaftskammern ausgeführt. Am Lehrstuhl beschäftigt sich Dipl.-Ing. agr. K. Hand mit diesen Problemen.
Neu im Arbeitsprogramm des Lehrstuhles sind die beiden folgenden Arbeiten:

4.2 Untersuchungen zur Bedeutung des Entwicklungsrhythmus von Gräsern (verschiedene Arten bzw. Sorten) auf die Wirkung einer Stickstoffdüngung bezüglich der Ertragsbildung, des Stickstoffgehaltes und der Stickstoffausnutzung bei unterschiedlicher Nutzungsstrategie verschiedener Aufwüchse. (Dr. F. Taube und Dipl.-Ing. agr. R. Wulfes).

4.3 Untersuchungen zur Bedeutung des Weißklees auf die Ertragsbildung von Grünlandbeständen, vor allem bei geringem Stickstoffaufwand und unter besonderer Berücksichtigung der Verlagerung des nicht vom Bestand aufgenommenen Nitratstickstoffes in tiefere Bodenschichten in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand (mit und ohne Weißklee), dem Stickstoffdüngungsniveau und der Nutzungshäufigkeit (Dipl.-Ing agr. M. Benke und Dipl.-Ing. agr. B. Wilhelmy).

4.4 Entwicklung von System-Modellen

Der Lehrstuhl befaßt sich des weiteren schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von kausal begründeten, dynamischen System-Simulationsmodellen im Bereich der Grundfutterproduktion.
Derzeit arbeiten wir mit zwei Modellansätzen, der eine behandelt den Ertragszuwachs, also die Bildung von erntbarer Biomasse, der andere befaßt sich mit der Qualitätsveränderung während des Aufwuchses. Integriert in ein System-Modell kann damit die Ertragsbildung sowohl in bezug auf die Menge als auch auf die Qualität der erntbaren Biomasse verschiedener Grünland- bzw. Futterpflanzenaufwüchse, ausgehend von Witterungsdaten und bestimmten Bodenkennwerten sowie von Bestandeseigenschaften und gewissen Bewirtschaftungsmaßnahmen, berechnet werden.
Die Modellarbeiten laufen parallel mit unseren im vorhergehenden genannten experimentellen Untersuchungen und im engen Wechselspiel mit diesen. Hierbei sind wir u. a. auch bemüht, die bei der Modellentwicklung gefundenen Probleme aufzugreifen und Erkenntnislücken durch zielgerichtete eigene Untersuchungen zu schließen. Für die Weiterentwicklung, Überprüfung und Modifizierung der Modelle nutzen wir natürlich auch die Ergebnisse anderer Forscher.

4.4.1 Ertragszuwachsmodell

Allgemeine Modellkonzeption:
In diesem Modell wird der Einfluß folgender Faktorenkomplexe auf die Ertragsbildung von Grünlandbeständen berücksichtigt:

a) Bestandeseigenschaften, die das Zuwachspotential bedingen.
   Art, Sorte (Genotyp) bzw. botanische Zusammensetzung, Bestandesdichte und Pflanzenkondition,
   phänologische Entwicklung (Verlauf eines Aufwuchses und Zustand bei der vorhergehenden Nutzung).
b) Natürliche Umweltverhältnisse
   Licht, Temperatur, Niederschlag, Verdunstung und

pflanzenverfügbares Bodenwasser im Wurzelraum.

c) Bewirtschaftung

Nutzungszeitpunkt bzw. Nutzungsrhythmus

Stickstoffdüngung (in Arbeit).

Kurze Beschreibung des Modelles

Ausgangsansatz für die Modellkonstruktion ist die allgemeine Erkenntnis, daß der Zuwachsverlauf (der Zuwachs an erntbarer Biomasse, W) eines Grünlandbestandes im Laufe der Zeit (t) unter optimalen Bedingungen durch eine sigmoide Kurve gekennzeichnet ist. Die Form der Kurve entspricht der zeitlichen Veränderung der Wachstumsrate, WR. Die Wachstumsrate ist eine Funktion der vorhandenen Biomasse und der relativen Wachstumsrate (R). Diese Beziehung dient im Modell als Grundlage für die Berechnung des täglichen Zuwachses.

WR= W x R

Es wird unterstellt, daß die relative Wachstumsrate eines gut entwickelten Grünlandbestandes kurz nach Beginn einer Zuwachsperiode am größten ist. Im Laufe des Zuwachses nimmt die Größe der relativen Wachstumsrate kontinuierlich ab, und zwar hauptsächlich in Abhängigkeit vom Anstieg der Blattfläche, d. h. des Blattflächenindexes.

In der derzeitigen Version des Modelles wird die Abnahme der relativen Wachstumsrate durch eine Blattflächenindexfunktion berechnet. Der mit dieser Funktion berechnete Altersindex (AGE) verändert sich mit ansteigendem Blattflächenindex von 1 auf 0. Die aktuelle relative Wachstumsrate während des Zuwachses ergibt sich aus dem Produkt des Altersindexes und dem Startwert der relativen Wachstumsrate.

RL = RS x AGE

RS = relative Wachstumsrate zu Beginn einer Zuwachsperiode (Startwert).

AGE= relative Veränderung der relativen Wachstumsrate

Der Startwert der relativen Wachstumsrate (RS) und die Parameter der Altersfunktion sind spezifische Kenngrößen der Produktivität eines Bestandes (einer Art bzw. einer Sorte oder eines Bestandes mit einer bestimmten botanischen Zusammensetzung).

Die potentielle Wachstumsrate, also die Wachstumsrate bei optimalen Zuwachsbedingungen eines Bestandes an einem bestimmten Tag (t) errechnet sich aus der Beziehung

$WR_t = W_{t-1} \times RL_t = W_{t-1} \times RS \times AGE_t$

Für den ersten Tag einer Zuwachsperiode wird anstelle von W(t-1) ein Startwert WO eingesetzt. Dieser spiegelt das Zuwachspotential eines Bestandes zum Aufwuchsbeginn wider. Der Startwert ist u. a. eng korreliert mit der Restblattfläche, dem Entwicklungszustand der Triebe zu Beginn des Neuaustriebes und der Triebzahl bzw. Lückigkeit eines Bestandes.

Der Einfluß wichtiger Umweltfaktoren auf das Wachstum wird durch einen Umweltindex (GI) berücksichtigt. Dieser setzt sich aus einem Temperaturindex (TI), einem Strahlungsindex (RI) sowie einem Index für das pflanzenverfügbare Bodenwasser (WI) zusammen. Der Bodenwasserindex wird mit Hilfe eines einfachen Wasserhaushaltsmodelles, in dem auch Bodeneigenschaften berücksichtigt werden, berechnet. Die Indizes können Werte zwischen 1 und 0 annehmen. Index 1 eines Zuwachsfaktors bedeutet, daß der Zuwachs durch diesen Faktor nicht begrenzt wird und Index 0, daß kein Zuwachs stattfindet.

Eigenschaften des Ertragszuwachsmodelles

Berechnungen mit dem jetzt beschriebenen Ertragszuwachsmodell ergeben die in einer Zeiteinheit (in der derzeitigen Version pro Tag) gebildete erntbare Biomasse. Durch Summierung der täglichen Aufwuchsmengen (Wachstumsraten) für die Dauer eines Aufwuchses ergibt sich der Ertrag des Aufwuchses, durch Summierung der Erträge aller Aufwüchse mit wählbarer Länge, der Jahresertrag.

Umfassende Kalibrierungs- und Validierungsarbeiten mit diesem Modell haben gezeigt, daß vor allem die Größe der relativen Wachstumsrate zu Beginn eines Zuwachses (RS) und die Größe des Startwertes (WO), also die bei Zuwachsbeginn vorhandene Biomasse, von bestimmten Bestandeseigenschaften abhängig sind. Im Modell wird aufgrund bisheriger Erfahrungen unterstellt, daß die relative Wachstumsrate zu Beginn einer jeden Zuwachsperiode (RS)

vorwiegend das Zuwachspotential einer Art bzw. einer Sorte (Genotyp) oder eines Mischbestandes charaktierisiert. Durch den Startwert (WO) wird die Bedeutung gewisser Bestandeseigenschaften, wie Restblattfläche, Entwicklungszustand der Triebe, Triebzahl bzw. Lückigkeit und ähnliches für das Zuwachspotential eines Aufwuchses gewertet und bei der Zuwachsberechnung berücksichtigt. Die Größe dieser bestandesbezogenen Parameter muß daher aus experimentellen Daten für konkrete Bestandestypen und Aufwüchse ermittelt werden. Die Berechnung dieser Parameter erfolgt über in Experimenten bestimmten Zuwachsdaten mit einem dem Modell angeschlossenen Minimierungsprogramm, das den Unterschied zwischen dem experimentell bestimmten und dem berechneten Zuwachs durch Auswahl der besten Parameterkombinationen minimiert.
Wenn diese RS und WO einmal für bestimmte Bestandestypen und Aufwüchse ermittelt wurden, dann kann mit deren Hilfe für die unterschiedlichsten Umweltbedingungen und unter Vorgabe verschiedener Nutzungsstrategien der Ertragszuwachs derartiger Bestandestypen berechnet (simuliert) werden. Derartige Prognose-Simulationen können also anhand ausgewählter Voraussetzungen durchgeführt werden.

4.4.2 Qualitätsmodell

Allgemeine Konzeption und übersichtliche Beschreibung des Modells.
Das derzeit einsatzfähige Modell bezieht sich in erster Linie auf die Qualitätsentwicklung von Beständen mit generativer Entwicklung. Eine Version für vegetative Bestände ist in Bearbeitung. Im vorliegenden Qualitätsmodell wird davon ausgegangen, daß die Veränderung der Qualität von Grünland und Futtergräsern im Zuwachsverlauf vor allem von der phänologischen Entwicklung, d. h. vom Schossen bzw. Ähren-/Rispenschieben und der damit verbundenen Bildung von Gerüstsubstanzen bedingt ist. Die Entwicklungsschnelligkeit der Gräser wird nun in erster Linie von den Temperatur- und Tageslängenverhältnissen beeinflußt. Eine

tägliche Entwicklungsrate kann daher als eine Funktion der Temperatur und der Tageslänge betrachtet werden. Es wird weiterhin unterstellt, daß beide Funktionen eine expontielle Form besitzen. Dazu wird für die Berechnung des Effektes beider Größen eine multiplikative Verküpfung der Funktionen vorgegeben.
Nachdem die phänologische Entwicklung der Gräser mit der Veränderung verschiedener Qualitätseigenschaften eng korreliert ist, kann dieser Ansatz auch benutzt werden, um die Veränderung verschiedener Qualitätseigenschaften zu beschreiben bzw. zu berechnen.

$VR = f(T) \times f(L)$,

wobei VR= Veränderungsrate eines Qualitätsparameters

T= Tagesmitteltemperatur, ^{0}C

L= Tageslänge, Stunden

Dieser Ansatz bildet die Grundlage für die Entwicklung unseres Qualitätsmodelles. Dieses Modell kann in bezug auf verschiedene Qualitätseigenschaften, wie z. B. Rohfasergehalt, Verdaulichkeit oder Energiegehalt abgestimmt (geeicht) werden. Dafür sind wieder experimentelle Daten über die Veränderung der genannten Qualitätsparameter erforderlich.

Eigenschaften des Modelles

Mit dem auf einen bestimmten Qualitätsparameter geeichten Qualitätsmodell kann nach obiger prinzipieller Beziehung die tägliche Veränderungsrate dieses Parameters, z. B. die Veränderung des Rohfasergehaltes oder der Verdaulichkeit von Grünlandaufwüchsen mit generativer Entwicklung, berechnet werden. Eine Summierung aller täglichen Veränderungsraten eines Parameters über eine gewisse Zuwachsperiode ergibt dann den Zustand am Ende dieser Zuwachsperiode, z. B. den Rohfasergehalt oder die Verdaulichkeit.

4.4.3 Möglichkeiten der Anwendung von System-Modellen zur Simulierung der Ertragsbildung von Grünland und Futterpflanzenbeständen

A. Analysierung und Quantifizierung des Einflußes von Umweltfaktoren, Bestandeseigenschaften und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Ertragsbildung.

Mit dem geeichten Ertragszuwachsmodell kann die Wirkung einzelner Einflußfaktoren auf den Ertrag eines Aufwuchses quantifiziert werden. Es kann z. B. die Wirkung der Niederschlagsmenge oder der Effekt eines bestimmten Nutzungszeitpunktes auf die Höhe des Ertrages in kg TM/ha berechnet werden. Dadurch kann also die Wirkung einzelner Einflußfaktoren und auch deren kombinierter Effekt quantifiziert und berechnet werden. Ein Beispiel dafür wird in H.-W. Petersens Vortrag gegeben. Das gleiche gilt sinngemäß auch für die Qualitätsveränderung.

B. Prognose-Simulationen in bezug auf Menge und Qualität des Ertrages anhand ausgewählter Voraussetzungen.

Für gegebene Voraussetzungen kann u. a. der Effekt variierender Nutzungsstrategien auf den Jahresertrag für Standorte mit unterschiedlichen natürlichen Voraussetzungen (vor allem unterschiedlicher Witterung) simuliert (berechnet) werden. Derartige Berechnungen können als Unterlagen bei der Planung von Produktionssystemen Verwendung finden. Beispielhafte Berechnungen werden im folgenden Vortrag von Dr. Taube gebracht.

C. Extrapolierung von Untersuchungsergebnissen vom Untersuchungsstandort auf andere Standorte mit abweichenden Bedingungen

Wie allen bekannt, werden die Ergebnisse von Freilandversuchen immer sowohl von den Versuchsfaktoren als auch von den Umweltverhältnissen beeinflußt. Die Versuchsergebnisse gelten daher genaugenommen nur für die jeweiligen Standortbedingungen eines Versuches, und sie können dadurch auf jeden Fall nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Aussagen für von Versuchsstandorten abweichende Verhältnisse sind meist schwierig,

und Analogieübertragungen sind dadurch vielfach unsicher, und sie werden daher häufig sehr allgemein formuliert.
Werden jedoch in Versuchen auch die wichtigsten Modell-Parameter ermittelt, so können die Ergebnisse mit dem Modell auf andere Standorte mit anderen Verhältnissen mit größerer Sicherheit übertragen werden. Nachdem bei einer derartigen Übertragung auch die wechselnden Standortbedingungen quantitativ berücksichtigt werden können.

D. Fortlaufende Vorhersagen der Qualitätsentwicklung und des Ertragszuwachses mit Hilfe von Witterungsdaten.

Als Beispiel sind hier die Prognosen, die im Rahmen der Reifeprüfung Grünland in bezug auf Ertragszuwachs und Rohfaserveränderung durchgeführt werden, zu nennen.
Derartige Vorhersagen für verhältnismäßig kurze Zeiträume können mit Hilfe einer Witterungsprognose ausgeführt werden. Mit dem Modell wird dann fortlaufend ein IST-Wert des Ertrages bzw. der Qualität eines Aufwuchses mit Anwendung der täglichen Witterungsverhältnisse berechnet, und dazu wird, ausgehend von einer Witterungsprognose, der weitere Zuwachs und die Qualitätsveränderung für den Prognosezeitraum vorausgesagt.

4.5 Vor kurzem abgeschlossen wurden zwei Arbeiten

Untersuchungen zur sortenspezifischen Reaktion eines ausgewählten Sortimentes vom Deutschen Weidelgras auf eine Gülledüngung. (Dissertation von O. Hoerdemann).

Untersuchungen zur Eignung verschiedener Kulturpflanzen zur Erzeugung von Ganzpflanzensilage, Beziehungen zwischen Entwicklung, Ertrag und Futterqualität bei Getreide und Ackerbohne. (Dissertation von B. Willige).

Trockenmasseentwicklung ausgewählter Grünlandgräser im zweiten Aufwuchs in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ertsen Aufwuchses

H.-W. Petersen *

1. Einleitung

Die Aufwüchse des Grünlandes können in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Bestandesstruktur und Ertragsbildung eingeteilt werden. Es sind dies die vegetativen und die generativen Bestände. Die Nachwüchse nach dem ersten Schnitt im Jahr sind je nach Pflanzenmaterial, Schnittzeitpunkt und Umweltbedingungen mehr oder weniger generativ, stellen also Mischbestände dar, deren Ertragsleistungen sehr stark variieren können.

2. Literaturübersicht

In der Literatur wird die Frage der Ertragspotentiale der zweiten Aufwüchse intensiv diskutiert. Dabei wird der Restblattfläche (LANGER, 1959; BÜHRING, 1967) und den Reservestoffen (BROWN und BLASER, 1965; ALBERDA, 1966) sowie den Erträgen der Voraufwüchse (BECKHOFF, 1974) eine große Bedeutung beigemessen. Ferner übt die Triebdichte und das phänologische Entwicklungsstadium der Triebe beim Schnitt einen wesentlichen Einfluß auf den Nachwuchs aus (LANGER, 1959; JEWISS, 1972; DAVIES, 1973). Bei den genannten Arbeiten wurden aber nur entweder Mischbestände zeitspezifisch d.h. nach festen Zeitinterwallen genutzt oder einzelne Sorten entwicklungsspezifisch d.h. dem Entwicklungsstadium des jeweiligen Bestandes entsprechend genutzt. Es fehlen aber Arbeiten, die detailiert die Bestände einzelner Sorten unter dem Gesichtspunkt einer zeitlich gestaffelten Nutzung untersuchen, und diese Aufwüchse den Bestandesparametern des Voraufwuchses gegenüberstellen.

---

* Dipl.-Ing.agr. H.-W. Petersen, Lehrstuhl Grünland und Futterbau der CAU Kiel

Erste Arbeiten über die Abhängigkeit der Nachwüchse einzelner Gräserarten und -sorten vom Schnittzeitpunkt, die am hiesigen Lehrstuhl von TAUBE durchgeführt und 1986 in Nandelstadt vorgestellt wurden, gaben vielversprechende Ansätze für weitere Untersuchungen (TAUBE, 1986 a; TAUBE, 1986 b).

3. Material und Methoden

Diese Untersuchungen sollten sowohl eine größere Anzahl Arten bzw. Sorten als auch eine feinere Staffelung der Nutzungstermine beinhalten. Aus diesem Grunde wurde 1985 ein Freilandversuch mit dem Ziel angelegt, sowohl die Ertrags- und Qualitätsentwicklung der zweiten Aufwüchse zu beschreiben, als auch ihre Abhängigkeit von den Bestandesparametern des Voraufwuchses herzustellen.

Tab. 1 zeigt den Versuchsaufbau. Es handelt es sich um eine zweifaktorielle Spaltanlage mit 4 Wiederholungen. Versuchsjahre sind 1986 und 87. Im folgenden werde ich nur auf die Sorten Gremie, Vigor und Oberweihst eingehen.

Tab. 1: Versuchsaufbau

Faktoren	Stufen			
1. Art/Sorte	1.1.	L. perenne	Gremie	(sehr früh)
	1.2.	L. perenne	Vigor	(spät-sehr spät)
	1.3.	P. pratense	Phlewiola	(früh)
	1.4.	D. glomerata	Oberweihst	(früh-mittel)
	1.5.	D. glomerata	Baraula	(mittel-spät)
	1.6.	F. pratensis	N.F.G.	(mittel)
2. Schnitt-zeitpunkt des ersten Aufwuchses	2.1.	14. 5. 86	4. 5. 87	
	2.2.	20. 5. 86	11. 5. 87	
	2.3.	26. 5. 86	18. 5. 87	
	2.4.	2. 6. 86	25. 5. 87	
	2.5.	9. 6. 86	1. 6. 87	
	2.6.	16. 6. 86	15. 6. 87	

Den Witterungsverlauf gibt Abb. 1a für 1986 und Abb. 1b für 1987 wieder. Hier sind die täglichen Niederschläge als Säulen und die Tagesmitteltemperaturen als Linie vom 31. März bis zum 8. August dargestellt. Der April 1986 war sehr kühl, der Frühling und insbesondere der Juni dagegen sehr warm. Die Niederschläge waren von Anfang Juni bis zur 4. Juliwoche sehr gering, sodaß zusammen mit der hohen Temperatur und der damit zusammenhängenden hohen Verdunstung eine ausgeprägte Trockenheit zu beobachten war. Diese Trockenheit wirkte sich, wie ich noch zeigen werde, erheblich auf das Wachstum aus.

1987 war der April wärmer, die folgenden Monate insbesondere der Juni waren kälter als 86. Die Niederschläge waren ausreichend und gut verteilt, sodaß hier keine Trokkenperiode auftrat.

In Tabelle 2 wird der Versuchsstandort beschrieben.

Tab. 2 Standortbeschreibung

Versuchsstandort	Universitätsversuchsgut Hohenschulen bei Kiel
Bodenart	sandiger bis toniger Lehm
Bodentyp	Parabraunerde aus Würmgeschiebelehm
Ackerzahl	45 - 60 Punkte
Niederschläge	716 mm (langj. Durchschnitt)
Tagesmitteltemperatur	7,8°C (langj. Durchschnitt)

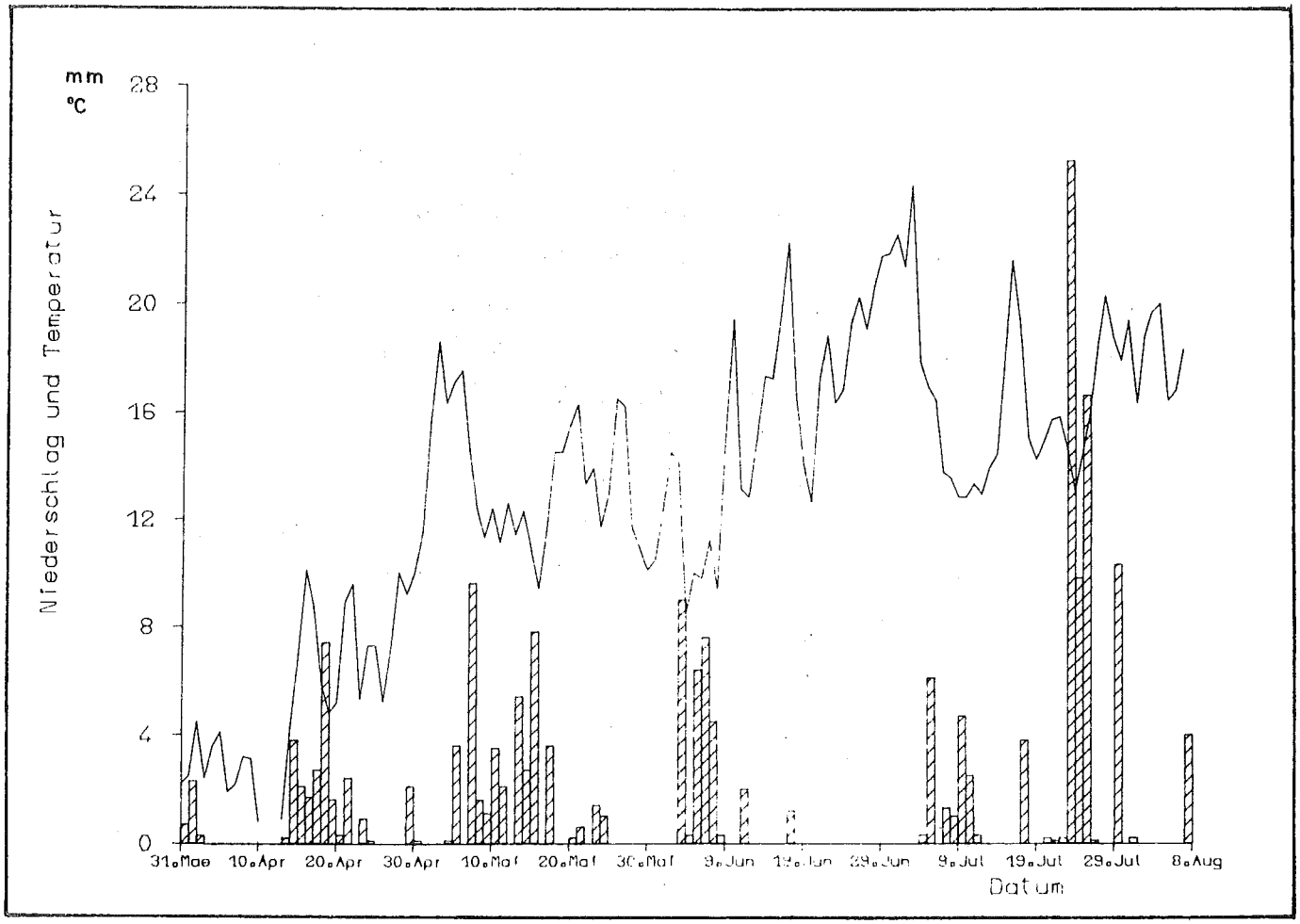


Abb. 1a Witterungsverlauf Hohenschulen von 31. 3. bis 8. 8. 1986

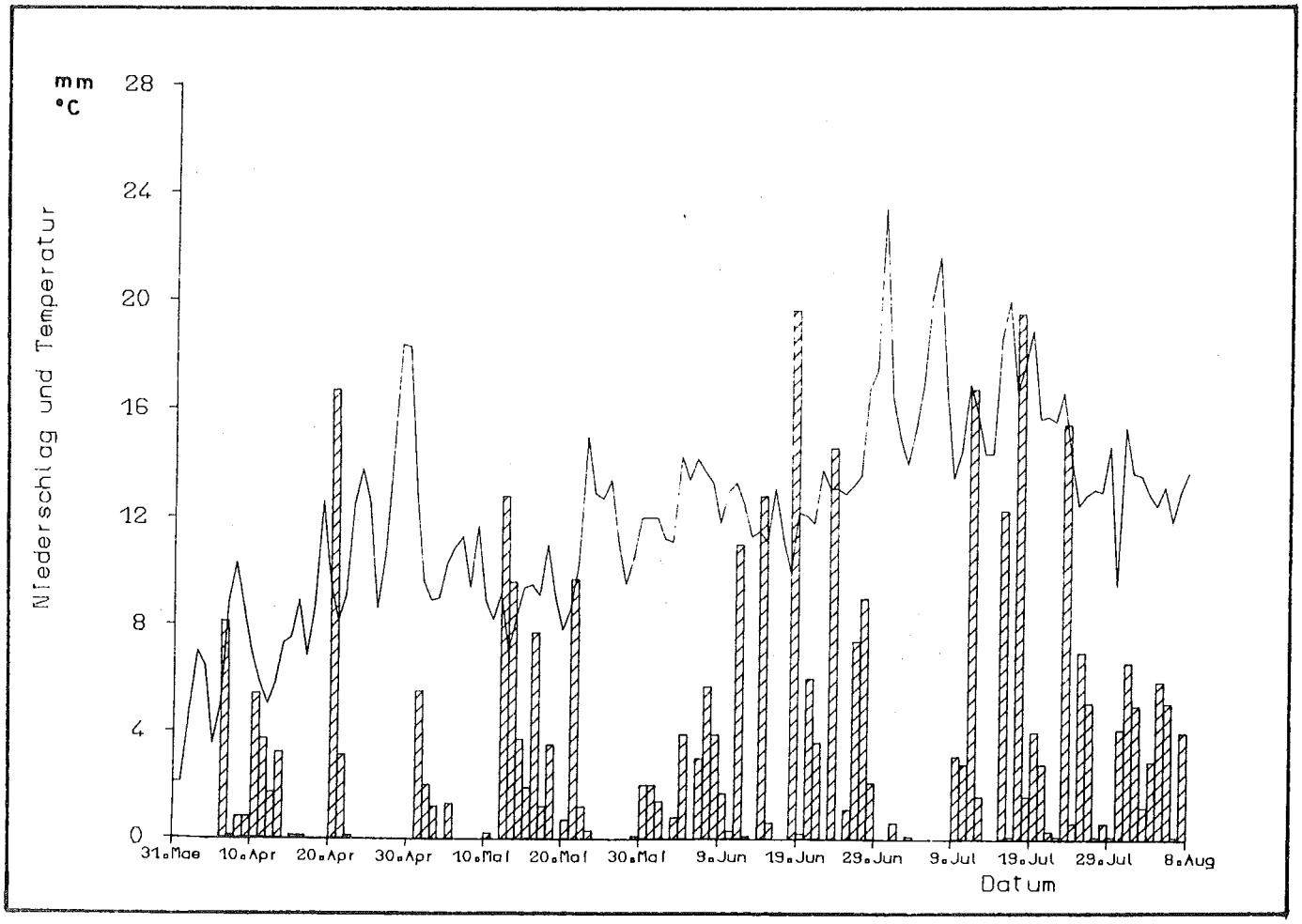


Abb. 1b Witterungsverlauf Hohenschulen von 31. 3. bis 8. 8. 1987

Die Ansaat des Versuchs erfolgte am 9. September 1985 auf 1,5 m mal 6 m großen Parzellen (siehe Tab. 3). Die Stickstoffdüngung im Frühjahr wurde für die verschiedenen Parzellen je nach Schnittzeitpunkt unterschiedlich gehandhabt. Die Parzellen, deren 1. Aufwüchse früh genutzt werden sollten, erhielten 60 kg N/ha; die mittleren 90 kg/ha und die späten 120 kg N/ha. Nach jeder Nutzung wurde einheitlich 100 kg N/ha gegeben. Damit sollte erreicht werden, daß zu Aufwuchsbeginn bei allen Aufwüchsen etwa gleiche Reststickstoffmengen im Boden vorliegen.

Tab. 3: Versuchsdurchführung

Parzellengröße	- 1,5 m * 6 m		
Ansaattermin	- 9. 9. 1985		
Saatstärke	- L. perenne	25 kg/ha	
	P. pratense	15 kg/ha	
	D. glomerata	20 kg/ha	
	F. pratensis	25 kg/ha	
N - Düngung	- 23. 9. 1985		30 kg/ha
	- 10. 4. 1986 / 1987		
	Schnittzeitpunkt 1, 2		60 kg/ha
	Schnittzeitpunkt 3, 4		90 kg/ha
	Schnittzeitpunkt 5, 6		120 kg/ha
	- nach jedem Schnitt		100 kg/ha

Im jeweils 7 bis 10-tägigen Abstand wurde die Entwicklung der in Tab. 4 aufgeführten Parameter untersucht. Im folgenden werde ich nur auf den TM-Ertrag, der von einer Probefläche von 0,25 m² bei einer Schnitthöhe von 5 cm genommen wurde, und auf die phänologische Entwicklung nach dem Entwicklungsschema für perennierende Futtergräser nach PARK und SIMON eingehen (PARK, 1980).

Tab. 4 Untersuchte Parameter

- TM - Ertrag
- phänologische Entwicklung nach Schema von PARK und SIMON
- Blattgewichtsverhältnis
- spezifische Blattfläche
- Blattflächenindex
- Triebdichte
- Rohfaser
- Rohprotein
- Rohasche
Ermittlung der Parameter während des gesamten Aufwuchses in 7 bis 10 -tägigem Abstand

4. Ergebnisse

Die Ertragsentwicklungen der 2. Aufwüchse sind in Abb. 2 a-c dargestellt. Wegen der besseren Übersichtlichkeit sind die Aufwuchsverläufe der Ertragsfunktion von BOGUSLAWSKI und SCHNEIDER (1962) angepaßt. Außerdem handelt es sich um über beide Jahre gemittelte Verläufe.

Auf der Abzisse sind die Tage nach Schnitt eingetragen, auf der Ordinate die Erträge in g/m². Unmittelbar neben der Y-Achse sind die Erträge des 1. Aufwuchses zum Schnittzeitpunkt dargestellt. Wie zu erkennen ist, sind bei Gremie und Vigor die Unterschiede zwischen den Aufwüchsen recht groß. Dabei sind die Erträge der Aufwüchse nach frühem Schnitt höher als die nach spätem Schnitt.

Vigor hat im ersten Aufwuchs mit 600 g etwa 100 g weniger erzielt als Gremie . Der Nachwuchs dagegen erreicht deutlich höhere Erträge. Beim Schnittzeitpunkt 1 beispielsweise erreicht der Nachwuchs vom Vigor 650 g, während der von Gremie nur 500 g erzielt.

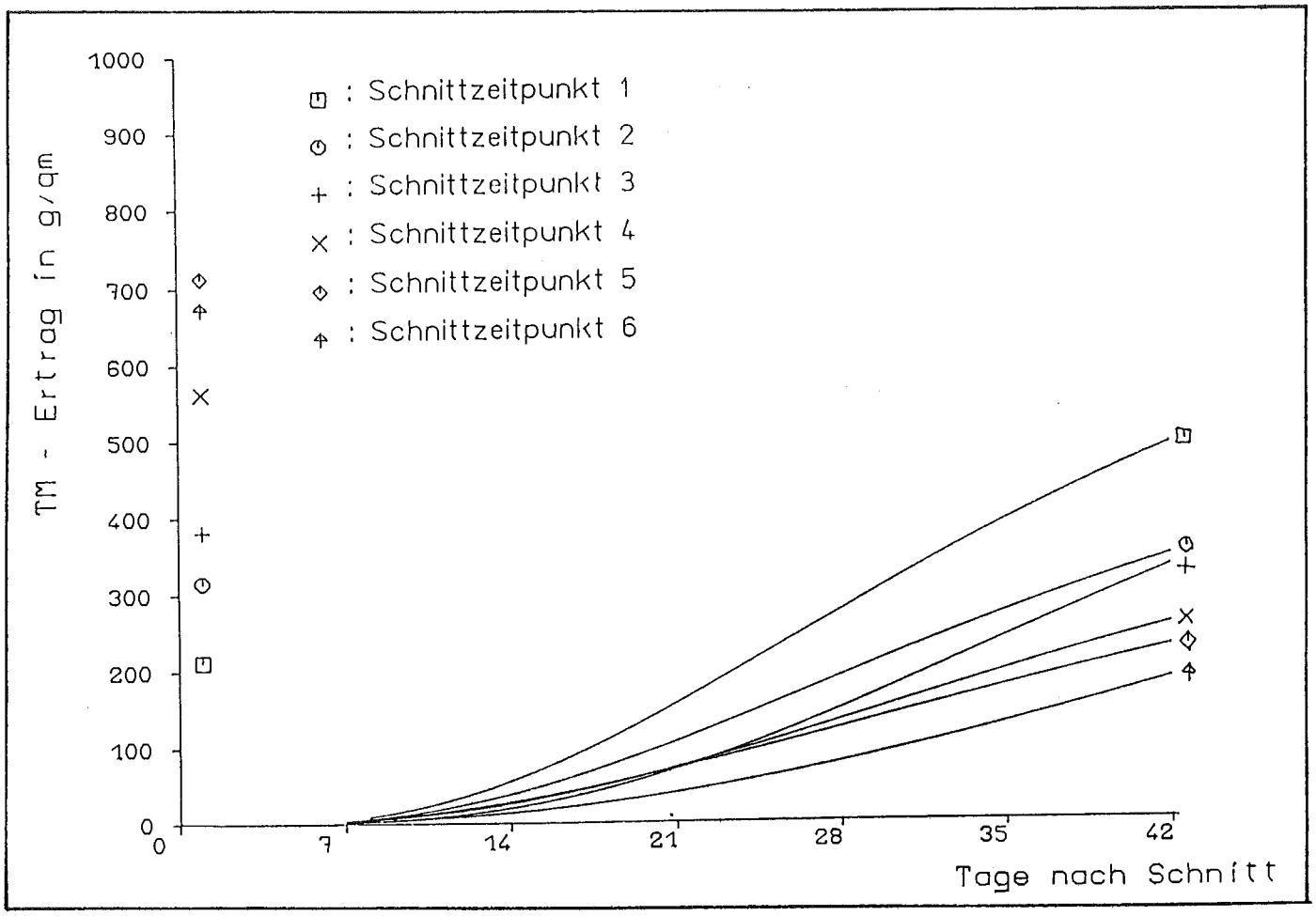


Abb. 2a Ertragsentwicklung von Aufwüchsen nach verschiedenen Schnitterminen des 1. Aufwuchses bei GREMIE

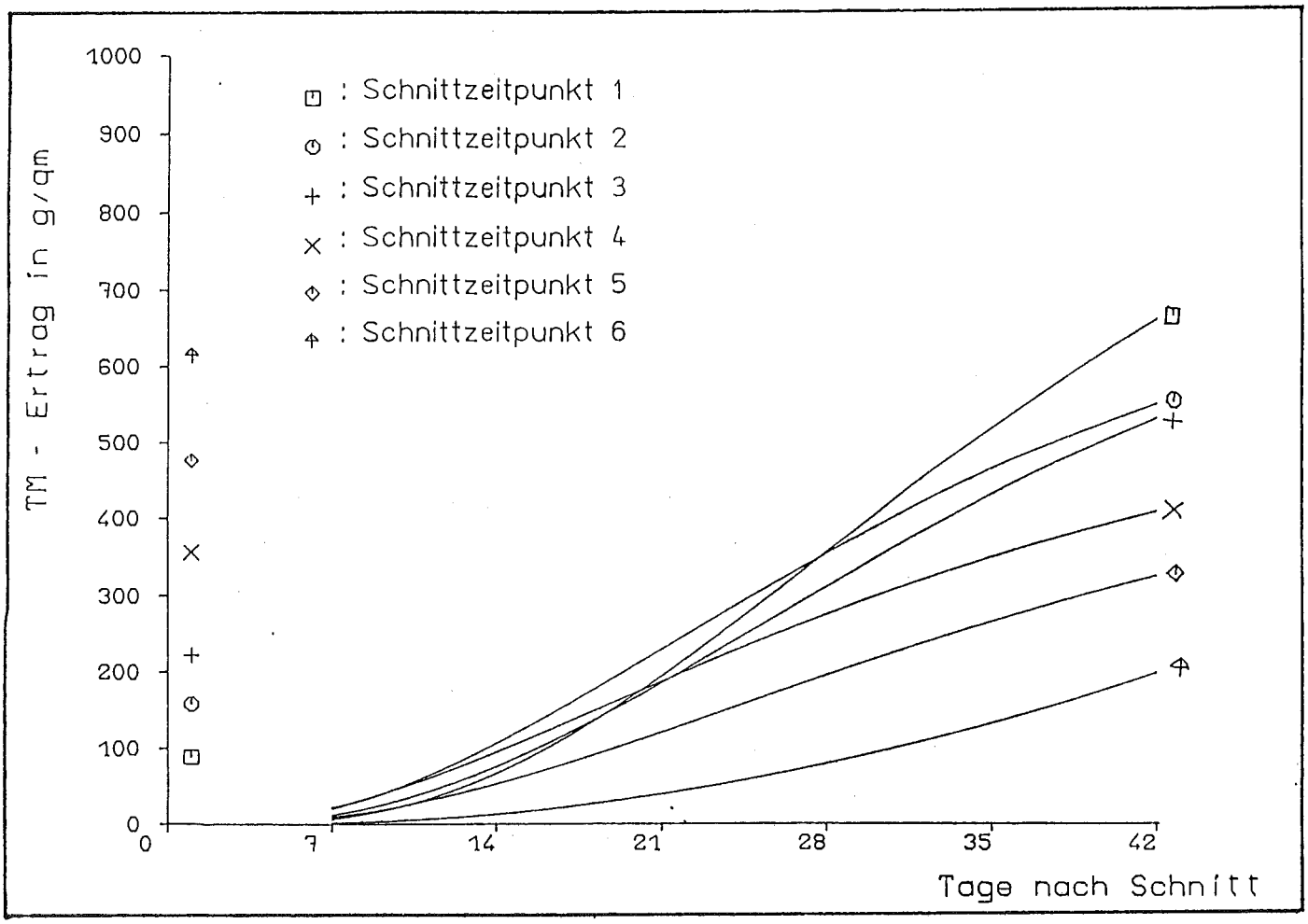


Abb. 2b Ertragsentwicklung von Aufwüchsen nach verschiedenen Schnitterminen des 1. Aufwuchses bei VIGOR

Das Knaulgras hat im 1. Aufwuchs im Vergleich zum Dt. Weidelgras niedrigere Erträge; die Nachwüchse bewegen sich im Bereich zwischen Gremie und Vigor. Beim Knaulgras fällt auf, daß die Unterschiede zwischen den verschiedenen Nachwüchsen sehr gering sind.

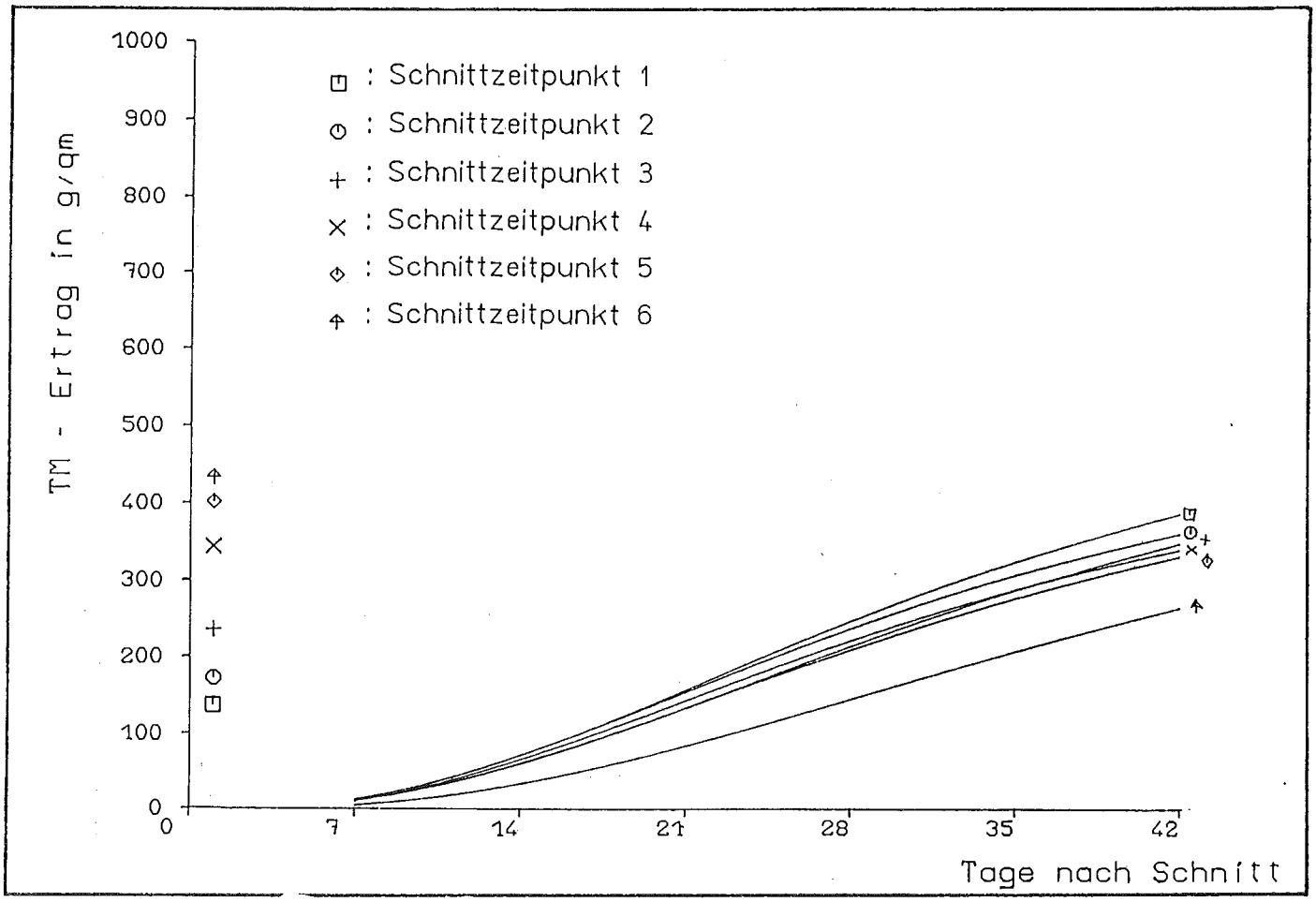


Abb. 2c Ertragsentwicklung von Aufwüchsen nach verschiedenen Schnitterminen des 1. Aufwuchses bei OBERWEIHST

Die prozentuale Verteilung der einzelnen Stadien von Gremie im 1. Aufwuchs ist in den Abb. 3a (für 1986) und Abb. 3b (für 1987) dargestellt. Zu Beginn 1986 haben wir etwa 55% Triebe in der S-Phase, also vegetative Triebe, am Ende des 1. Aufwuchses am 16. Juni nur noch ca 15%. Die ersten Triebe, die begannen, die Ähre zu schieben, also das G1-Stadium erreichten, wurden am 19. 5. gefunden. Die Blüte also das G2-Stadium wurde erst zuletzt am 16.6 mit einem Anteil von ca 45% beobachtet.

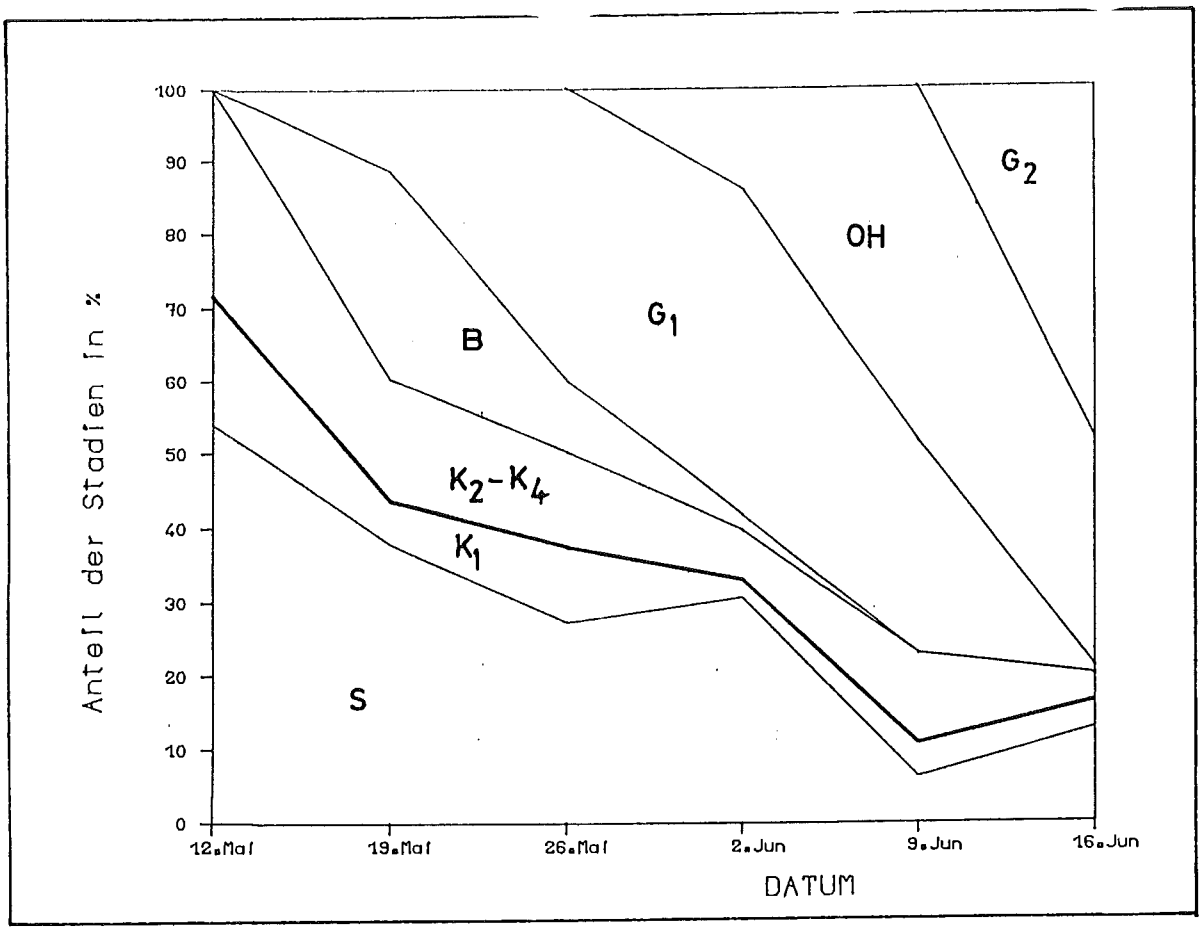


Abb. 3a Verteilung der phänologischen Stadien im 1. Aufwuchs von GREMIE 1986

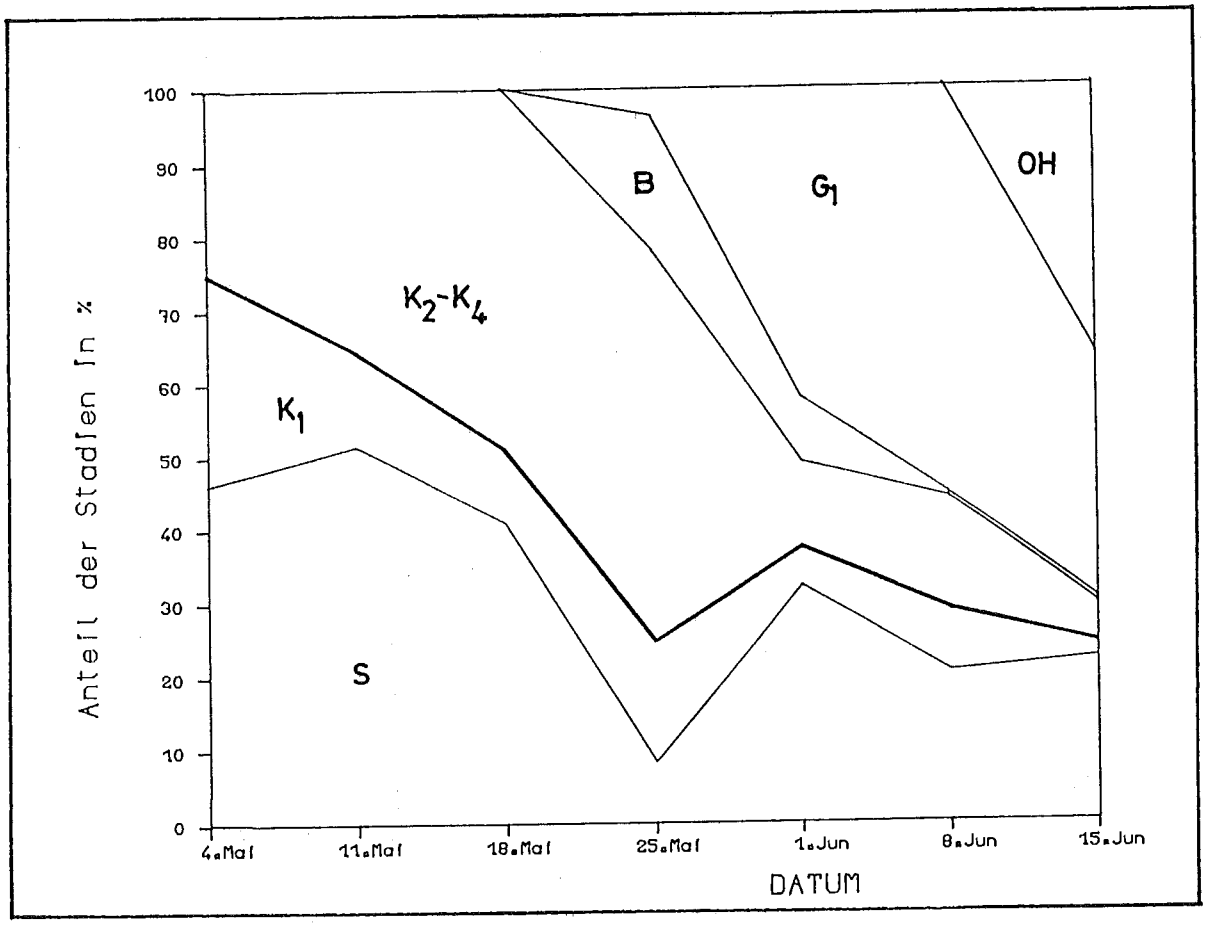


Abb. 3b Verteilung der phänologischen Stadien im 1. Aufwuchs von GREMIE 1987

1987 war der April wärmer, folglich war auch die phänologische Entwicklung weiter fortgeschritten und der erste Schnitt mußte bereits am 4. Mai vorgenommen werden. Der Juni dagegen war kälter als 1986, und somit war auch die phänologische Entwicklung gehemmt. So konnte die Blüte 1987 im 1. Aufwuchs nicht beobachtet werden.

Um die unterschiedlichen Nachwuchsleistungen zu erklären, ist aber nicht die Verteilung aller vorkommenden Stadien von Bedeutung, sondern eine Einteilung in absterbende und weiterwachsende Triebe muß vorgenommen werden. Ich habe die vegetativen Triebe und die Triebe im K1-Stadium zu den weiterwachsenden Trieben gerechnet, weil angenommen werden kann, daß die Vegetationskegel dieser Triebe die Schnitthöhe noch nicht erreicht haben und somit nach einem Schnitt weiter wachsen können. Die Vegetationskegel der Triebe im K2-Stadium jedoch haben die Schnitthöhe erreicht und sterben nach einer Nutzung folglich ab. Der Nachwuchs erfolgt dann mit einer Verzögerung, weil erst neue Bestockungstriebe gebildet werden müssen.

In Abb. 4a ist für Gremie im Mittel beider Jahre der Anteil der Triebe, die das K1-Stadium überschritten haben, dargestellt. Rechts die Verläufe für die verschiedenen Nachwüchse und links die Werte für den ersten Aufwuchs zu den jeweiligen Schnitterminen. Man sieht die Zunahme im 1. Aufwuchs bis auf etwa 80% und entsprechend eine Abnahme in den Nachwüchsen nach späterem Schnitt. Im Nachwuchs nach Schnittzeitpunkt 1 erreichen etwa 40% der Triebe das K2-Stadium, in den Nachwüchsen nach Schnittzeitpunkt 5 und 6 weniger als 10%.

Bei Vigor (Abb. 4b) sehen die Verhältnisse ganz anders aus. Zum Schnittzeitpunkt 1 und 2 sind im 1. Aufwuchs noch keine Triebe im Stadium K2 vorhanden. Nennenswerte Anteile finden wir erst ab Schnittzeitpunkt 3 d.h. 26. 5. 86 bzw. 18. 5. 87. Am Ende des ersten Aufwuchses werden Werte von etwas über 40% erreicht. Der Nachwuchs sieht dann entsprechend umgekehrt aus. Die Nachwüchse nach Schnittzeitpunkt 1 und 2 erreichen hohen Anteile von K2-Stadien von 40 bis 50%. Bei den späteren Aufwüchsen fallen die Werte schnell ab.

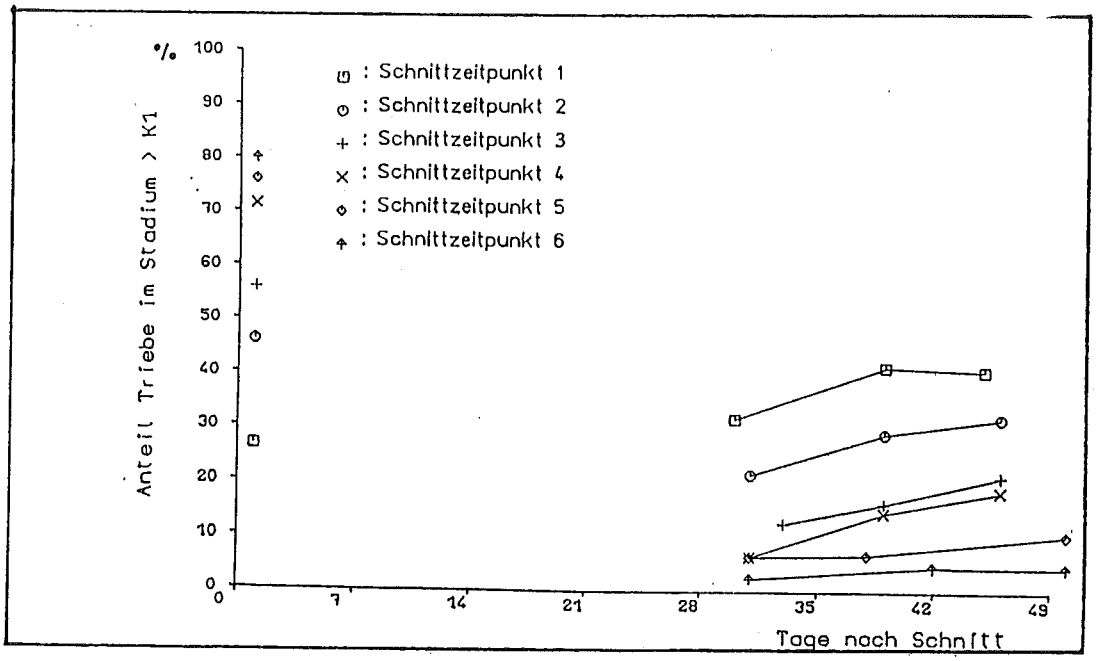


Abb. 4a Entwicklung der Anteile der Triebe > K1 in Aufwüchsen nach verschiedene Schnitterminen des 1. Aufwuchses bei GREMIE

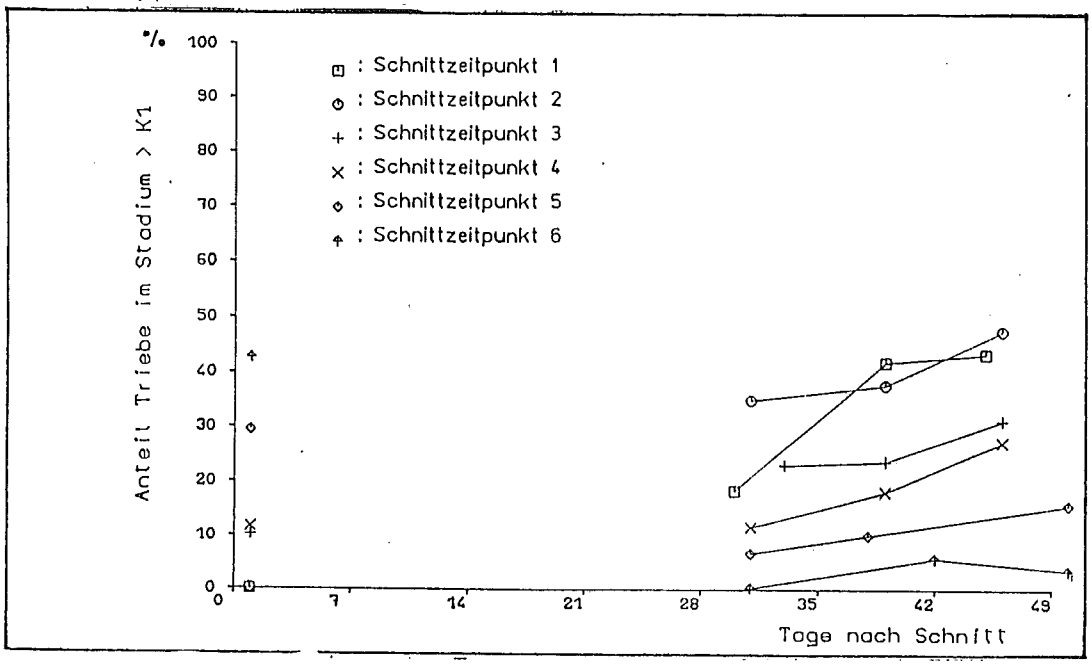


Abb. 4b Entwicklung der Anteile der Triebe > K1 in Aufwüchsen nach verschiedene Schnitterminen des 1. Aufwuchses bei VIGOR

Das Knaulgras (Abb. 4c) hat sowohl im 1. als auch im 2. Aufwuchs nur geringe Anteile von Trieben > K1 von meist weniger als 10%. d.h. der Bestand wird zum größten Teil aus vegetativen Trieben gebildet.

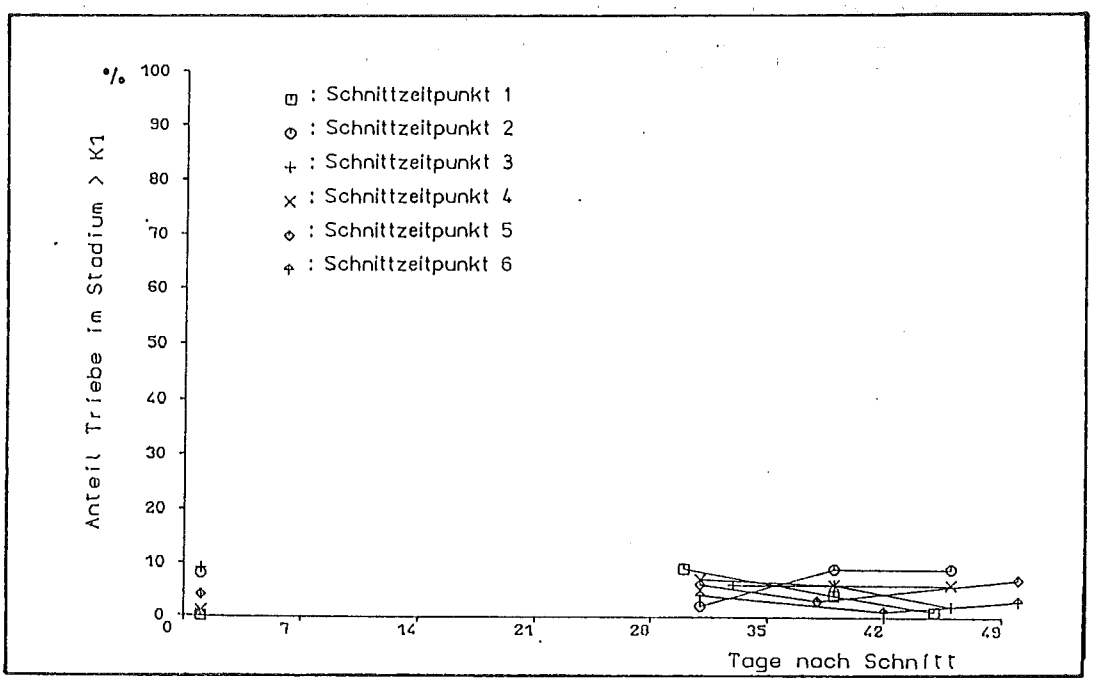


Abb. 4c Entwicklung der Anteile der Triebe > K1 in Aufwüchsen nach verschiedene Schnitterminen des 1. Aufwuchses bei OBERWEIHST

5. Diskussion

Als nächstes soll versucht werden, eine Erklärung für das unterschiedliche Nachwuchsverhalten zu finden. Dazu werden zunächst die Ertragsdaten der 2. Aufwüchse dem Ertrag des Voraufwuchses zum jeweiligen Schnittzeitpunkt gegenübergestellt.

Abb. 5 zeigt für Gremie für beide Jahre die Beziehung zwischen den Erträgen der zweiten Aufwüchse und den Erträgen des ersten Aufwuchses zum jeweiligen Schnittzeitpunkt. Man erkennt die bekannte negative Beziehung, d.h. hohe Erträge im Voraufwuchs bedeuten niedrige Erträge im Nachwuchs. Deutlich wird auch, daß die Regressionskurve 1986 wesentlich steiler abfällt als 87. Die Ursache dürfte die Trockenheit Mitte Juni bis Ende Juli 1986 sein, von der besonders die späten Nachwüchse also die Aufwüchse nach Schnittzeitpunkt 4 bis 6 betroffen sind.

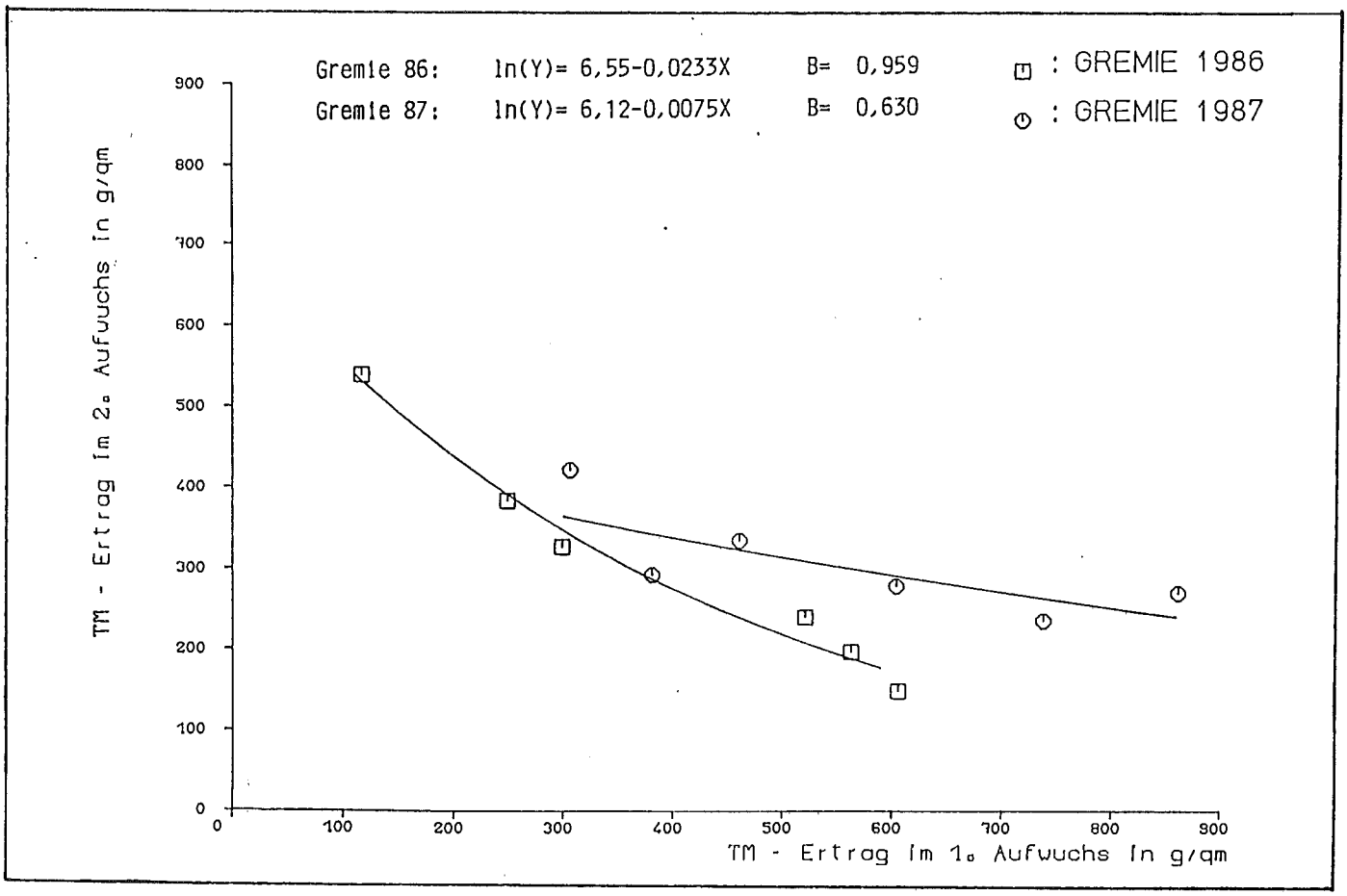


Abb. 5 Beziehung zwischen Ertrag im 2. Aufwuchs und Ertrag im 1. Aufwuchs zum Schnittermin bei GREMIE 1986/87

Die unterschiedliche Witterung der beiden Jahre erschwert eine Interpretation der Ergebnisse. Es geht auch nicht so sehr um die tatsächlich erreichten Erträge, sondern vielmehr um die Ertragspotentiale der verschiedenen Aufwüchse. Um diese Ertragspotentiale zu beschreiben, werde ich also nicht mehr die Erträge der Nachwüchse als Maßstab nehmen, sondern einen bestimmten Parameter des Ertragszuwachsmodells.

Das Ertragszuwachsmodell ist von Prof. KORNHER in seinem Eingangsreferat schon erläutert worden. Außerdem wurde es auf der Grünlandtagung in Aulendorf 1985 von ihm ausführlich vorgestellt (KORNHER, 1985; PETRSEN-FREDRICH, 1987).

Die Parameter RS und WO werden zur Charakterisierung des Zuwachspotentials eines Bestandes benutzt. (Abb. 6)

Bei der Optimierung fließen sowohl die aktuellen Umweltverhältnisse als auch die gemessenen Zuwachsverläufe in das Modell ein, und die Parameter RS und WO werden daraus errechnet. Diese Parameter ergeben dann bei einer Simulierung die geringsten Abweichungen zwischen dem gemessenen und simulierten Ertragsverlauf.

tägl. Wachstumsrate:

$$WR_t = W_{t-1} * RS * AGE_t * GI_t$$

zu Aufwuchsbeginn:

$$W = WO$$

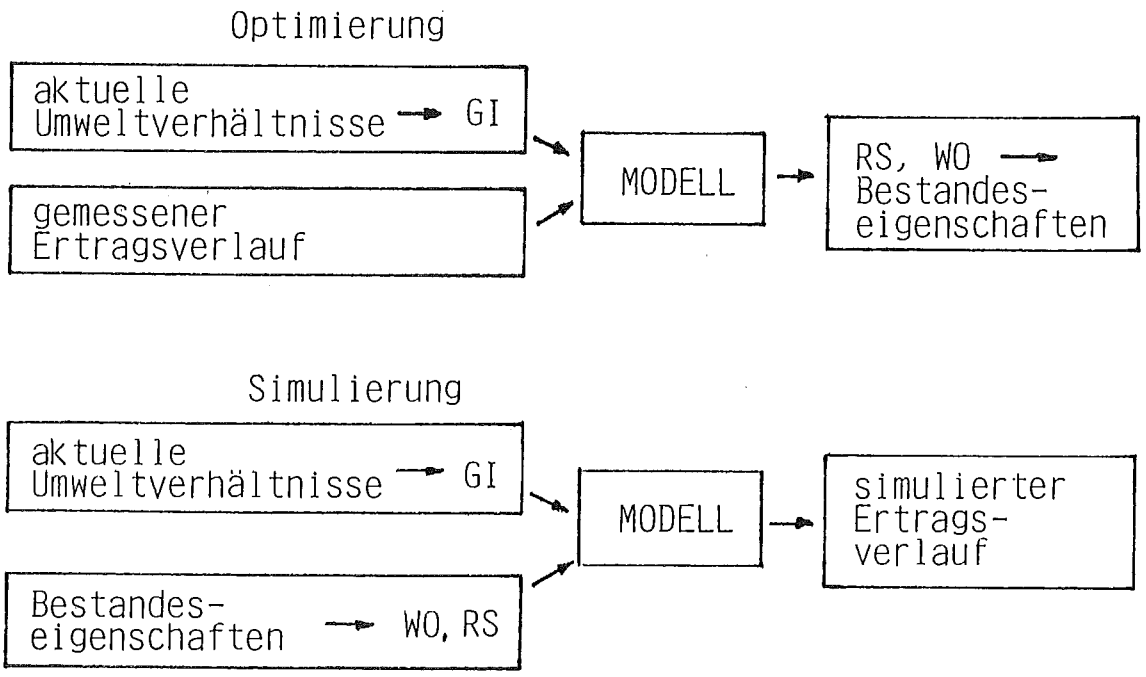


Abb. 6 Ertragszuwachsmodell

In meinen Berechnungen habe ich den WO-Wert auf 4 g/m² konstant gehalten und für jeden Aufwuchs einen eigenen RS-Wert berechnet. Dadurch wird das gesamte Wachstumspotential in einem einzigen Wert ausgedrückt, und dieser Parameter RS ist nun die Grundlage weiterer Regressionsberechnungen.

Die Regressionsberechnung (Abb. 7) zeigt für Gremie wieder in beiden Jahren den Zusammenhang nun zwischen RS-Wert des Nachwuchses und dem Ertrag des Voraufwuchses zum Schnittzeitpunkt. Man sieht für beide Jahre ähnliche Funktionen, d.h. ich konnte die unterschiedlichen Witterungseinflüsse eliminieren. Die jetzt noch sichtbaren Unterschiede hängen vermutlich damit zusammen, daß 1986 das 1. Hauptnutzungsjahr ist und die Erträge des 1. Aufwuchses niedriger liegen. Aufgrund dieser geringeren Erträge im 1. Aufwuchs, liegt der Bereich der gemessenen Werte weiter nach links verschoben.

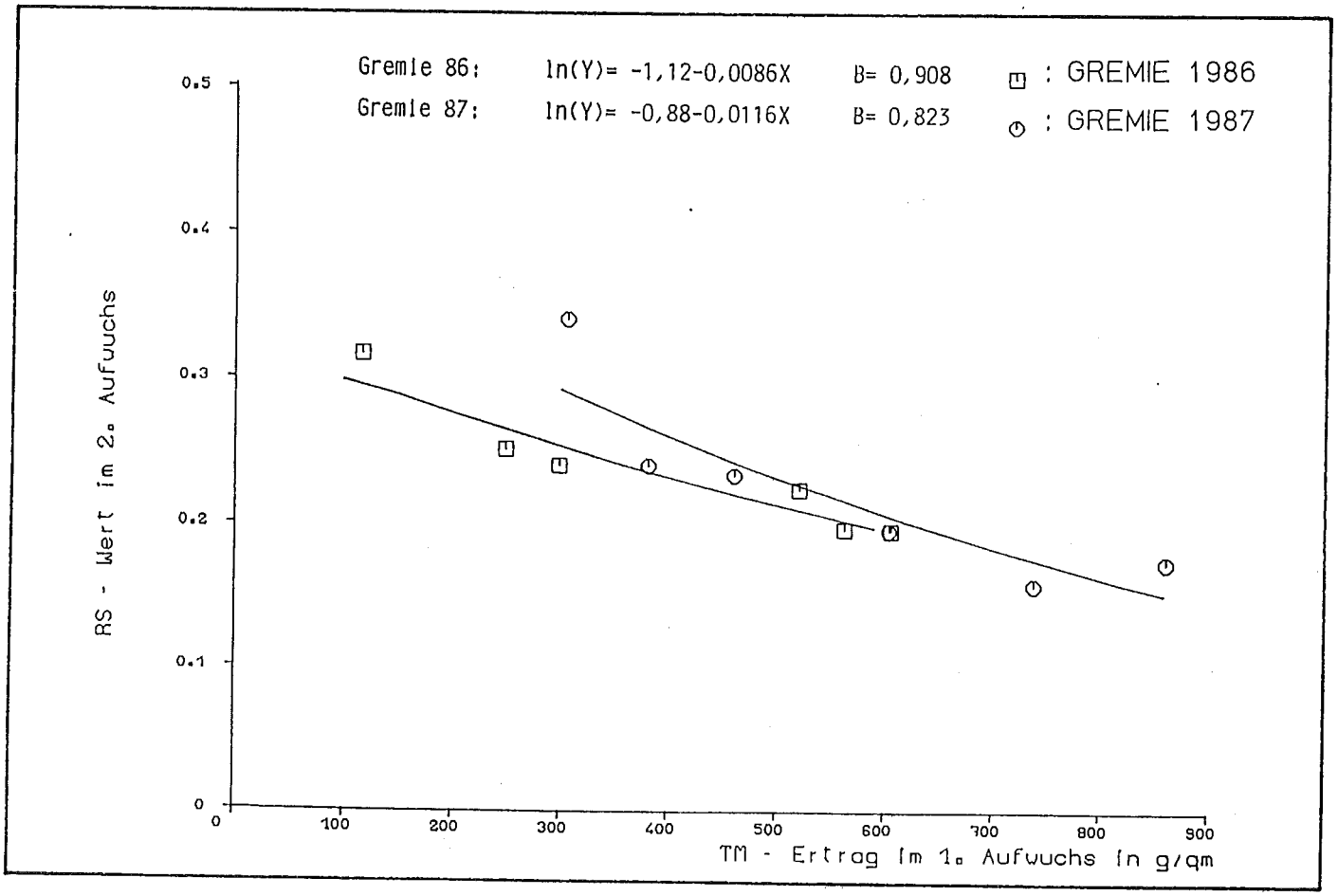


Abb. 7 Beziehung zwischen RS - Wert im 2. Aufwuchs und Ertrag im 1. Aufwuchs zum Schnittermin bei GREMIE 1986/87

In der Abbildung 8 ist die Abhängigkeit der RS-Werte der 2. Aufwüchse von den Erträgen des Voraufwuchses zum jeweiligen Schnittermin der einzelnen Sorten gemittelt über beide Jahre dargestellt. Hier liegt die Funktion für Vigor etwas über der von Gremie, d.h. gleiche Erträge im Voraufwuchs vorausgesetzt erzielt Vigor im Nachwuchs höhere Erträge als Gremie.

Das Knaulgras Oberweihst zeigt nur eine wenig ausgeprägte Abhängigkeit des RS-Wertes vom Ertrag des 1. Aufwuchses. Die Erträge der verschiedenen Nachwüchse unterschieden sich auch kaum, wie ich bereits gezeigt habe.

Die nächste Abbildung (Abb. 9) zeigt die Abhängigkeit der RS-Werte der Nachwüchse von dem Anteil der Triebe im Voraufwuchs, die zum Schnittzeitpunkt das K1-Stadium überschritten haben. Eine derartige Abhängigkeit läßt sich aus zwei Annahmen ableiten:

1. Ich gehe davon aus, daß Triebe, die das K2-Stadium erreicht haben, wie bereits erwähnt nach einer Nutzung absterben. An deren Stellen müssen nun neue Triebe gebildet werden, was eine Nachwuchsverzögerung bedeutet.

2. Diese neuen Triebe sind nicht vernalisiert, verbleiben also vegetativ und haben damit ein geringeres Wachstumspotential. (Dies gilt zumindest für die hier besprochenen Arten, die einen ausgeprägten Vernalisationsanspruch haben).

Man sieht eine deutliche Abhängigkeit der Nachwuchspotentiale von dem Anteil der Triebe, die das K2-Stadium erreicht haben. Die dargestellten Funktionen nehmen ähnliche Verläufe ein, dabei liegt die Funktion für Gremie höher. D.h. bei gleichem Anteil von Trieben bis Stadium K1 erzielt Gremie die höheren Nachwuchsleistungen.

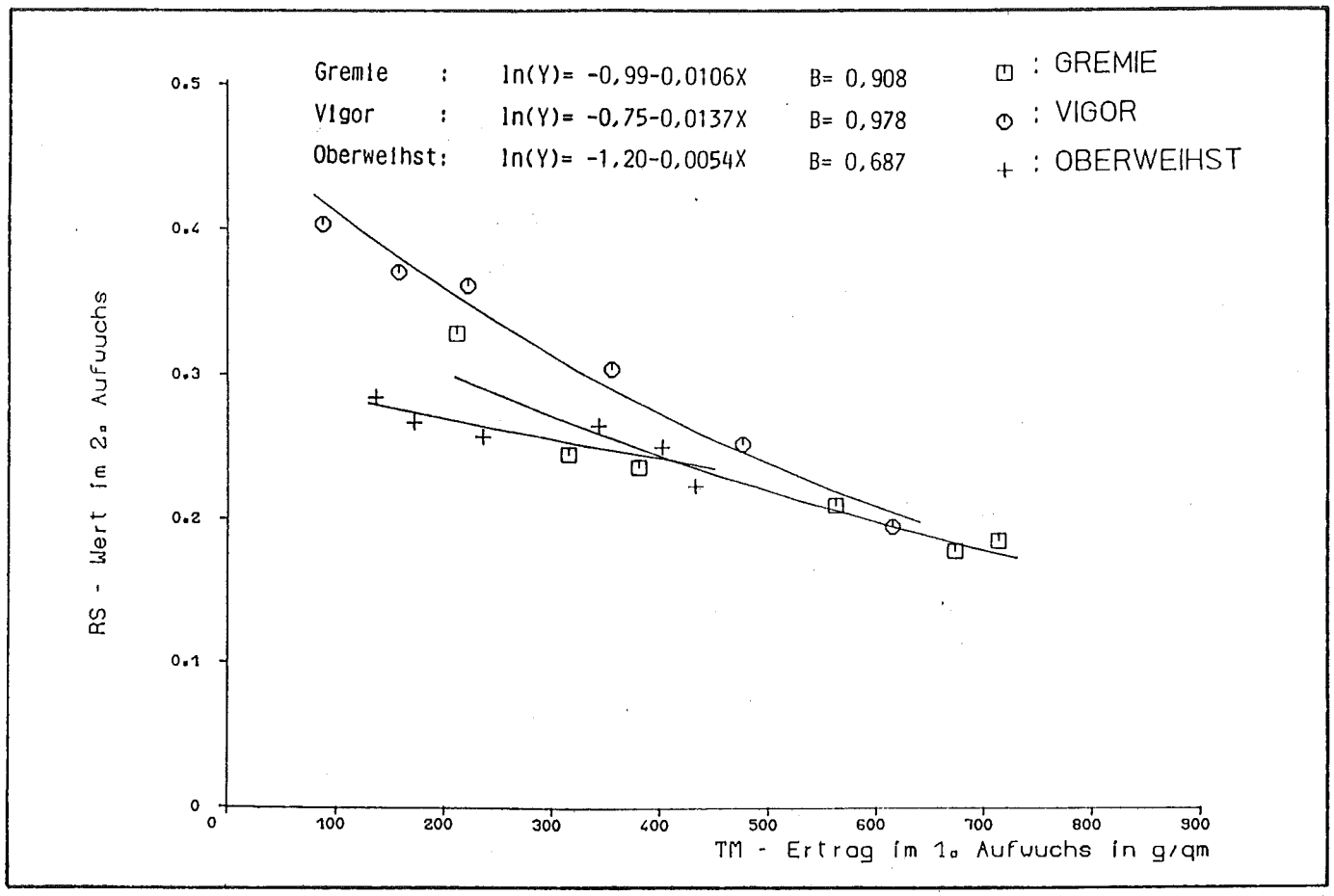


Abb. 8 Beziehung zwischen RS - Wert im 2. Aufwuchs und Ertrag im 1. Aufwuchs zum Schnittermin

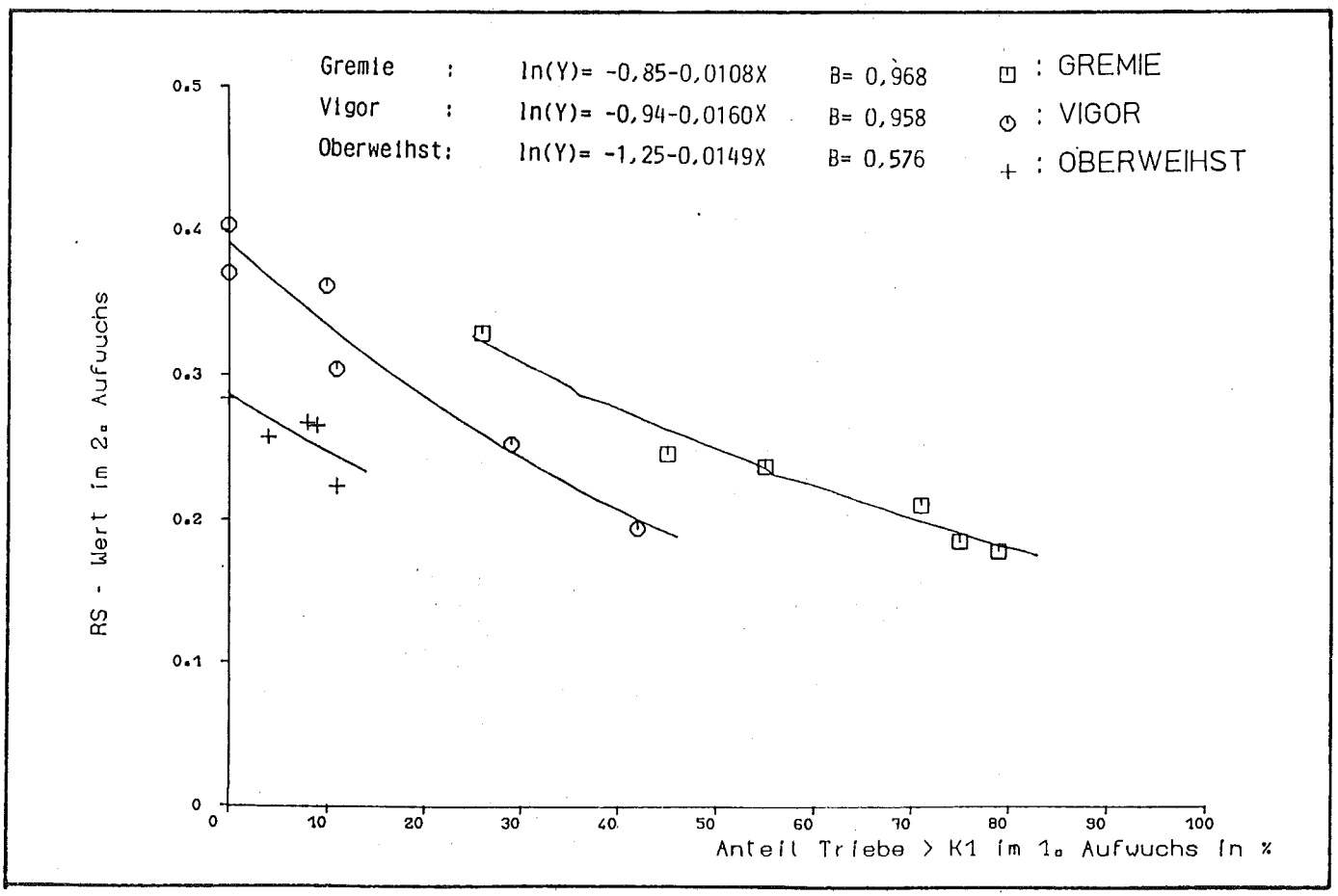


Abb. 9 Beziehung zwischen RS - Wert im 2. Aufwuchs und Anteil von Trieben > K1 im 1. Aufwuchs zum Schnittermin

Das Knaulgras zeigt nur einen wenig ausgeprägten Zusammenhang, weil 1. die Ertragsunterschiede der verschiedenen Nachwüchse gering sind und 2. auch der Anteil der Stadien > K1 nur eine geringe Variabilität aufweist.

6. Zusammenfassung

1. Die Nachwuchsleistung von den hier vorgestellten Grünlandgräsern nimmt sowohl mit dem Ertrag als auch mit dem Anteil der Triebe > K1 ab.

2. Für die einzelnen Sorten des Dt. Weidelgrases ist die Reifegruppe von Bedeutung. Frühe Sorten haben gegenüber späten höhere Erträge und höhere Anteile generativer Triebe im 1. Aufwuchs und bei gleichzeitigem Schnitt niedrigere Erträge im Nachwuchs.

3. Das Knaulgras hat in allen gemessenen Aufwüchsen nur geringe Anteile Stadien > K1, und somit zeigten unterschiedliche Schnittzeitpunkte nur geringe Effekte auf die Erträge im Nachwuchs.

4. Die ermittelten Daten können eine Grundlage für eine weitere Verbesserung des Ertragszuwachsmodells sein.

7. Literaturverzeichnis

Alberda, T., 1966: The influence of reserve substances on dry matter production after defoliation. X. Internat. Grassld. Congress, Helsinki, 140-147.

Beckhoff, I., 1974: Welchen Einfluß hat der Zeitpunkt und / oder der Ertrag des Konservierungsschnittes auf den Nachwuchs des Grünlandes. Vortrag zur Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Aulendorf, 68-86.

Boguslawski, E. v. und Schneider, B., 1962: Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes. 1. Mitteilung. Z. Acker- und Pflanzenbau 144, 221-236.

Brown, R. H. and Blaser, R. E., 1965: Relationship between reserve carbohydrate accumulation and growth rate in orchardgrass and tall fescue. Crop Sci. 5, 577-582.

Bühring, J., 1967: Untersuchungen über Beziehungen zwischen Restblattfläche und Nachschnittwachstum bei Gräsern. Z. f. Landeskultur 8, 107-122.

Davies, I., 1973: Regrowth characteristics of an S23 - Lolium perenne sward defoliated at early stages of reproductiv development. J. Agric. Sci. 80, 1-10.

Jewiss, O. R., 1972: Tillering in grasses - its significance and control. J. Brit. Grassl. Soc. 27, 65-82.

Kornher, A., 1985: Erfahrungen mit einem Simulationsmodell über die Ertragsbildung auf Grünland. Vortrag zur Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Aulendorf, 63-82.

Langer, R. H. M., 1959: A study of growth in swards of timothy and meadow fescue. 2. The effect of cutting treatments. J. Agric. Sci. 52, 273-281.

Park, B. H., 1980: Untersuchungen zum Entwicklungsverlauf im Primäraufwuchs von perennierenden Futtergräsern. Dissertation, Universität Gießen.

Petersen-Fredrich, E. C., 1987: Quantitative Beschreibung des Ertragsverlaufes und der Qualitätsentwicklung von Grünlandbeständen durch dynamische rechnergestützte Modelle. Dissertation, Universität Kiel.

Taube, F., 1986 a: Einfluß des Schnittzeitpunktes im 1. Aufwuchs auf die Ertragsbildung im Nachwuchs - dargestellt an Deutschem Weidelgras und Knaulgras. Vortrag zur Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Nandlstadt, 131-155.

Taube, F., 1986 b: Wachstumsanalytische Untersuchungen an Deutschem Weidelgras und Knaulgras im Vegetationsablauf unter besonderer Berücksichtigung des Schnittzeitpunktes im 1. Aufwuchs. Dissertation, Universität Kiel.

ERTRAGSBILDUNG UNTERSCHIEDLICHER SORTENTYPEN DES DEUTSCHEN WEIDELGRASES IM VEGETATIONSABLAUF IN ABHÄNGIGKEIT VOM NUTZUNGSREGIME

*

F. TAUBE

---

1. Einleitung und Problemstellung

In vorangegangenen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß der Nutzungszeitpunkt im ersten Aufwuchs einen ausgeprägten Einfluss auf die Ertragsbildung im Nachwuchs ausübt (Taube, 1986).
Inwieweit diese Abhängigkeit auch spätere Aufwüchse im Vegetationsablauf bzw. den Jahresertrag beeinflusst, soll am Bespiel einer früh- und einer spätreifen Sorte des Deutschen Weidelgrases im folgenden dargestellt werden.

In der Literatur wird die Ertragsleistung unterschiedlicher Sortentypen des Deutschen Weidelgrases im Vegetationsablauf ausführlich behandelt, ohne daß die Ergebnisse als absolut einheitlich zu bezeichnen wären. So spielen - je nach Versuchsansteller - die Einflussfaktoren Nutzungsfrequenz, Alter des Bestandes, Standort und Sortenwahl innerhalb einer Reifegruppe für die Ausprägung des Ergebnisses eine Rolle (Blattmann, 1968; Esser, 1971; Wetzel, 1971; Berendonk, 1984; Müller, 1985; Rotermund, 1985) .
Generell wird den frühen Sortentypen eine hohe Leistungsfähigkeit im 1. Aufwuchs und eine Eignung zur Schnittnutzung, den spätreifen Sortentypen ein ausgeglichenes Ertragspotential im Vegetationsablauf und eine Eignung zur Weidenutzung zugesprochen. Inwieweit diese Zusammenhänge vom Nutzungsregime abhängen können, soll an Hand der Ergebnisse eines Feldversuches und

---

* Dr. Friedhelm Taube, Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Olshausenstr.40, 2300 Kiel

weitergehender Modellberechnungen, die sich aus den Ergebnissen des Feldversuchses ableiten, dargestellt werden. Somit lautet die Versuchsfrage: Inwieweit ist die Leistungsfähigkeit einer Sorte bzw. (mit Einschränkungen) eines Sortentypes vom Nutzungsregime abhängig ?

2. Material und Methoden

Wie die Tabelle 1 zeigt, wurde die Untersuchung auf dem Versuchsgut des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hohenschulen, bei Kiel durchgeführt. Der Versuch wurde im Juni 1983 als 2-faktorielle Spaltanlage mit 8 Wiederholungen angelegt. Zur Ansaat kam als Vertreter der frühen Reifegruppe die DW-Sorte "Gremie", als Vertreter der späten Reifegruppe die DW-Sorte "Vigor". Beide Sorten sind Verrechnungssorten im Rahmen der Wertprüfungen des Bundessortenamtes und können damit als Vertreter des jeweiligen Sortentypes gelten. An diesen Beständen wurden 1984 und 1985 zwei unterschiedliche Nutzungsregime durchgeführt, die sich insbesondere im Nutzungszeitpunkt im 1. Aufwuchs unterscheiden (siehe Tabelle 1). Die Stickstoffdüngung wurde mit 120 kg N/ha zum ersten Aufwuchs und mit 100 kg N/ha zu allen weiteren Aufwüchsen so bemessen, dass das Ertragspotential der Bestände durch diesen Faktor nicht begrenzt wurde.
Im Rahmen der Wachstumsanalyse wurden die Parameter Trockenmasseertrag, Blattgewichtsverhältnis, Spezifische Blattfläche, Blattflächenindex und phänologische Entwicklung in wöchentlichem Abstand bestimmt bzw. berechnet. In diesem Rahmen soll jedoch lediglich auf die phänologische Entwicklung der Bestände zum Nutzungszeitpunkt im ersten Aufwuchs und jeweils 5 Wochen nach Schnitt sowie auf den Trockenmassezuwachsverlauf in den einzelnen Aufwüchsen eingegangen werden. Zu diesem Zweck wurden ausgehend von den wöchentlich gemessenen TM-Erträgen Wachstumskurven mit Hilfe der Zuwachsfunktion von Boguslawski und Schneider (1963) berechnet. Da die Beziehungen zwischen den beiden Sorten bis auf den Aufwuchs 3.1 in beiden Versuchjahren gleichgerichtet waren, wird auf eine Darstellung der Einzeljahresergebnisse verzichtet, d.h. die Wachstumskurven

Tabelle 1: Material und Methoden

Versuchsstandort:	Hohenschulen (15 km westlich Kiels) Bodenart: sL, Bodentyp: Parabraunerde Jahresniederschläge: Ø 716 mm, Tagesmitteltemperatur: 7,8 °C
Versuchsanlage:	2-faktorielle Spaltanlage mit 8 Wiederholungen Versuchsansaat: Juni 1983, Parzellengröße: 14 m² 1. Hauptnutzung (Untersuchungs-)jahr: 1984 2. Hauptnutzung (Untersuchungs-)jahr: 1985
Pflanzenmaterial:	Lolium perenne - früher Sortentyp (Gremie) Lolium perenne - später Sortentyp (Vigor)
Nutzungsregime:	I - erste Nutzung früh - Aufwuchs 1 = 1. Aufwuchs von Vegetationsbeginn bis ~ 10. Mai Aufwuchs 2.1 = 2. Aufwuchs vom ~10. Mai bis ~ 20. Juni (6-7 Wochen) Aufwuchs 3.1 = 3. Aufwuchs vom ~20. Juni bis ~ 10. Aug. (6-7 Wochen) II - erste Nutzung mittelspät - Aufwuchs 1 = 1. Aufwuchs von Vegetationsbeginn bis ~1. Juni Aufwuchs 2.2 = 2. Aufwuchs vom ~1. Juni bis ~ 20. Juli (6-7 Wochen) Aufwuchs 3.2 = 3. Aufwuchs vom ~20. Juli bis ~ 5. Sept. (6-7 Wochen) Aufwuchs 4 = 4. Aufwuchs vom ~5. Sept. bis ~ 20. Okt. (6-7 Wochen)
N-Düngung:	120 kg N/ha zum 1. Aufwuchs, 100 kg N/ha zu allen weiteren Aufwüchsen.
Probenahme:	Wöchentliche Ermittlung der TM-Ertragsentwicklung (0,25 m²/Wdh) - Erfassung der phänologischen Entwicklung nach Park und Simon (1980)

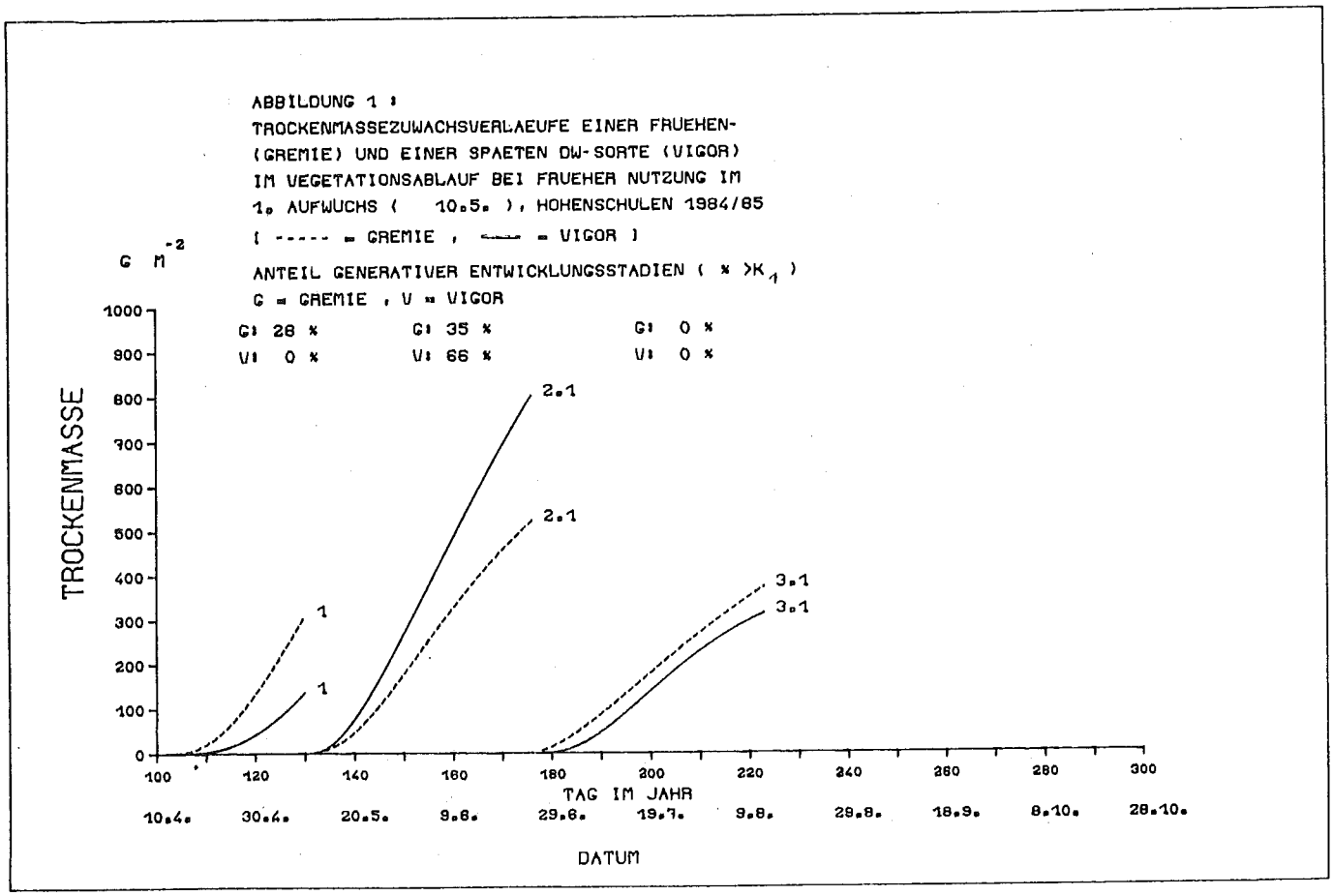
wurden aus den gemessenen Ertragsentwicklungen beider Jahre berechnet. Für alle dargestelltn Zuwachskurven beträgt das Bestimmtheitsmaß > 0.93.

3. Ergebnisse

Die Abbildung 1 zeigt die Trockenmassezuwachsverläufe der beiden DW-Sorten im Regime 1 (erste Nutzung früh) sowie die Anteile generativer Triebe >K_1 (nach Park, 1980) zum Nutzungszeitpunkt im 1. Aufwuchs und jeweils 5 Wochen nach Schnitt in den Folgeaufwüchsen.

Im 1. Aufwuchs weist die frühe Sorte Gremie zum Nutzungszeitpunkt bereits 28 % Triebe in der fortgeschrittenen Halmstreckungsphase auf, während die Sorte Vigor zu diesem Zeitpunkt nur Triebe in der S-Phase stellt. Dieser deutliche Entwicklungsvorsprung korrespondiert mit dem Trockenmassezuwachsverlauf bis zu diesem Zeitpunkt. Zu allen Probeschnitten vom Vegetationsbeginn bis zum Nutzungstermin erzielt Gremie gesichert höhere Erträge, die mit etwa 300 g/m^2 zum Nutzungstermin mehr als doppelt so hoch liegen wie bei der Sorte Vigor (ca. 140 g/m^2).

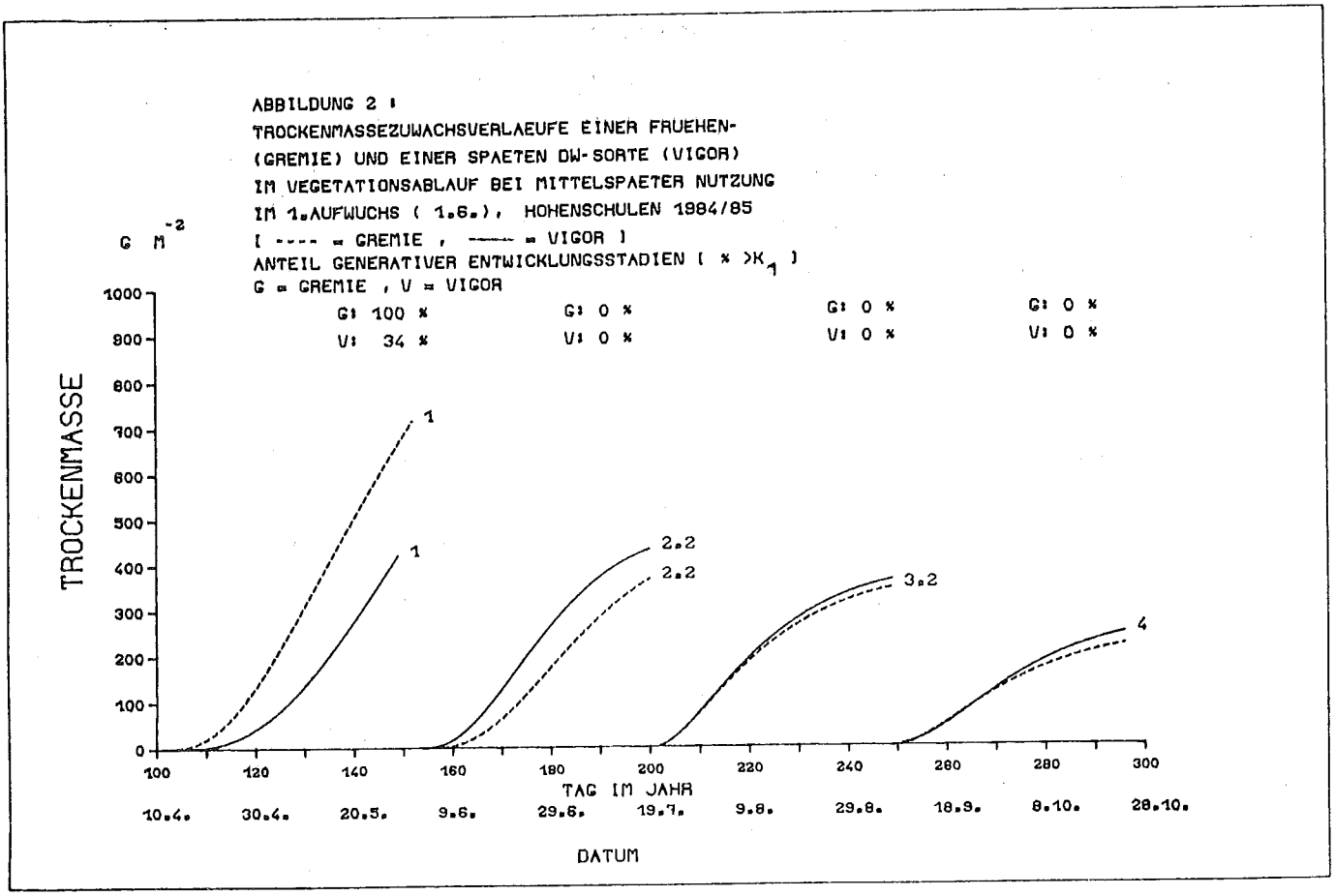
Die fortgeschrittene phänologische Entwicklung der Sorte Gremie zum Schnittermin im 1. Aufwuchs hat Auswirkungen auf die phänologische Entwicklung und den Zuwachsverlauf im Nachwuchs. Während nämlich nun die späte Sorte eine ungestörte generative Entwicklung durchläuft (66 % der Triebe > K_1 nach 5 Wochen Aufwuchszeit) besteht der Bestand der Sorte Gremie nun zu etwa 65 % aus vegetativen Trieben, d.h. durch die Nutzung wurde ein erheblicher Teil der generativen Triebe mit ihren Vegetationskegeln erfasst. Ähnlich wie im 1. Aufwuchs korrespondiert auch im 2. Aufwuchs nach früher erster Nutzung die unterschiedliche phänologische Entwicklung der beiden Sorten mit dem Zuwachspotential und zwar in der Weise, daß nun die ungestörte generative Entwicklung der späten Sorte Vigor zu gesicherten Mehrerträgen über die gesamte Aufwuchszeit gegenüber der Sorte Gremie führt. Je nach Zeitpunkt in diesem 2. Aufwuchs kann Vigor die Ertragsunterlegenheit aus dem 1. Aufwuchs ausgleichen (nach ca. 4 Aufwuchswochen) bzw. deutlich



überkompensieren (Aufwuchsende). Diese deutliche Ertragsüberlegenheit der Sorte Vigor im Aufwuchs 2.1 dürfte dafür verantwortlich sein, daß im nachfolgenden 3. Aufwuchs (3.1) eine tendenzielle Unterlegenheit der Sorte Vigor festzustellen ist. In beiden Versuchjahren ist diese Ertragsunterlegenheit während der ersten 4 Aufwuchswochen gesichert, im weiteren Zuwachsverlauf jedoch nur 1984. In diesem Aufwuchs sind beide Bestände durch ausschließlich vegetative Triebe geprägt. Zusammenfassend kann das Zuwachsverhalten der beiden Sorten in diesem Nutzungsregime so beschrieben werden: Deutliche Ertragsüberlegenheit der frühen Sorte im 1. Aufwuchs, die jedoch je nach Aufwuchslänge von der späten Sorte im 2. Aufwuchs kompensiert werden kann; nur tendenzielle Unterschiede zwischen den Sorten im vegetativen 3. Aufwuchs.

Die Abbildung 2 zeigt den Anteil generativer Entwicklungsstadien und die Trockenmassezuwachsverläufe für das Regime II (mittelspäte erste Nutzung). Im ersten Aufwuchs zeigt die phänologische Entwicklung der Bestände zum Nutzungszeitpunkt (ca. 1. Juni) ausgeprägte Unterschiede zwischen den Sorten. Während nämlich Gremie zu diesem Zeitpunkt eine ausschließlich generative Triebpopulation aufweist (die Masse der Triebe hat die G-Phase erreicht) befinden sich bei der Sorte Vigor erst durchschnittlich 38 % der Triebe in der fortgeschrittenen Halmstreckungsphase (K_2 und weiter entwickelte Triebe). Im Vergleich zum Nutzungszeitpunkt im Regime I (ca. 10. Mai) hat sich die Ertragsüberlegenheit der frühreifen Sorte Gremie noch verstärkt und beträgt mit durchschnittlich 710- im Vergleich zu durchschnittlich 460 g/m^2 etwa 250 g/m^2 gegenüber Vigor.

Im Gegensatz zum 2. Aufwuchs im Regime I, wo Vigor die Ertragsunterlegenheit im 1. Aufwuchs im 2. Aufwuchs kompensieren kann, ist eine solche Entwicklung im Regime II nicht festzustellen. Zwar erzielt Vigor zu allen Probenahmeterminen im 2. Aufwuchs gesichert höhere Trockenmasseeerträge als Gremie, die Ertragsdifferenz beträgt jedoch bei Aufwuchsende nicht mehr als durchschnittlich etwa 60 g/m^2, bleibt also weit hinter den Ertragsunterschieden im ersten Aufwuchs zurück. Eine Ursache für diese relativ geringen Leistungsunterschiede dürfte wiederum in der phänologischen Entwicklung der Bestände liegen, die für beide Sorten nach 5 Wochen Aufwuchszeit ausschließlich vegetative Triebe ausweist. Diese ähnliche phänologische Entwicklung der Sorten führt nicht nur zu relativ geringen Ertragsunterschieden zwischen den Sorten, sondern vor allem zu einem deutlich niedrigeren Ertragsniveau im Vergleich zu den mehr oder weniger generativ geprägten Beständen im 2. Aufwuchs des Regimes I.
Die Aufwüchse 3 und 4 im Regime II sind ebenfalls durch ausschließlich vegetative Triebe geprägt. In beiden Aufwüchsen können weder 1984 noch 1985 signifikante Ertragsunterschiede der Sorten im Zuwachsverlauf gemessen werden. Die Kurvenverläufe zeigen für beide Aufwüchse einen deutlich flacheren Anstieg an als im 1.- und 2. Aufwuchs, das Ertragspotential fällt



insbesondere im 4. Aufwuchs (September/Oktober) ab. Somit gilt zusammenfassend für dieses Regime: Ähnlich wie in Regime I werden die wesentlichen Unterschiede im 1.- und 2. Aufwuchs erkennbar, die untersuchten 3.- und 4.Aufwüchse zeigen bezüglich der Ertragsentwicklung keine sortenspezifischen Reaktionen. Anders als im Regime I kann die Sorte Vigor die Ertragsunterlegenheit des 1. Aufwuchses im 2. Aufwuchs nicht kompensieren, da ein 2. Aufwuchs nach solch später erster Nutzung bei keiner der beiden Sorten generative Triebanteile aufweist, das Ertragspotential also stark verringert ist. Um diese Zusammenhänge noch einmal deutlich zu machen, wurde in der Tabelle 2 willkürlich ein Termin gewählt (20.6.) und die Ertragsentwicklung aus dem 1. und 2. Aufwuchs in Abhängigkeit von Sorte und Regime aufsummiert dargestellt. Über die Sorten gemittelt erzielen die beiden Regime am 20.6. mit 800- bzw. 797 g/m^2 nahezu identische Erträge, in Abhängigkeit von der Sorte kommt es jedoch zu ausgeprägten

Unterschieden. Das Regime I zeigt am - wie erwähnt - willkürlich gwählten Termin 20.6. eine Ertragsüberlegenheit von mehr als 110 g/m^2 zugunsten der Sorte Vigor, umgekehrt erweist sich im Regime II zu diesem Zeitpunkt die Sorte Gremie mit nahezu 200 g/m^2 Mehrertrag gegenüber der Sorte Vigor überlegen. Beide Sorten reagieren in Abhängigkeit vom Nutzungsregime im Rahmen der aufsummierten Erträge mit einem Mehr- oder Minderertrag von jeweils etwa 150 g/m^2.

Tabelle 2 : Aufsummierte Trockenmasseerträge (g/m^2) der DW-Sorten Gremie und Vigor vom Vegetationsbeginn bis zum 20. Juni in Abhängigkeit vom Nutzungsregime (Hohenschulen, mittel aus 1984/85)

		GREMIE	VIGOR
Regime I:			
1. Schnitt	(10.5.)	283	145
2. Schnitt	(20.6.)	462	711
Summe 20.6. :		745	856
		Ø 800,5	
Regime II :			
1. Schnitt	(1.6.)	810	528
Nachwuchs bis	20.6.	85	171
Summe 20.6. :		895	699
		Ø 797	

4. Modellberechnungen

In den Vorträgen von Prof. Kornher und H.W. Petersen wurde das Wachstumsmodell FOPRO III ausführlich erläutert und einige Möglichkeiten der Anwendung wurden vorgestellt. In diesem Rahmen soll nun beispielhaft eine weitere Möglichkeit des Modelleinsatzes demonstriert werden. Ausgehend von den unter Punkt 3 dargestellten Ergebnissen stellt sich die Frage, wie andere Nutzungsregime außer den zwei dargestellten auf die Ausprägung des Leistungspotentiales einer Sorte wirken. Hier gibt es mit Hilfe des Modelles die Möglichkeit, andere Nutzungsregime als die gemessenen zu simulieren. Zu diesem Zwecke werden - vereinfacht dargestellt - mit Hilfe aller gemessener Aufwüchse die Bestandesparameter (R_S, W_0) bestimmt und sodann mit den Witterungsdaten bestimmter Standorte Simulierungen für verschieden Nutzungsregime durchgeführt. Soweit zum grundsätzlichen Vorgehen. In diesem Fall wurde nun so verfahren, dass alle untersuchten Aufwüchse aus Kap.3 sowie alle 2. Aufwüchse aus den Untersuchungen von Herrn Petersen zur Bestimmung (Minimierung) der Bestandesparameter herangezogen wurden. Im Rahmen dieser Minimierungsroutine stellte sich heraus, daß es im wesentlichen 4 "systematische" Aufwüchse im Vegetationsablauf sind, die geeignet sind, das Ertragspotential einer Art/Sorte mit Hilfe von Modellberechnungen zu quantifizieren. Diese "systematischen" Aufwüchse lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Erster Aufwuchs vom Vegetationsbeginn bis zum Ende der Blüte
   (Ungestörter generativer Aufwuchs)

2. Zweiter Aufwuchs nach einer Nutzung, bevor die Masse der sich generativ entwickelnden Triebe mit ihren Vegetationskegeln die Schnitthöhe überschritten hat.
   (Überwiegend generativ geprägter 2.Aufwuchs)

3. Zweiter Aufwuchs nach einer Nutzung, nachdem die Masse der sich generativ entwickelnden Triebe mit ihren Vegetationskegeln die Schnitthöhe überschritten hat.
(Überwiegend vegetativ geprägter 2.Aufwuchs)

4. Ein Spätsommer/Herbstaufwuchs
(Ausschließlich durch vegetative Triebe geprägter Aufwuchs)

Mit den so ermittelten Bestandesparametern wurden auf der Grundlage der Witterungsdaten des Standortes Hohenschulen für die Jahre 1980 bis 1987 folgende 5 Nutzungsregime sortenspezifisch simuliert :

1. "Weide" - Jeweils bei Erreichen von 18 dt/ha Trockenmasse wird eine Nutzung und der nachfolgende Aufwuchs simuliert.

2. "Mähweide früh" - Erste Nutzung bei Erreichen von 40 dt/ha Trockenmasse (Siloreife), danach jeweils Nutzung bei 18 dt/ha Trockenmasse (Weidereife).

3. "Mähweide spät" - Erste Nutzung bei Erreichen von 55 dt/ha Trockenmasse (überständiger Bestand), danach jeweils Nutzung bei 18 dt/ha Trockenmasse (Weidereife).

4. "Silo-Silo-Weide" - Erste und 2. Nutzung bei Erreichen von 40 dt/ha Trockenmasse (Siloreife), danach jeweils Nutzung bei 18 dt/ha Trockenmasse (Weidereife).

5. "Weide-Silo-Weide" - Erste Nutzung bei 18 dt/ha Trockenmasse (Weidereife), 2. Nutzung bei 40 dt/ha (Siloreife), danach jeweils Nutzung bei 18 dt /ha Trockenmasse (Weidereife).

Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigt die Tabelle 3.

Tabelle 3: Berechnete durchschnittliche Trockenmassejahreserträge der frühreifen DW-Sorte Gremie und der spätreifen DW-Sorte Vigor in Abhängigkeit vom Nutzungsregime.
(Witterungsdaten Hohenschulen 1980 bis 1986)
("Mähweide früh" für jede Sorte = rel. a 100)
("Mähweide früh" Gremie - 116,4 = rel. b 100)

GREMIE

Nutzungsregime	dt/ha	rel.a	rel.b	Nutzungen je Jahr
1 "Weide"	103,2	89	89	5,7
2 "Mähweide früh"	116,4	100	100	5,2
3 "Mähweide spät"	125,1	108	108	4,9
4 "2 x Silo-Weide"	128,0	110	110	4,7
5 "Weide-Silo-Weide"	115,3	99	99	5,2

VIGOR

Nutzungsregime	dt/ha	rel.a	rel.b	Nutzungen je Jahr
1 "Weide"	97,7	91	84	5,4
2 "Mähweide früh"	107,9	100	93	4,8
3 "Mähweide spät"	114,9	107	99	4,3
4 "2 x Silo-Weide"	122,0	113	105	4,3
5 "Weide-Silo-Weide"	113,2	105	97	5,1

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Zunächst zu den Erträgen in dt/ha. Hier wird die Spannbreite der Bruttoproduktion in Abhängigkeit von Sorte und Nutzungsregime deutlich. Während zweimalige Silonutzung mit Nachweide bei der Sorte Gremie im Durchschnitt der 7 Jahre laut unseren Berechnungen 128 dt/ha Bruttotrockenmasseproduktion erbringt, werden bei reiner "Weidenutzung" für die Sorte Vigor weniger als

98 dt/ha errechnet. Bei Betrachtung der Relativerträge, wo zunächst unter der Spalte rel.a die "Mähweide früh" = 100 gesetzt wurde, um die relative Vorzüglichkeit verschiedener Nutzungsregime bei gegebener Sorte darzustellen, wird deutlich, daß beide Sorten mit dem Regime 4 Maximalerträge erzielen, wobei die relative Überlegenheit dieses Regimes bei der Sorte Vigor noch tendenziell stärker ausgeprägt ist als bei der Sorte Gremie. Die "Mähweide spät" folgt jeweils an zweiter Stelle. Unter Berücksichtigung der Qualitätsaspekte (im 1. Aufwuchs) ist dieses Nutzungsregime damit sicher nicht konkurrenzfähig. Die "Mähweide früh", also das Regime, nach dem in etwa die Wertprüfungen durchgeführt werden, liegt je nach Sorte 10 - bis 13 % unter dem Leistungspotential des Regimes 4. Deutliche Unterschiede zwischen den Sorten zeigen sich beim Regime 5. Während ein solches Nutzungsregime bei der frühreifen Sorte etwa auf dem Ertragsniveau der"Mähweide früh" liegt, erzielt die späte Sorte hier deutlich höhere Erträge als im Regime 2. Beide Sorten erreichen mit der "Weidenutzung" die jeweils geringsten Jahrestrockenmasseerträge, wobei der relative Abfall im Vergleich zu den anderen Regimen bei der Sorte Gremie etwa deutlicher ist als bei der Sorte Vigor.
In der Spalte rel.b ist der Ertrag der "Mähweide früh" für die Sorte Gremie = 100 gesetzt und alle anderen Erträge sind dazu in Beziehung gesetzt worden. Dabei fällt auf, daß die Sorte Vigor nur bei einem Nutzungsregime "Weide-Silo-Weide" in etwa mit den Jahrestrockenmasseerträgen der Sorte Gremie mithalten kann, bei allen anderen Nutzungsregimen ist die spätreife Sorte zwischen 5- und 9 %-Punkten unterlegen. Diese Unterlegenheit, die insbesondere beim Regime 1 nicht unbedingt zu erwarten war, resultiert aus einer jeweils niedrigeren Anzahl von Nutzungen im Vegetationsablauf .

5. Schlussfolgerungen

Welche Schlussfolgerungen können nun aus den dargestellten Ergebnissen und Simulationen gezogen werden ? Zunächst zu den Einschränkungen:Sicherlich ist das Eichmaterial sowohl in Bezug

auf extreme Witterungseinflüsse (z.B. Auswinterungsschäden) als auch in Bezug auf extreme Standortverhältnisse noch nicht voll ausreichend, so daß diesbezüglich noch keine sortenspezifischen Reaktionen in die Berechnungen eingehen.
Weiterhin ist uns natürlich bewußt, daß mit dem dargestellten und berechneten Parameter " Bruttotrockenmasseertrag " nur ein Teilaspekt für die Gesamtbewertung einer Sorte angesprochen wird, daß insbesondere Qualitätsaspekte im Zusammenhang mit Nutzungsregimen berücksichtigt werden müssen.
Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

1. Unabhängig von der Sorte oder - mit Einschränkungen - vom Sortentyp wird sowohl an Hand dergemessenen als auch der berechneten Werte deutlich, welch ausgeprägten Einfluss das Nutzungsregime auf den Trockenmasseertrag einer Grasart hat.
Unter Berücksichtigung der dargestellten Ergebnisse einerseits und der häufig relativ geringen Streuung zwischen den Sorten bei der einfaktoriellen Sortenprüfung andererseits, muss die Frage gestellt werden, ob nicht der Interaktion Sortentyp x Nutzung ein höherer Stellenwert eingeräumt werden sollte.
2. Es ist nicht Sinn und Ziel dieser Ausführungen und insbesondere der Modellberechnungen gwesen, beispielsweise die frühreife Sorte Gremie als geeignetere Weidesorte im Vergleich zur spätreifen Sorte Vigor darzustellen. Dazu müssten zum einen andere Parameter außer dem Trockenmasseertrag miteinbezogen werden und zum anderen eine größere Datenbasis für weitergehende Modellberechnungen erstellt werden.
Ziel der Berechnungen in diesem konkreten Fall ist es vielmehr, zu zeigen, wo noch Reserven in der Ausnutzung des Leistungspotentiales einer Sorte zu finden sind. Die Konsequenz aus solchen Simulierungen liegt für uns als Versuchsansteller in der Verifikation interessanter Modellergebnisse im Feldversuch.

Danksagung
Herrn Dr. E.C. Petersen-Fredrich danke ich herzlich für die Durchführung der Modellberechnungen.

6. Literaturverzeichnis

BERENDONK, C. 1984 : Ertrag, Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit der org. Substanz von Sorten des Deutschen Weidelgrases (Lolium perenne L.) unterschiedlicher Reifegruppen in Reinsaaten und Mischungen in Abhängigkeit vom ersten Nutzungstermin und von der Nutzungshäufigkeit
1. Mitteilung: Trockenmasseertrag
Das Wirtschaftseigene Futter, 30, p 139 - 148

BLATTMANN, W. 1968 : Frühes uns spätes Deutsches Weidelgras (Lolium perenne) in Reinsaat, im Gemisch mit Weissklee, bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit und Beweidung.
Das Wirtschaftseigene Futter, 14, p 264 - 277

BOGUSLAWSKI, E.V.; SCHNEIDER, B. 1964 : Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes.
Z. Acker- und Pflanzenbau 119, p 1 - 20

ESSER, J. 1971 : Ergebnisse langjähriger Sortenversuche mit Deutschem Weidelgras.
Mitteilungen der DLG 30, p 786 - 788

MÜLLER, A. ROTHERMUND, M.L. 1985 : Auswirkungen unterschiedlicher Nutzungsintensität (Weide- und Silonutzung) auf Ertragshöhe, Ausdauer und relative Sortenleistung bei Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel, Knaulgras und Lieschgras.
Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Aulendorf, p 39 - 62

TAUBE, F. 1986 : Wachstumsanalytische Untersuchungen an Deutschem Weidelgras und Knaulgras im Vegetationsablauf unter besonderer Berücksichtigung des Schnittzeitpunktes im 1. Aufwuchs.
Diss. Universität Kiel

Bedeutung der Bewirtschaftung von Salzpflanzenbeständen für Naturschutz, Küstenschutz und Landwirtschaft

Norbert KNAUER, Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie der Universität Kiel

1. Tide als prägender Faktor der Vegetation

Die Salzpflanzengesellschaften des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres lassen sich pflanzensoziologisch in 12 verschiedene Assoziationen untergliedern, in 8 stark durch Beweidung und 4 durch Mahd geprägte Typen. Rund 6 100 ha gehören zum "Vorlandgrünland" und fast 900 ha zum "Halliggrünland". Im Vorland liegen fast ein Viertel der Flächen in den sehr häufig überfluteten Zonen, wo weder eine eine Mahd noch eine regelmäßige Beweidung stattfindet, und drei Viertel können regelmäßig genutzt werden.

Die Salzpflanzengesellschaften der Halligen gelten als landwirtschaftliche Nutzfläche der dort ansässigen und überwiegend von der Landwirtschaft lebenden Bevölkerung. Während im Vorland als Folge von Sedimentation überwiegend eine einseitig gerichtete Sukzession zu beobachten ist, findet auf den Halligen in der Regel keine Weiterentwicklung der Vegetation statt.

Vorlandflächen und Halligen werden in Abhängigkeit von der Lage zum mittleren Tidehochwasserstand (MThw) im Laufe des Jahres unterschiedlich oft überflutet. Die Tabelle 1 gibt die Überflutungshäufigkeit der Halligen für den Zeitraum von 1961 bis 1970 wieder und die Tabelle 2 differenziert die Überflutungsdauer verschiedener Höhenstufen der Halligen Gröde und Langeneß. Tieferliegende Vorlandflächen werden entsprechend häufiger überflutet und hier ist eine deutliche Koinzidenz zwischen MThw und Vorkommen verschiedener Pflanzengesellschaften zu erkennen (s. Tab. 3). Bevor die inzwischen heimisch gewordene Art Schlickgras eingeführt wurde besiedelte der Wattqueller als Pioniergesellschaft den Bereich zwischen - 25 cm und 0 cm MThw. Als Folgegesellschaften sind vor allem Andelrasen, Salzbinsenrasen und Salzrotschwingelrasen wegen ihrer großflächigen Ausdehnung hervorzuheben.

2. Vegetation - Bodenschutz - Küstenschutz

Mit der Überflutung von Vorlandflächen und Halligen ist eine erhebliche Instabilität dieser Teilbereiche des Wattenmeer-Ökosystems verbunden. Man kann formulieren

- Vorlandflächen sind instabil
  - wegen des Zuwachses als Folge ablaufender Sedimentation,
  - wegen des durch den Lahnungsbau geförderten Zuwachses,
  - wegen des Flächenverlustes durch sturmflutbedingte Erosion.
- Halligen sind instabil
  - wegen des Flächenverlustes durch Landabbruch,
  - wegen der Vegetationsverändrung nach Erosion oder Sedimentation,
  - wegen der Vegetationsbeeinflussung durch Nutzung.

Die Abbildung 1 gibt ein Beispiel für die inder Vergangenheit abgelaufene Veränderung einer Hallig.

Halligen und Vorland haben im Nordfriesischen Wattenmeer eine erhebliche Bedeutung für den Küstenschutz. Dabei stellen die Halligen zusammen mit den Inseln dem Festland vorgelagerte Wellenbre-

cher dar. Zusammen mit dem Vorland verkleinern sie den Flutraum und stabilisieren den Verlauf des weitverzweigten Systems der Wattströme. Die Vorlandflächen helfen durch die Verkleinerung des Strömungsraumes bei der Begrenzung der Watt- und Prielerosion und sie sichern den Deichfuß.

Die regelmäßige Überströmung des Vorland- und Halligbodens ist als Beginn von Erosionsvorgängen anzusehen. Sobald die Schubspannung des Wassers größer ist als die Widerstandskraft des Bodens beginnt der Erosionsvorgang. Wo das Wasser einen Pflanzenbestand durchströmen muß, verändern sich verschiedene Parameter der Strömungsenergie und damit auch die erosive Kraft dieser Strömung. Nach GRUMBLAT (1987) führt ein kurz verbissener Andelrasen an der Bodenoberfläche zu einer starken Verringerung der Fließgeschwindigkeit und das Wasser verliert erhebliche Erosionskraft.

Eine besonders große Bedeutung für den Erosionswiderstand von Pflanzenbeständen hat die Ausprägung des Wurzelsystems. Wurzeln und Bodenteilchen bilden einen Verbund aus festen und elastischen Elementen, die gegenüber Druckkräften und auch gegenüber Zug- und Scherkräften widerstandsfähig sind.

Ingenieurbiologischer Küstenschutz versucht die Vegetation in den Küstenschutz einzubeziehen. Angestrebt wird sowohl eine hohe Triebdichte der Pflanzenbestände als auch eine hohe Durchwurzelungsintensität. Zwischen Triebdichte und Art sowie Intensität der Nutzung besteht die in den Abbildungen 2 und 3 gezeigte Beziehung. Beweidung fördert eine höhere Triebdichte als Mahd oder unbeweidet und Beweidung durch Schafe begründet eine höhere Triebdichte als Beweidung durch Rinder. Auch das Wurzelsystem erfährt durch die Beweidung eine erhebliche strukturelle Veränderung. Die einfache Betrachtung von Wurzelprofilen zeigt unter beweideten Salzpflanzenbeständen einen deutlich dichteren Wurzelfilz als unter nicht beweideten. Die von GRUMBLAT (1987) durchgeführten Untersuchungen lassen sich als Wurzeldichteprofile so darstellen wie in der Abbildung 4. Nicht nur auf den hier gezeigten Standorten, sondern auch auf weiteren, ist eine drastische Abnahme der Durchwurzelungsdichte von der Bodenoberfläche bis in 10 cm Tiefe zu verzeichnen. Beim beweideten Andelrasen hat z. B. die Anzahl der Horizontalwurzeln zwischen 1,0 und 7,5 cm Bodentiefe um ca. 75 % abgenommen. Die Anzahl der Vertikalwurzeln hat auch, aber weniger stark abgenommen. Die unbeweidete Variante weist eine wesentlich geringere Durchwurzelungsdichte auf und eine weniger krasse Schichtung.

3. Salzpflanzenbestände als Futterquelle

Die Vorlandvegetation wird im wesentlichen von Schafen und von verschiedenen herbivoren Vogelarten genutzt und sie ist für eine große Zahl wirbelloser Tierarten von großer Bedeutung. Für die Schafe sind nicht alle Teilstandorte des Vorlandes als Futterquelle von Bedeutung. Die Tabelle 4 läßt erkennen, daß die Queller- und die Schlickgraszone kaum genutzt wird, was u. a. mit der geringen Trittfestigkeit dieser Pionierpflanzengesellschaften in Zusammenhang steht. Am intensivsten wurde die Deichfläche und sodann die offensichtlich sehr schmackhaften Andelbestände beweidet. Die Bevorzugung verschiedener Salzpflanzenarten hängt einerseits mit der Entwicklung der Arten zusammen und andererseits auch mit der Beweidungsintensität. Die Tabelle 5 läßt erkennen, daß z. B.

der Meerstrandswegerich (Plantago maritima) in der generativen Phase beliebter ist als in der vegetativen Phase und umgekehrt der Andel (Puccinellia maritima) in der vegetativen Phase beliebter ist als in der generativen Phase. Einige krautige und fast verholzende Arten, wie Artemisia maritima, werden recht lange völlig verschmäht.

Halligen und Vorland haben eine große Naturschutzbedeutung. Sie sind ein besonderer Lebensraum für verschiedene Vogelarten des Wattenmeeres. Mit der Tabelle 6 geben wir ein Beispiel für das Vorkommen verschiedener Brutvogelarten auf den sehr kleinen Halligen Südfall und Habel. Die winzige Hallig Habel bietet nur wenigen Arten und nur wenigen Brutpaaren Lebensmöglichkeiten. Auf Südfall dagegen hat sich bei den hier aufgeführten 8 Arten eine gewisse Stabilität der Brutpaare eingespielt. SCHULTZ (1981) hat für den inzwischen eingedeichten Bereich der Nordstrander Bucht den Nahrungskonsum der herbivoren Vogelarten abgeschätzt und ist zu den in der Tabelle 7 wiedergegebenen Werten gekommen. Insgesamt werden danach von 5 680 ha 2 375 dt aschefreie Pflanzentrockenmasse entnommen. Eine ähnliche Rechnung liegt auch für die carnivoren Vogelarten der Nordstrander Bucht vor (siehe Tabelle 8). Hier beträgt die Nahrungsaufnahme 3 936 dt aschefreie Trockenmasse. Damit ist deutlich belegt, daß von Salzpflanzen geprägte Vorlandflächen eine große ökologische Bedeutung haben. Auf den Halligen, zum Teil auch auf den ausgedehnteren Vorlandflächen, fällt jedes Jahr eine Ringelganspopulation ein, die sich hier vor ihrem Weiterflug an die sibirische Eismeerküste mit einem Fettdepot als Energiereserve versorgen muß. PROKOSCH (1981) hat die in der Tabelle 9 aufgeführten Zahlen genannt. Diese Werte ändern sich in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren immer wieder, für die Beschreibung des Problems, welches mit der Vorweide der Halligen durch die Ringelgänse verbunden ist, reichen diese Zahlen völlig aus.

Die Salzpflanzen haben offensichtlich einen niedrigen Kompensationspunkt hinsichtlich der benötigten Temperatur zum Wachstumsbeginn. Das führt zu einem wahrscheinlich früherem Wachstumsbeginn und möglicherweise zu einer höheren Energiedichte in den Salzpflanzen. Damit ließe sich die Bevorzugung der Salzpflanzenvegetation durch die Ringelgänse plausibel erklären. Die sehr frühe Beweidung einerseits und der extrem tiefe Verbiß andererseits sind als Ursache für die langanhaltende Wuchsdepression nach Beweidung durch Gänse anzusehen. In der Abbildung 5 ist zu erkennen, daß sich Pflanzenbestände nach einer Beweidung durch Ringelgänse bis zum September hin nicht mehr erholt haben und selbst eine auf kurze Zeit beschränkte Beweidung durch Ringelgänse hatte eine gleichartige Nachwirkung.

4. Konflikt Gänseweide - Landwirtschaft

Halligen erbringen als "Gänseweide" eine erhebliche Naturschutzleistung. In der Abbildung 6 ist die Wirkung dieser Leistung verschiedener Halligen und der damals noch nicht eingedeichten Vorlandfläche Rodenäs dargestellt. Je nach Bevorzugung durch die Gänse ist der Anteil der hohen Nutzungsstufen unterschiedlich groß. Nur auf der Hallig Langeneß und dem Vorland Rodenäs verblieben recht hohe Flächenanteile von Gänsen verschont. Für 1982 wurde diese "Naturschutzleistung" in der Tabelle 10 als Leistung in DM berechnet. Bei unbegrenzter Vorbeweidung der Flächen durch Ringel-

gänse entstanden Ertragsminderungen zwischen 230,- und 459,- DM je ha und bei begrenzter Beweidung, die im Versuch durch Eindrahtung einschließlich einer Überspannung herbeigeführt wurde, entstand ein Ertragsverlust zwischen 71,- und 209,- DM. Das schlägt bei den landwirtschaftlichen Betrieben auf den Halligen hoch zu Buche. Der rechnerische Gewinn je Familienarbeitskraft lag schon vor 8 Jahren mit 12.204,- bis 15.181,- DM ganz erheblich unter dem Vergleichseinkommen der Futterbaubetriebe des Festlandes (siehe Tabelle 10).

5. Ertragshöhe und Beeinflußbarkeit

Hier ist die Frage zu stellen, ob die Halliglandwirte das Ertragsbildungspotential ihrer Pflanzenbestände ähnlich gut ausnutzen wie die Futterbaubetriebe des Festlandes. In der Tabelle 12 ist der maximale Trockenmassenaufwuchs in g je m2 sowie der maximale Tageszuwachs in g je m2 angegeben. Einerseits sind Unterschiede zwischen verschiedenen Pflanzenbeständen zu erkennen und andererseits bei allen Pflanzenbeständen maximale Tageszuwachsraten zwischen rund 11 und 16 Gramm je Quadratmeter. Die Frage, ob die Ertragsbildung durch Nährstoffzufuhr gesteigert werden kann, ist schon nach einem Vergleich der gebildeten Trockenmassenerträge von Geilstellen und Vergleichsflächen daneben positiv zu beantworten (siehe Tabelle 13). Eine präzisere Antwort gibt natürlich der gezielte Düngungsversuch, dessen Ergebnisse in der Tabelle 14 wiedergegeben werden. Die höchste Leistung wurde hier bei der Düngung mit 100 kg N je ha erzielt.

Daß die Ertragssteigerung der Salzpflanzenbestände durch Düngungsmaßnahmen zur Zeit keine anzustrebende Lösung der vielschichtigen Probleme sein kann, hängt mit der großen und einmaligen Bedeutung dieses Lebensraumes für wildwachsende Pflanzen und wildlebende Tierarten , also mit dem Naturschutz zusammen. Es verbleibt also nur eine Anpassung der landwirtschaftlichen Nutzung an die Bedürfnisse von Naturschutz und Küstenschutz. Wie für eine solche Anpassung das Futterangebot und der Futterbedarf der landwirtschaftlichen Nutztiere einander angenähert werden können zeigt die Tabelle 15. Nach der Feststellung der Bruttofläche erfolgte die Berechnung der Nettofläche durch den Abzug von Gräben, Wegen usw. Auf der Basis der umfangreichen Ertragsmessungen konnte sodann das Bruttofutterangebot errechnet werden und daraus das Nettofutterangebot. Schließlich läßt sich aus Untersuchungen über die Futteraufnahmerate von Schafen, die unmittelbar im Salzpflanzenbereich überprüft werden muß, errechnen für wieviele Nutterschafe und mitlaufende Lämmer dieses Futterangebot ausreicht.

6. Wechselwirkungen Landwirtschaft - Naturschutz

Halligen sind bewohnte Lebensräume und die dort wohnende Bevölkerung hat einen Anspruch auf ausreichendes Einkommen. Sie bezieht, wie in der Abbildung 7 ersichtlich ist, ihr Einkommen aus der Landwirtschaft im Haupt- oder Nebenerwerb, dem Fremdenverkehr im Haupt- oder Nebenerwerb und der Arbeit im Küstenschutz. Die Landwirtschaft ist wegen der ausschließlichen Nutzbarkeit der Flächen nur als Grünlandwirtschaft betreibbar. Wegen der unzureichenden Winterfuttergewinnungsmöglichkeit aber ausreichendem Sommerfutterangebot hat sich hier eine ausgedehnte Pensionsviehhaltung entwickelt. Die Weidetiere haben bei ordnungsgemäßer Weidewirtschaft und geregelter Oberflächenentwässerung einen positiven Effekt auf

die Narbenbildung und sie fördern damit den Küstenschutz. Die Beweidung der Salzpflanzenbestände schafft auch günstige Bedingungen für die Ringelgänse. Die Vorbeweidung der Salzpflanzenbestände durch Ringelgänse verhindert aber einen reichlichen Futterzuwachs für die spätere landwirtschaftliche Nutzung. Sie gefährdet teilweise direkt, mehr aber indirekt die Sicherung des Bodens gegenüber der erosiven Wirkung der Überflutungen. Weil die Gänsebeweidung die Höhe des Futterangebotes negativ beeinflußt, mindert sie auch das Einkommen der Landwirte und erzwingt mehr Fremdenverkehr zur Aufbesserung des benötigten Einkommens. Mehr Fremdenverkehr kann eine Gefährdung des Naturschutzes bedeuten.

7. Gegenseitige Förderung von Schutzsystenen und Nutzungssystemen

Faßt man diese Betrachtung zusammen, dann kann man die beiden Schutzsysteme "Küstenschutz und Naturschutz" und die beiden Nutzungssysteme "Landwirtschaft und Fremdenverkehr" erkennen. Die Schutzsysteme sind miteinander verbunden und auch die Nutzungssysteme. Zwischen den Schutzsystemen und den Nutzungssystemen bestehen meherer Wechselbeziehungen. Für die Erhaltung von Halligen und Vorland als typische Landschaften des Wattenmeeres und als bedeutende Teile des Ökosystems Wattennmeer ist die Erhaltung des stabilisierenden Wechselspiels zwischen diesen verschiedenen Systemen notwendig.

Literatur

Busch, A. , 1963: Das Südfall-Gebiet um 1633. Die Heimat, 70.
in Wohlenberg, E.: Die Halligen Nordfrieslands. 5. Aufl. Boysen & Co., Heide ,1985

Grumblat, J.-D., 1987: Wurzeldichte und Wurzelverteilung verschiedener Salzpflanzenbestände, ihre Beeinflussung durch unterschiedliche Nutzungen und Bedeutung für die Belastbarkeit von Vorlandböden. Schriftenreihe des Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Heft 4

Hansen, D., 1982: Entwicklung und Beeinflussung der Nettoprimärproduktion auf Vorlandflächen und im Vogelschutzgebiet Hauke-Haien-Koog. Schriftenreihe des Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Heft 1

Knauer, N., 1986: Halligen als Beispiel der gegenseitigen Abhängigkeit von Nutzungssystemen und Schutzsystemen in der Kulturlandschaft. Berrichte der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, 10, Laufen/Salzach

Knauer, N., 1987: Konzepte der Landwirtschaft zur Salzwiesennutzung in Schleswig-Holstein. WWF Tagungsbericht 1, Salzwiesen: Geformt von Küstenschutz, Landwirtschaft oder Natur.

Knauer, N., Hansen, D. und J. Grumblat, 1986: Halligen und Vorland im Nordfriesischen Wattenmeer zwischen Schutz- und Nutzungssystemen. Verh. der Ges. f. Ökologie, Band XIV

Prokosch, P., 1981: Bestand, Jahresrhythmus und traditionelle Nahrungsplatzbindung der Ringelgans (Branta bernicla) im Nordfriesi-

schen Wattenmeer. Mskr. Inst. f. Haustierkunde der Universität Kiel

Schultz, W., 1981: Forschungsvorhaben "Vogelkundliche Bedeutung der Nordstrander Bucht". Schriftenreihe der Landesregierung Schleswig-Holstein, Heft 12

NN, 1982, 1983, 1984: Z. d. Vereins Jordsand zum Schutze der Seevögel, Band 3, 4 und 5

Tabelle 1 Überflutungshäufigkeit der Nordfriesischen Halligen in der Zeit von 1961 bis 1970 (KNAUER, HANSEN, GRUMBLAT 1986)

H a l l i g	Gesamtzahl der Überflutungen	
	Vollüberflutungen	Teilüberflutungen
Hooge	30	6,0
Oland	54	11,0
Langeneß	75	13,2
Gröde	194	24,8
Nordstrandischmoor	217	30,4
Südfall	221	29,9
Süderoog	221	229,9
Habel	303	44,1
Norderoog	367	43,6

Tabelle 2 Überflutungsdauer (in Stunden) verschiedner Höhenstufen auf den Halligen Gröde und Langeneß im Abflußjahr 1981 (KNAUER 1986)

Höhenlage	NN + 1,25 m	NN + 1,50 m	NN + 1,75 m	NN + 2,00 m	NN + 2,25 m
Gröde	927	635	357	124	52
nach dem 23.03.	253	196	120	43	22
Langeneß	273	229	138	77	33
nach dem 23.03.	117	98	53	33	15

Tabelle 3 Wichtige Salzpflanzengesellschaften und Lage zum Mitteltidehochwasser

Name der Pflanzengesellschaft	MThw-Bereich
Schlickgras-Röhricht	- 60 bis ± 0 cm
Wattqueller-Gesellschaft	- 25 bis ± 0 cm
Andel-Rasen	- 25 bis + 50 cm
Straußgras-Gesellschaft	+ 25 bis + 60 cm
Salzbinsen-Rasen	+ 50 bis + 60 cm
Rotschwingel-Rasen	+ 60 bis + 100 cm
Strandwermuth-Gestrüpp	+ 25 bis + 35 cm
Keilmelden-Gestrüpp	+ 10 bis + 30 cm
Salzertragende Weidelgras-Weißkleeweide	mehr als + 100 cm

Tabelle 4
Bevorzugung einzelner Pflanzengesellschaften des Vorlandes durch Schafe

Pflanzenbestand	ha	Schafe
Queller/Schlickgras	303	38
Andelrasen	191	902
Rotschwingelrasen	1	0
GESAMTVORLAND	495	940
Deichfläche	77	1 457
GESAMTBEREICH	572	2 397

Tabelle 5

Grad der Bevorzugung verschiedener Vorlandpflanzen bei unterschiedlicher Beweidungsintensität mit Schafen (nach HANSEN 1982)

Pflanzenart	extensive Beweidung			intensive Beweidung			
	1.	3.	7.	1.	3.	7.	13.
	Weidetag			Weidetag			
Plantago maritima generativ	2	3	3	2	3	3	3
Triglochin maritima generativ	2	2	3	2	2	3	3
Aster tripolium generativ	2	2	3	2	2	3	3
Puccinellia maritima vegetativ	1	2	3	1	2	3	3
Festuca rubra litoralis vegetativ	1	2	3	1	2	3	3
Plantago maritima vegetativ	1	2	2	1	2	2	3
Triglochin maritima vegetativ	1	2	2	1	2	2	3
Glaux maritima	1	1	3	1	1	3	3
Spergularia spec.	1	1	3	1	1	3	3
Puccinellia maritima generativ	1	1	2	1	1	2	2
Festuca rubra litoralis generativ	1	1	2	1	1	2	2
Aster tripolium vegetativ	0	1	2	1	1	2	2
Suaeda maritima	0	0	1	0	0	1	2
Armeria maritima	0	0	1	0	0	1	1
Limonium vulgare	0	0	1	0	0	1	1
Atriplex litoralis	0	0	1	0	0	1	1
Salicornia ramosissima	0	0	1	0	0	1	1
Artemisia maritima	0	0	0	0	0	0	0

0 = gemieden 1 = wenig verbissen
2 = verbissen 3 = stark verbissen

Tabelle 6

Brutpaare verschiedener Vogelarten auf den Halligen Südfall und Habel

(Z. d. Vereins Jordsand zum Schutze der Seevögel, Band 3, 1982, 4, 1983; 5, 1984)

Art	Jahr	Südfall	Habel
Austernfischer	1981	150	
	1982	167	
	1983	160	75
Sandregenpfeifer	1981	2	
	1982	7	
	1983	15	5
Seeregenpfeifer	1981	3	
	1982	1	
	1983	3	
Silbermöwe	1981	50	
	1982	32	
	1983	30	
Sturmmöwe	1981	10	
	1982	8	
	1983	10	1
Lachmöwe	1981	-	
	1982	1	
	1983	2	1
Küstenseeschwalbe	1981	300	
	1982	297	
	1983	420	76
Zwergseeschwalbe	1981	5	
	1982	7	
	1983	6	1

Tabelle 7

Herbivore Vogelarten in der Nordstrander Bucht

(nach SCHULTZ 1981)

Art	Vogeltage je Jahr	Konsum dt af. TM je Jahr
a) überwiegend Ernährung von Salzpflanzenarten (1 600 ha Vorland)		
Nonnengans	510 000	632
Ringelgans	577 000	571
Versch. Gänsearten	3 000	4
b) überwiegend Ernährung von Wattpflanzen (Algen, Seegras; 4 080 ha Watt)		
Höckerschwan	1 000	6
Pfeifente	1 447 000	868
Krickente	28 000	12
Stockente	335 000	278
Löffelente	5 000	3
Versch. Entenarten	2 000	1
Gesamtkonsum durch herbivore Vögel		2 375 dt

Tabelle 8

Carnivore Vogelarten in der Nordstrander Bucht

(nach SCHULTZ 1981)

Art	Vogeltage je Jahr	Konsum dt af. TM je Jahr
a) überwiegend Ernährung von wirbellosen Tierarten im Salzwiesenbereich (1 600 ha Vorland)		
Kiebitz	269 000	70
Goldregenpfeifer	482 000	121
Bekassine	8 000	1
Kampfläufer	8 000	2
Gesamtkonsum im Vorland		194 dt
b) überwiegend Ernährung von Watt-Wirbellosen (4 080 ha Watt)		
Brandgans	720 000	655
Spießente	22 000	16
Eiderente	101 000	136
Schellente	2 000	1
Austernfischer	2 032 000	955
Sandregenpfeifer	22 000	2
Kiebitzregenpfeifer	337 000	87
Steinwälzer	7 000	1
Großer Brachvogel	1 113 000	838
Regenbrachvogel	5 000	2
Pfuhlschnepfe	319 000	93
Dunkler Wasserläufer	141 000	27
Rotschenkel	337 000	61
Grünschenkel	38 000	9
Knutt	567 000	102
Alpenstrandläufer	274 000	427
Säbelschnäbler	63 000	22
Versch. Limikolen	122 000	22
Mantelmöwe	6 000	7
Silbermöwe	247 000	193
Sturmmöwe	275 000	104
Lachmöwe	606 000	170
Versch. Möwen	13 000	6
Gesamtkonsum im Watt		3 936 dt

Tab. 9: Anzahl der auf den Halligen im Mai rastenden Ringelgänse (abgerundet n. PROKOSCH 1981)

Hallig	
Langeneß	3600 - 6500
Gröde	5600 - 9000
Süderoog	2400 - 3200
Hooge	1300 - 5800
Oland	800 - 2000
Nordstrandischmoor	1100 - 2700
Hamburger Hallig	500 - 3000
Südfall	1800 - 2800
Habel	100 - 800
Norderoog	100 - 600
Westküste von Schleswig-Holstein	32000 - 80000

Tabelle 10

Absolute Ertragsminderung in dt/ha und finanzieller Wert des Minderertrages in DM/ha durch Gänsebeweidung auf verschiedenen Standorten auf Gröde, 1982

Datum	ohne Gänseweide		eingeschränkte Gänseweide		Ø Gänseweide	
	dt/ha	DM/ha	dt/ha	DM/ha	dt/ha	DM/ha
PI						
1. 6.	0	0	-5,5	126,-	-13,0	298,-
28. 6.	0	0	-6,5	149,-	-20,0	459,-
PII						
1. 6.	0	0	-3,1	71,-	-10,0	230,-
21. 6.	0	0	-8,1	186,-	-14,5	344,-
28. 6.	0	0	-8,5	195,-	-18,0	413,-
19. 7.	0	0	-9,1	209,-	-17,0	390,-

Tabelle 11

Einkommen von Halligbetrieben und Futterbaubetrieben des Festlandes

	Betrieb A	Betrieb B	Futterbaubetriebe Agrarber. 1979/80
ha LN	60	60	23,21
ha Acker	0	0	10,45
GV	45	45	40,08
GV/ha	0,75	0,75	1,73
Unternehmens-aufwand (DM)	24 064,- 1)	20 211,70	82 189,-
Unternehmens-ertrag	41 150,- 2)	41 465,- 3)	110 713,-
Gewinn	17 086,-	21 253,-	28 523,-
Gewinn/ha	285,-	354,-	1 229,-
Gewinn/FAK	12 204,-	15 181,-	22 211,-

1) = Zahlungen für Altenteil enthalten
2) = einschl. 2000,- DM aus Fremdenverkehr
3) = einschl. 3610,- DM aus Nebentätigkeit u. Kindergeld

Tabelle 12 Produktionsverhältnisse verschiedener Salzpflanzenbestände

Pflanzenbestand	max. TM-Aufwuchs g/m²	am Kalendertag	max. Tageszuwachs g/m²	am Kalendertag
Typ. Andelrasen	1 325	255	13,8	203
Höherer Andelrasen	796	245	11,3	165
Rotschwingelrasen	727	229	15,8	164
Strandmelde-/Suden-Andelbestand	1 028	251	14,1	160

Tabelle 13

Erntbare Pflanzentrockensubstanz in g/m² und relativer Ertrag verschiedener Geilstellen und ihrer Umgebung, Langeneß, 23.6. und 9.7.1982

	g TS/m²	relativ
Geilstelle I	707	214
daneben	330	100
Geilstelle II	516	169
daneben	305	100
Geilstelle III	619	172
daneben	361	100
Geilstelle IV	540	181
daneben	298	100

Tabelle 14

Entwicklung der erntbaren Pflanzentrockensubstanz in Abhängigkeit von der Höhe der Mineraldüngergaben, Langeneß, 1982 (rel. : Ø = 100)

Erntedatum	3.6.	9.6.	23.6.	9.7.	16.7.
Dünger-aufwand kg N/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha
0	8,7	8,9	17,8	23,7	45,1
50	20,5	19,0	28,9	46,9	49,3
50 + 50	-	-	-	44,8	50,7
100	28,6	27,2	44,4	56,3	67,0
150	27,0	39,8	59,0	59,3	64,0
Dünger-aufwand kg N/ha	rel.	rel.	rel.	rel.	rel.
0	41	38	48	51	81
50	97	80	77	102	89
50 + 50	-	-	-	98	92
100	135	115	114	122	121
150	127	168	157	128	118

Tabelle 15 Möglicher Schafbesatz, beispielhaft berechnet für die Hamburger Hallig

	Brutto-fläche (ha)	Netto-fläche (ha)	Bruttofutter-angebot (dt TM)	Nettofutter-angebot (dt TM)	Nettofutter-angebot aus-reichend für x-Muttern/ Weideperiode
SALICORNIETUM STR./SPARTINETUM T.	132,5	-	-	-	-
HALIMIONETUM P.	6,6	-	-	-	-
PUCCINELLIETUM M.	193,1	169,9	6218,3	4332,5	772,1
JUNCETUM GER./ JUNCETUM GER. FEST. R.	191,6	176,3	6452,6	5236,1	872,7
DEICHZONE	22,5	22,0	770,0	616,0	102,7
Σ BRUTTOFLÄCHE	407,2				
Σ NETTOFLÄCHE		367,2			
Σ BRUTTOFUTTERANGEBOT			13440,3		
Σ NETTOFUTTERANGEBOT				10184,6	
NETTOFUTTERANGEBOT AUSREICHEND FÜR X-MUTTERN/WEIDEPERIODE					1697,5

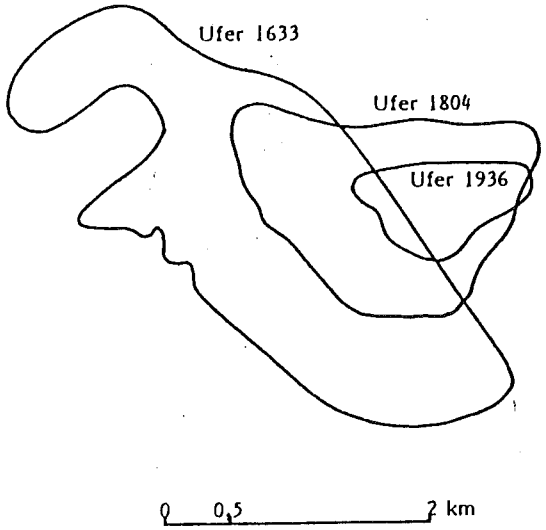


Abbildung 1

Lageänderung und Größenabnahme der Hallig Südfall zwischen 1633 und 1936
(nach BUSCH 1963, aus WOHLENBERG 1985 vereinfacht).

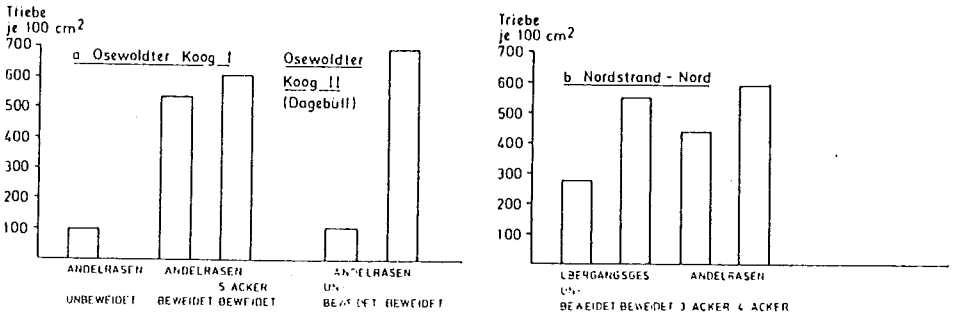


Abb. 2 : Triebdichte verschiedener Salzpflanzenstandorte; Osewoldter Koog I, II und Nordstrand-Nord, 1983 (GRUMBLAT, KNAUER 1984 n. publ.).

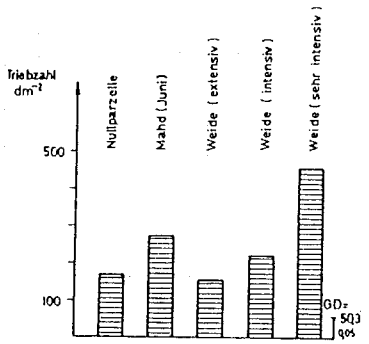
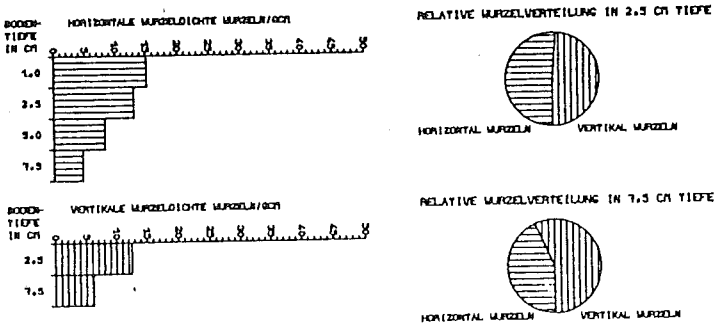
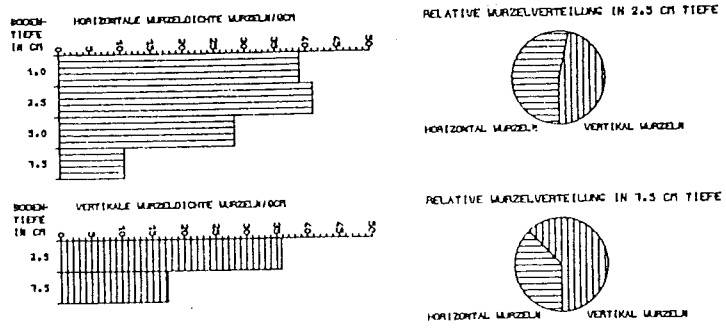


Abb. 3 : Narbendichte eines *Juncetum gerardii festucetosum rubrae* lit. mit *Puccinellia maritima* bei unterschiedlicher Nutzung (Hamburger Hallig 1980)

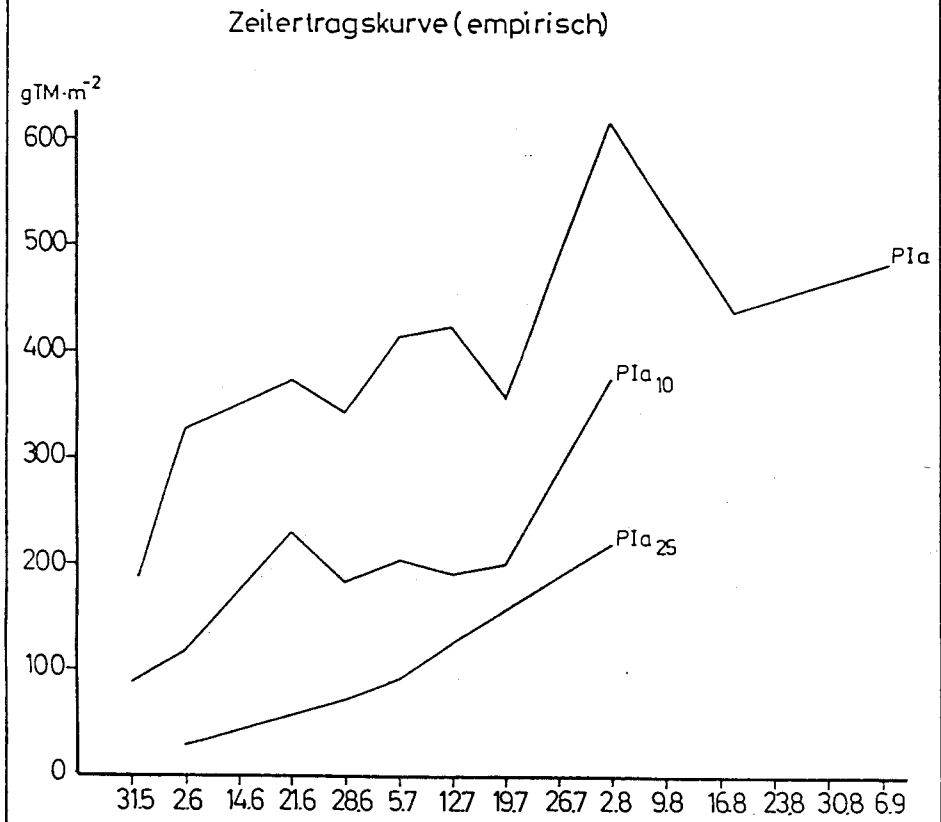


A- Übergangsgesellschaft, unbeweidet (MIN)



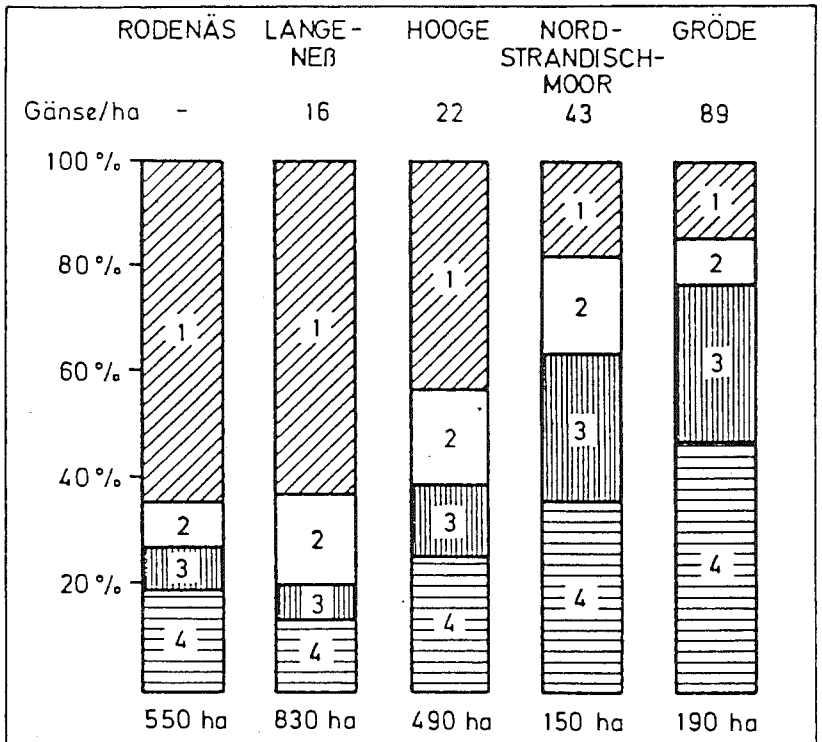
B- Übergangsgesellschaft, beweidet (MAU)

Abb. 4 : Durchwurzelungsdichte verschiedener Salzpflanzenbestände, Vorland Marienkoog, 19.7.1985



PIa = Gänseweide ausgeschlossen
PIa_{10} - PIa_{25} mit Gänseweide

Abb. 5	Entwicklung der Nettoprimärproduktion einer Rotschwingelwiese auf Gröde in Abhängigkeit von der Gänseweide-1982	IfWuL CAU Kiel 1983



NUTZUNGSSTUFE	1	2	3	4
Erträge (1. Schnitt) relativ	=100	65	40	15
Erträge, absolut				
Hooge, Langeneß	30	20	12	4
Gröde, Nordstr.-moor	20	14	8	3

Abb. 6	Beeinflussung der Leistungsfähigkeit der Salzpflanzenvegetation d. Gänseweide	IfWuL CAU Kiel 1983

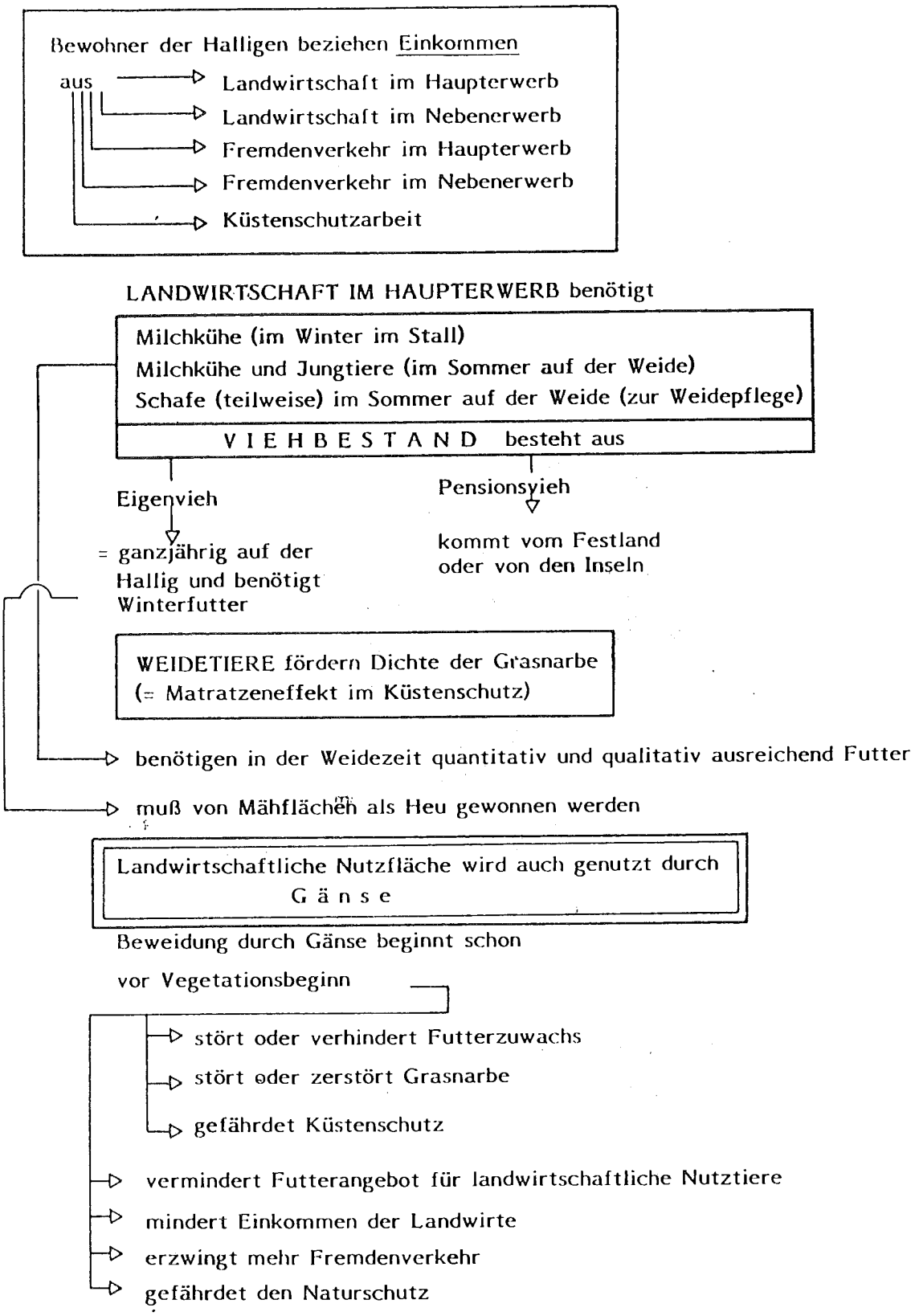


Abbildung 7 Einige Zusammenhänge zwischen den Nutzungen auf Halligen

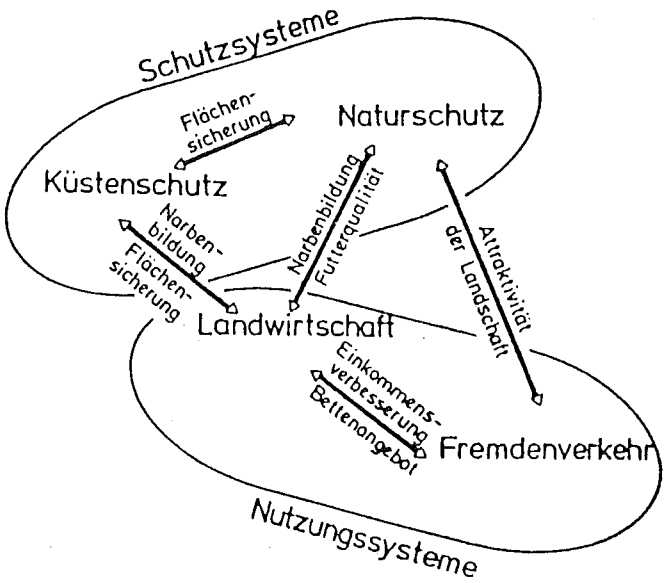


Abbildung 8 Zusammenwirken von **Schutzsystemen** und **Nutzungssystemen** auf den Nordfriesischen Halligen

Auenverbundsysteme, Ackerrandstreifen- und Ökowiesenprogramme in Hessen; erste Erfahrungen und Perspektiven

von E. Imhof

Der Beitrag zu diesem Thema hat aus der Sicht der Grünlandwissenschaft vielleicht mehr mit Politik als mit Grünlandwissenschaft zu tun.

Daß er trotzdem für diese Tagung angemeldet wurde, hat verschiedene Gründe:

1. Zunächst sollen kurz Hintergrund und Ansatz des hessischen Programmes er-erläutert werden,
2. dann der gegenwärtige Stand berichtet,
3. die Einbindung sehr verschiedener Teilaspekte in wissenschaftliche - und praktische - Perspektiven sowie die verwaltungsmäßige Abwicklung aufgezeigt werden und
4. die verschiedenen Programmansätze und ihre Gesamtkonzeption zur Diskussion gestellt werden.

Zum Ansatz und seiner Geschichte:

Die zunehmende Diskussion im politischen Raum um ökologische Gefahren durch die moderne, intensive Landwirtschaft erforderte zunehmend eigene Initiativen und Zielsetzungen !

1978 entstand aus diesen Überlegungen ein Erlaß über die Bildung von "Arbeitsgruppen integrierter Landbau" an allen Ämtern für Landwirtschaft und Landentwicklung in Hessen und der Grundsatzauftrag an alle Beratungskräfte.

Heute gibt es die "Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbau" als Gemeinschaftsansatz bundesweit.

1981 erhielt die LFA Eichhof den Auftrag zu pflanzensoziologischen Untersuchungen an Ackerrandstreifen. Ziel war ein freiwilliger ökologischer Beitrag der Landwirtschaft aus der bewirtschafteten Fläche zum Artenschutz, der mit Gesetzesauflagen oder staatlichen Pflegeplänen in Naturschutzgebieten nicht realisierbar ist. Ziel war (und ist) auch ein Beitrag zur Nahrungsgrundlage für Rebhühner, Fasanen und andere Vögel, Hasen und zu den Ansätzen zur Schaffung von Biotop-Verbundsystemen und schließlich zur Frage der Ertragsausfälle und entsprechend zu veranschlagenden Kosten.

Die ersten Ergebnisse waren keineswegs nur ermutigend, aber die dann auch vorliegenden Arbeiten von Schumacher in Nordrhein-Westfalen bestätigten das Grundkonzept.

Auch an Kritik fehlte es nicht. Darunter an erster Stelle, sehr fundiert und sehr sachlich, unser Altmeister Prof. Dr. Dr. Stählin, der aus seiner großen Erfahrung sehr zu Recht auf die kritischen Punkte eines solchen Programmes hinwies. Auch die Pflanzenbauwissenschaft meldete nicht unberechtigte Kritik an einer "Heftpflasterökologie" an. Diese traf sich insoweit,
wenn auch mit völlig unterschiedlichen Ansätzen,
mit ebenso berechtigter Kritik aus der Sicht des Naturschutzes, wie auch manche Gespräche mit meinem verehrten Herrn Vorredner,Prof. Knauer, mir bestätigten.

Die größten Bedenken wurden jedoch aus der praktischen Landwirtschaft und von den Fachkollegen der Pflanzenbauberatung im Hinblick auf die Gefahr einseitiger Verunkrautung und deren Folgen angemeldet.

Auf einen grundsätzlichen Unterschied gegenüber dem Ansatz von Schumacher sei noch ganz kurz hingewiesen:
Er ging ursprünglich gezielt von noch vorhandenen oder ehemaligen Standorten von Arten, die auf der Roten Liste stehen, aus, während wir in Hessen von vornherein die ganze Breite der ackerbaulichen Standorte ansprechen wollten, auch auf die Gefahr hin, dabei einen höheren Anteil von "Entgleisungen" der Unkräuter in Kauf nehmen zu müssen. Wir wollten Saumbiotope schaffen als Einfügung und Ergänzung zu vorhandenen Strukturelementen der nicht landwirtschaftlich genutzten Gemarkungsteile.

Bei uns kamen dann logischerweise die botanisch interessantesten Standorte durch die Mitarbeit der Naturschutzorganisation stärker zum Zuge und umgekehrt wurde in Nordrhein-Westfalen das Programm von den Sonderstandorten inzwischen ebenfalls in die breite Landwirtschaft ausgeweitet.

Im Prinzip wurden die gleichen Ziele auch bei den Bewirtschaftungsverträgen für Grünland verfolgt. Hier sollen die noch vorhandenen Reste der alten extensiven Heuwiese, der artenreichsten Form des (normalen) Wirtschaftsgrünlandes, vor allem in den Ackerbaugebieten, erhalten werden. Diese meist etwas größeren Vertragsflächen (Obergrenze 3 ha) sollen Blühinseln, Refugien, Trittsteine, d.h. Teile des Mosaiks "Biotopverbund" sein !

Für die Höhe der anzusetzenden Ausgleichsbeträge bei den Ackerrandstreifen gaben die Ergebnisse des Eichhofs den Anhalt für den Ertragsausfall - 0,09 DM/m^2 bei Herbizidverzicht, 0,13 DM/m^2 bei Verzicht auch auf Düngung (dies vor allem gedacht für die nährstoffarmen Ackerstandorte besonders seltener Arten). Für die "Öko-Wiesen" lieferten uns die alten Versuchsreihen der Wiesendüngungsversuche aus den 50-er und 60-er Jahren die Basis für einen notwendigen Ausgleich mit 300,-- DM/ha bei Verzicht auf Stickstoffdüngung, 400,-- DM/ha bei Verzicht auch auf Grunddüngung und Kalkung.

Im Landeshaushalt konnten erstmals für das Jahr 1986 650.000,-- DM für ein "Programm zur Förderung und Erhaltung ökologisch wertvoller Pflanzengesellschaften in Wirtschaftsgrünland und Ackerbau" bereitgestellt werden. Dieser Ansatz konnte 1987 auf 800.000,-- DM und 1988 auf 1 Mio. DM erhöht werden.

Eine Arbeitsgruppe unter Federführung der Herren Prof. Dr. Arens und Prof. Dr. Schäfer hat unter Mitarbeit des Hessischen Bauernverbandes und der Naturschutzorganisationen die Vorschläge für dieses Programm erarbeitet und dabei als Ziel 0,5 % der Ackerfläche in Ackerrandstreifen und 5 % des Grünlandes postuliert.

Unter Einbeziehung aller verschiedenen Ansätze mit dieser Zielrichtung kann ich davon ausgehen, daß bereits nach dreijähriger Laufzeit die volle Bereitschaft der Landwirtschaft zu Vertragsabschlüssen vorhanden ist und eine weitere Aufstockung der Mittel angestrebt wird.

Tabelle (s. Anlage)

Zusammenfassend ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt folgendes festzustellen:

1. Der Beweis wurde erbracht, daß die Landwirtschaft ökologische Zielsetzungen annimmt, wenn die Konditionen stimmen !: d.h., wesentliche Grundlagen für den jetzigen agrarpolitischen Schwerpunkt des Vertragsnaturschutzes in Hessen wurden hier geschaffen und es ist gelungen, Vorurteile auf allen Seiten abzubauen.

2. Die Zusammenarbeit zwischen Landwirten, Agrarverwaltung und Naturschutzorganisationen hat sich bewährt. (Nur kurz als Hinweis: Die verwaltungsmäßige Abwicklung läuft allein über die Ämter für Landwirtschaft und Landentwicklung; die fachliche Betreuung wird - wo immer möglich - den Naturschutzorganisationen überlassen.)

3. Ein von der Landwirtschaftsverwaltung getragenes Programm mit rein ökologischer Zielsetzung ist voll anerkannt, findet fachliche und politische Unterstützung.

4. Wissenschaftliche Begleituntersuchungen, getragen von Naturschutzorganisationen, dem Institut für Phytopathologie der Universität Gießen, dem Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der BBA in Darmstadt und von der Hessischen Landwirtschaftsverwaltung konnten in Angriff genommen werden - leider nur durch ABM-Kräfte.

   Bei der BBA hat sich ein botanisch-faunistischer Arbeitskreis zum hessischen Ackerschonstreifenprogramm gebildet, der am 31.08. sein erstes Symposium "Ackerschonstreifen - positive Auswirkungen für die Landwirtschaft" durchgeführt hat. Die sehr positiven Ergebnisse werden Ende 1988 in der Schriftenreihe der BBA veröffentlicht.

   Zu den insgesamt positiven ersten pflanzensoziologischen Auswertungen kommen nun Untersuchungen zur Fauna in den Ackerschonstreifen, entomologische Untersuchungen hinzu und eine Diplomarbeit zu wildbiologischen Fragen wird gefördert.

   Als neuer Schwerpunktansatz: Schutz der Auensysteme

   In dem als Langfristkonzept in Angriff genommenen Programm zur Sicherung der Auenverbundsysteme in Hessen wird durch die Verbindung von gesetzlichem Schutz der Kernzonen und Vertragsnaturschutz für die durch den Strukturwandel in der Landwirtschaft vom Umbruch bedrohten Flächen eine wesentliche Ergänzung und Erweiterung ab Herbst ds.Js. angestrebt.

   Nach den ersten Ansätzen im Kinzigtal und in der Wetterau wurden in diesem Jahr 18 weitere und damit insgesamt rd. 55.000 ha Flußauen einstweilig sichergestellt als Landschaftsschutzgebiete.

   Ziel ist die Erhaltung der Flußauen und dort der Grünlandbewirtschaftung unter für die Landwirte zumutbaren Bedingungen. In die praktische Abwicklung sind Landwirtschaftsverwaltung und Naturschutzverwaltung gleichermaßen eingebunden.

Weitere Maßnahmen:

- Nach dem Entwurf des neuen Hessischen Wassergesetzes sollen an allen Gewässern 10 m breite Uferschonstreifen von Düngung und Pflanzenschutz freigehalten werden. Diese Maßnahme gewann vor der Diskussion um den Schutz der Ökosysteme der Nord- und Ostsee besondere politische Bedeutung.
- Ausgleichszahlungen entsprechend den Regelungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz sind vorgesehen.
- Hinsichtlich der praktischen Anwendung sind noch viele Fragen offen.

Der 1988 erstmals im Hessischen Ackerrandstreifenprogramm vor allem zusammen mit dem Fischereiverband aufgenommene Schwerpunkt "Uferschonstreifen" bot schon in diesem Jahr Verträge für Verzicht auf Ackernutzung und Grünlandsaat mit einer Ausgleichszahlung von 0,13 DM/m^2 an. Damit ist ein Maßstab für künftige Ausgleichszahlungen, wie sie das Gesetz vorsieht, gegeben. 30,0 ha wurden im ersten Ansatz unter Vertrag genommen.

In den nächsten Wochen wird unter Federführung der Anstalt Eichhof eine Untersuchung an ausgewählten Gewässersystemen aufgenommen, um Informationen über die gegenwärtige Nutzung und die Auswirkung der geplanten Gesetzesmaßnahmen zu gewinnen.

Durch Landschaftsschutzverordnungen sollen in den nächsten Jahren in Hessen rd. 29.000 km Waldränder als wertvolle Biotope geschützt, gesichert und gezielt entwickelt werden.

Böschungen, Hecken, Feldholzinseln sind als wertvolle Landschaftsbestandteile längst aus der Diskussion, sondern - nicht zuletzt auch Dank der Arbeiten von Prof. Knauer - stehen wegen ihrer ökologischen Bedeutung im Vordergrund jeder entsprechenden Planungen.

Streuobstwiesen - in gewissem Sinn auch eine Sonderform der Grünlandnutzung - wurden in ihrer ökologischen Bedeutung wiederentdeckt, nachdem sie zum großen Teil vorausgegangenen Rodungsprogrammen zum Opfer gefallen waren. 60.000,-- DM Landesbeihilfen 1988 reichen bei weitem nicht.

Das Naturschutz-Gesetz schützt jetzt Hummeln und Erdbienen genau wie Igel, aber auch für das Niederwild u.v.a. sind nicht Paragraphen, sondern Lebensraum und Nahrungsgrundlage Voraussetzung für eine gesunde Entwicklung in einer vielgestaltigen Landschaft.

Daß dies alles nur unter Mithilfe der Landwirtschaft und nicht nur auf ihre Kosten realisierbar ist, kann inzwischen als wissenschaftliche, fachliche und politische Tatsache festgehalten werden. Statt ideologisch begründeter pauschaler Düngungs- und Pflanzenschutz-Anwendungsverbote sind in Hessen vielfältige Ansätze geschaffen, die in praktischer und wissenschaftlicher Arbeit weiterentwickelt werden sollen und noch wesentlich verbessert werden können.

Mein Auftrag war, Politik, Verwaltung, Beratung und wissenschaftliche Arbeit zugleich zu vertreten.
Hier habe ich versucht, dies in Ansatz und ersten Ergebnissen deutlich zu machen.
Nur wo Wissen, Können und Verantwortungsbereitschaft vorurteilslos zusammenkommen besteht die Chance, tragfähige Konzepte zu erarbeiten und umzusetzen.
Allen, die mir geholfen haben, sei an dieser Stelle gedankt.

E. Imhof MR im Min. f. Landw., Forsten und Naturschutz
Wiesbaden

Hessisches Programm zur Förderung und Erhaltung ökologisch wertvoller Pflanzengesellschaften in Wirtschaftsgrünland und Ackerbau

	Ackerschonstreifen				Extensivwiesen			Verträge insgesamt	Landesmittel
	Zahl d. Verträge	km	ha	DM	Zahl d. Verträge	ha	DM		DM
1986	539	421	189	170.000	1.055	1.554	466.000	1.594	636.000
1987	590	535	255	232.000	1.101	1.768	550.000	1.691	782.000
1988 1)	631	552	287	269.000	1.212	1.851	617.000	1.843	886.000
					Uferrandstreifen 2)				
					62	30	30.000		916.000 3)

1) = vorläufige Zahlen

2) = ab 1988 aufgenommen

3) = einschließlich Uferrandstreifen

Mineralstoffgehalte im Weidegras

Hans Peter Hadenfeldt*

Einleitung

Auf den Tagungen der Arbeitsgemeinschaft 1968 in Bad Hersfeld und 1978 in Bredstedt wurde über Weidemast und Probleme bei Weideversuchen berichtet.1988 geht es um die Mineralstoffe im Weidegras. Es soll dargestellt werden, wie die Mineralstoffgehalte im Verlaufe der Weidezeit schwanken.- Das Thema hat für unser Land besondere Bedeutung, weil etwa ein Drittel der LF auf Weiden entfällt bei einem Dauergrünlandanteil von 44 % der LF. Auf den unterschiedlichen Anteil des Grünlandes in den Naturräumen wurde hier von KORNHER hingewiesen. Die Hauptstandorte des Grünlandes sind Marsch, Geest und Moor.

Die LVA für Grünlandwirtschaft in Bredstedt hat seit 1974 auf diesen 3 Standorten Beweidungsversuche mit verschiedenen Fragestellungen angelegt. Ab 1977 wurden Untersuchungen am Weidegras durchgeführt. Neben der Weender Vollanalyse wurden die Pufferkapazität und der Gehalt an Ca, P, K, Mg, Na und Cu untersucht.

Das Besondere an diesen Untersuchungen ist nun, daß alle Versuchsweiden sich in der Nähe der Nordseeküste befinden. Es kommt hier - besonders in der zweiten Hälfte der Weidezeit - zu stärkeren Einträgen von Natrium durch das Niederschlagswasser.- Da es sich bei allen Beweidungsversuchen um reine Weide zur Fleischerzeugung handelt, ist der Kreislauf der Nähr- bzw. Mineralstoffe sehr eng. Für diese besonderen Verhältnisse gibt es nicht viele Daten. In der DLG-Tabelle über Mineralstoffgehalte in Futtermitteln ist keine Angabe des Rohproteingehaltes vorhanden. Eine Einstufung des sehr jungen Weidegrases bei der Fleischerzeugung ist daher schwierig. Der 4. bis 9. Aufwuchs sind in dieser Tabelle auch zusammengefaßt, so daß wenig Aufklärung über den Verlauf in den letzten Monaten der Weidezeit erfolgt. Diese Lücken sollten durch die Untersuchungen mit ausgefüllt werden.

---

*) DL H.P. Hadenfeldt, Lehr- und Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft, Futterbau und Landeskultur, Theodor-Storm-Straße 2, 2257 Bredstedt

...

Hintergründe und Ziele

Seit Jahrzehnten war es dem Verfasser klar, daß der Mineralstoffgehalt im Weidegras nicht nur eine gewisse Höhe zur Deckung des Bedarfes haben mußte. Es gab viele Hinweise auf Leistungssteigerung bei Rindern (Milch- und Fleischerzeugung) durch Düngung der Weiden und damit verbundene unterschiedliche Gehalte an Mineralstoffen. In den Jahren 1956-1961 wurde z.B. vom Verfasser als Ringleiter ein Steigerungsversuch mit Thomasphosphat auf einer intensiven Umtriebsweide mit Milchvieh (200 kg N/ha) betreut, der von der LVA Husum (MARCUSSEN) angelegt worden war. Durch einen Mehraufwand von 100 DM/ha für P_2O_5-Dünger wurden eine Mehrleistung an Milch und ein höherer Fettgehalt im Wert von 500 DM/ha (+1600 kg FCM) erzielt. Der pH-Wert lag auf diesem 30 Jahre alten Seemarschboden bei 6,8 bis 7,0 und die Versorgung mit Phosphorsäure im Boden bei den verschiedenen Düngungsstufen zwischen 34 und 70 mg/100 g Boden (Egner).- In dieser Zeit berichteten MÜCKENBERGER (1961) und MARCUSSEN auch über höhere Milchleistungen in Abhängigkeit von pH-Wert oder Alter des Marschbodens.- Die große Dürre 1959 führte zu einem sehr weiten Ca:P-Verhältnis im Futter und verursachte im folgenden Winter in weiten Gebieten Nordwest-Europas Fruchtbarkeitsstörungen beim Rindvieh. Prof. VOISIN hatte in diesen Jahren auf einem Grünlandtag in Schleswig-Holstein über seine guten Erfahrungen mit der Verabreichung von Kupfersulfatlösungen an Milchvieh zur Verbesserung der Fruchtbarkeit berichtet.- Auch Versuche der Kali-Chemie-AG im Lande Schleswig-Holstein brachten im langjährigen Mittel auf Milchviehweiden sehr rentable Mehrerträge durch Steigerung der Gaben mit Mg-Rhe-Ka-Phos.- Alte Weidemäster kannten sehr genau die Leistungsunterschiede von Weiden, die in der botanischen Zusammensetzung keine großen Abweichungen zeigten. Durch die Vielzahl der beteiligten Elemente und Einflußfaktoren ist diese Materie schwer zu durchdringen. Es hilft nur die Gesamtschau Boden - Düngung - Pflanze - Tier. Unsere alten Lehrer, wie z.B. WÖHLBIER und STÄHLIN hatten immer diesen Überblick. Heute besinnt man sich wieder auf die Notwendigkeit einer solchen Gesamtbetrachtung.-

Etwas mehr Licht in diese Verhältnisse brachten die Forschungsergebnisse über die Gärungsprozesse im Pansen, wie sie in

...

Schleswig-Holstein 1963 zum ersten Mal von ORTH veröffentlicht wurden. Es ergab sich daraus, daß neben der Struktur und der Zusammensetzung des Futters an Nährstoffen die Pufferkapazität des Futters einen Einfluß auf die Gärvorgänge ausübt und damit die Leistung beeinflußt. 1967 erfolgte schon ein Hinweis des Verfassers, daß eine Aufklärung dieser Zusammenhänge nur über Weidetiere mit Pansenfisteln bei Milch- und Fleischerzeugung zu erwarten sei.- 1976 wurde von GÜNTHER auf die Wirkung eines höheren P-Gehaltes im Futter auf den P-Gehalt im Speichel und damit auf die höhere biologische Aktivität im Pansen hingewiesen.- In Schädtbek erreichte KAUFMANN (1969) durch Zufüttern von 100 g Natriumbicarbonat je Kuh und Tag einen höheren Verzehr an Grundfutter von ca. 1 kg TS/Tag.- Durch Natriumdüngung stiegen die Lebendgewichtszunahmen in einem 3jährigen Weideversuch in Göttingen(POESCHEL, 1978) um 135 g/Tag bzw. um 23 %. Es ist aus diesen vielen Ergebnissen abzuleiten, daß die Pufferkapazität als Wirkungsfaktor der im Futter vorhandenen Mineralstoffe in Verbindung mit dem hohen Rohproteingehalt im jungen Weidegras eine zentrale Rolle für die Leistung der Tiere einnimmt.

Unsere Untersuchungen der Mineralstoffgehalte im Weidegras hatten also nicht den Einfluß auf den Ertrag und nicht die Ermittlung von Grenzwerten zum Ziel. Sie sollten uns Aufklärung geben über folgende Fragen:

a) wird der Bedarf der Tiere zur Erhaltung der Gesundheit mit dem Weidegras - das ja oft Alleinfutter ist - gedeckt ?

b) in welchem Verhältnis befinden sich die Mineralstoffe im jungen Weidegras bei intensiver Düngung und sehr engem Nährstoffkreislauf ?

c) wie schwanken die Mineralstoffgehalte im Verlauf der gesamten Weidezeit ?

d) welche Düngermengen sind erforderlich, um bestimmte Gehaltswerte im Gras zu erzielen bzw. zu halten ?

e) kann man aus den Ergebnissen der Bodenuntersuchung Schlüsse ziehen auf die Mineralstoffgehalte im Gras ?

...

Versuchsdaten

Die Lage der Versuchsweiden ist aus der Abb. 1 zu ersehen. Die Entfernung zum Nordseedeich beträgt 3,5 bis 11,5 km. Bei den Marschweiden handelt es sich um Kleimarsch. Die Eindeichung erfolgte vor genau 500 Jahren. Der Tongehalt im Bredstedter Koog liegt bei 20 % und im Breklumer Koog mit 13 % nur wenig niedriger.- Bei den Geestweiden handelt es sich um Altmoräne (Saale-Eiszeit) und beim Moor um ein entwässertes Niedermoor in einer Stärke von 60 cm über Sand.- Die Niederschlagsmengen zeigt die Tabelle 1.- In den Untersuchungsjahren 1977/87 weicht die Niederschlagsmenge der Monate April bis Oktober nur um 6 mm vom langjährigen Mittelwert ab.- Die Einstufung der Reichsbodenschätzung (Pkt.), die Mittelwerte der Bodenuntersuchungen im gesamten Untersuchungszeitraum und die durchschnittliche Düngergabe auf den Versuchsweiden zeigt die Tabelle 2. Dabei ist zu erwähnen, daß auf der Geestweide zu Beginn der Vegetation jeweils eine Güllegabe verabreicht wurde, weil diese Düngung eine wesentliche Versuchsfrage auf dieser Weide war. Die Güllemenge betrug im Mittel 18 m^3/ha.- Die Weiden wurden 5-7mal genutzt, im Mittel also eine Nutzung je Monat, wobei ein erster schneller Umtrieb bzw. eine Beweidung aller Parzellen nach dem Auftrieb nicht mitgezählt wird und auch ein weiterer Umtrieb Ende Oktober nicht mehr zu einer Entnahme von Grasproben führte.- Mit Ausnahme der Weide Breklumer Koog handelt es sich um Neuansaaten. Dies schien berechtigt, weil nach dem Saatgutabsatz in Schleswig-Holstein theoretisch 10 % des Dauergrünlandes in jedem Jahr neu angesät werden.- Über die Zusammensetzung der Grasbestände zur Zeit der Probenahme können keine Angaben gemacht werden. Dies war aus arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht möglich. Die Anlage der Versuchsweiden erfolgte ja auch für andere Versuchsfragen, wobei Düngung, Nutzung, Prüfung von Mischungen und Sorten und die Grünlandverbesserung durch Umbruch oder Nachsaat im Vordergrund standen. Aus einer Vielzahl von Bestandsaufnahmen, die im Laufe der Jahre auf diesen Versuchsweiden gemacht wurden, soll als Mittel folgende Zusammensetzung genannt werden: (Ertragsanteil in %):

Gräser 78, davon Deutsches Weidelgras 29,
Klee 8,
Kräuter 14.

...

Durchführung der Untersuchungen

Als Anstalt der Landwirtschaftskammer hatten wir immer das Ziel, die Untersuchungen praxisnahe zu gestalten. Die Dauer der Ruhezeiten unterlag daher großen Schwankungen in Abhängigkeit vom Futterwuchs. Herausmähen von Überschüssen bzw. Ausweichen auf Nebenweiden entfiel deshalb. Vor jedem Umtrieb wurde aus dem Bestand eine Doppelprobe Gras und Boden entnommen und zur Untersuchung an die LUFA nach Kiel geschickt. Das Gras wurde mit der Sense gemäht. Geilstellen wurden - soweit sichtbar - dabei gemieden.- Die Ergebnisse wurden grafisch dargestellt und die Monatswerte jeweils am 15. Tag auf den Linien zwischen den Einzelwerten abgelesen. In den letzten Monaten konnten alle Werte auch in eine EDV-Anlage eingegeben werden und erste Ergebnisse liegen vor, über die hier aber noch nicht berichtet wird.
Zur Auswertung kamen in den letzten 11 Jahren insgesamt 368 Analysen von Weidegras.

Ergebnisse der Grasuntersuchungen

Abb. 2 zeigt den Verlauf der Gehalte auf den beiden Marschweiden. Es ist ein sehr ähnlicher Verlauf festzustellen, was mit dem gleichen Standort (Entfernung voneinander = 2 km) zu erklären ist.- Der Abfall im Juni bei K und in den ersten Monaten bei P ist mit der Vorsommertrockenheit zu erklären.- Während der Mg-Gehalt recht gleichmäßig auf niedrigem Niveau verläuft, steigt der Na-Gehalt in den letzten Weidemonaten deutlich an. Das ist auf die höheren Niederschläge mit reichlich NaCl zurückzuführen. Bei mehrjährigen Untersuchungen von Niederschlagswasser ermittelten wir einen mittleren Eintrag von 10 kg NaCl/ha und Monat. Der Spitzenwert lag im Monat Juni 1984 bei 53 kg NaCl/ha mit einer Regenmenge von 150 mm.- Wenn bei dem starken Anstieg der K-Werte auch die Na-Werte steigen, kann ein Antagonismus nicht festgestellt werden. Es dürfte sich bei den hohen Na-Werten in den letzten Weidemonaten aber um Na handeln, das am Gras anhaftet. Die Proben werden vor der Untersuchung ja nicht gewaschen. Es wäre sicher interessant, einen Teil der Proben vor der Untersuchung zu waschen, um diese Frage zu klären.

Abb. 3 zeigt die Ergebnisse vom Standort Geest. Hier wirkt sich die Gülledüngung aus. Die K-Werte liegen sehr hoch und die Ca-Werte sehr niedrig. Das Kalk-Kali-Gesetz von EHRENBERG sei

...

hier als Erklärung angeführt. Durch die niedrigen Ca-Werte ergibt sich ein sehr enges Verhältnis von Ca zu P, worauf später noch eingegangen wird. Wie in der Marsch steigt der Ca-Gehalt bis zur Mitte der Weidezeit an, um dann wieder abzufallen.- Die Mg-Gehalte verändern sich auf etwas höherem Niveau wieder sehr wenig und beim Na ist der Anstieg in den Monaten September und Oktober wieder sehr deutlich.

Der Verlauf der Gehalte auf der Moorweide (Abb. 4) unterscheidet sich von den anderen Standorten besonders bei Ca. Nach schwachem Anstieg zum Juni fallen die Werte bis Oktober ständig ab. Die K-Werte liegen in Höhe und Verlauf ähnlich wie in der Marsch. Auch beim Mg und Na gibt es kaum Abweichungen.- Der P-Gehalt fällt im Juni etwas, um dann - wie auch auf den anderen Standorten - bis zum Oktober anzusteigen. Die bessere Wasserversorgung der Böden wegen der höheren Niederschläge und die größere biologische Aktivität im Boden dürften die Ursache dafür sein. Dieser Anstieg von P bei abfallenden Ca-Werten führt nun zu einer starken Verengung des Ca:P-Verhältnisses im Ablauf der Weidezeit. In der Abb. 5 ist diese Verengung im Vergleich der 3 Standorte dargestellt. Der Verlauf in der Marsch und auf dem Moor ist sehr ähnlich. Das Verhältnis ist im Sommer mit 1.4 bis 1.6 angesichts der grasreichen Bestände noch befriedigend. Trockenstehende Kühe brauchen nur ein Verhältnis von 1:1, was in der zweiten Sommerhälfte auch immer gegeben ist. Aber für Kühe in Laktation sind die Werte in den letzten Weidemonaten auf allen Standorten nicht ausreichend. Zufütterung von Mineralstoffmischungen mit weitem Ca:P-Verhältnis ist wohl erforderlich. Das gilt besonders für den Standort Geest, wo die Gülledüngung zu dem engen Verhältnis geführt hat. Wenn also Weiden mit Gülle gedüngt werden müssen, sollte die Auswirkung auf das Ca:P-Verhältnis bedacht werden.

Interessant ist nun auch ein Vergleich der Ergebnisse mit Untersuchungen an anderen Orten. Vor 30 Jahren untersuchte DÖRRIE in Geversdorf das Gras in den einzelnen Weidemonaten und vor 15 Jahren wurden solche Untersuchungen von ERNST in Infeld durchgeführt. Abb. 6 zeigt den Verlauf der K-Gehalte und die im Versuchszeitraum im Mittel ausgebrachten Düngermengen.

...

Es fällt auf, daß bei unseren Weiden in Nordfriesland trotz geringerer Düngung das Niveau höher liegt und der Verlauf in der Weidezeit eine völlig andere Richtung hat. In Niedersachsen (es handelt sich jeweils um 3jährige Mittelwerte) bringt die Vorsommertrockenheit auch einen geringen Abfall, der sich aber ab Juli sehr stark zeigt bis zum Oktober. Auf unseren Marschweiden (5- und 6jährige Mittelwerte) steigen die Werte von Juni bis August stark an und halten sich auf hohem Niveau bis Oktober.- Einen völlig verschiedenen Verlauf können wir auch beim Ca-Gehalt feststellen (Abb.7). Bei den Weiden in Nordfriesland steigen die Werte bis Juli und fallen dann stark ab. In Geversdorf steigen die Werte zuerst ganz schwach und zum September und Oktober stark, während in Infeld bei sehr niedrigem Niveau die Gehalte sehr schwanken mit einer insgesamt leicht steigenden Tendenz.- Bei P (aus Infeld liegen leider keine Werte vor) ähneln sich die Verläufe von unseren Weiden mit den Ergebnissen von Geversdorf. Hier ist das Niveau allerdings wesentlich niedriger, obwohl die Düngung mit 176 kg P_2O_5/ha deutlich höher lag als bei unseren Weiden mit 108 bzw. 60 kg P_2O_5/ha. Die Bodenuntersuchungen lagen in Geversdorf (im Herbst) bei Ø 14,1 mg, während in Nordfriesland im Durchschnitt der Weidezeit die Werte bei 18,3 mg lagen.- Als Ergänzung zu den Abb. 2 bis 4 werden in den Tabellen 3 bis 6 die Mineralstoffgehalte der verschiedenen Weiden in den einzelnen Monaten aufgeführt.-

Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Die gleichzeitig mit den Grasproben gezogenen Bodenproben sollten Aufklärung darüber geben, ob aus den vorhandenen pflanzenverfügbaren Nährstoffen Rückschlüsse auf die Mineralstoffgehalte im Gras möglich sind.- Da die Düngung auf unseren Versuchsweiden aus Gründen der Praxisnähe nach den jeweils gültigen Richtwerten unserer LUFA in Kiel bemessen wurde, ermöglichen diese Ergebnisse auch Rückschlüsse über die Eignung der Richtwerte zur Erzielung von Futter mit den von der Tierernährung geforderten Gehaltswerten.- Am Beispiel des Cu-Gehaltes im Weidegras soll dies gezeigt werden. (Abb.8). Der Verlauf der Cu-Gehalte ist auf den Standorten ähnlich. Nach höheren Werten im Mai gibt es einen Abfall bis Juni/Juli und daran anschließend einen Anstieg bis August (Moor), September (Marsch) und Oktober (Geest). Die Höhe ist mit 10,2 mg und 10,5 mg in der Marsch

...

und auf dem Moor gut, aber auf der Geest mit Ø 12,8 mg hoch. Schafe vertragen ein Futter mit mehr als 12 mg Cu nicht gut. Die Schafhaltung ist in Nordfriesland aber für viele Betriebe ein nennenswerter Betriebszweig.-

Vergleicht man nun die Gehalte von Gras mit den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen, ergibt sich überhaupt keine Beziehung. Auf der Geest mit den höchsten Cu-Werten im Gras liegen die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen am niedrigsten.- Bei etwa gleichen Werten im Gras liegen die Bodenuntersuchungswerte auf dem Moor etwa doppelt so hoch wie in der Marsch. Bei diesem Spurenelement ist also die Bodenuntersuchung nicht geeignet, Hinweise auf die Gehalte im Futter zu geben.

Es interessierte nun die Frage, ob die starken Abweichungen bei den Mineralstoffgehalten in den einzelnen Weidemonaten sich auch bei den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen widerspiegeln würden. Wir errechneten darum die relativen Abweichungen der Monatswerte vom Mittelwert der gesamten Weidezeit. In Abb.9 sind nun die Schwankungen der pflanzenverfügbaren Nährstoffe im Boden dargestellt. Als Ergebnis ist festzustellen: Der pH-Wert schwankt wenig.- Bei P_2O_5 gibt es einen Abfall bis zum Herbst. Bei K_2O sind die Verhältnisse auf den Standorten unterschiedlich. Im Mai, Juni und Juli liegen die Werte niedrig, im August und September aber über 100. Zum Oktober fallen alle Werte ab, aber in der Marsch bleiben die Relativwerte deutlich über 100.- Auch beim Mg liegen die Verhältnisse auf den Standorten verschieden. Bei nur geringen Abweichungen vom Mittelwert in der Marsch gehen die Werte auf der Geest rauf und herunter, während auf dem Moor ein Abfall von Mai bis Oktober festzustellen ist.- Beim Na fallen die Werte auf allen Standorten von Mai bis zum Oktober ab. Wegen der hohen Relativwerte von 150 bis 75 auf der Geest wird auf eine grafische Darstellung verzichtet. Auf Moor und Marsch pendeln die Werte zwischen rel. 110 bis 92.- Als besonders interessant sei noch einmal herausgestellt, daß alle Werte im Oktober unter dem Mittelwert liegen mit Ausnahme von K_2O in der Marsch. Diese Tatsache sollte bei der Auswertung von Bodenuntersuchungsergebnissen berücksichtigt werden. Die Aussage gilt für Weiden ohne Schnittnutzung. Wie die Schwankungen im Laufe des Jahres auf Mähweiden oder nur gemähten Grünlandflächen sind, müßte u.E. auch einmal genauer untersucht werden.

Zusammenfassung

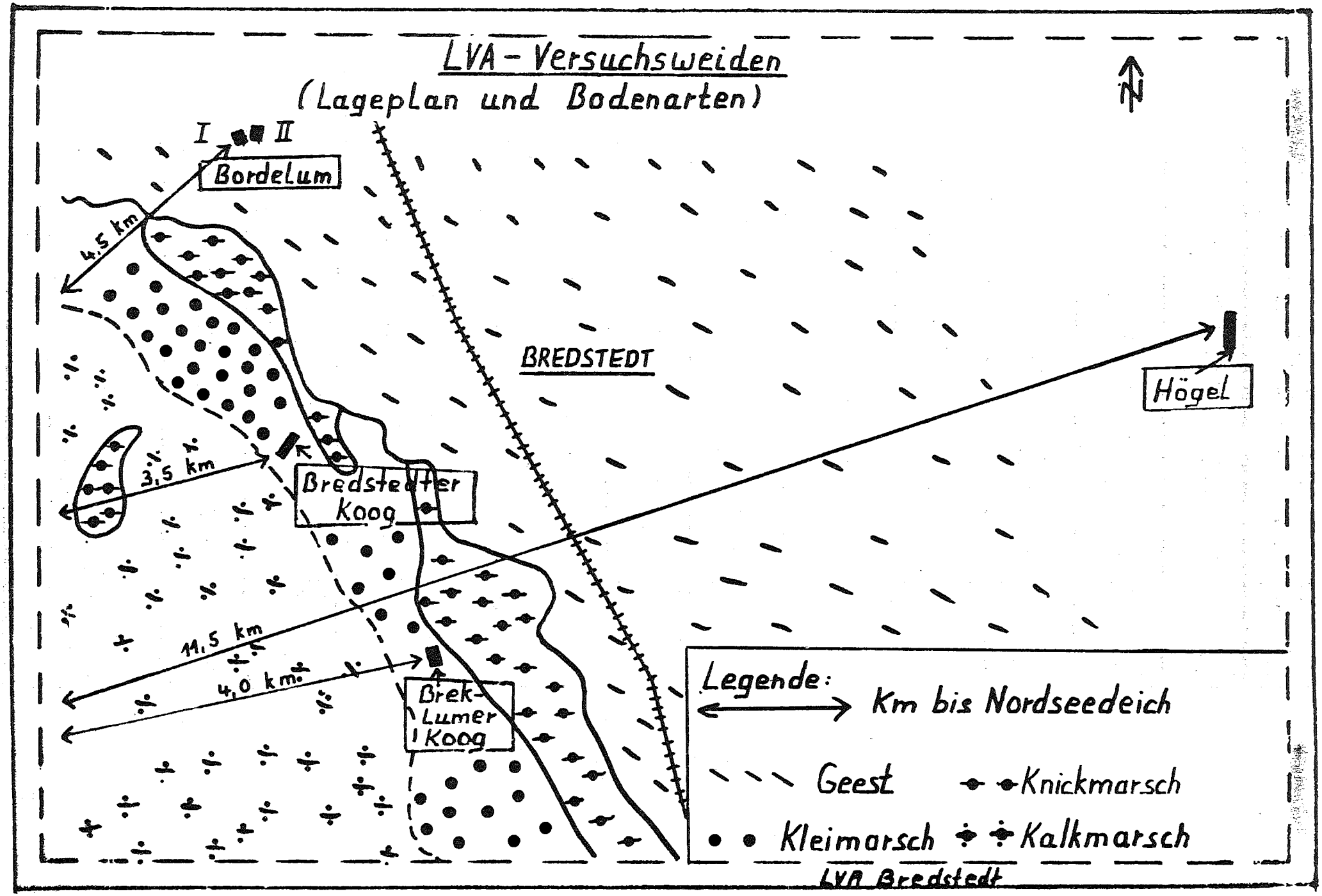
Die im Laufe der Jahre 1977 bis 1987 auf 3 verschiedenen Standorten in Nordfriesland durchgeführten Untersuchungen von insgesamt 368 Weidegrasproben ergaben folgendes Ergebnis:

Inhaltsstoffe	g je kg T $\bar{x}$	s	Beurteilung aus Sicht der Tierernährung
Rp	237	40	hoch
Ca	5,3	1,4	niedrig
P	4,7	0,8	hoch
K	34,5	5,9	sehr hoch
Mg	2,0	0,3	gut
Na	2,4	1,1	sehr gut

Der Mineralstoffgehalt schwankt stark in Abhängigkeit vom Standort und Weidemonat. Die Nähe der Nordseeküste führt zu Einträgen von Natrium mit dem Niederschlagswasser und bewirkt hohe Na-Gehalte im Gras in den letzten Weidemonaten. Gülledüngung erhöht K-Werte und senkt Ca-Gehalt.- Im Vergleich mit Untersuchungen in anderen Gebieten gibt es deutliche Unterschiede. In welchem Maße die Schwankungen im Mineralstoffgehalt die Gärungsvorgänge im Pansen und die Leistung der Tiere positiv oder negativ beeinflussen, konnte mit diesen Untersuchungen nicht geklärt werden. Wirkungen sind sicherlich vorhanden. Letzte Klarheit darüber können nur Weidetiere mit Pansenfisteln bringen, die zur Milch- oder Fleischerzeugung gehalten werden.- Die Bodenuntersuchungswerte verlaufen in der Weidezeit anders als die Mineralstoffgehalte im Futter und lassen deshalb keine Rückschlüsse zu.

Bei der Düngung mag für den Pflanzenbauer die Orientierung an Ertrag und Entzügen genügen. Der Tierernährer muß auch noch an die Gesundheit der Tiere denken. Für den Weide- und Betriebswirt aber ist entscheidend, bei welcher Düngung die Tiere über die Milch- und Fleischleistung den optimalen wirtschaftlichen Erfolg bringen.- Ökologische Gesichtspunkte haben wir in der Vergangenheit auch schon berücksichtigt. In Zukunft wird man alle Düngungsmaßnahmen auf der Weide noch stärker unter diesem Blickwinkel zu beachten haben. Weitere Versuche zur Klärung vieler offener Fragen sind dafür erforderlich.

Abb. 1


LVA - Versuchsweiden
(Lageplan und Bodenarten)
N
I
II
Bordelum
4,5 km
BREDSTEDT
Högel
3,5 km
Bredstedter Koog
11,5 km
4,0 km
Brek-Lumer Koog
Legende:
Km bis Nordseedeich
Geest
Knickmarsch
Kleimarsch
Kalkmarsch
LVA Bredstedt

Tab. 1

Niederschläge in mm

B r e d s t e d t

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Ø 1951-80	64	40	41	47	51	58	79	106	86	84	93	72	821
1977	70	85	28	92	37	55	49	51	55	41	138	70	771
78	92	18	122	46	13	84	75	62	143	51	71	73	850
79	44	23	45	80	95	79	66	77	49	77	144	173	952
80	46	40	41	42	11	133	109	110	71	259	165	82	1109
81	57	54	117	9	107	95	61	101	48	211	93	43	996
82	72	19	47	36	50	49	39	148	31	76	119	94	780
83	80	33	80	60	129	48	14	11	93	93	52	72	765
84	119	33	31	21	36	121	63	45	94	135	69	53	830
85	51	12	64	46	14	81	118	94	97	39	110	99	825
86	79	3	55	42	40	49	79	63	55	143	104	100	812
1987	35	34	47	28	64	129	83	83	102	93	97	54	849
Ø 1977-87	68	32	62	46	54	84	69	77	76	111	114	83	876

Tab. 2

Daten zu den LVA - Versuchen

Standort		Marsch	Geest	Moor
Bodentyp		Kleimarsch (500 J. alt)	Eisenpodsol mit hohem Grundwasser	Niedermoor über Sand
Bodenpunkte		71/70	18/24	37
Ergebnisse der Bodenuntersuchungen	pH	5,4	4,8	5,0
	P_2O_5, mg	18,3/B	24,6/C	8,6/A
	K_2O, "	22,7/C	15,4/C	27,0/D
	Mg, "	26,3/E	9,5/C	23,6/D
	Na, "	6,8/D	2,8/B	9,8/D
	Cu, ppm	3,3/C	2,0/B	7,1/C
Ø Düngung kg/ha Rein-Nährstoff	N	150/153	197	122
	P_2O_5	108/60	59	111
	K_2O	77/66	149	89
	MgO	9/29	94	16
	Na_2O	45/13	56	24
	Cu	0,5/0,4	0,3	0,3

Abb. 2

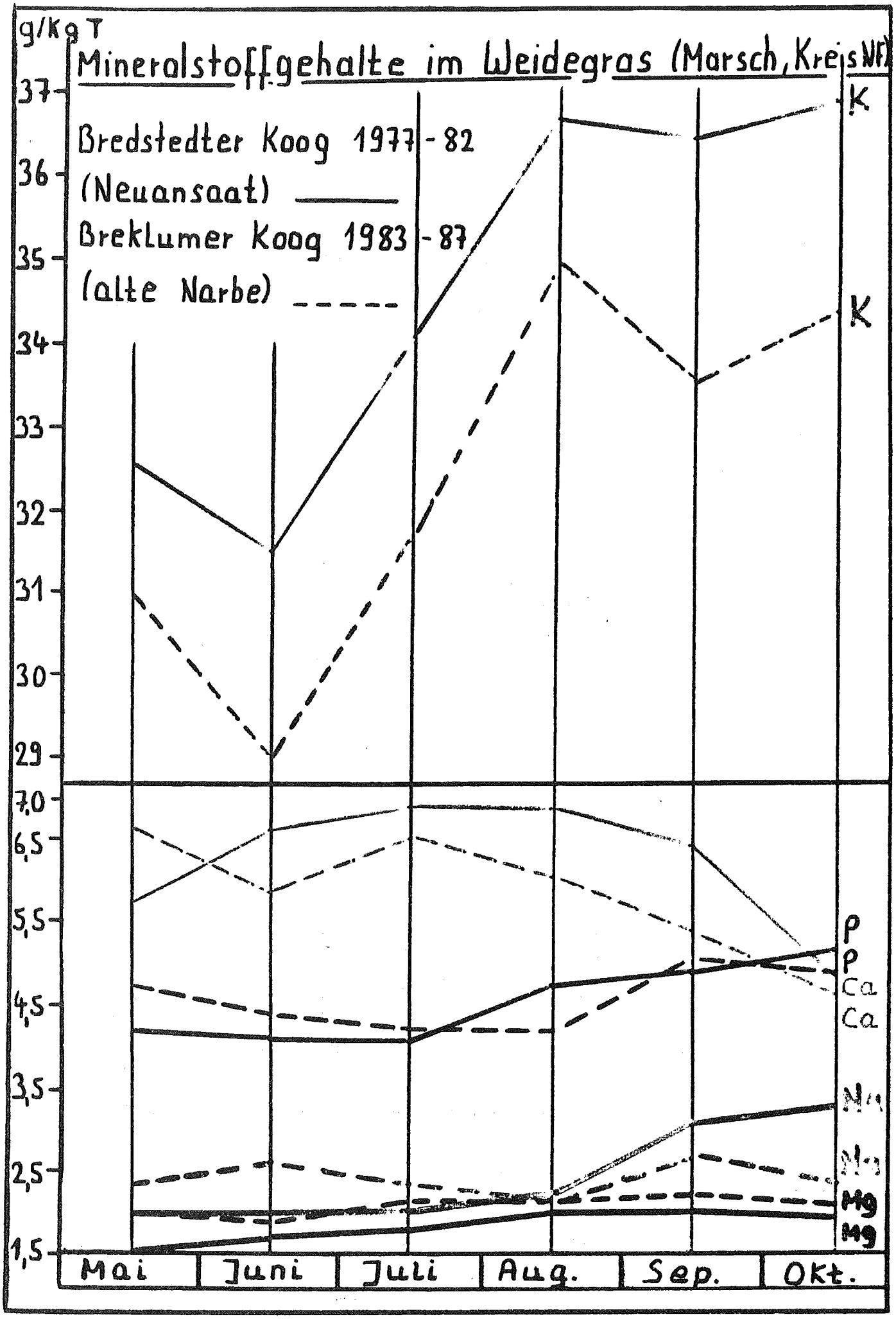

g/kg T
Mineralstoffgehalte im Weidegras (Marsch, Kreis NF)
Bredstedter Koog 1977-82
(Neuansaat)
Breklumer Koog 1983-87
(alte Narbe)
37
36
35
34
33
32
31
30
29
7,0
6,5
5,5
4,5
3,5
2,5
1,5
K
K
P
P
Ca
Ca
Na
Na
Mg
Mg
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sep.
Okt.

Abb. 3

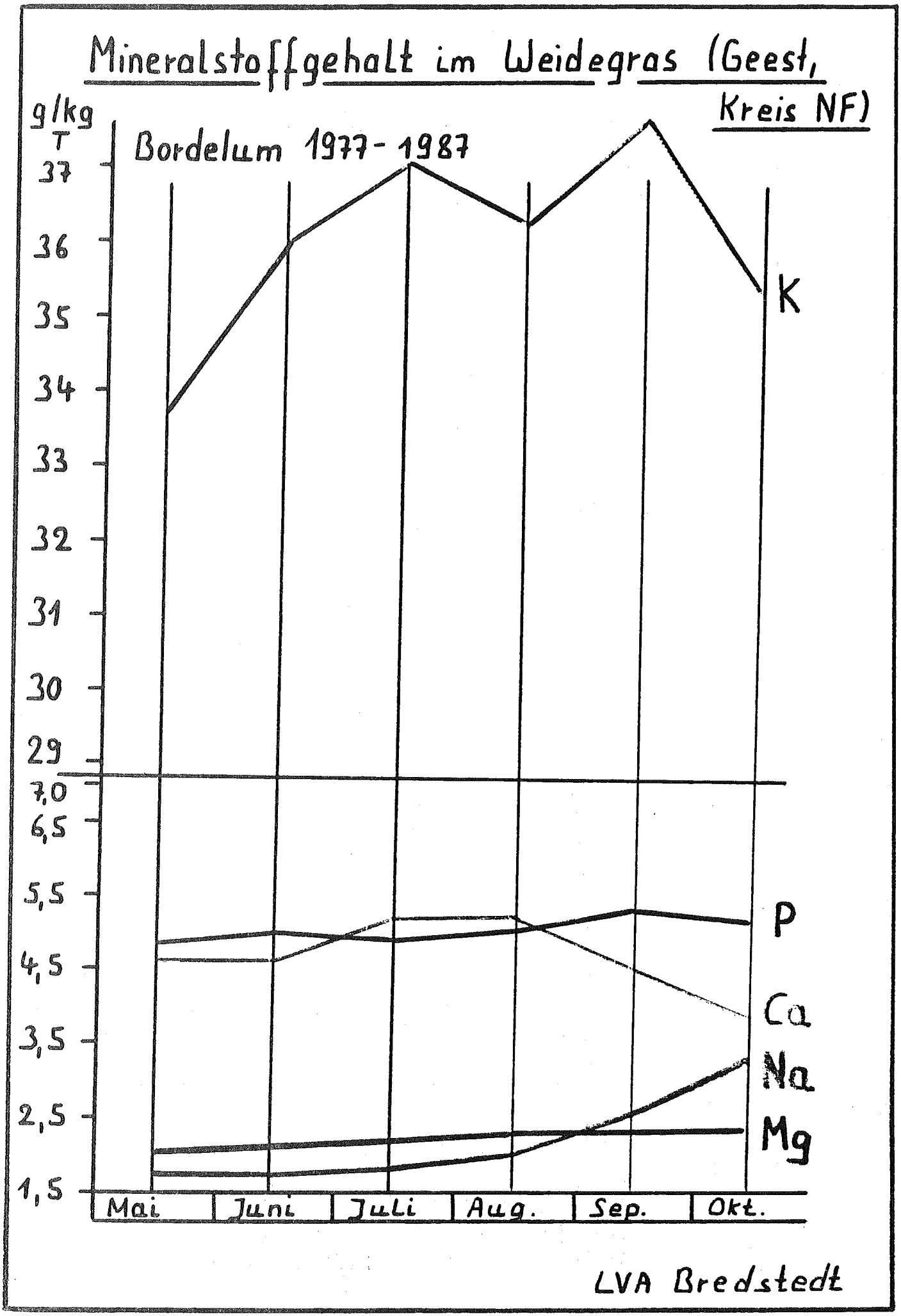

Mineralstoffgehalt im Weidegras (Geest, Kreis NF)
Bordelum 1977-1987
g/kg T
37
36
35
34
33
32
31
30
29
7,0
6,5
5,5
4,5
3,5
2,5
1,5
K
P
Ca
Na
Mg
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sep.
Okt.
LVA Bredstedt

Abb. 4

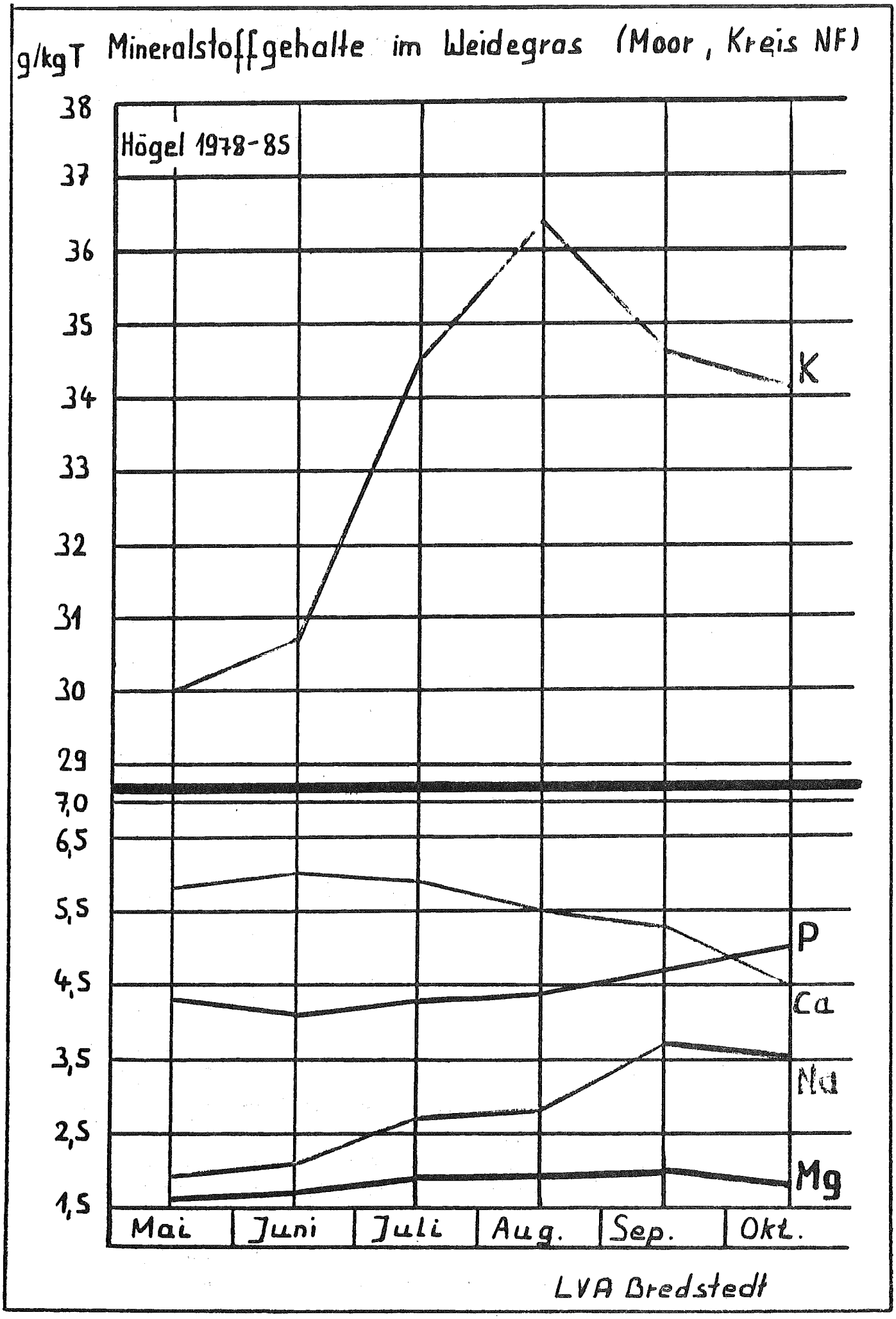

g/kgT
Mineralstoffgehalte im Weidegras (Moor, Kreis NF)
Högel 1978-85
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
7,0
6,5
5,5
4,5
3,5
2,5
1,5
K
P
Ca
Na
Mg
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sep.
Okt.
LVA Bredstedt

Abb. 5

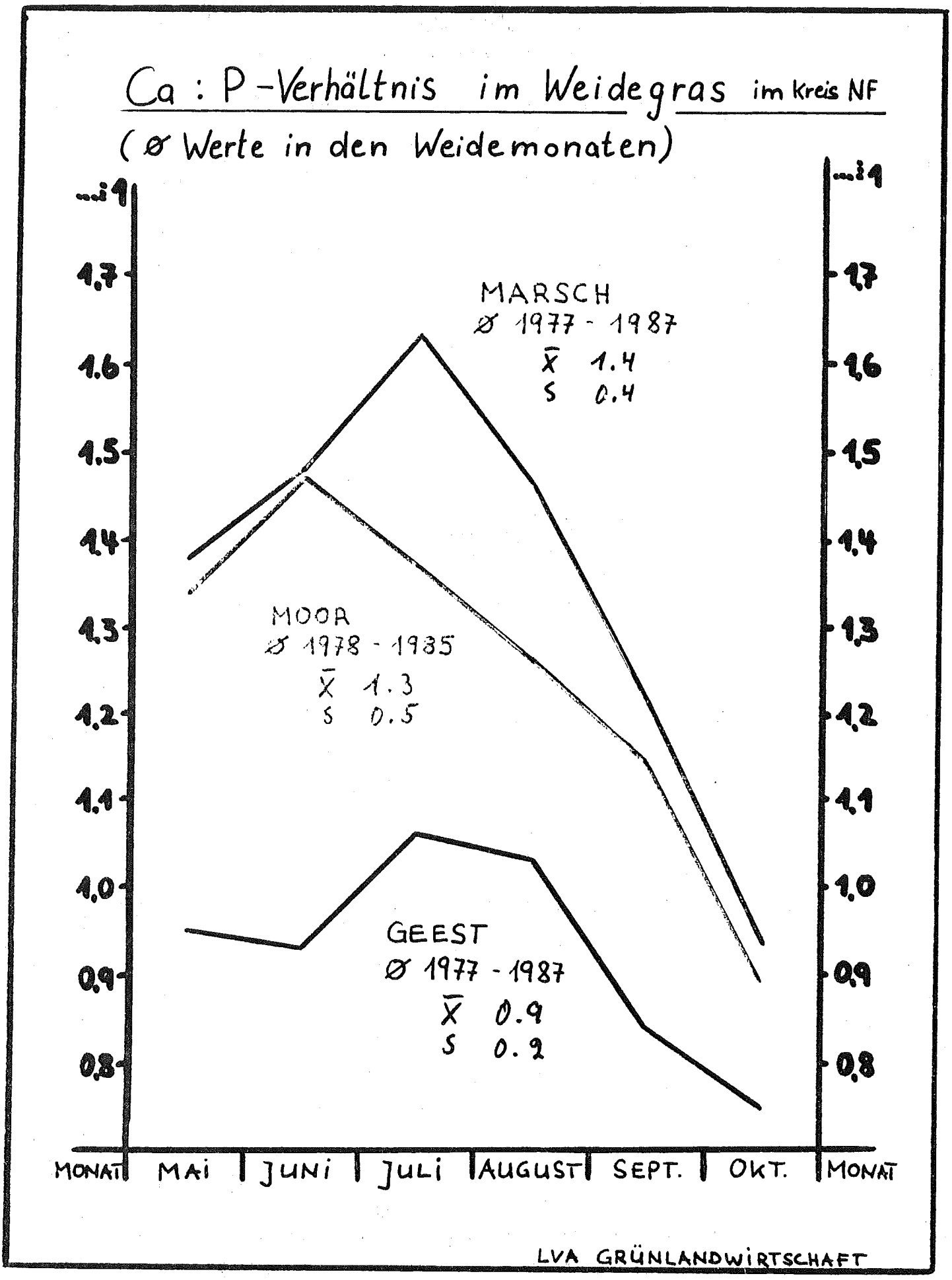

Ca : P-Verhältnis im Weidegras im Kreis NF
(Ø Werte in den Weidemonaten)
1,9
1,7
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
MARSCH
Ø 1977 - 1987
X̄ 1.4
S 0.4
MOOR
Ø 1978 - 1985
X̄ 1.3
S 0.5
GEEST
Ø 1977 - 1987
X̄ 0.9
S 0.2
MONAT
MAI
JUNI
JULI
AUGUST
SEPT.
OKT.
MONAT
LVA GRÜNLANDWIRTSCHAFT

Abb. 6

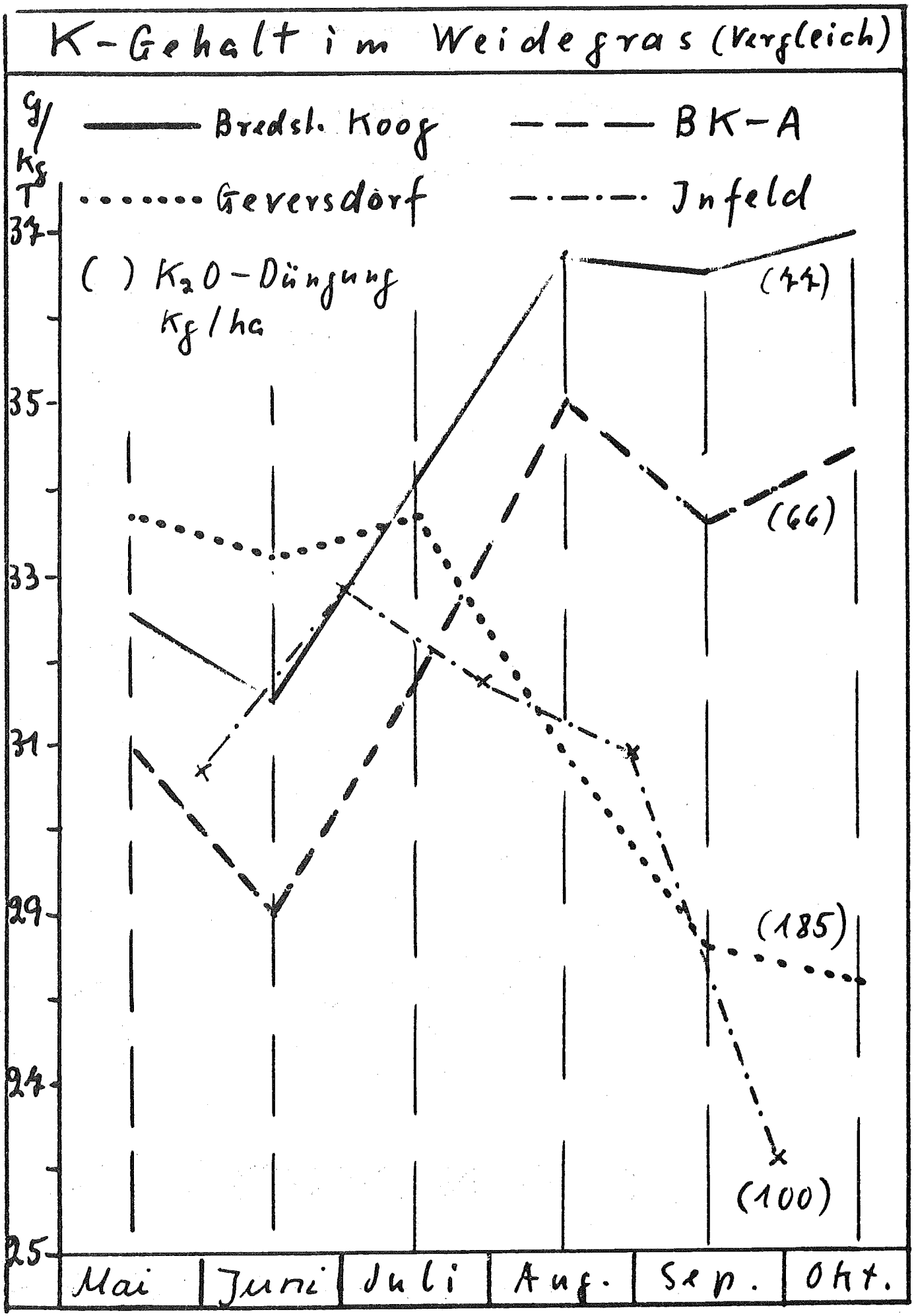
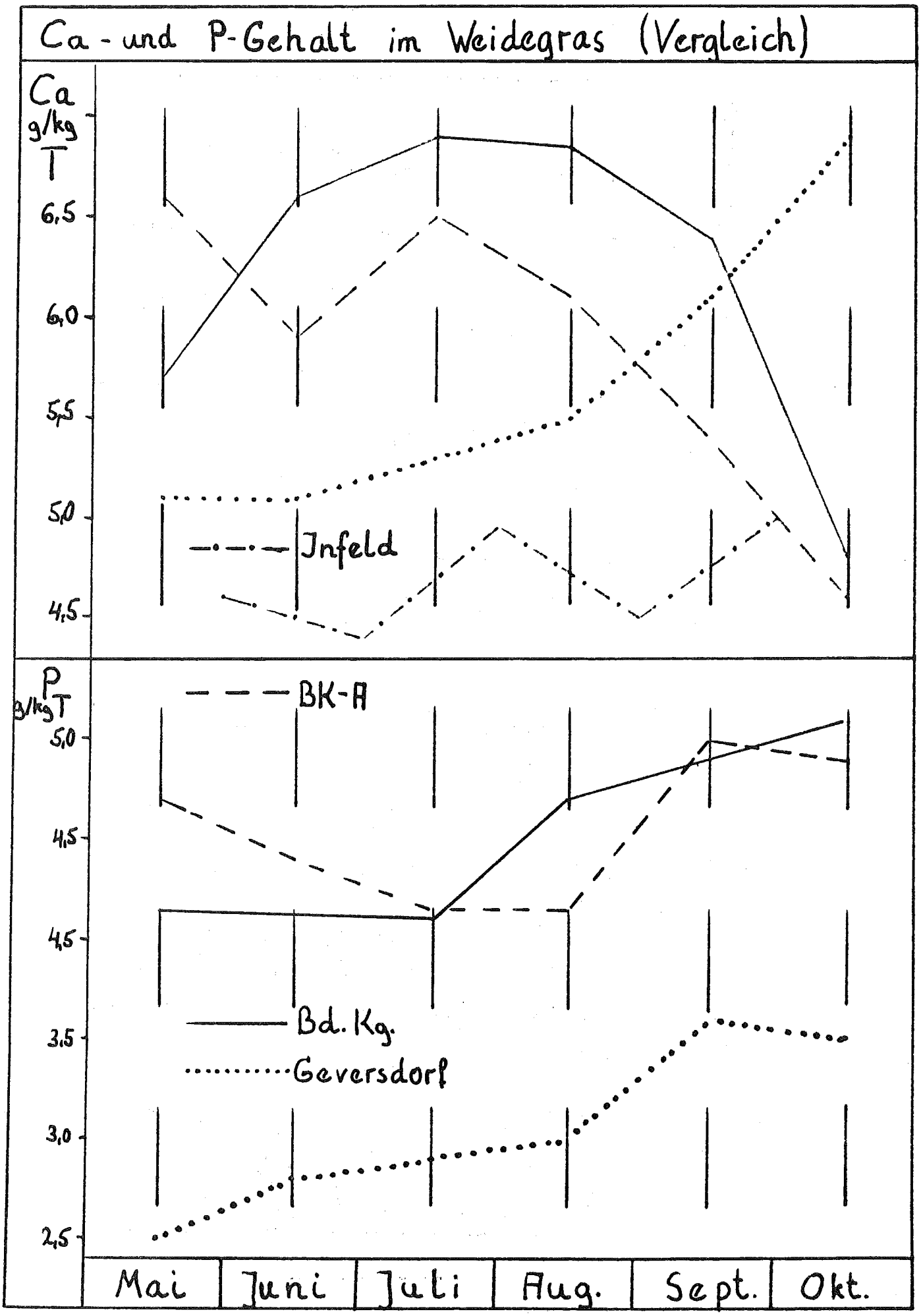

K-Gehalt im Weidegras (Vergleich)
g/kg T
Bredst. Koog
BK-A
Geversdorf
Infeld
( ) K_2O-Düngung kg/ha
37
35
33
31
29
24
25
(44)
(66)
(185)
(100)
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sep.
Okt.

Abb. 7


Ca- und P-Gehalt im Weidegras (Vergleich)
Ca
g/kg
T
6,5
6,0
5,5
5,0
4,5
Jnfeld
P
g/kg T
5,0
4,5
4,5
3,5
3,0
2,5
BK-A
Bd. Kg.
Geversdorf
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Okt.

Tab. 3

Mineralstoffgehalt im Weidegras, Standort: Marsch, 1977-1982

Monatsmittelwerte, g/kg TS, Cu = ppm TS

Monat	Ca	P	Na	K	Mg	Cu	Ca : P ...: 1
Mai	5,68	4,16	2,01	32,64	1,51	10,1	1,37
Juni	6,62	4,13	2,02	31,52	1,68	11,6	1,60
Juli	6,90	4,11	2,02	34,13	1,82	11,5	1,68
August	6,86	4,69	2,15	36,65	1,96	11,5	1,46
September	6,38	4,89	3,12	36,48	1,98	13,7	1,30
Oktober	4,81	5,07	3,30	36,86	1,85	11,7	0,95

Tab. 4

Mineralstoffgehalt im Weidegras, Standort: Marsch, 1983-1987

Monatsmittelwerte, g/kg TS, Cu = ppm TS

Monat	Ca	P	Na	K	Mg	Cu	Ca : P ...: 1
Mai	6,58	4,69	2,29	31,0	2,03	8,2	1,40
Juni	5,88	4,40	2,56	28,9	1,93	7,7	1,34
Juli	6,52	4,15	2,34	31,7	2,09	7,7	1,57
August	6,09	4,16	2,10	35,0	2,12	8,8	1,46
September	5,43	4,96	2,69	33,6	2,20	9,5	1,09
Oktober	4,60	4,89	2,41	34,4	1,98	9,8	0,94

Tab. 5

Mineralstoffgehalt im Weidegras, Standort: Geest, 1977-1987

Monatsmittelwerte, g/kg TS, Cu = ppm TS

Monat	Ca	P	Na	K	Mg	Cu	Ca : P ...: 1
Mai	4,60	4,84	1,73	33,73	2,02	11,5	0,95
Juni	4,59	4,96	1,73	36,00	2,10	10,1	0,93
Juli	5,18	4,89	1,81	37,09	2,17	10,1	1,06
August	5,17	5,02	2,01	36,29	2,26	10,8	1,03
September	4,47	5,30	2,51	37,67	2,31	11,3	0,84
Oktober	3,83	5,12	3,21	35,36	2,28	11,5	0,75

Tab. 6

Mineralstoffgehalt im Weidegras, Standort: Moor, 1978-1985
Monatsmittelwerte, g/kg TS, Cu = ppm TS

Monat	Ca	P	Na	K	Mg	Cu	Ca : P ...: 1
Mai	5,78	4,30	1,93	29,9	1,57	10,4	1,34
Juni	6,04	4,11	2,05	30,7	1,70	9,1	1,47
Juli	5,87	4,29	2,73	34,5	1,85	10,9	1,37
August	5,52	4,37	2,75	36,4	1,87	11,8	1,26
September	5,37	4,70	3,70	34,6	1,96	10,8	1,14
Oktober	4,46	5,00	3,53	34,1	1,83	10,2	0,89

Abb. 8

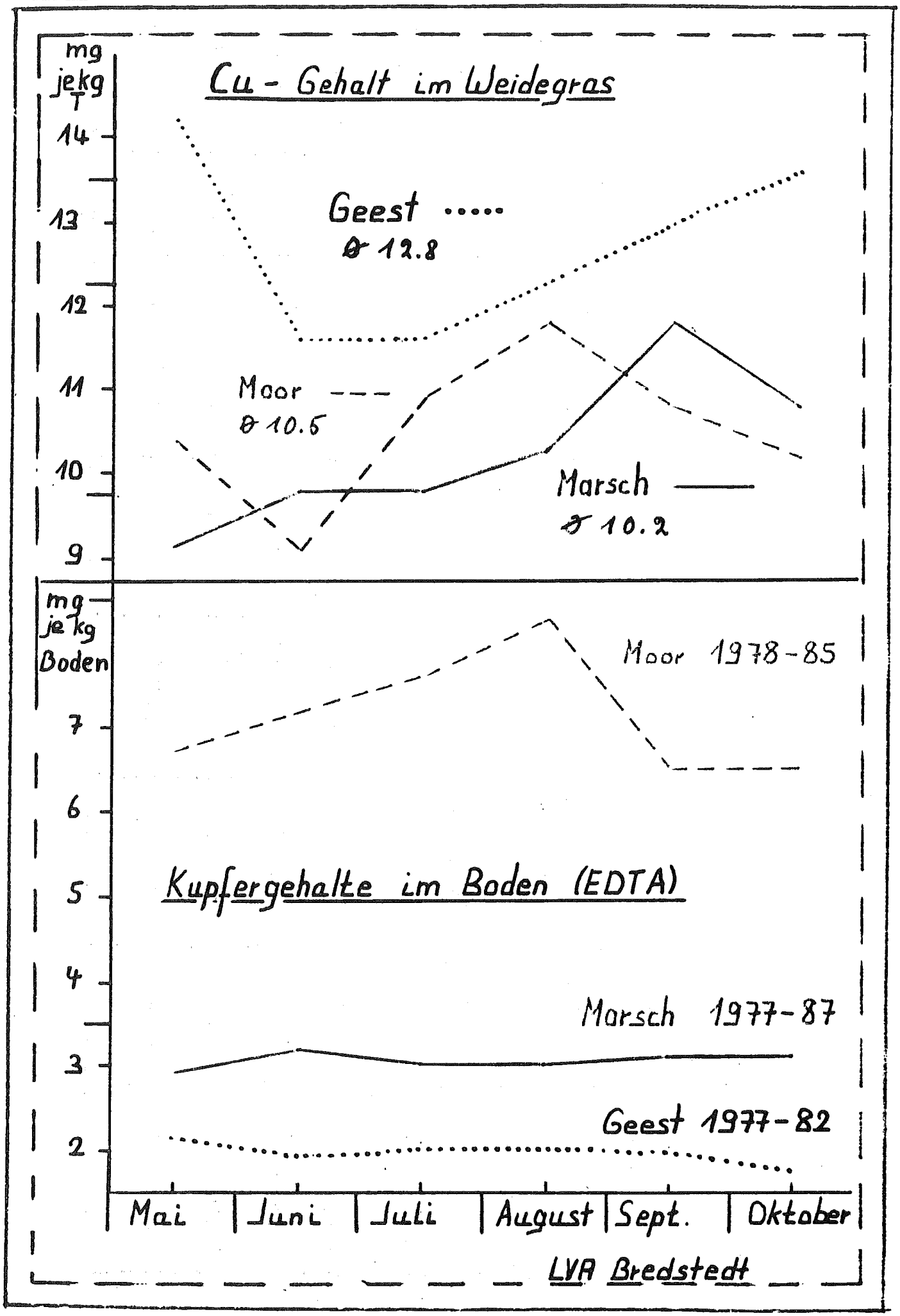
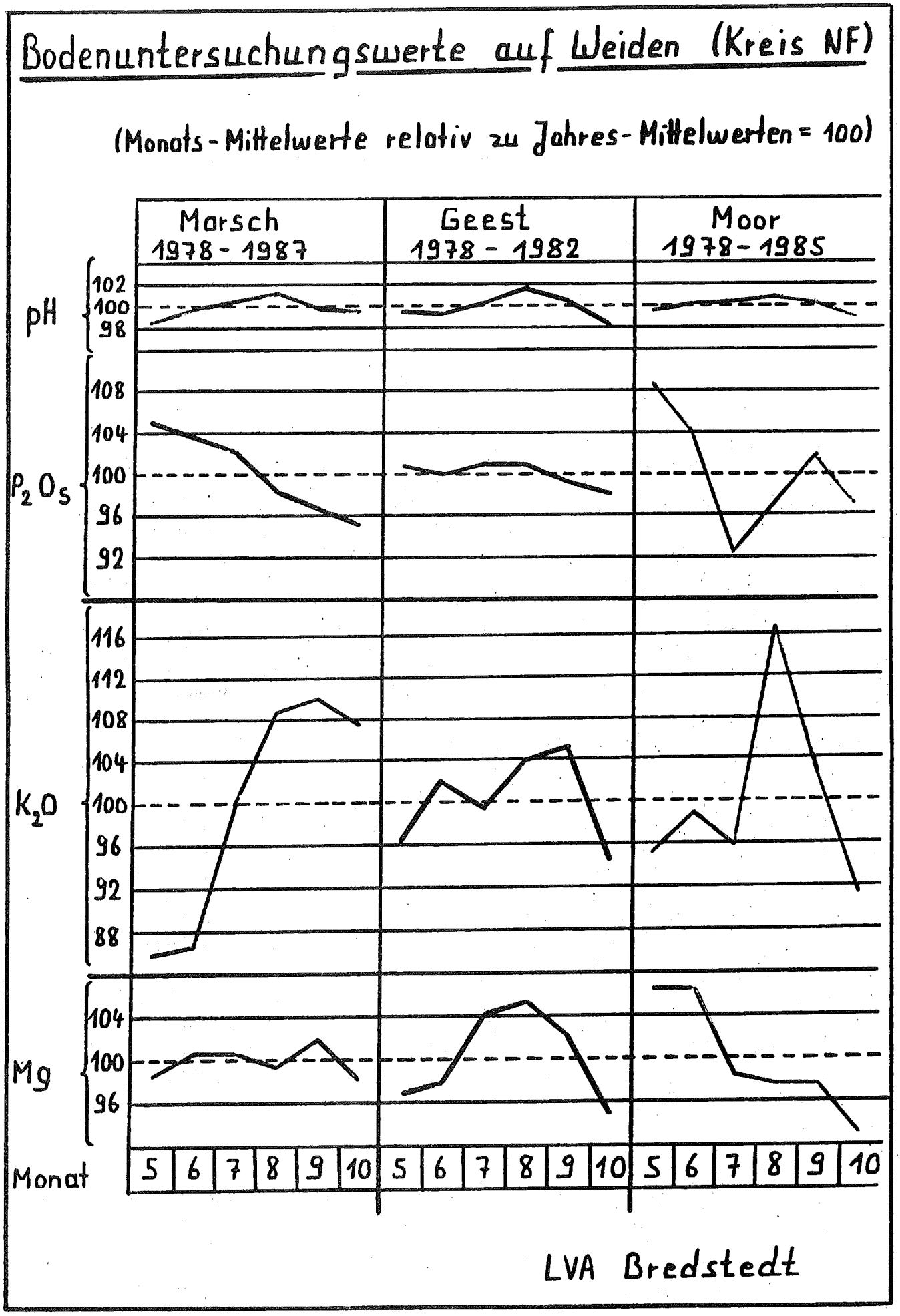

Cu - Gehalt im Weidegras
mg je kg T
14
13
12
11
10
9
Geest
ø 12.8
Moor
ø 10.5
Marsch
ø 10.2
mg je kg Boden
7
6
5
4
3
2
Moor 1978-85
Kupfergehalte im Boden (EDTA)
Marsch 1977-87
Geest 1977-82
Mai
Juni
Juli
August
Sept.
Oktober
LVA Bredstedt

Abb. 9


Bodenuntersuchungswerte auf Weiden (Kreis NF)
(Monats-Mittelwerte relativ zu Jahres-Mittelwerten = 100)
Marsch 1978 - 1987
Geest 1978 - 1982
Moor 1978 - 1985
pH
102
100
98
P_2O_5
108
104
100
96
92
K_2O
116
112
108
104
100
96
92
88
Mg
104
100
96
Monat
5 6 7 8 9 10
LVA Bredstedt

Einfluß der Unterdachtrocknung auf die Futterqualität verschiedener Pflanzenarten

Rita Kammerl und Uwe Simon
Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der TU München

Einleitung

In dem Bestreben, die bei der Heubereitung im Freien unvermeidlichen Qualitätsverluste zu senken, ist man besonders in Süddeutschland vielfach zur Unterdachtrocknung (UDT) übergegangen. Bei diesem Konservierungsverfahren wird nach einer gewissen Anwelkperiode im Freiland der abschließende Trocknungsprozess in einem Gebäude durchgeführt. Hier erfolgt der Wasserentzug durch Belüftung des Trocknungsgutes. Je nach Anlagetyp wird dabei entweder mit normaler Außenluft gearbeitet (Kaltbelüftung), oder die Luft wird vor dem Durchströmen des Heustocks angewärmt (Warmbelüftung), wobei in der Regel bei einer Temperaturerhöhung um 5 - 10° C die Zulufttemperatur im Bereich von 20 - 30° C liegt; bei Satztrocknungsanlagen wird hingegen mit einer Lufttemperatur von ca. 50° C gearbeitet (Schöllhorn 1977). Elsäßer (1984) stellte nur geringe Qualitätsänderungen im Verlauf des UDT-Verfahrens fest.
Als mögliche Einflußfaktoren auf die Futterqualität während des Trocknungsprozesses kommen u.a. in Betracht:
Die Dauer der Vorwelkperiode, die Temperatur der Zuluft und damit zusammenhängend die Dauer der UDT, die Pflanzenart und das Entwicklungsstadium der Pflanzen bei der Ernte. Hier werden vorläufige Versuchsergebnisse über den Einfluß der genannten Faktoren auf verschiedene Qualitätsparameter berichtet.

Material und Methoden

Die Versuche wurden im Sommer 1987 auf der Versuchstrocknungsanlage des Lehrstuhls in Freising - Dürnast durchgeführt. Das benutzte Pflanzenmaterial ist in Tabelle 1 näher gekennzeichnet.

Tabelle 1. Charakterisierung des Pflanzenmaterials

Pflanzenart	Aufwuchs/Schnitt						
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	3-1	3-2
Ej. Weidelgras "Liwelo"(d)							
Schnittdatum	6.7.	14.7.	-	12.8.	17.8.	17.9.	-
Wuchsstadium 1)	53	60	-	61	65	65	-
Ej. Weidelgras "Aubade"(t)							
Schnittdatum	6.7.	14.7.	-	12.8.	17.8.	17.9.	-
Wuchsstadium	59	65	-	61	65	65	-
Wiesenschwingel "Fesko"							
Schnittdatum	24.5.	11.6.	28.6.	-	-	26.8.	3.9.
Wuchsstadium	37	55	69	-	-	22	23
Lieschgras "Odenwälder" 2)							
Schnittdatum	24.5.	11.6.	28.6.	-	-	26.8.	3.9.
Wuchsstadium	39	51	60	-	-	51	55
Alexandrinerklee "Sacromonte"							
Schnittdatum	-	-	-	9.9.	-	-	-
Wuchsstadium				Blühbeginn			
Persischer Klee "HS Iran"							
Schnittdatum	-	-	-	9.9.	-	-	-
Wuchsstadium	-	-	-	Blühbeginn	-	-	-

1) nach SIMON/PARK (1983)

2) weiterer Schnitt 4-1 am 13.10. Stadium 23

Einheitliche Ernte- und Trocknungsbedingungen ermöglichten direkte Vergleiche zwischen diploiden ("Liwelo") und tetraploiden ("Aubade") Einjährigem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras sowie Persischem Klee und Alexandrinerklee. Das Erntegut wurde in der Regel vormittags gegen 10 Uhr gemäht, danach angestreut und mehrmals gewendet mit dem Ziel, bis zum Verbringen auf die UDT-Anlage am Nachmittag des folgenden Tages eine Restfeuchte von ca 50% zu erreichen. Diese Anwelkperiode dauerte in der Regel zwischen 25 und 30, ausnahmsweise auch bis 78 Stunden. Die Einlagerung des ungehäckselten Trocknungsgutes erfolgte gleichmäßig von Hand in Trocknungsbehälter von 2 m^3 Fassungsvermögen und 1 m^2 Trocknungsgrundfläche bis zu einer Füllhöhe von 1.50 m.

Von jeder Pflanzenart/-sorte wurden bei jedem Erntetermin 3 Behälter befüllt und bei unterschiedlicher Lufttemperatur ununterbrochen bis zum Erreichen der Lagerfähigkeit (<20% Restfeuchte) belüftet. Die Luftgeschwindigkeit und der Luftdurchsatz lagen einheitlich bei 0.17 m/sec. bzw. 630 $m^3/h/m^2$ Belüftungsfläche. Variiert wurde die Zulufttemperatur. Sie betrug konstant 20° C (gelegentlich auftretende höhere Außentemperaturen blieben unberücksichtigt) beim ersten, 30° C beim zweiten und 50° C beim dritten Behälter. Proben zur Ermittlung der Futterqualität wurden jeweils beim Schnitt, bei der Einlagerung unmittelbar vor Beginn und bei der Auslagerung unmittelbar nach Beendigung der UDT gezogen. Dieses Verfahren ermöglichte sowohl die Bestimmung der Werbungsverluste während der Anwelkperiode im Freien als auch der Konservierungsverluste während der UDT. Schimmelbildung, muffiger Geruch etc, die auf mangelhaften Erfolg der UDT schließen lassen, wurden bei keiner Trocknungspartie festgestellt. Es wurden die folgenden Qualitätsparameter bestimmt: Nichtstrukturkohlenhydrate (NSKH) nach Kühbauch (1973), Rohprotein (RP), Rohfaser (RF) nach Standardmethoden, in vitro Verdaulichkeit der organischen Masse (IVOM) und Nettoenergielaktation (NEL) nach dem Hohenheimer Futterwerttest.

Ergebnisse

1 Qualitätsänderungen von der Ernte bis zum Erreichen der Lagerfähigkeit

Die relativen Qualitätsänderungen in den folgenden Tabellen wurden wie folgt errechnet: Anfangswert minus Endwert in Prozent des Anfangswertes. Die entsprechenden Daten für die Zeit des Anwelkens auf dem Feld und die UDT bei verschiedenen Temperaturen sind für die Gräser im Mittel aller Arten und Erntetermine in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2. Relative Qualitätsänderungen im Verlauf des UDT-Verfahrens - Gräser (n=21)

Wert-merkmal	Schnitt bis Einlagerung	Einlagerung bis Auslagerung 20°	30°	50°	Gesamt 20°	30°	50°
NSKH	-6.0	-8.9	-3.3	-0.4	-14.9	-9.3	-6.4
RP	-0.3	+3.6	+3.2	+0.5	+ 3.3	+2.9	+0.2
RF	-0.9	+0.8	+1.8	+2.0	- 0.1	+0.9	+1.1
IVOM	+0.1	-1.5	-0.9	-0.9	- 1.4	-0.8	-0.8
NEL	-1.5	-3.8	-1.4	-1.2	- 5.3	-2.9	-2.7

Wertverluste entstehen schon auf dem Feld zwischen Ernte und Einlagern, aber auch noch während der Trocknung unter Dach. Die Größe der Wertänderungen liegt aber in beiden Trocknungsabschnitten mit Ausnahme der NSKH unter 5% und ist damit als sehr gering zu bezeichnen. Mit steigender Trocknungstemperatur sinken die Verluste. Bei den einzelnen Wertmerkmalen ergibt sich folgendes Bild: Die NSKH weisen in beiden Trocknungsphasen die größten Abnahmen auf. Lufterwärmung bewirkt eine deutliche Verlustminderung. Bei RP und RF steht einer unbedeutenden Abnahme während des Vorwelkens eine geringfügige Zunahme unter Dach gegenüber. IVOM bleibt nahezu unverändert. Die NEL-Verluste während des Anwelkens sind mit 1.5% gering, aber bei 20° C Trocknungstemperatur unter Dach mindestens doppelt so groß wie im Verlauf des Anwelkens.
Tabelle 3 gibt die entsprechenden Werte für die Leguminosen wieder.

Tabelle 3. Relative Qualitätsänderungen im Verlauf des UDT-Verfahrens - Leguminosen (n=2)

Wert-merkmal	Schnitt bis Einlagerung	Einlagerung bis Auslagerung 20°	30°	50°	Gesamt 20°	30°	50°
NSKH	-17.4	-37.1	-35.0	-29.3	-54.5	-52.4	-46.7
RP	-22.0	+ 8.8	+ 3.6	+ 1.5	-13.2	-18.4	-20.5
RF	+41.2	-10.5	- 5.0	- 3.5	+30.7	+36.2	+37.7
IVOM	-12.6	+ 2.0	+ 1.0	+ 0.9	-10.6	-11.6	-11.7
NEL	-16.6	+ 0.4	- 0.4	+ 0.2	-16.2	-17.0	-16.4

Schon während des Vorwelkens treten bei allen Merkmalen beträchtliche Wertminderungen ein. Sie betragen ein Vielfaches der bei den Gräsern festgestellten Verluste. Während der UDT-Periode bewirkt die Erhöhung der Trocknungstemperatur eine deutliche Verlustminderung. Die mit Abstand größten Qualitätseinbußen sind bei den NSKH zu verzeichnen. Ihr Anteil war am Ende des Trocknungsverfahrens nur noch etwa halb so groß wie bei der Ernte. Im Gegensatz zu den anderen Merkmalen sind die stärksten Wertminderungen nicht während des Vorwelkens, sondern erst während der Belüftungsphase eingetreten. Beim RP steht einer Abnahme des Gehalts um 22% auf dem Feld eine Zunahme während der Belüftung gegenüber. Der RF-Gehalt ändert sich im Vergleich zu dem der Gräser

entgegengesetzt. Wahrscheinlich sind starke Bröckelverluste mit Abbrechen der RP-reichen und RF-armen Blatteile während der Feldvortrocknung die Ursache für den enormen Anstieg des RF-Gehalts vom Zeitpunkt des Schnitts bis zur Einlagerung. Auch bei der IVOM und der NEL sind schon während des Anwelkens nicht unerhebliche Abnahmen (-12.6 bzw. -16.6%) festzustellen.

2 Qualitätsänderungen während des Anwelkens im Freien - Artenvergleich

Die im Durchschnitt der Erntetermine festgestellten Qualitätsverluste (Wert bei Ernte minus Wert der Einlagerung in Prozent des Wertes bei Ernte) sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Tabelle 4. Prozentuale Wertänderung während des Anwelkens im Freien

Wert-merkmal	Pflanzenart/sorte					
	EW(d)	EW(t)	W.-schwingel	W.-lieschgras	Perserklee	Alex.-klee
n	5	5	5	6	1	1
NSKH	-4.0	-8.7	+16.9	-10.6	-18.5	-15.1
RP	-5.9	-4.8	+ 8.5	+ 2.8	-21.2	-22.7
RF	-1.2	-1.2	- 1.1	- 0.4	+39.0	+42.9
IVOM	-0.8	+0.7	+ 1.3	- 0.2	-13.6	-11.6
NEL	-2.9	-1.1	- 0.5	- 2.0	-18.8	-13.9

Daraus geht hervor, daß selbst in der relativ kurzen Zeit zwischen Schnitt und Einlagerung am folgenden Tag schon teilweise erhebliche Verluste entstehen können, die allerdings je nach Pflanzenart sehr verschieden groß sind. Sehr ungünstig schneiden in dieser Hinsicht die beiden Kleearten ab, und zwar bei allen untersuchten Merkmalen. Die Wertänderungen liegen bei NSKH zwischen -15 und -18%, RP -21 und -22%, IVOM -11 bis -13% und NEL -14 bis -19%. Im Vergleich dazu ist der Rohfasergehalt um rund 40% gestiegen. Diese Wertminderungen lassen vermuten, daß die durch Abbröckeln der hochwertigen Blätter eintretenden Verluste schon im Verlauf einer eintägigen Bodentrocknungsperiode und bei einem Wassergehalt von über 60% erheblich größer sind als bisher allgemein angenommen. Bei den Gräsern sind die qualitativen Verän-

derungen weitaus geringer. Sie bewegen sich, von Ausnahmen abgesehen, in dem Bereich zwischen 0 und 5%. Lediglich beim NSKH-Gehalt sind Abnahmen um bis zu 10% zu verzeichnen, wenn man den stark abweichenden Wert für Wiesenschwingel außer acht läßt.
Welche zusätzlichen Qualitätsverluste entstehen, wenn die Feldperiode infolge schlechten Wetters verzögert ist, zeigt der Vergleich von zwei aufeinanderfolgenden Ernteterminen im zweiten Aufwuchs des Einjährigen Weidelgrases. Beim Schnitt am 12. August betrug die Anwelkzeit 30.5 Stunden; beim Schnitt am 17. August konnte das Erntegut wegen Regen erst nach 78.5 Stunden eingelagert werden. Die Veränderungen in Prozent des Zustandes beim Schnitt sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5. Einfluß der Anwelkdauer auf die Veränderung von Wertmerkmalen des Einjährigen Weidelgrases (Mittel "Liwelo" und "Aubade")

Merkmal	Anwelkdauer (Std) 30.5	78.5
Entwicklungsstadium	61	65
H_2O % beim Schnitt	84	82
H_2O % bei Einlagerung	59	51
NSKH	- 2.2	-53.2
RP	-15.6	+ 5.6
RF	+ 0.4	+ 9.8
IVOM	- 0.4	- 0.8
NEL	- 1.6	- 3.4

Zunächst fallen die gewaltigen NSKH-Verluste bei 78.5 Stunden Anwelkzeit auf, die vermutlich durch die verlängerte Atmung des Pflanzenmaterials bedingt sind. Die scheinbaren Zunahmen der RP- und RF-Gehalte sind wohl auf die relative Anreicherung dieser Substanzen infolge des NSKH-Schwunds zurückzuführen. Die IVOM- und NEL-Verluste haben sich bei der verlängerten Feldperiode zwar verdoppelt, fallen aber tatsächlich nicht ins Gewicht.

3 Qualitätsänderungen während der Unterdachtrocknungsperiode - Artenvergleich

3.1 Vergleich Einjähriges Weidelgras diploid (Liwelo) : tetraploid (Aubade)

Tabelle 6. Prozentuale Wertänderung während der UDT von diploidem (Liwelo) und tetraploidem (Aubade) Einjährigem Weidelgras (n=5)

Wert-merkmal	diploid 20°	diploid 30°	diploid 50°	tetraploid 20°	tetraploid 30°	tetraploid 50°
NSKH	-11.0	- 6.9	- 5.5	-13.5	- 6.8	- 1.4
RP	+ 3.7	+ 5.0	+ 3.1	+ 4.4	+ 4.4	+ 1.3
RF	+ 2.0	+ 0.4	+ 2.0	+ 2.8	+ 3.2	+ 2.8
IVOM	- 1.8	- 0.7	- 1.4	- 2.2	- 2.0	- 1.4
NEL	- 2.8	- 1.8	- 2.0	- 3.5	- 2.8	- 1.4

Wie aus Tabelle 6 zu ersehen ist, nehmen die Wertminderungen im allgemeinen mit steigender Erwärmung der Zuluft ab. Besonders ausgeprägt ist dies bei den NSKH. Hier verringern sich die Verluste von 11 - 13% bei 20° C auf 1 - 5% bei 50° C Trocknungstemperatur. Bemerkenswert ist in allen Temperaturbereichen der scheinbare Anstieg der RP- und RF-Gehalte. IVOM- und NEL-Verluste liegen im Mittel zwischen 1 und 2% und können somit vernachlässigt werden.

3.2 Vergleich Wiesenschwingel : Wiesenlieschgras

Die entsprechenden Daten sind in Tabelle 7 zusammengefaßt. Die Wertveränderungen bewegen sich in einem ähnlichen Bereich wie bei Einjährigem Weidelgras. Zwischen den beiden Arten sind keine deutlichen Unterschiede erkennbar.

Der positive Einfluß der höheren Trocknungstemperatur auf die Werterhaltung ist auch bei diesen beiden Arten deutlich. Ebenso sind die stärksten Wertänderungen bei den NSKH zu verzeichnen. Unverkennbar ist auch der Anstieg der RP- und RF-Gehalte, während IVOM und NEL kaum beeinflußt wurden.

Tabelle 7. Prozentuale Wertänderung während der UDT von Wiesenschwingel (n=5) und Wiesenlieschgras (n=6)

Wert-merkmal	Wiesenschwingel 20°	30°	50°	Wiesenlieschgras 20°	30°	50°
NSKH	- 5.8	- 2.9	0.0	- 4.9	+ 3.3	+ 4.9
RP	+ 2.9	+ 1.4	- 3.6	+ 3.4	+ 2.0	+ 0.7
RF	0.0	+ 2.8	+ 1.4	- 1.1	+ 1.1	+ 1.8
IVOM	- 1.6	- 1.0	- 1.0	- 0.8	- 0.1	0.0
NEL	- 1.4	- 0.9	- 0.4	- 2.2	- 0.3	+ 0.3

3.3 Vergleich Persischer Klee : Alexandrinerklee

Obwohl für den Vergleich Persischer Klee : Alexandrinerklee nur ein einziger Datensatz verfügbar ist, sollen die Ergebnisse in Tabelle 8 dennoch präsentiert werden, weil sie von denen der Gräser zum Teil erheblich abweichen.

Tabelle 8. Prozentuale Wertänderung während der UDT von Persischem Klee und Alexandrinerklee

Wert-merkmal	Persischer Klee 20°	30°	50°	Alexandrinerklee 20°	30°	50°
NSKH	-25.1	-25.9	-13.2	-60.9	-52.9	-61.1
RP	+ 4.1	- 0.8	- 5.2	+13.6	+ 7.7	+ 8.6
RF	+ 0.6	+ 7.6	+ 6.0	-19.1	-14.8	-10.9
IVOM	+ 1.6	+ 0.9	+ 0.9	+ 2.5	+ 1.9	+ 0.9
NEL	0.0	- 0.8	+ 0.7	+ 0.6	- 0.2	- 0.6

Der Einfluß der Trocknungstemperatur ist im allgemein weniger deutlich ausgeprägt. Drastisch erhöht sind jedoch die NSKH-Verluste, die bei Alexandrinerklee 50% übersteigen. Uneinheitlich sind die Veränderungen der RP- und RF-Gehalte. Ob die abweichende Tendenz der Wertänderungen dieser Inhaltstoffe tatsächlich artspezifisch ist, muß nachgeprüft werden. IVOM und NEL haben sich wie bei den Gräsern während der UDT kaum verändert.

4 Qualitätsänderungen insgesamt - Artenvergleich

Aus der Summe der Wertänderungen während der Feldtrocknung und der UDT ergeben sich die Gesamtverluste in Prozent der bei der Ernte festgestellten Daten, die bei dem Konservierungsverfahren entstanden sind.

Tabelle 9. Prozentuale Wertänderung von der Ernte bis zum Ende der Unterdachtrocknung von diploidem (Liwelo) und tetraploidem (Aubade) Einjährigem Weidelgras (n=5)

Wert-merkmal	diploid			tetraploid		
	20°	30°	50°	20°	30°	50°
NSKH	-14.5	-10.5	- 9.2	-21.0	-14.8	- 9.9
RP	- 2.3	- 1.2	- 2.9	- 0.6	- 0.6	- 3.6
RF	+ 0.8	- 0.8	+ 0.8	+ 1.6	+ 3.2	+ 1.6
IVOM	- 2.6	- 1.5	- 2.2	- 1.5	- 1.3	- 0.7
NEL	- 5.7	- 4.6	- 4.8	- 4.5	- 2.8	- 2.4

Zwischen den beiden Sorten des Einjährigen Weidelgrases sind keine deutlichen Unterschiede zu beobachten (Tabelle 9). Mit Ausnahme der NSKH liegt die Wertminderung im Bereich von 1 bis 5% und ist damit als gering zu bezeichnen. Bei den NSKH liegt der Rückgang im Bereich zwischen 10 und 20%. Verlustmindernd wirkt sich das Anwärmen der Trocknungsluft aus.

Die Ergebnisse von Wiesenschwingel und Wiesenlieschgras sind in Tabelle 10 gegenübergestellt. Was den Effekt der Trocknung auf die NSKH betrifft, verhält sich Wiesenschwingel umgekehrt wie das Wiesenlieschgras. Entgegen der Erwartung nimmt nämlich bei Wiesenschwingel die NSKH-Konzentration mit steigender Lufttemperatur unerklärlich zu, während sie sich bei Wiesenlieschgras in dem bei Einjährigem Weidelgras beobachteten Rahmen bewegt. Deutliche Zunahmen - bei Wiesenschwingel stärker als bei Wiesenlieschgras - wurden auch beim RP-Gehalt registriert. RF, IVOM und NEL haben sich nicht nennenswert verändert. Auch bei Wiesenschwingel und Wiesenlieschgras wirkt das Anwärmen der Trocknungsluft im allgemeinen verlustmindernd.

Tabelle 10. Prozentuale Wertänderung von der Ernte bis zum Ende der Unterdachtrocknung von Wiesenschwingel (n=5) und Wiesenlieschgras (n=6)

Wert-merkmal	Wiesenschwingel 20°	30°	50°	Wiesenlieschgras 20°	30°	50°
NSKH	+10.2	+13.6	+16.9	-14.7	- 7.4	- 5.9
RP	+11.6	+10.1	+ 4.7	+ 6.2	+ 4.8	+ 3.4
RF	- 1.0	+ 1.7	0.0	- 1.5	+ 0.7	+ 1.5
IVOM	- 0.3	+ 0.3	+ 0.3	- 1.0	- 0.3	- 0.2
NEL	- 1.9	- 1.4	- 0.8	- 4.1	- 2.3	- 1.6

Tabelle 11. Prozentuale Wertänderung von der Ernte bis zum Ende der Unterdachtrocknung von Persischem Klee und Alexandrinerklee

Wert-merkmal	Persischer Klee 20°	30°	50°	Alexandrinerklee 20°	30°	50°
NSKH	-39.0	-39.6	-29.3	-66.7	-60.0	-67.0
RP	-18.0	-21.5	-25.3	-12.2	-16.8	-16.1
RF	+40.0	+49.7	+47.4	+15.7	+21.8	+27.4
IVOM	-12.2	-12.8	-12.8	- 9.3	-10.5	-10.7
NEL	-18.8	-19.4	-18.2	-13.3	-14.0	-14.4

Die relativ größten Trocknungsverluste wurden bei den beiden Kleearten festgestellt (Tabelle 11). Die NSKH nahmen bei Persischem Klee um 30 - 40%, beim Alexandrinerklee sogar um 60 - 67% ab. Erhebliche Verluste sind auch beim RP-Gehalt zu verzeichnen, wovon der Persische Klee stärker als der Alexandrinerklee betroffen ist. Die drastische Verschlechterung der Futterqualität ist auch durch den erheblichen Anstieg des RF-Gehaltes gekennzeichnet, der beim Persischen Klee mit Werten zwischen 40 und 50% ungefähr doppelt so stark wie beim Alexandrinerklee ist. Diese Veränderungen resultieren in einer Reduzierung der IVOM im Bereich von 9 und 13% und von Energieverlusten zwischen 13 und 20%. Allgemein sind die Qualitätseinbußen beim Persischen Klee größer als beim Alexandrinerklee. Das Erwärmen der Trocknungsluft wirkt sich im

Gegensatz zu den Gräsern eher negativ auf die untersuchten Qualitätsmerkmale aus.

4 Relativer Beitrag des Feld- und des Unterdachtrocknungsabschnitts zu den Qualitätsveränderungen.

Hier soll versucht werden, den relativen Beitrag der Feld- und der Unterdachtrocknungsperiode zu den insgesamt vom Schnitt bis zur Auslagerung eingetretenen Qualitätsänderungen zu schätzen. Zu diesem Zweck wurden die Daten über sämtliche Schnitte, Trocknungstemperaturen und Arten gemittelt, allerdings für Gräser und Kleearten getrennt. Wir sind uns der Problematik des Verfahrens bewußt, insbesondere auch in Anbetracht der Tatsache, daß nicht selten in den beiden Trocknungsabschnitten Veränderungen mit umgekehrtem Vorzeichen eingetreten sind. Dennoch sollen die Ergebnisse in Tabelle 12 mitgeteilt werden.

Tabelle 12. Relativer Beitrag der Feldperiode und der UDT-Periode zu den insgesamt eingetretenen Wertänderungen.

Wert-merkmal	Gräser		Leguminosen	
	Feld %	UDT %	Feld %	UDT %
n	21	63	2	6
NSKH	- 40	- 60	- 38	- 62
RP	- 14	+114	-120	+ 20
RF	-150	+250	-128	+ 28
IVOM	+ 50	+ 50	-110	+ 10
NEL	- 40	- 60	-100	0

Die Verluste an NSKH sind sowohl bei den Gräsern als auch bei den Kleearten mit rund 60% überwiegend während der UDT entstanden. Dagegen gehen RP- und RF-Verluste bei beiden Artengruppen ausschließlich auf das Konto der Anwelkperiode. Gräser und Kleearten unterscheiden sich deutlich im Bezug auf den Einfluß der beiden Trocknungsabschnitte auf die bei IVOM und NEL eingetretenen Wertänderungen. Während sie bei den Gräsern je zur Hälfte während der Feld- und der UDT-Periode erfolgten, sind sie bei den Kleearten allein während der Feldperiode entstanden. Insgesamt betrachtet ist der Verlustbeitrag der Feldperiode bei den Kleearten relativ größer als bei den Gräsern.

Zusammenfassung

An drei Aufwüchsen von Einjährigem Weidelgras diploid und tetraploid, Wiessenschwingel und Wiesenlieschgras sowie am zweiten Aufwuchs von Persischem Klee und Alexandrinerklee wurden die Veränderungen im Gehalt an Nichtstrukturkohlenhydraten (NSKH), Rohprotein (RP), Rohfaser (RF), Energie (NEL) und der in vitro-Verdaulichkeit der organischen Masse (IVOM) während des Vorwelkens und der anschließenden Belüftungstrocknung unter Dach (UDT) bei drei Lufttemperaturen (20, 30, 50°C) untersucht. Wertminderungen treten sowohl während des Vorwelkens als auch im Verlauf der Belüftung ein. Die Qualitätseinbußen sind bei Leguminosen um ein Vielfaches größer als bei Gräsern, insbesondere während der Anwelkperiode. Die Erhöhung der Trocknungstemperatur wirkt sich in der Regel verlustmindernd aus. Die stärksten Abnahmen vom Schnitt bis zur Auslagerung wurden bei den NSKH festgestellt. Diploides und tetraploides Einjähriges Weidelgras unterscheiden sich, was die Wertänderung betrifft, kaum. Bei Wiesenschwingel und Wiesenlieschgras sind die Qualitätsänderungen der einzelnen Merkmale unterschiedlich. Die Wertminderungen sind bei Persischem Klee im allgemeinen stärker ausgeprägt als bei Alexandrinerklee, jedoch weist der letztere eine überproportional starke Abnahme des NSKH-Gehalts auf.

Literatur

Elsäßer, M.: Auswirkungen der Heubelüftung mit solarerwärmter Trocknungsluft auf Qualitätseigenschaften von Mähweidefutter. Diss. Univ. Hohenheim 1984.

Kühbauch, W.: Veränderungen von Kohlenhydratfraktionen in Blättern und Stengeln einiger Knaulgrassorten während des Wachstums. Landw. Forschung 26, 213 - 220, 1973.

Schöllhorn, J.: Zum Entwicklungsstand der Unterdachtrocknung. Wirtschaftseigenes Futter 23, 273 - 290, 1977.

Simon, U. u. B.J. Park: A descriptive scheme for stages of development in perennial forage grasses. Proc. XIV Intern. Grassl. Congr. 416 - 418, 1983.

Silierung von Grüngetreide nach Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln

ABBAU DER MITTEL - GÄRVERLAUF

H. Honig[1], G. Pahlow[1], J. Siebers[2], J.R. Lundehn[2], H. Parnemann[2]

1. Einleitung

In der landwirtschaftlichen Praxis kommt es gelegentlich vor, daß frisch mit Pflanzenschutzmitteln behandelte Getreideflächen aufgrund unvorhersehbarer Witterungsbedingungen, wie z. B. Hagelschlag oder starke Unwetter, vorzeitig geerntet werden müssen. Als Verwertungsmöglichkeit bleiben dann Konservierung und Verfütterung. Dabei erhebt sich die Frage, ob und wieweit die Rückstände von Pflanzenschutzmitteln im Silierprozeß abgebaut werden und wie dieser ggf. durch die Behandlung beeinflußt wird. Dies ist sowohl für die Beurteilung der Pflanzenschutzmittel bei der Zulassung als auch für die Beratung über die Verwertung so beeinträchtigter Bestände von Bedeutung.
Es wurden daher seit 1986 in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe für chemische Mittelprüfung der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig Silierversuche zur Klärung dieser Fragen durchgeführt.

2. Material und Methoden

2.1 Material:

Weizen wurde gegen Ende des Ährenschiebens geerntet und im Institut auf etwa 40 % TM vorgewelkt.

2.2 Behandlungen:

Folgende Pflanzenschutzmittel wurden ausgewählt, da sie einerseits verbreitet angewendet werden und da andererseits einfache Analysenmethoden verfügbar sind:

---

1) Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 3300 Braunschweig

2) Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11 - 12, 3300 Braunschweig.

1. Bayfidan,	Wirkstoff Triadimenol	(1 l/ha)
2. Dyrene flüssig,	Wirkstoff Anilazin	(4 l/ha)
3. Nexit flüssig,	Wirkstoff Lindan	(0,3 l/ha)

Letzteres, obwohl im Getreide nicht so häufig eingesetzt, wurde als Modellsubstanz für relativ beständige Wirkstoffe ausgewählt.
1987 kam noch

4. Desmel,	Wirkstoff Propiconazol	(0,5 l/ha)

hinzu.

2.3 Applikation:

Die Mittel wurden 1986 praxisüblich mit 300 l Wasser/ha auf dem Feld ausgebracht und das Getreide einen Tag später gemäht. 1987 wurden sie unmittelbar vor dem Silieren appliziert, um die Versuchsdurchführung zu vereinfachen und noch bessere Einheitlichkeit des Ausgangsmaterials nach Futterzusammensetzung und TM-Gehalt für alle Behandlungen sicherzustellen. Bei Lindan wurde die im Vorjahr gemessene Feldverlustrate bewußt nicht voll berücksichtigt, um ungünstige Bedingungen für den Silierprozeß sicherzustellen.

2.4 Silierung:

Das Futter wurde nach dem Anwelken auf 5 mm gehäckselt und in gasdichten 1,5 l-Laborsilos konserviert. Die Lagertemperatur betrug 20 °C. Zur Ermittlung des Abbauverhaltens der Mittel und des Gärverlaufs wurden jeweils 2 Silos je Behandlung nach 10, 35, 70, 120 und 180 Tagen entnommen.

2.5 Untersuchungen:

Die Entwicklung der Gärgasverluste wurde durch regelmäßige Wägung der Silos festgehalten.
Die Gärqualität wurde anhand der Bildung von Säuren und Alkoholen sowie des pH-Wertes beurteilt.
Auf eine Bestimmung der Veränderungen im Nährstoffgehalt wurde bei den insgesamt geringen Umsetzungen verzichtet.

3. Ergebnisse

3.1. Kenndaten des Siliergutes (Tab. 1):

Tab. 1: Zusammensetzung des Siliergutes

Jahr	TM-Gehalt %	Roh-prot.	Roh-fas.	NfE	Ver. OM %	Zucker % in TM	PK g MS / 100 TM	Z/PK
		-- % in TM --						
1986	44	8	34	51	63	16	2.2	7.3
1987	40	9	30	50	66	12	3.5	3.6

Das Siliergut war 1986 zu einem etwas späteren Entwicklungsstadium geschnitten worden als 1987, wie die Werte für Rohfaser und Verdaulichkeit ausweisen. Hinsichtlich der Silierfähigkeit zeigte es mit höherem Zuckergehalt und niedrigerer Pufferkapazität die günstigeren Werte. Bei den hohen TM-Gehalten reichte sie aber in beiden Fällen für eine gute Gärqualität aus.

3.2. Rückstandsuntersuchungen:

Die untersuchten Pflanzenschutzmittel zeigten deutliche Unterschiede hinsichtlich des Rückstandsverhaltens. 1986 läßt sich die Entwicklung während des Gesamtzeitraumes von der Spritzung bis zur Futterentnahme darstellen (Tab. 2).

Tab. 2: Pflanzenschutzmittelrückstände in Grünweizen - Feld und Silage 1986

Probe	Tag	Lindan	Anilizin	Triadimenol
		mg/kg FM		
Feld	0	0.52	36	7.0
	1	0.11	37	5.2
Silage	0	0.10	39.0	9.3
	10	0.12	8.4	7.7
	35	0.15	2.9	7.4
	70	0.11	0.4	7.8
	120	0.08	0.1	8.6
	180	0.12	< 0.05	8.1

Lindan verflüchtigt sich während der eintägigen Feldphase auf ein Fünftel des Anfangswertes, nimmt dann in der Silage nicht weiter ab. Der Gehalt an den beiden anderen Wirkstoffen verändert sich während dieses Zeitraumes praktisch nicht. Während der Silierung wird Anilazin aber sehr rasch völlig abgebaut, wogegen Triadimenol nicht angegriffen wird.
Dieses Abbauverhalten während der Silierung bestätigte sich 1987 (Tab. 3).

Tab. 3: Pflanzenmittelrückstände in Grünweizensilage 1987

Tag	Lindan	Anilazin	Triadimenol	Propiconazol
	mg / kg FM			
Soll	0.2	40	8	8
0	0.17	41	5.5	6.3
10	0.17	< 0.02	4.4	7.5
35	0.23	< 0.02	5.9	7.7
70	0.26	< 0.02	7.9	8.5
120	0.31	-	6.6	9.1
180	0.26	-	7.1	8.6

Das zusätzlich untersuchte Propiconazol wurde im Silo ebenfalls nicht abgebaut. Die Konzentration von Lindan lag etwa doppelt so hoch wie im Vorjahr, da bei der Applikation, wie gesagt, auf eine höhere Restmenge abgezielt wurde.

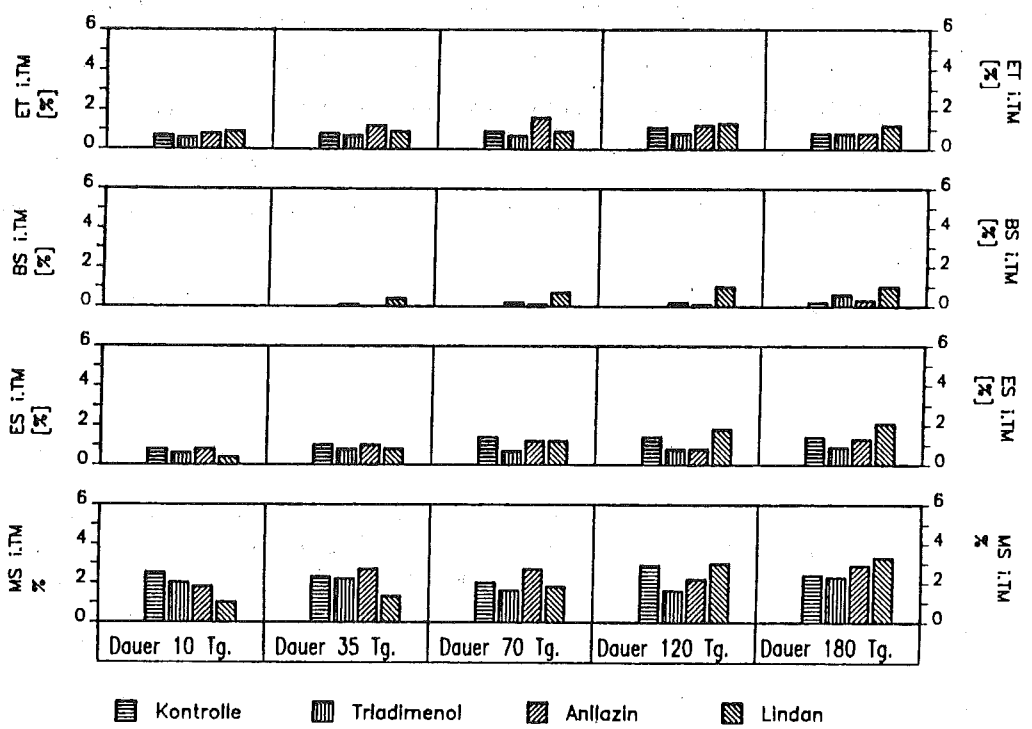
3.3. Silierergebnisse:

Die Silierung nahm in den beiden Versuchsjahren einen unterschiedlichen Verlauf. Deshalb werden die Ergebnisse zunächst getrennt dargestellt.

3.3.1. Versuch 1986:

In dem relativ stark angewelkten, weiter abgereiften Material stellten wir insgesamt eine relativ geringe Umsetzungsintensität fest (Bild 1).

Bild 1: Gärparameter A (GPS/ Weizen 86/629)
Verhalten von Pflanzenschutzmittelrückständen

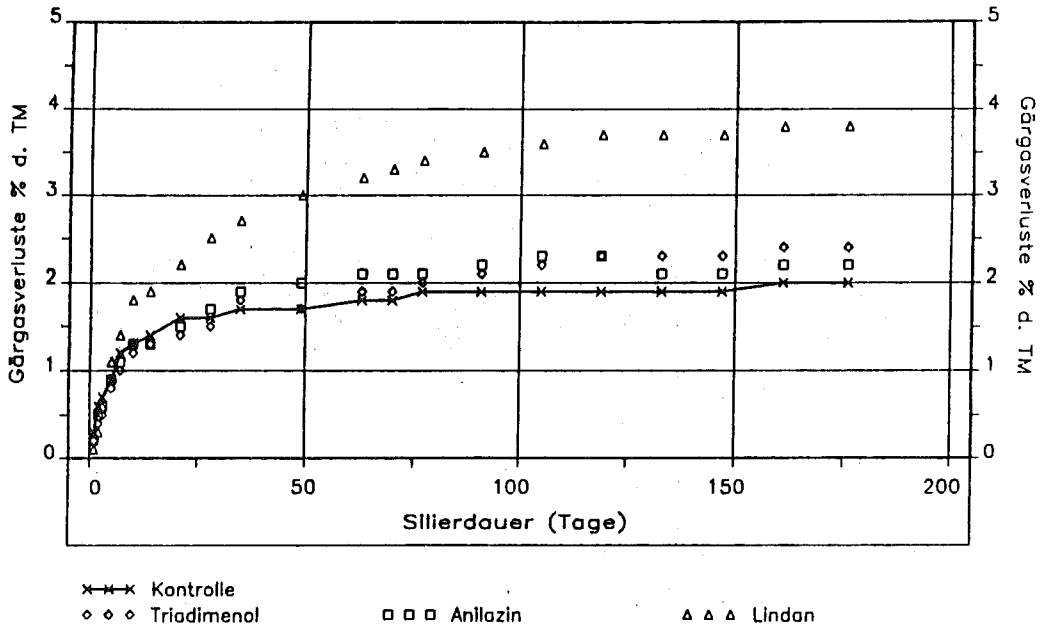


Alle Behandlungen führten zu einer Verzögerung der Bildung von Milchsäure, was sich auch in einer verringerten pH-Wert-Absenkung ausdrückte. Während sich aber die Werte für Triadimenol und Anilazin am 35. Tag denen der Kontrolle angeglichen hatten, stieg der Milchsäuregehalt in der Lindanvariante erst nach dem 70. Tag deutlich an. Die gleichzeitig erhöhten Essigsäuregehalte weisen auf einen mehr heterofermentativen Gärverlauf hin. Gleichzeitig konnten durch die entsprechend verzögerte Absenkung des pH-Wertes die Clostridien länger stoffwechselaktiv bleiben, was zu deutlich erhöhten Werten für Buttersäure führte.
Lindan muß also einen starken Hemmeffekt auf die mikrobielle Ausgangspopulation gehabt haben, wodurch im späteren Gärverlauf die Entwicklung von heterofermentativen Laktobakterien und Clostridien ermöglicht wurde.
In abgeschwächter Form verursacht auch das bis zum Schluß vorhandene Triadimenol im weiteren Gärverlauf eine Hemmung der Milchsäurebildung und eine etwas erhöhte Bildung von Buttersäure.

Hefen und Proteolyten wurden offenbar durch die Pflanzenschutzmittelbehandlung weniger beeinflußt, da weder in der Ethanolbildung noch in der Bildung von NH_3 gravierende Unterschiede auftraten.

Die Beeinflussung der Gärparameter spiegelt sich deutlich in den Verlaufskurven für die Gärgasbildung wider (Bild 2).

Bild 2: Gärgas Verluste von GPS(Weizen;44%TM) 1986
Wirkung von Pflanzenschutzmittelrückständen
Weckglas 1.5 l gasdicht

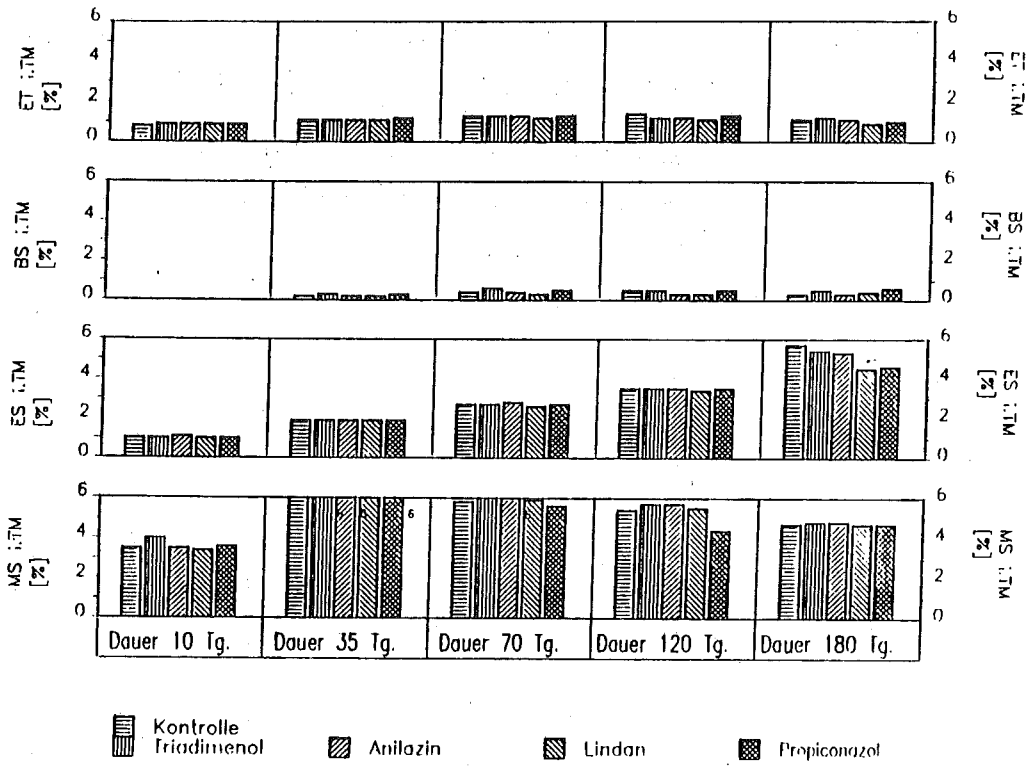


Die günstigsten Werte wurden in der Kontrolle erzielt. Die Behandlung mit Anilazin und Triadimenol führte nur zu einer geringen Erhöhung der Verluste, wobei letzteres einen leichten, aber kontinuierlichen Anstieg bewirkt. Nach Lindanbehandlung dagegen stiegen die Verluste bis zum 100. Tag auf nahezu den doppelten Wert an.

3.3.2. Versuch 1987:

Die Umsetzungen verliefen 1987 sehr viel intensiver als im Vorjahr mit erhöhter Milchsäure- und laufend steigender Essigsäurebildung, die gegen Ende der Lagerung auf Kosten der Milchsäure geht. Bis zum 70. Tag bildete sich auch in geringen Mengen Buttersäure (Bild 3).

Bild 3: Gärparameter (GPS/Weizen: 87/630)
Verhalten von Pflanzenschutzmittelrückständen



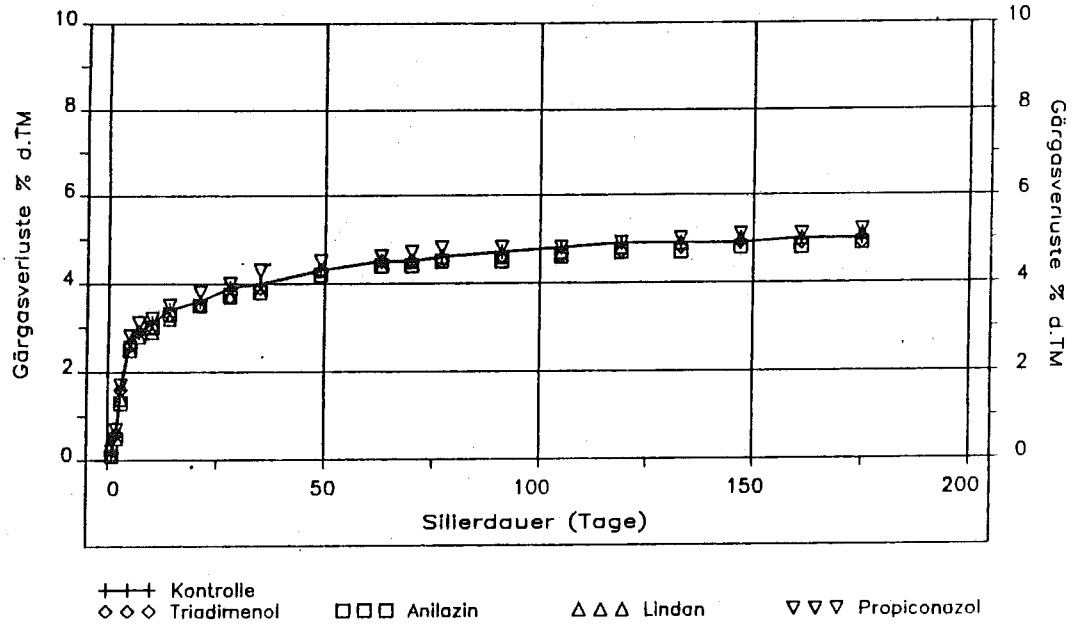
Ein Einfluß der Pflanzenschutzmittelbehandlung auf den Gärverlauf war in diesem Jahr auch bei Lindan nicht zu erkennen. Diese unterschiedliche Reaktion muß im Fehlen der Feldphase begründet sein, da die Lindankonzentration in der Lagerphase noch höher war als im Vorjahr. Mit der hohen Anfangsdosis auf dem Feld scheint die epiphytische Mikroflora,und hier insbesondere der bakterielle Anteil, stark geschädigt worden zu sein.Das hatte einerseits zur Folge, daß die Gärung verzögert in Gang kam. Andererseits erhielten später die Clostridien einen Entwicklungsvorteil, da die Enterobakterien ausgeschaltet wurden, die für die Umwandlung auch kleinster Restmengen von Nitrat in Nitrit verantwortlich zeichnen. Letzteres wirkt speziell hemmend auf Clostridien.

Die Gärgasbildung zeigte, wie aus dem Säurebild zu erwarten, keine Unterschiede zwischen den Behandlungen (Bild 4).

Bild 4: Gärgasverluste von GPS (Weizen;40%TM) 1987

Wirkung von Pflanzenschutzmittelrückständen

Weckglas 1.5 L gasdicht



Die Verluste an Trockenmasse nach 180 Tagen Lagerdauer, die sich aus den Gärgasverlusten errechnen lassen, sind in Tabelle 4 zusammengefaßt. Die Jahresunterschiede im Verlustniveau werden sehr deutlich. Die Streuungswerte weisen eine statistische Sicherung zwischen den Jahren und 1986 für Lindan gegenüber den übrigen Behandlungen aus.

Tab. 4: Trockenmasseverluste, Grünweizen mit PSM
40 - 45 % TM

Behandlung	1986		1987	
	$\bar{x}$	$\pm$ s	$\bar{x}$	$\pm$ s
Kontrolle	2.8	0.5	7.0	0.3
Lindan	5.3	0.2	7.1	0.5
übrige	3.3	0.7	7.0	0.4

4. Schlußfolgerungen

Die Versuche haben gezeigt, daß die verschiedenen Pflanzenschutzmittel unterschiedlich stark abgebaut werden und im Silo zum Teil in der ursprünglichen Konzentration erhalten bleiben. Die gemessenen Konzentrationen liegen allerdings deutlich unter der Wirkgrenze für Labortiere. Noch weniger sind Auswirkungen auf landwirtschaftliche Nutztiere zu befürchten, da die behandelte Silage immer nur einen Teil der Ration ausmacht. Ebenso sind keine Übergänge in Milch zu erwarten. Beim Anilazin sind allerdings die Abbauwege im sauren Milieu der Silage noch nicht abgeklärt, so daß auch noch nichts über die dabei entstehenden Metaboliten ausgesagt werden kann.

Insgesamt zeigt sich, daß zur besseren Abschätzung der mit den Pflanzenschutzmitteln verbundenen Risiken auch Tests zu ihrem Abbauverhalten unter Silierbedingungen durchgeführt werden sollten. Bei Verwendung so behandelten Futters sollte sein Rationsanteil gering gehalten werden, um alle Risiken weiter herabzusetzen.

Hinsichtlich der Silierung zeigen die Versuche, daß durch die Pflanzenschutzmittelbehandlung der Gärverlauf beeinträchtigt und damit die Verluste erhöht werden können. Diese Negativwirkung trat vornehmlich durch Schädigung der natürlichen Epiphythenflora während der Feldphase auf. Hier ist weiter zu klären, inwieweit der Zusatz einer Impfkultur von Laktobakterien oder anderer Siliermittel dem entgegenwirken können.

Zweijährige Untersuchungen über die Höhe der Milcherzeugung aus dem Grundfutter Gras in Abhängigkeit vom Milchleistungsniveau der Kuh

G. Leffers *)

Die Frage nach der Höhe der Milchleistung aus Grundfutter ist fast jedes Jahr in der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Grünlandinstitute diskutiert worden. Es wurden 5.000 kg Milch aus Grundfutter bei Schweizer Kühen, 4.000 kg bei bayrischen und nur 2.000 kg Milch bei norddeutschen Kühen genannt.

Der Fachbereich Tierernährung geht davon aus, daß es bei steigenden Milchleistungen der Kühe zu einer Abnahme der Grundfutteraufnahme und dementsprechend zu steigendem Kraftfuttereinsatz pro kg erzeugte Milch kommt.

Daher wird unterstellt, daß norddeutsche milchbetonte Kühe weniger Milch aus Grundfutter produzieren und aus diesem Grund gegenwärtig in Zusammenhang mit der Garantiemengenregelung nicht so wirtschaftlich seien.

Im Versuchsbetrieb in Infeld werden auch keine 4.000 kg Milch aus Grundfutter produziert. Die Herdenleistung ist sehr hoch. Deshalb wird teilweise der Vorwurf erhoben, die Betriebsführung wäre aus wirtschaftlicher Sicht falsch.

Tabelle 1: Kontrollabschlüsse der Kuhherde im Versuchsbetrieb Infeld

Milchkontrolljahr	1985/86	1986/87
Anzahl der Kühe	91,6	86,2
Ø Alter: Kühe	5,8	5,8
Milch: kg	8 315	9 050
Fett: %	4,49	4,51
Eiweiß: %	3,43	3,36
Fett + Eiweiß: kg	658	712
ZKZ: Tage	388	382
FCM: kg	8 922	9 690

*) Grünlandlehranstalt und Marschversuchsstation für Niedersachsen, Infeld, 2890 Nordenham Sarver Str. 42

Der einzige Trost war, daß die Wirtschaftsergebnisse den Vergleich mit den besten Betrieben gut standhalten konnten.

Darum sind wir in einer zweijährigen Untersuchung den Ursachen der vorgenannten Widersprüche nachgegangen.

Kurz einige Angaben zur Untersuchungsmethodik:
Von allen Kühen ist während der zwei Untersuchungsjahre täglich die Milchleistung und der Kraftfutterverzehr elektronisch aufgezeichnet worden. Die Kühe wurden monatlich einmal gewogen. Für jede Kuh ist auf dieser Basis eine rechnerische Energiebilanz erstellt worden.
Aus
Durchschnittsgewicht (für den Erhaltungsbedarf)
Milchleistung,
Kalb
und Gewichtsveränderung
errechnet sich tierindividuell der Nährstoffbedarf eines Jahres. Davon wurde die Energie aus dem verfütterten Kraftfutter abgezogen. Die Differenz ergibt die Energie aus Grundfutter. Dann sind die Kühe nach der Höhe ihrer FCM-Leistung rangiert und jeweils zu Leistungsgruppen von 10 Kühen zusammengefaßt worden.

Und nun zum Ergebnis:

Tabelle 2 (nächste Seite)

Ausgewertet wurden nur Kühe, die 365 Tage im Jahr gefüttert worden sind. Auffällig an Tabelle 2 ist, daß in beiden Kontrolljahren mit steigender Milchleistung der Fettgehalt der Milch nicht abgesunken ist. Dies müßte erwartet werden, wenn "Grundfutterverdrängung" bei steigender Milchleistung Tatsache wäre. Denn durch "Grundfutterverdrängung" infolge steigender Milchleistung nimmt der Kraftfuttereinsatz pro erzeugtem kg Milch zu und die Grundfutteraufnahme pro kg Milch ab. Dadurch sinkt der strukturierte Rohfaseranteil der Gesamtration schnell unter ernährungsphysiologisch notwendige 18 %. Deshalb müßten eigentlich mit steigender Milchleistung, aufgrund der Erkenntnise von Rohr, Kaufmann und anderen, pansenphysiologische Störungen und damit ein Abfall des Fettgehaltes eintreten.

Tabelle 2: Durchschnittlicher Fett- und Eiweißgehalt der Gruppen in Abhängigkeit von der Höhe der Jahres-Milchleistung pro Kuh

Kontrolljahr 1985/86					
Gruppe	n =	Durch-schn. Alter	FCM	Fett %	Eiw. %
1	8	5,2	4985	4,52	3,59
2	10	7,0	6700	4,55	3,50
3	10	5,2	7299	4,39	3,42
4	10	6,7	7899	4,43	3,41
5	10	7,3	8308	4,60	3,65
6	10	4,9	8816	4,62	3,35
7	10	6,9	9487	4,42	3,39
8	10	6,2	10570	4,53	3,34
	78	6,2	8086	4,51	3,45
Kontrolljahr 1986/87					
1	5	9,1	6191	4,38	3,62
2	10	5,7	7337	4,59	3,51
3	10	4,9	7936	4,61	3,42
4	10	5,7	8603	4,48	3,42
5	10	6,9	9424	4,46	3,34
6	10	6,0	10170	4,68	3,33
7	10	7,2	11864	4,59	3,28
	65	6,3	8989	4,55	3,40

Diese Daten der Tabelle 2 deuten daher an, daß die Grundfutterverdrängung bei steigenden Milchleistungen nicht so verläuft wie bisher unterstellt.

Tabelle 3: Milchleistung pro Jahr aus dem Grundfutter Gras in Abhängigkeit von der Höhe der Milchleistung

Kontrolljahr 1985/86					
Gruppe	FCM	kg Anf.-Gewicht	kg End-gewicht	kg KF/ Tag	kg FCM a. GF
1	4985	633	+ 67	5,7	1237
2	6700	694	+ 18	6,8	1748
3	7299	648	+ 23	6,9	2275
4	7899	656	+ 19	7,4	2463
5	8308	695	- 1	7,6	2614
6	8816	672	- 23	8,4	2271
7	9497	704	+ 3	9,4	2351
8	10570	705	- 21	10,3	2575
Ø	8086	677	+ 9	8,0	2216
Kontrolljahr 1986/87					
1	6191	667	+ 4	6,7	1163
2	7337	655	+ 36	7,3	2183
3	7936	659	+ 52	7,7	2535
4	8603	659	+ 37	8,7	2308
5	9424	684	+ 5	10,0	1993
6	10170	705	+ 27	10,1	2708
7	11864	724	- 10	11,9	2836
Ø	8989	680	+ 23	9,1	2330

In der Tabelle 3 wird die durchschnittliche Milchleistung je Kuh aus Grundfutter Gras in den jeweiligen Leistungsgruppen ausgewiesen. Hier zeigt sich die Erklärung dafür, warum es bei hohen Milchleistungen nicht zu pansenphysiologischen Störungen gekommen ist: Die Milchleistung aus Grundfutter und damit ursächlich die Höhe der Trockenmasseaufnahme aus dem alleinigen Grundfutter Gras wird nicht von der absoluten Milchleistungshöhe beeinflußt. Hochleistende Kühe haben in dieser Untersuchung genau so viel Milch aus Grundfutter produziert wie weniger leistende Kühe. In beiden Untersuchungsjahren ist demnach mit steigender Milchleistung keine "Grundfutterverdrängung" eingetreten.

Bei den Literaturrecherchen wurden auch zwei Dissertationen gefunden, die diesen Sachverhalt bestätigen. In beiden Arbeiten wurden verschiedene Rinderrassen in ihren Leistungsparametern untereinander verglichen. Lindermayer, Tierzuchtinstitut in Weihenstephan, veröffentlichte 1986 die Ergebnisse eines Vergleichs zwischen Fleckviehkühen und HF-eingekreuzten Schwarzbunten. In einer grafischen Darstellung weist er aus, daß die Trockenmasseaufnahme aus Grundfutter je Kuh und Tag über die gesamte Laktationszeit unabhängig von der Höhe der Milchleistung am Anfang und Ende gleich hoch ist. Außerdem ergeben die entsprechenden Daten aus seiner Arbeit, daß das Grundfuttertrockenmasseaufnahmevermögen pro 100 kg Lebendmasse bei Fleckvieh und Schwarzbunt-Kühen gleich hoch ist. Deshalb können die am Anfang genannten höheren Grundfutterleistungen in Bayern und in der Schweiz nur auf anderen energiereicheren Grundfutterkomponenten beruhen und nicht auf einer besseren Grundfutteraufnahmefähigkeit infolge niedrigerer Milchleistung.

Die zweite Dissertation wurde 1988 von Hafez, Tierzuchtinstitut in Kiel, veröffentlicht. Hier wurden milchbetonte Schwarzbunte mit Rotbunten bezüglich ihrer Leistungen verglichen. Unter anderem ergab die statistische Auswertung der Leistungsparameter "FCM-Milchleistung" und "Grundfuttertrockenmasseaufnahme" keine signifikante Wechselwirkung. Auch im Rahmen dieser Arbeit zeigt sich, daß die Höhe der Milchleistung einer Kuh die Grundfutteraufnahme nicht negativ beeinflußt.

Es steht damit die Frage im Raum, weshalb es zu dieser gegensätzlichen Aussage zwischen Tierernährern und dem Ergebnis dieser Arbeit kommen kann.

Unsererseits kann folgende Antwort gegeben werden:
Nach den Literaturzusammenstellungen von Kleinmanns und Potthast sowie von Baum, Institut für Tierernährung in Bonn, sind alle "Grundfutterverdrängungsversuche" nach einheitlicher Versuchsmethodik durchgeführt worden. Diese ist u.E. aber nicht

dazu geeignet, die Frage nach der "Grundfutterverdrängung" bei steigenden Milchleistungen zu beantworten. Die ausgewiesene Methodik prüft einzig und allein "Grundfutterverdrängung" bei steigenden Kraftfuttergaben, aber nicht bei steigender Milchleistung.

Exemplarisch sollen zur Verdeutlichung der vorstehenden Aussage zwei Versuchsergebnisse wiedergegeben werden. Das erste Ergebnis wurde in "Haus Riswick" erarbeitet und 1984 von Baum veröffentlicht.

Tabelle 4: Milchleistung, Trockenmasseaufnahme (T) und Nährstoffbilanz eines langfristigen Versuches zur Grundfutterverdrängung (nach Baum 1984)

Versuchsgruppe	A	B	C	D
kg LM/Kuh (gewogen)	567	587	607	612
kg FCM/Kuh und Tag	17,2	19,4	20,0	20,9
kg T a. KF	2,3	3,9	5,4	7,1
kg T a. GF	12,6	12,5	11,7	10,8
kg T insgesamt	14,9	16,4	17,1	17,9
MJ NEL-Bedarf/Tier	90,9	99,4	104,6	107,9
MJ NEL-Angebot/Tier	93,8	107,7	122,3	137,0
MJ NEL-Überangebot/Tier	2,9	8,3	17,7	29,1
MJ NEL-Aufnahme/Tier	93,8	107,6	117,0	126,2
kg T GF-Verdräng./Tier	-	- 0,1	- 0,9	- 1,8
kg FCM/Kuh (305 Tage)	5250	5920	6100	6380
kg FCM a. GF/Kuh (305 Tage)	3530	3000	2040	1060

Alle "Grundfutterverdrängungversuche" sind so angelegt, daß die im Versuch stehenden Kühe bei Beginn in etwa die gleiche tägliche Milchleistung haben. Im Versuch Baum sind dies etwa 17 - 17,5 kg pro Kuh und Tag. Die Vergleichsgruppe A wurde bedarfsgerecht und damit nach Norm gefüttert. Die Versuchsgruppen erhielten demgegenüber bei gleicher Milchleistung

zusätzlich über den Bedarf hinaus Kraftfutter: Gruppe B = + 1,6 kg T, Gruppe C = + 3,1 kg T und Gruppe D = + 4,8 kg T Kraftfutter. Das bedeutet, die Versuche zur Prüfung der "Grundfutterverdrängung" sind so angelegt, daß die Kühe energetisch überfüttert werden. Die Kühe haben darauf mit Verringerung der Grundfutteraufnahme von -0,1 kg, -0,9 kg und -1,8 kg Grundfutter-Trockenmasse reagiert. Entsprechend sank dann auch die Milchleistung aus Grundfutter.

Tabelle 5: Milchleistung, Trockenmasseaufnahme (T) und Nährstoffbilanz eines Versuches zur Grundfutterverdrängung (nach Hijink 1985)

Gruppe	1	2	3	4
kg LM/Kuh (angenommen)	650	650	650	650
kg FCM/Kuh und Tag	20,2	21,2	21,6	22,0
kg T a. KF (7,3 MJ NEL/kg T)	5,1	7,7	10,2	12,8
kg T a. GF (5,5 MJ NEL/kg T)	11,7	10,3	7,7	7,0
kg T insgesamt	16,8	18,0	17,9	19,8
MJ NEL-Bedarf/Tier	101,7	104,9	106,2	107,4
MJ NEL-Angebot/Tier	101,7	120,7	138,9	157,9
MJ NEL-Überangebot/Tier	0,0	15,8	32,7	50,5
MJ NEL-Aufnahme	101,7	112,9	116,8	131,9
kg T GF-Verdräng./Tier	=	-1,4	-4,0	-4,7
kg FCM/Kuh (305 Tage)	6161	6466	6588	6710
kg FCM a. GF/Kuh (305 Tage)	2579	1058	-576	-2280

In einem anderen niederländischen Versuch kommt Hijink 1985 bei gleicher Versuchsmethodik zu noch höherer Grundfutterverdrängung, weil in seinen Versuchsgruppen die Kühe noch stärker mit Kraftfutter überfüttert wurden. Entsprechend schlechter werden die Milchleistungen aus Grundfutter.

Zusammenfassung:

"Grundfutterverdrängung" und damit weniger Milch aus Grundfutter tritt immer dann ein, wenn Kühe über den Energiebedarf hinaus mit Kraftfutter gefüttert werden.

Sie tritt aber nicht ein, wenn Kühe, selbst bei höchsten Milchleistungen und entsprechenden Kraftfuttergaben, entsprechend ihrem genetischen Milchleistungspotential bedarfsgerecht ernährt werden.

Durch die vorgelegten Versuchsergebnisse und deren wirtschaftliche Bedeutung ergibt sich die Notwendigkeit, daß die Frage der "Grundfutterverdrängung" bei steigenden Milchleistungen auch seitens der Tiererährung mit darauf abgestellter Versuchsmethodik geklärt würde.

Umfassend und detailliert wird vorstehende Arbeit in "Das wirtschaftseigene Futter", Heft. 2/1988 veröffentlicht.

Literatur:

1. Baum, M. (1984)
   Langfristige Untersuchungen an Milchkühen über Grundfutterverzehr und Milchleistung bei Zuteilung unterschiedlicher Kraftfuttermengen
   Diss. agr. Universität Bonn
2. Hafez, M.S. (1988)
   Untersuchungen zur Futteraufnahme bei Milchkühen unter Laufstallbedingungen
   Diss. agr. Universität Kiel
3. Hijink, J.W.F. (1985)
   Krachtvoergift van invloed op ruwvoeropname
   Waiboerhoeve 1984, Verslag van den werkgroup "Onderzoek in bedrijfsverband". Publikatie Nr. 34, Lelystad
4. Kleinmanns, J. und V. Potthast (1984)
   Zur "Verdrängung" von Grundfutter durch Kraftfutter in der Milchviehfütterung.
   Übers. Tierernährung 12, 165-186
5. Lindermayer, H. (1986)
   Futteraufnahme, Futterverwertung und Wirtschaftlichkeit von Doppelnutzungsrasse und Milchrasse über die Dauer einer ganzen Zwischenkalbezeit.
   Diss. agr. Techn. Universität München-Weihenstephan
6. Leffers, G. (1988)
   Untersuchung über die Höhe der Milcherzeugung aus Grundfutter sowie zur Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion bei steigenden Milchleistungen je Kuh.
   Wirtschaftseig. Futter, Heft 2/1988

Wurzelkonkurrenz zwischen Jung- und Altpflanzen in Dauergrünlandbeständen

Ulrich Thumm *

Einleitung, Problemstellung

Konkurrenz zwischen Pflanzen läßt sich in Anlehnung an eine Definition von DONALD (1963) wie folgt beschreiben: "Konkurrenz tritt auf, wenn das Angebot an einem Wachstumsfaktor kleiner ist als die Nachfrage der Pflanzen". Sowohl im Sproßbereich der Pflanzen als auch in der Wurzelzone kommt es zu Konkurrenz in diesem Sinne. Während im Sproßbereich in der Mehrzahl der untersuchten Fälle Licht bzw. das Lichtangebot für die Konkurrenzbeziehungen zum wirksamen Faktor wird, kommt in der Wurzelzone offensichtlich der Konkurrenz um Nährstoffe die maßgebliche Bedeutung zu. Jungpflanzen, die sich aus Samen und Spelzfrüchten in Altbeständen entwickeln sind dieser Konkurrenz um Licht, vor allem aber um Nährstoffe aufgrund ihrer anfänglichen Unterlegenheit in besonderem Maße ausgesetzt. Das gilt gleichermaßen für die im Zuge von Nachsaatmaßnahmen in Altbestände eingebrachte Individuen. Speziell zur Frage der Altbestandskonkurrenz gegenüber Nachsaatpflanzen liegen zahlreiche Untersuchungen vor, welche die Verhältnisse im Sproßbereich beschreiben. In nur sehr geringem Umfang ist bislang jedoch die Rolle der Wurzelkonkurrenz bei der Entwicklung von Nachsaatpflanzen in perennierenden Beständen untersucht worden, obwohl dieser im allgemeinen stärkerer Einfluß zukommt als der Sproßkonkurrenz. Jedenfalls fand WILSON (1988) in 70 % der von ihm recherchierten Versuche eine stärkere Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch Wurzel- als durch Sproßkonkurrenz.
Der unbefriedigende Kenntnisstand zur Frage der Wurzelkonkurrenz ist vornehmlich durch die bei der Erforschung des

---

*Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau,
Lehrstuhl für Grünlandlehre

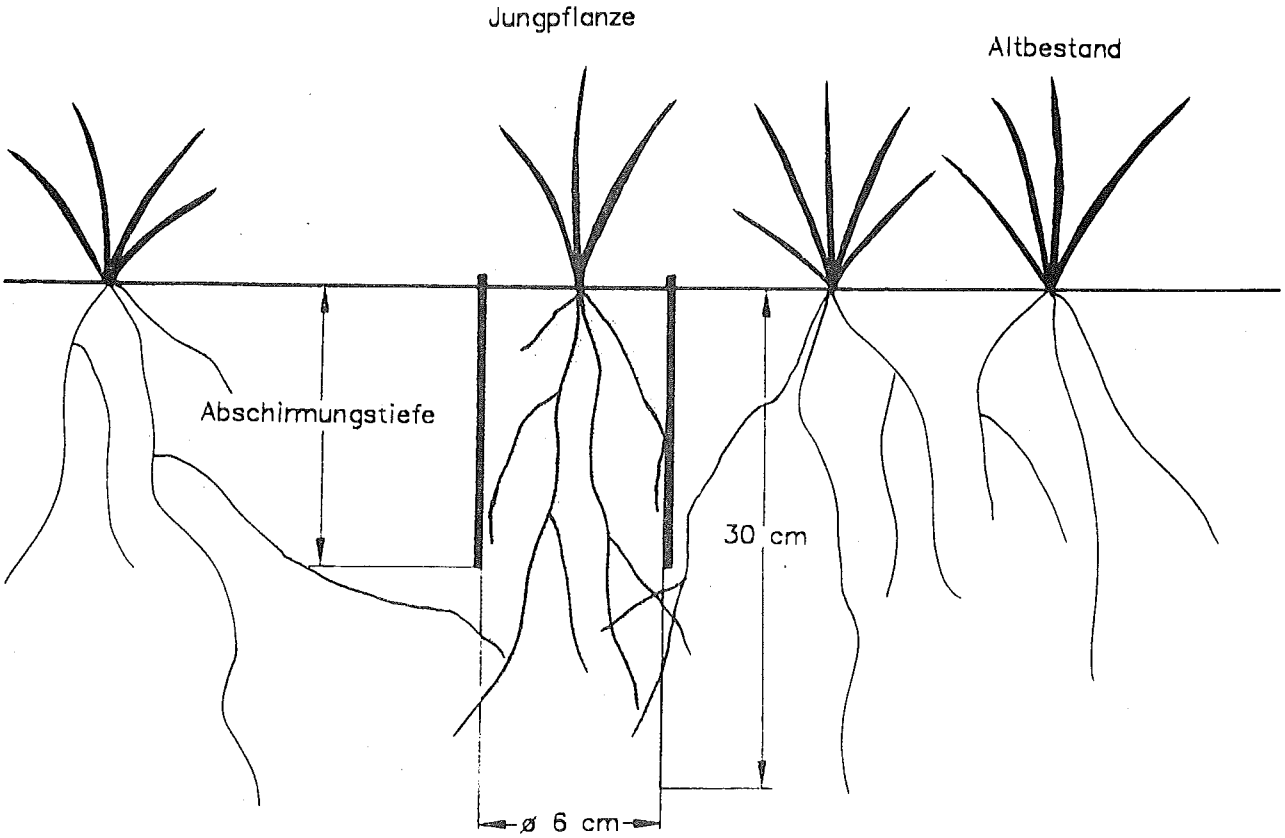
Komplexes auftretenden methodischen Schwierigkeiten bedingt. Die hier vorgelegte Arbeit versucht einen Beitrag zur Lösung dieser Schwierigkeiten generell und zur Problematik der Wurzelkonkurrenz speziell zu leisten. Im folgenden wird über einige Ergebnisse berichtet.

Material und Methoden

Die Untersuchung sollte unter Freilandbedingungen in Dauergrünlandbeständen durchgeführt werden. Daher war es erforderlich zunächst eine für Freilandversuche geeignete Untersuchungsmethode zu entwickeln. Dazu wurden in Anlehnung an eine von COCK und RATCLIFF (1984) beschriebene Versuchsanordnung "Kleingefäße" in Gestalt von Röhren (ø 6 cm) verschiedener Länge in den Boden unter ausgewählten Grünlandbeständen eingesetzt. Diese Röhren sollten einerseits die einzubringenden "Nachsaatpflanzen" aufnehmen und anderseits zugleich die Trennung der Wurzeln des Altbestandes von denen der Jungpflanzen gewährleisten. Als Trennröhren wurden zum einen solche mit Massivwandung verwendet, die horizontale (nicht vertikale) Stoff- und Wasserbewegungen verhinderten. Zum anderen sind wasser- und nährstoffdurchlässige, jedoch für Wurzeln in horizontaler Richtung nicht überwindbare Röhren aus Nylongewebe (Maschenweite 30 µm) eingesetzt worden. Auf diese Weise konnte geprüft werden, in wie weit die üblicherweise bei Konkurrenzuntersuchungen eingesetzten Trennungen mit Massivwandung die Wasser- und Nährstoffversorgung beeinflussen. Die auf ihre Funktionsfähigkeit in Vorversuchen geprüften Röhren wurden in der im folgenden beschriebenen Weise in den Altbestand eingesetzt und bepflanzt (siehe auch Abbildung 1): Bei Vegetationsbeginn (Anfang April) wurden in systematischer Anordnung Löcher von einheitlich 30 cm Tiefe und 6 cm Durchmesser in die Bodenoberschicht des Altbestandes gebohrt und anschließend Röhren verschiedener Länge (=Abschirmungstiefe, siehe Tabelle 1) eingesetzt. Die eingebrachten Röhren wurden ebenso wie die Kontrolle (ohne Röhren) unverzüglich wieder mit getrocknetem

und gesiebtem Boden aufgefüllt. Die Bodenfüllung erfolgte einheitlich jeweils auf die erbohrte Tiefe von 30 cm, so daß auch bei geringerer Abschirmungstiefe gleiche Bedingungen im gesamten Bohrbereich gegeben waren. Die eingesetzten und verfüllten Röhren blieben sodann bis zur 1. Nutzung des Altbestandes unberührt. Nach der 1. Nutzung (6 Wochen nach dem Einsetzen der Röhren) wurde in jede Bohrstelle jeweils eine auf Filterpapier vorgekeimte Jungpflanze (Koleoptilenlänge etwa 1 cm) pikiert. Diese Vorgehensweise erlaubte die Selektion von homogenen Jungpflanzen mit gleichem Wachstumspotential.

Abbildung 1: Einbau der Abschirmungen



Die Versuche wurden in den Jahren 1986 und 1987 auf dem Versuchsfeld des Institutes für Pflanzenbau der Universität Hohenheim (400 m über NN, 8.5 °C Jahresmitteltemperatur, 687 mm Niederschlagssumme) als Blockanlage durchgeführt. Im einzelnen sind die in Tabelle 1 dargestellten Versuchsfaktoren geprüft worden. Im 1. Beobachtungsjahr (1986) wurden 2 voneinander verschiedene Altbestände als Konkurrenten der

einzubringenden Jungpflanzen herangezogen. Hauptbestandsbildner in Bestand 1 war Dactylis glomerata (Ertragsanteil ca. 80 %), in Bestand 2 Elymus repens (Ertragsanteil ca. 80 %). Nachsaatarten waren Lolium perenne und Phleum pratense. Im 2. Beobachtungsjahr (1987) wurde lediglich ein Altbestand mit Lolium perenne als Hauptbestandsbildner (Ertragsanteil ca. 70 %) beobachtet. Nachsaatart war Lolium perenne.

Tabelle 1: Versuchsaufbau 1986 und 1987

Versuchsfaktoren:	1986	1987
Altbestand:	1. Dactylis glom. 2. Elymus repens	homogener Bestand
Nutzungshäufigkeit des Altbestandes:	1. 5 Nutzungen (Weidereife) 2. 9 Nutzungen	4 Nutzungen (Weidereife)
Jungpflanzen: (=Nachsaatart)	1. Lolium perenne (Vigor) 2. Phleum prat. (Goliath)	Lolium perenne (Vigor)
Abschirmung der Jungpflanzen in der Wurzelzone durch:	1. Kunststoffrohr 2. Geweberohr	1. Kunststoffrohr 2. Geweberohr
Abschirmungstiefe: (=Röhrenlänge)	1. Kontrolle (ohne) 2. 5 cm 3. 10 cm 4. 20 cm 5. 30 cm	1. Kontrolle (ohne) 2. 5 cm 3. 10 cm 4. 20 cm 5. 30 cm
Wiederholungen:	6	6
Röhrenzahl pro Variante:	2	4

Die Nutzung des Altbestandes samt eingesetzter Jungpflanzen erfolgte jeweils im Stadium "Weidereife". Insgesamt ergaben

sich damit 1986 5 Nutzungen, 1987 4 Nutzungen der Altbestände und 4 bzw. 3 Nutzungen der Nachsaatpflanzen. Im 1. Beobachtungsjahr wurde als weitere Variante ein zusätzlicher Schnitt lediglich des Altbestandes unter Verschonung der Jungpflanzen jeweils zwischen 2 regulären Nutzungen (bei "Weidereife") eingeschoben. Auf diese Weise sollte zusätzlich die Lichtkonkurrenz im Sproßbereich variiert werden. Insgesamt ergaben sich in dieser Variante 9 Schnitte (5 reguläre Nutzungen, 4 Zwischenschnitte).
Zu jedem Schnitt im Stadium der Weidereife wurden 60 kg N pro ha als Kalksalpeter in Wasser gelöst mit einer Pflanzenschutzspritze ausgebracht.
In Tabelle 2 sind die bei den Untersuchungen erhobenen Daten zusammengestellt. Im folgenden werden nur die durch # gekennzeichneten Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 2: Erhobene Parameter

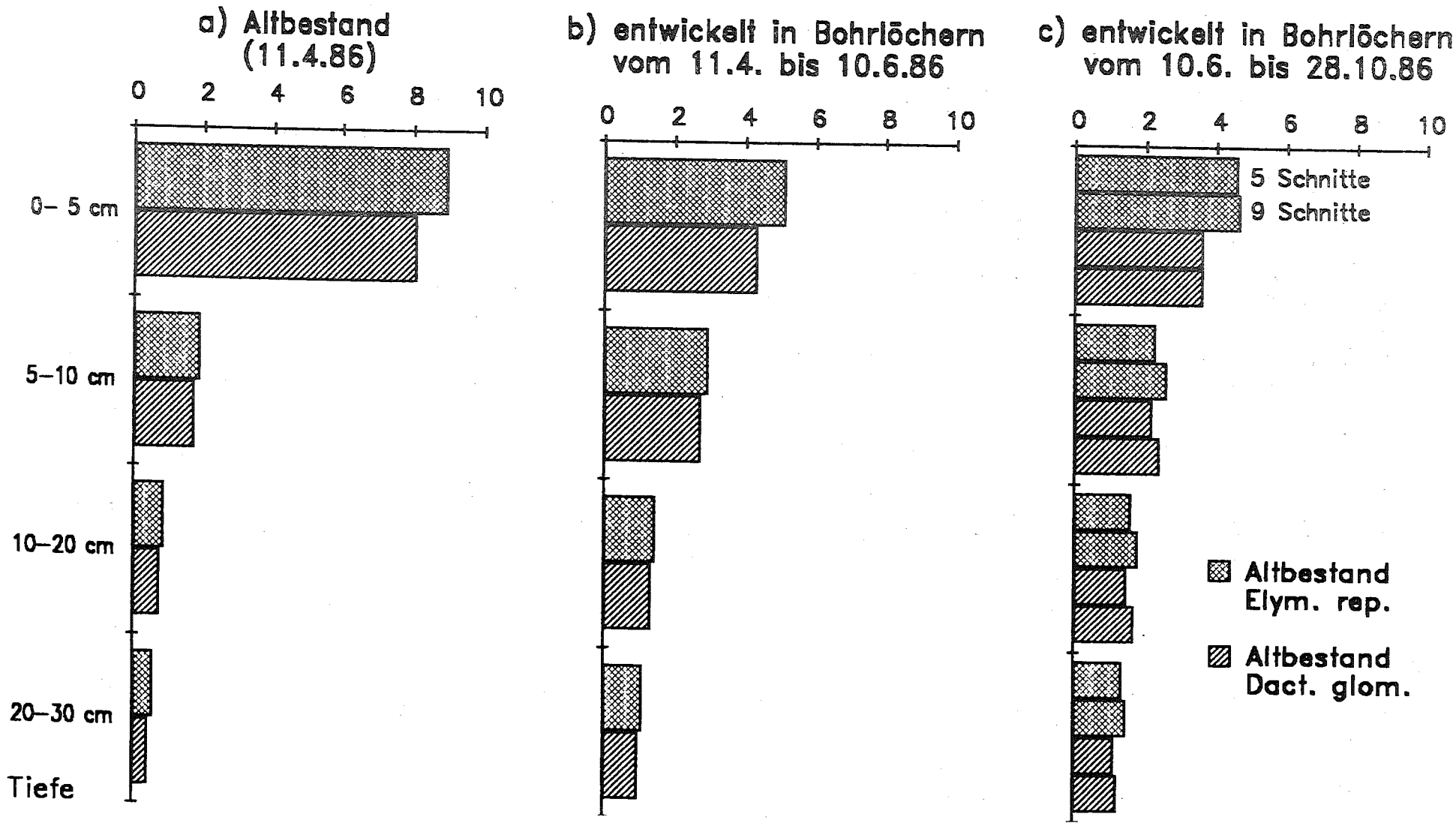
	1986	1987
Altbestand:		
Bestandeszusammensetzung	+	+
Wuchshöhe	+	+
Trockensubstanzertrag	+	+
Wurzelmasse	#	
Jungpflanzen:		
Entwicklungsstadium	+	
Triebzahl	+	+
Blattzahl (an 2 Trieben/Pflanze)	+	
Blattlänge (an 2 Trieben/Pflanze)	+	
Blattbreite (an 2 Trieben/Pflanze)	+	
Trockensubstanzertrag	#	#
Mineralstoffgehalt (P,K)		+
Boden:		
N_{min}		#
Wassergehalt		+
pflanzenverfügbares P und K		+

Ergebnisse

Mit Abbildung 2a ist die Wurzelverteilung der Altbestände im Augenblick des Einbaues der Röhren (11.4.86) für die zu untersuchende Bodenschicht 0-30 cm im 1. Beobachtungsjahr (1986) dargestellt. Danach ist zu diesem Zeitpunkt die für Dauergrünland typische Wurzelmassenverteilung zu beobachten. Insgesamt beträgt die Wurzelmasse in der Schicht von 0-30 cm im Mittel beider Bestände 65.4 dt/ha. Zwischen beiden Altbeständen bestehen in der Wurzelmasse keine signifikanten Unterschiede. In der Periode ab Einbau der Röhren (11.4.86) bis etwa 2 Wochen nach dem Pikieren der Jungpflanzen (10.6.86) vollzog sich in der obersten 30 cm Bodenschicht der Kontrolle (verfüllte Bohrlöcher ohne Röhreneinsätze) die mit Abbildung 2b dargestellte Entwicklung: die Wurzeln der Altbestände wachsen sehr intensiv in den zunächst wurzelfreien eingefüllten Boden ein. Bereits 6 Wochen nach Verfüllen der Bohrlöcher ist in der obersten 30 cm-Bodenschicht nahezu wieder die gleiche Wurzelmasse vorhanden (62.7 dt/ha) wie sie beim Einbau der Röhren vorgefunden wurde (65.4 dt/ha). Allerdings hat sich die Wurzelmasseverteilung in den Bohrlöchern verschoben. Die Entwicklung war in den Bodenschichten unterhalb 5 cm Tiefe deutlich stärker als ursprünglich im Altbestand. Der durch die Bohrung und Wiederverfüllung entstandenen nährstoffangereicherte Freiraum tieferer Schichten ist somit unverzüglich ausgenutzt worden.
Abbildung 2c gibt das Ergebnis der Wurzeluntersuchung bei Abschluß der Beobachtung zu Vegetationsende (28.10.86) wieder. Differenziert ist dabei zugleich nach den variierten Schnitthäufigkeiten des Altbestandes. Wie sich zeigt hat sich die Wurzelmasse des Altbestandes zwischen dem Beobachtungstermin 10.6 (Abbildung 2b) und dem letzten Beobachtungszeitpunkt (28.10.) wieder etwa dieselbe Wurzelmasse entwickelt. Weiterhin hat die Erhöhung der Schnitthäufigkeit (von 5 auf 9) keine signifikante Wirkung auf die Wurzelentwicklung ausgeübt. Es kann hier also davon ausgegangen werden, daß mit erhöhter Nutzungsfrequenz wohl die Lichtkonkurrenz beeinflußt wird, nicht jedoch die vom Altbestand ausgehende Konkurrenz

Abbildung 2:

Wurzelmasse (in dt/ha pro cm Tiefe)

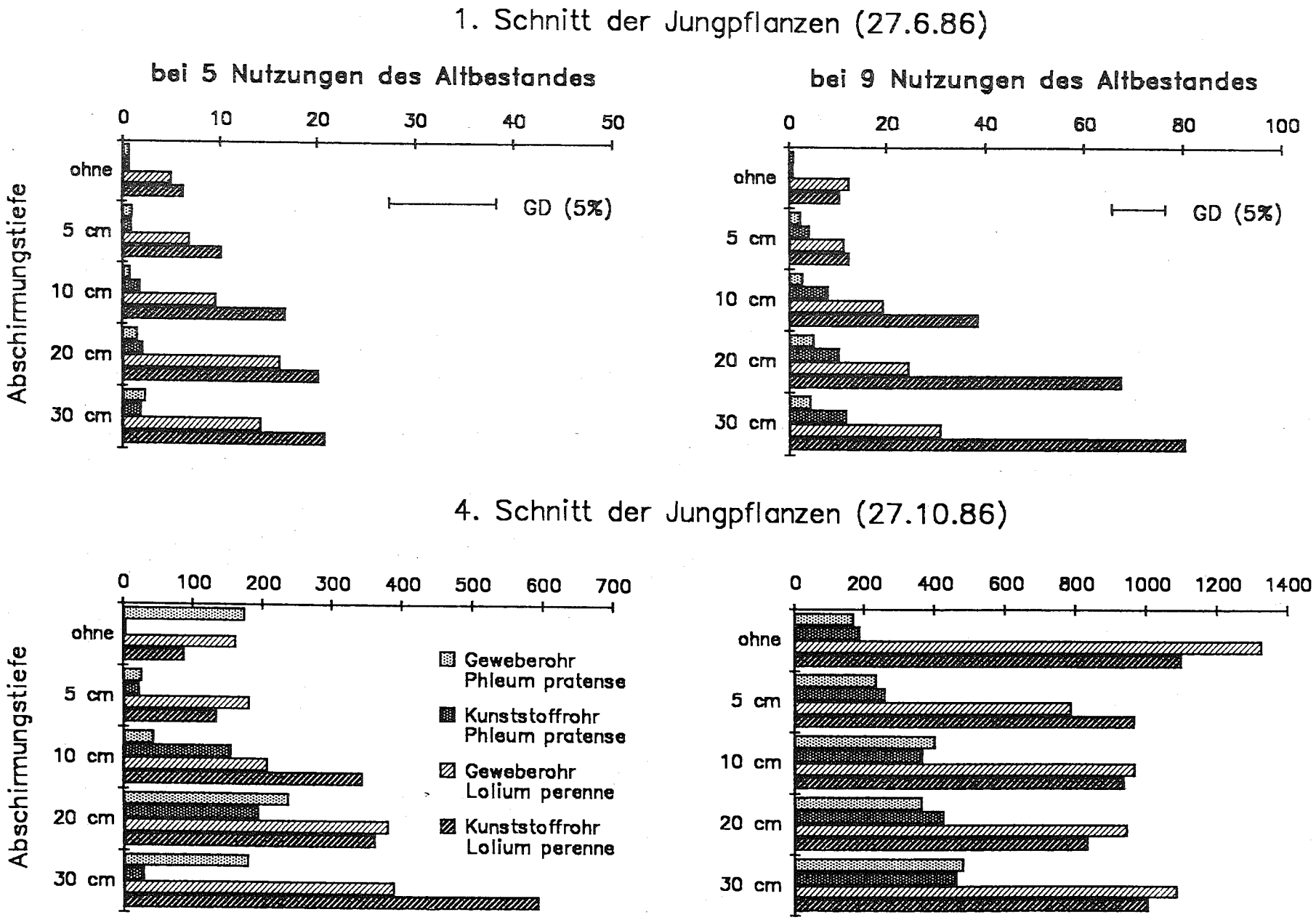


im Wurzelraum.

In Abbildung 3 sind die Erträge der Jungpflanzen aus dem Jahre 1986 dargestellt. Da die botanische Zusammensetzung der Altbestände zu keinem Zeitpunkt Einfluß auf den Trockensubstanzertrag der Jungpflanzen nimmt, werden hier nur Mittelwerte dargestellt. Schon beim 1. Schnitt der Jungpflanzen steigt mit der Abschirmungstiefe der Trockensubstanzertrag an. Es bestehen allerdings Unterschiede zwischen den Nachsaatarten. Phleum pratense ist im Vergleich zu Lolium perenne nur sehr schwach entwickelt. Die Begrenzung der Sproßkonkurrenz durch 9 Nutzungen des Altbestandes begünstigt den Trockensubstanzzuwachs bei den Jungpflanzen deutlich. Dabei kommt allerdings die Wirkung der Abschirmung im Wurzelraum noch stärker zum Ausdruck als in den Varianten mit 5 Nutzungen. Die Kunststoffrohrabschirmung begünstigt den Trockensubstanzzuwachs insbesondere bei eingeschränkter Sproßkonkurrenz stärker als Geweberohrabschirmung. Bis zur letzten Nutzung der Jungpflanzen (4. Schnitt) waren bei 5 maliger Nutzung des Altbestandes bis zu 90 % der Individuen von Phleum pratense ausgefallen, so daß die in die Darstellung aufgenommen Daten nicht mehr repräsentativ sind und vernachlässigt werden können. Für Lolium perenne wird dagegen nunmehr die Abschirmung besonders deutlich: mit zunehmender Abschirmungstiefe nehmen auch die Trockensubstanzerträge der Einzelpflanzen stark zu. Gänzlich anders verhält sich Lolium perenne jedoch bei Begrenzung der Sproßkonkurrenz. (9-maliger Schnitt des Altbestandes). Hier ergibt sich der höchste Ertrag jeweils ohne Abschirmung (Kontrolle). Bei allen übrigen Abschirmungstiefen gibt es keine gerichteten Wirkungen. Dennoch sind die Erträge hier (5-, 10-, 20 cm Abschirmungstiefe) in der Mehrzahl der Fälle niedriger als in der Kontrollvariante. Offenbar wirkte sich die Begrenzung des Wurzelraumes nach Überwindung der Anfangsentwicklung für Lolium perenne nunmehr eher nachteilig aus. Anders verhält sich Phleum pratense, dessen Einzelindividuen bis zum 4. Schnitt insgesamt schwächer entwickelt waren als die von Lolium perenne. Es kann unterstellt werden, daß auch die Wurzelentwicklung gegenüber derjenigen von Lolium perenne

Abbildung 3:

Trockensubstanzertrag der Jungpflanzen (1. Versuchsjahr) (in mg pro Pflanze)



zurückgeblieben ist, so daß die Abschirmungen im Wurzelbereich das Wachstum noch nicht hemmen. Jedenfallls zeigt sich bei Phleum pratense eine deutliche Tendenz mit der Stärke der Abschirmung im Boden zunehmender Einzelpflanzen-Trockensubstanzerträge.

In Abbildung 4 sind die N_{min}-Gehalte des Bodens in den Röhren (Geweberohr/Kunststoffrohr) zum Zeitpunkt des Pikierens der Jungpflanzen im 2. Beobachtungsjahr aufgetragen. Die Gehalte der einzelnen Bodenschichten sind durch aufeinandergestapelte Balken dargestellt (zu beachten: verschiedene Abszissenmaßstäbe). Unter Geweberohrabschirmung nimmt demnach die Abschirmungstiefe keinen Enfluß auf die N_{min}-Gehalte. Letztere entsprechen im Boden innerhalb der Geweberöhren etwa denen des umgebenden Altbestandes. Der Altbestand hat mithin den in dem verfüllten nitratreichen Boden (335 kg N_{min} in der Schicht 0-30 cm) vorhandenen Stickstoff aus dem für die Wurzeln unzugänglichen Bereich weitgehend entnommen. Dagegen haben die horizontal abschirmenden Kunststoffrohrtrennungen von 20 und 30 cm die Stickstoffaufnahme des Altbestandes weitgehend unterbunden. Die zum Zeitpunkt der 1. N_{min}-Probenahme (21.5) pikierten Jungpflanzen waren somit bereits einer sehr verschiedener N-Versorgungssituation ausgesetzt. Bei Gewebeabschirmung oder geringer Kunstoffrohrabschirmung betrugen die N_{min}-Vorräte weniger als 10 kg/ha, bei 20 und 30 cm tiefen Kunststoffrohren über 230 kg/ha.

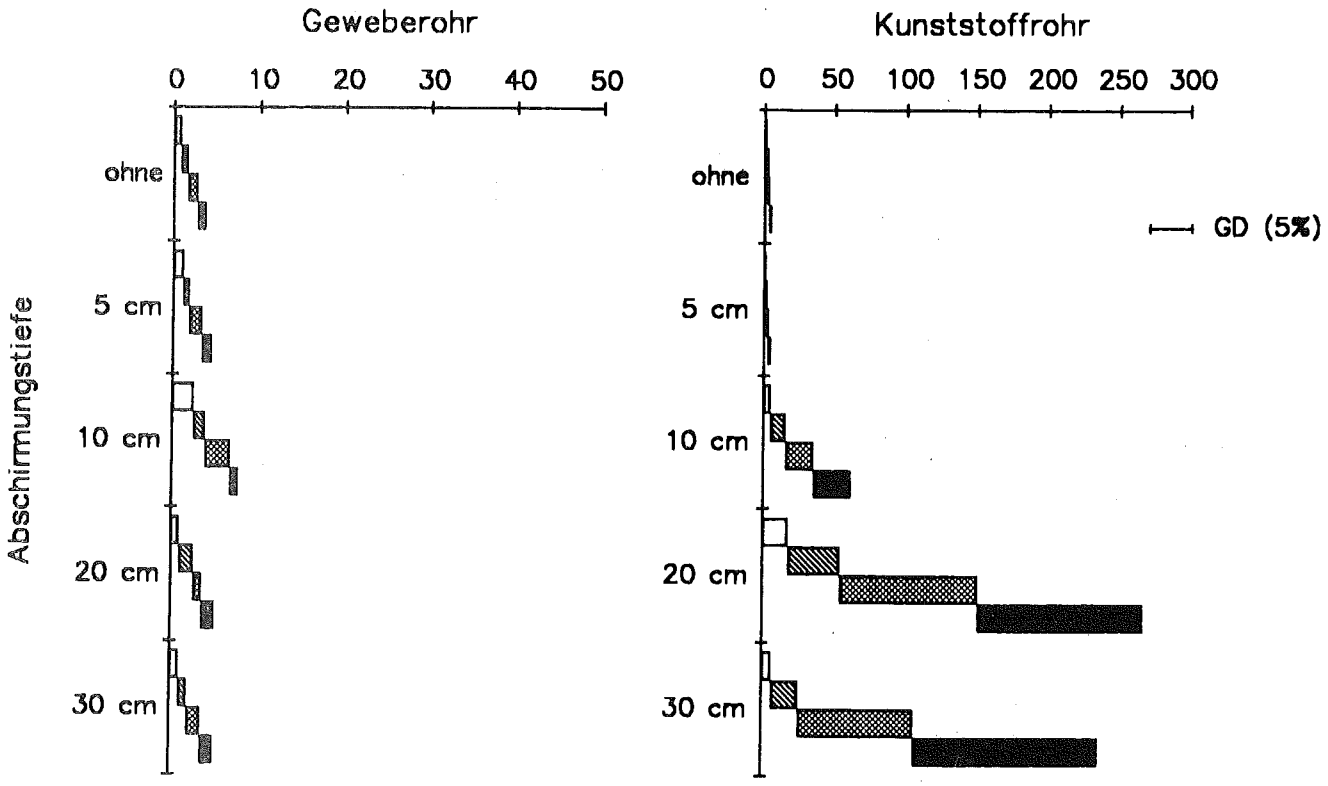
Bei der 2. Probenahme nach dem 1. Schnitt der Jungpflanzen (29.6.) ist bei Geweberohrabschirmung in allen Varianten wiederum der den Verhältnissen im umgebenden Altbestand entsprechende N_{min}-Gehalt zu finden. Das trifft bis zu 20 cm Abschirmungstiefe auch für den Boden in den Kunststoffröhren zu. Lediglich in der Variante 30 cm Abschirmungstiefe liegt zu diesem Zeitpunkt noch ein erhöhter N_{min}-Gehalte vor.

Die am Trockenmassezuwachs bewertete Reaktion der Jungpflanzen auf die Abschirmungsintensität im 2. Beobachtungsjahr geben die mit Abbildung 5 zusammengefaßten Daten wieder. Beim 1. Schnitt der Jungpflanzen wird demnach schon ein signifikanter Wachstumsvorsprung durch die 30 cm Kunststoffrohrabschirmung erreicht. Die Geweberohrabschirmung führt zwar

Abbildung: 4

Nmin-Gehalte (in kg/ha)

1. Probenahme (21.5.87)



2. Probenahme (29.6.87)

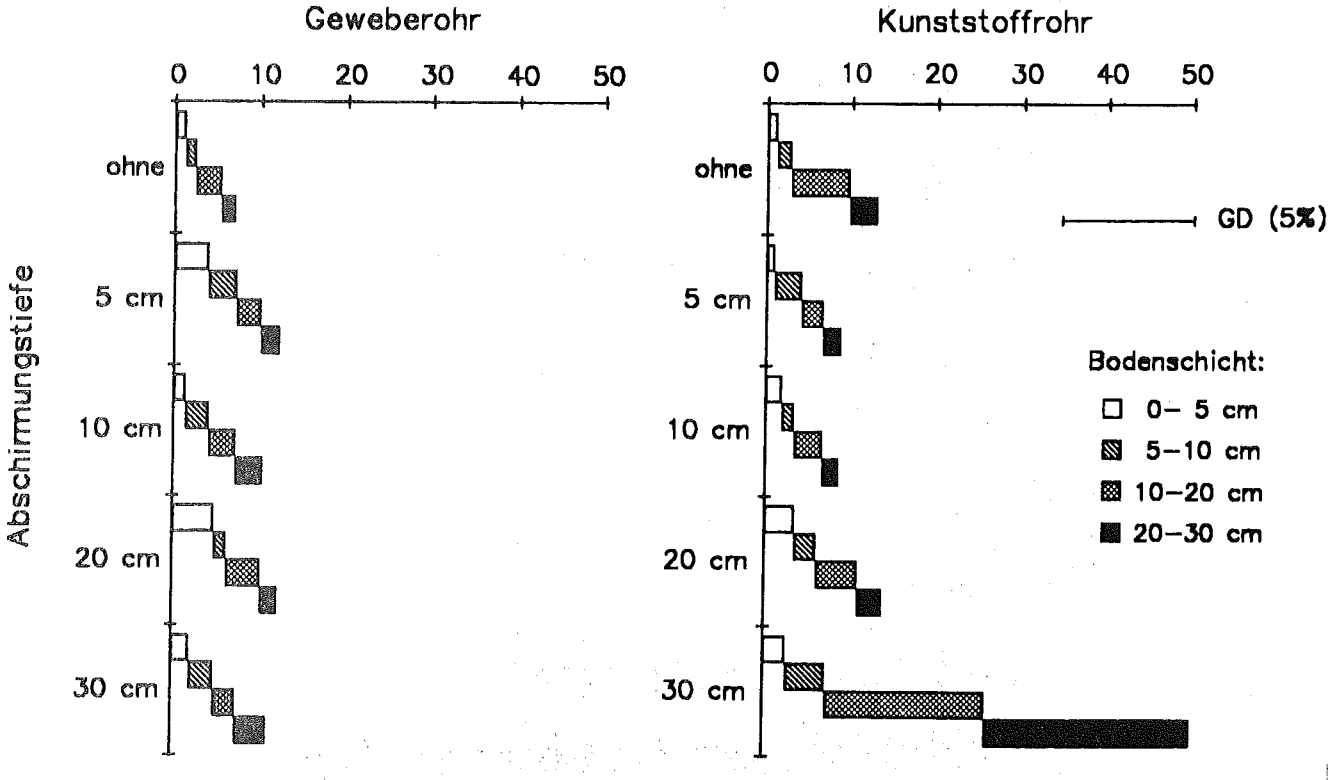
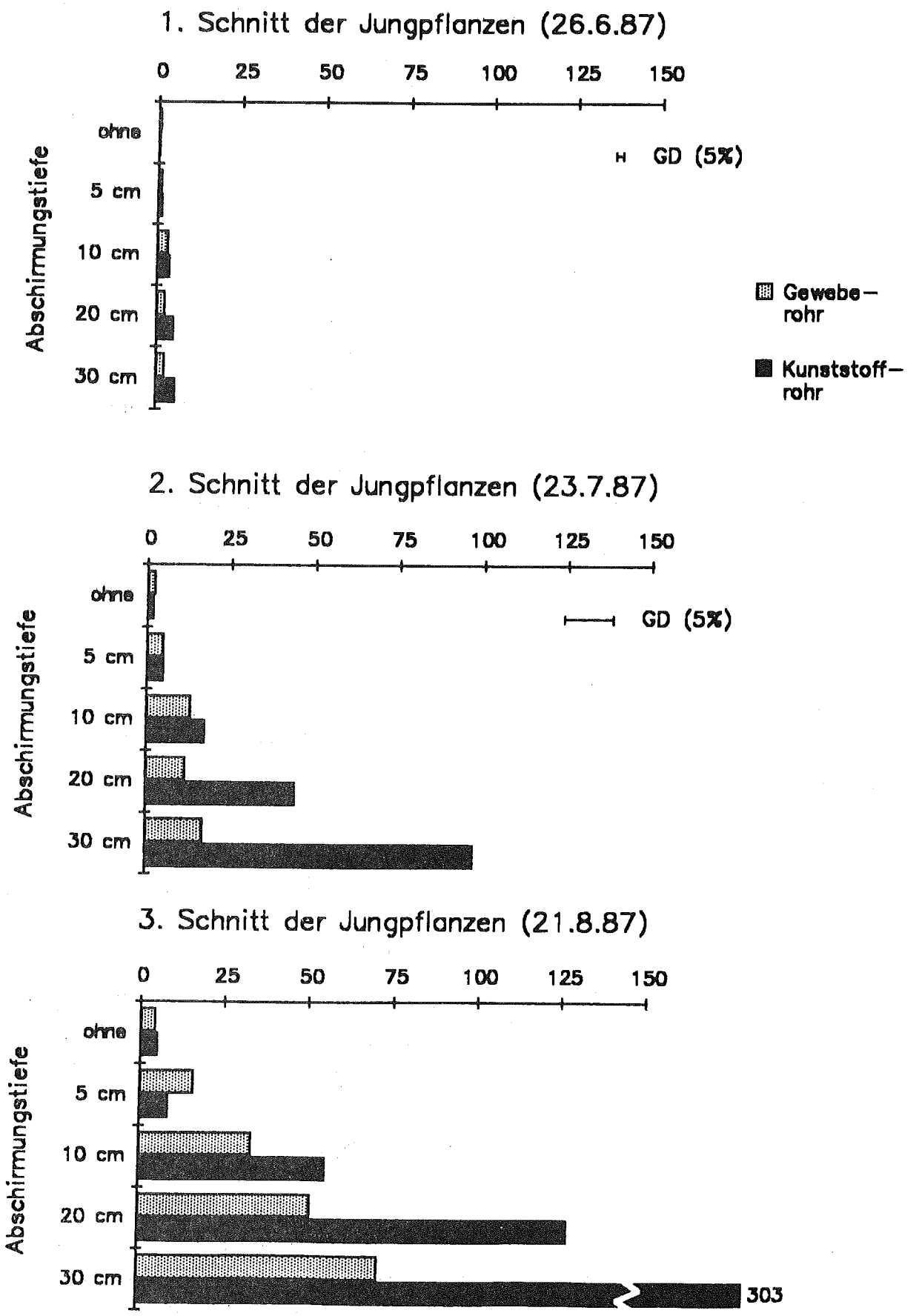


Abbildung 5:

Trockensubstanzertrag der Jungpflanzen (2. Versuchsjahr)

(in mg pro Pflanze)



ebenso zu einem höheren Einzelpflanzenertrag. Er fällt aber deutlich geringer aus als in den entsprechenden Varianten mit Kunststoffröhren. Auch beim 2. Schnitt nehmen die Erträge mit zunehmender Abschirmungsintensität (Abschirmungstiefe bzw.-art) stark zu. Ertragsunterschiede zwischen Kunststoff- und Geweberohr sind bis zur Abschirmungstiefe 10 cm nicht gegeben. In den Varianten 20 und 30 cm Abschirmungstiefe erbringt die Kunststoffrohrtrennung jedoch einen etwa 4 bis 6-fach höheren Trockenmasseertrag als bei Geweberohrtrennung. Bis Ende August, beim 3. Schnitt der Jungpflanzen, ergeben sich gegenüber dem 2.Schnitt keine prinzipiellen Veränderungen in der Reaktion auf die Wurzelkonkurrenz mehr. Die Abschirmungen begünstigen weiterhin den Massenzuwachs der Jungpflanzen. In der Variante mit 30 cm Kunststoffrohrabschirmung betrug der Einzelpflanzenertrag gegenüber der Kontrolle zu diesem Zeitpunkt etwa das 60-fache.

Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die vorgestellte Untersuchungsmethode macht es möglich durch in die Wurzelzone von Dauergrünlandbestände eingebrachte Röhren die Wurzelkonkurrenz zwischen Jung- und Altflanzen zu kontrollieren.

1. Das Wachstum der Jungflanzen wird mit steigender Röhrenlänge in zunehmenden Maße gefördert.

2. Aus engmaschigem Gewebe angefertigte wurzelundurchlässige Röhren können die Wurzelkonkurrenz nicht in dem Maße einschränken wie Röhren mit geschlossener Wandung.

3. Eine Verminderung der Sproßkonkurrenz durch erhöhte Nutzungshäufigkeit des Altbestandes führt zu einem deutlich verstärktem Wachstum der Jungflanzen.Die Wirksamkeit der Abschirmungen im Wurzelbereich bleibt auch unter diesen Bedingungen erhalten.

4. Die konkurrenzschwache Art Phleum pratense kann sich nur bei verminderter Wurzel- und Sproßkonkurrenz etablieren, während Lolium perenne in allen Varianten nur geringen Ausfall zeigt.

5. Mit zunehmender Einzelpflanzenentwicklung wirkt eine Abschirmung in der Wurzelzone negativ auf das Wachstum der Jungpflanzen durch die Begrenzung des zur Verfügung stehenden Wurzelraumes. Die Versuchsanordnung ist daher nur für kurzfristige Untersuchungen geeignet.

6. Der N_{min}-Gehalt des Bodens in bzw. unter den Röhren bleibt nur bei Kunststoffrohrabschirmung erhöht. In den Geweberöhren findet man stets die selben Gehalte wie im umgebenden Altbestand.

Literatur:

COOK, S.J. und D. RATCLIFF, 1984: A study of the effects of root and shoot competition on the growth of green panic (Panicum maximum var. trichoglume) seedlings in an existing grassland using root exclusion tubes.
J. Appl. Ecol. **21**, S. 971-982.

DONALD, C.M., 1963: Competition among crop and pasture plants.
Adv. Agron. **15**, S. 1-118.

WILSON, J.B., 1988: Shoot and root competition.
J. Appl. Ecol. **25**, S. 279-296.

Einfluß von Hauptbestandsbildner, Narbendichte, N-Düngung und Zeit auf die Nitrat- und Wasservorräte verschiedener Bodenschichten

H a r a l d T h e i ß*

1. Einleitung und Problemstellung

Die Problematik der Nitratanreicherung im Grundwasser ist in jüngster Vergangenheit insbesondere im Zusammenhang mit der Stickstoffdüngung zu einem Schwerpunkt der Umweltdiskussion geworden.
Obwohl Untersuchungen über Nitratverlagerung und -auswaschung im Allgemeinen in großer Anzahl vorliegen, trifft dies im Hinblick auf den Grünlandbereich nicht zu. So zeigten z.B. PRINS (1980) und OWEN und BARRACLOUGH (1983), daß die Nitratverlagerung unter Grünland erst bei N-Gaben von über 400-500 kg/ha u. Jahr nennenswert ist und daneben von anderen Faktoren, wie z.B. den Klima- und Bodenverhältnissen abhängig ist. Ob dabei Unterschiede zwischen verschiedenen hauptbestandsbildenden Arten vorliegen ist anscheinend bisher nicht geklärt. Daneben sollten auch die Dichte, die Leistungsfähigkeit und das Alter der Grünlandnarben in die Betrachtungen mit eingeschlossen werden, da von ihnen ein wesentlicher Einfluß auf den Nitrathaushalt ausgehen kann. Soll unterschiedliches Verhalten verschiedener hauptbestandsbildender Arten geklärt werden,so muß man diese deshalb in Reinbeständen auf Ackerbaustandorten anbauen und über längere Zeiträume beobachten.
Durch den Anbau der nicht perennierenden Arten mit hohen Zuwachsraten Lolium multiflorum und Lolium hybridum kann bei Anfall großer Mengen an Wirtschaftsdüngern zur Schonung der Restfläche beigetragen werden, was besonders im Hinblick auf Wasserqualität und Naturschutzfragen von Bedeutung sein kann.

---

* Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau -, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen.

Die Nitratdynamik eines Bodens muß immer im Zusammenhang mit seinem Wasserhaushalt betrachtet werden. So spielt z.B. die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens im Hinblick auf die Nitratverlagerung eine wichtige Rolle.
Die Methodik der Probenahme hat einen großen Einfluß auf die gemessenen Nitratkonzentrationen. Lassen sich Ergebnisse aus Lysimeterversuchen nur eingeschränkt auf gewachsenen Boden übertragen, so liegen bei Anwendung von Ceratzkikerzen Nachteile vor, die zu ungenauen Ergebnissen führen können. Die N_{min}- Methode scheint, sachgemäße Probenhandhabung d.h. sofortige Extrakion der Proben vorausgesetzt,trotz des großen Arbeitsaufwandes gerade bei größerer Probenanzahl, die geeigneteste Methode zur Feststellung der aktuellen Nitratgehalte im Boden zu sein.
Anhand dieser Methode soll der Einfluß von Hauptbestandsbildner, N-Düngung,Narbendichte und Zeit auf die Nitrat- und Wasservorräte verschiedener Bodenschichten geklärt werden.

2. Material und Methodik

Zur Klärung der dargestellten Versuchsfrage wurde ein Freilandversuch nach dem Plan eines lateinischen Rechteckes mit vier Wiederholungen angelegt. Der Versuch weist folgende Faktoren und Stufen auf:

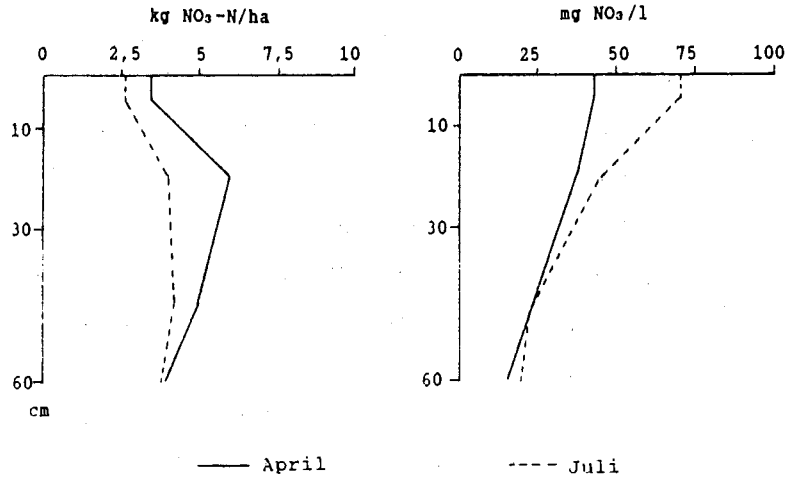
FAKTOREN	STUFEN
1. Sortengemisch	1.1 Lolium multiflorum
	1.2 Lolium perenne
	1.3 Dactylis glomerata
2. N-Düngung	2.1 0 kg N/ha u. Jahr
	2.2 200 kg N/ha u. Jahr
	2.3 400 kg N/ha u. Jahr
	2.4 600 kg N/ha u. Jahr
3. Narbendichte	3.1 locker
	3.2 dicht
4. Beobachtungsjahr	4.1 zweites Hauptnutzungsjahr
	4.2 drittes Hauptnutzungsjahr

Zur besseren Beschreibbarkeit des arttypischen Verhaltens wurden die Arten Lolium multiflorum, Lolium perenne und Dactylis glomerata als Sortengemische aus drei Sorten verschiedener Reifegruppen in Reinsaat angesät. Die Stickstoffdüngung, ausschließlich in Form von Kalkammonsalpeter gegeben, wurde in vier gleichgroße Gaben geteilt und zu den ersten vier Aufwüchsen verabreicht. Bei den Varianten dichte Narbe wurde jeweils im Herbst eine Nachsaat durchgeführt, um Unterschiede in der Narbendichte zu erzeugen. Um eine ausreichende Differenzierung zwischen dichter Narbe - lockerer Narbe sicherzustellen, wurden im dritten Hauptnutzungsjahr vor Vegetationsbeginn mit einem Kontaktherbizid ca. 10 cm breite Streifen im Abstand von ca. 40 cm in die Varianten lokkere Narbe gespritzt. Bei dem Bodentyp des Versuchsstandortes handelt es sich um eine erodierte Parabraunerde aus Löß.
Zur Feststellung des Nitratgehaltes im Boden werden mit dem PURKHAUER-Bohrstock Bodenproben entnommen, diese dann sofort extrahiert, die Filtrate eingefroren und später mit Hilfe der UV-Absorptionsmethode analysiert. So werden Fehlerquellen ausgeschaltet, die beim Auftauen von gefrorenen Bodenproben vorliegen können. Die Probenahme erfolgt aus folgenden Schichten:

FAKTOREN	STUFEN	
1. Tiefe	1.1	0 - 10 cm
	1.2	10 - 30 cm
	1.3	30 - 60 cm
	1.4	60 - 90 cm
	1.5	90 - 120 cm
	1.6	120 - 150 cm
2. Termin	2.1	Sommer, nach jeder Nutzung
	2.2	Winter, Nov./Dez. und Feb./März

Im Sommer werden bei jeder Nutzung, im Winter an zwei Terminen Proben entnommen. Die gefundenen Nitratmengen werden in kg Nitratstickstoff pro Hektar, bezogen auf trockenen Boden, angegeben. Diese Angabe besitzt eine stärkere Aussagekraft als die oft gebrauchte Einheit mg NO_3/l. Überhaupt sollte , wenn Aussagen über Nitratgehalte im Boden und Ableitungen für das praktische Handeln im landwirtschaftlichen Bereich getroffen werden sollen, von Mengen im Boden gesprochen werden und nicht von Konzentrationen im Bodenwasser. Die Angabe des Nitratgehaltes in mg/l kann in Abhängigkeit der Bodenfeuchte zu Fehlschlüssen führen, wie die folgende Abbildung zeigt.

Abb.1: Nitratgehalte verschiedener Bodenschichten in Abhängigkeit der Angabeeinheit



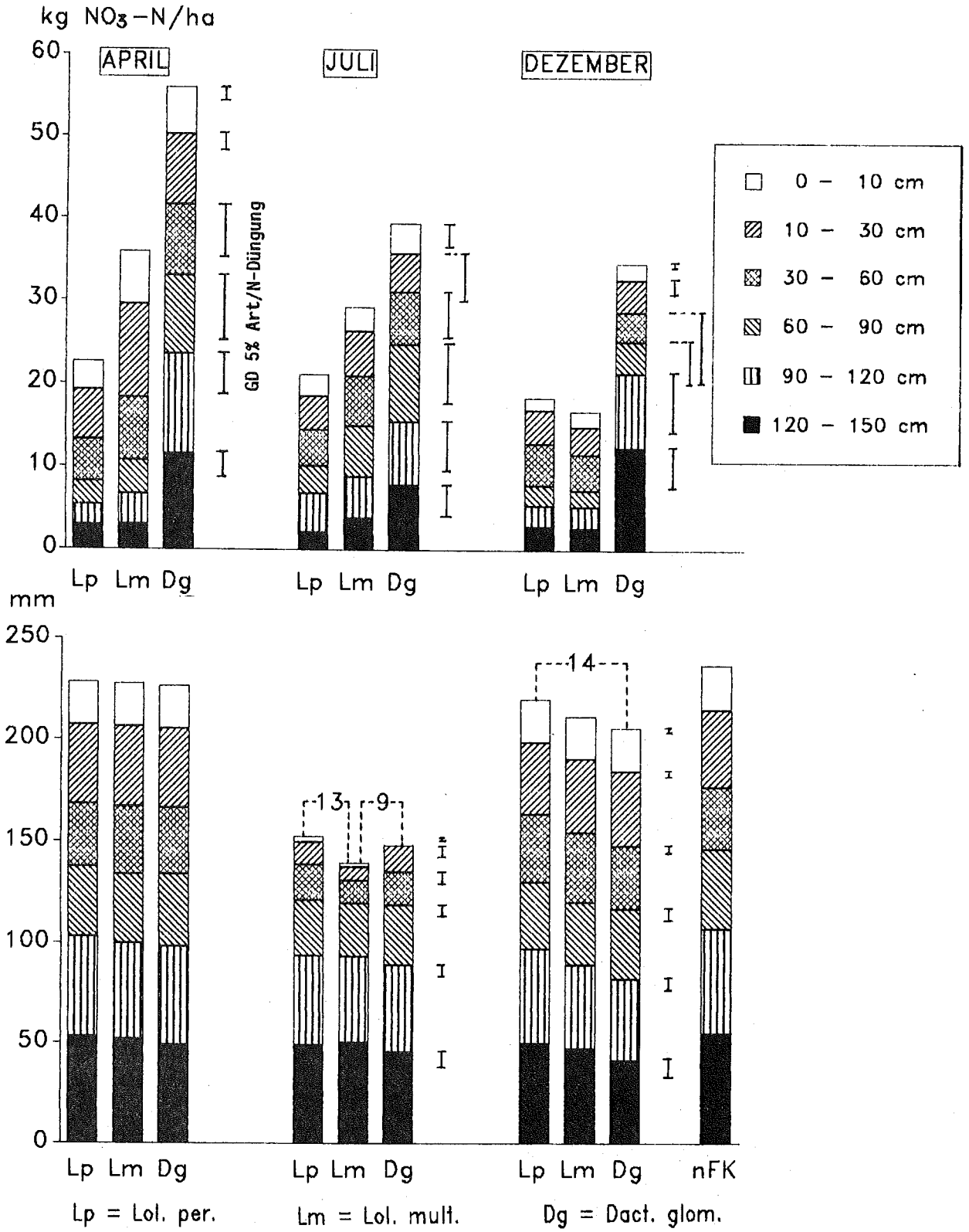
Hier sind beispielhaft für eine Variante die Nitratgehalte der einzelnen Bodenschichten an zwei Terminen dargestellt, links in kg NO_3-N/ha und rechts in mg NO_3 pro Liter Bodenwasser. Während in Abhängigkeit von der Konzentration die Variante im April in allen Schichten, vor allem aber in den obersten, niedrigere Konzentrationen als im Juli aufweist, liegen mengenmäßig bei sehr geringen Gehalten im April immer höhere Gehalte vor. Bei der Untersuchung von Sicker-,Drain- und Grundwasserproben im Hinblick auf wasserwirtschaftliche Belange kann die Konzentrationsangabe eher geeignet sein.
Die bodenphysikalischen Kennwerte wie Lagerungsdichte, Feldkapazität, Totwasseranteil und Gesamtporenvolumen wurden nach einer schichtweisen Stechzylinderprobenahme bei wassergesättigtem Boden im Labor bestimmt. Für jede Bodenschicht wird bei allen Probenahmeterminen die aktuelle Bodenfeuchte gravimetrisch festgestellt, mit Hilfe von Lagerungsdichte und Totwasser der Vorrat an pflanzenverfügbarem Wasser errechnet. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Niederschlagsmengen ist man so in der Lage eine Aussage über mögliche Versickerungszeitpunkte und -mengen als auch über kapillaren Wasseraufstieg zu machen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Hauptbestandsbildner

Da sich Unterschiede in den Nitratgehalten zwischen den hauptbestandsbildenden Arten insbesondere in den tieferen Schichten zeigen und zur Einschränkung des umfangreichen Datenmaterials soll hier exemplarisch nur auf die Ergebnisse von Probenahmeterminen eingegangen werden, bei denen bis 150 cm Tiefe untersucht wurde. Bei den Düngungsstufen 0 und 200 kg N/ha u. Jahr bestehen im Hinblick auf die Nitratgehalte im Boden keine Unterschiede zwischen den Arten, wobei in der gesamten Schicht von 0 - 150 cm Nitrat-N-mengen von 15 - 20 kg/ha vorliegen. Abbildung 2 stellt die Nitratgehalte und pflanzenverfügbaren Wasservorräte der einzelnen Bodenschichten in Abhängigkeit vom Hauptbestandsbildner für die Düngungsstufe 400 kg N/ha u. Jahr an drei Terminen im 2. Hauptnutzungsjahr dar.

Abb. 2: NO_3-N- und Wassergehalte verschiedener Bodenschichten in Abhängigkeit von Hauptbestandsbildner und Zeit bei Düngung von 400 kg N/ha u. Jahr, 2. HNJ



Es wird ersichtlich, daß an allen Terminen unter Dactylis glomerata die höchsten Nitratmengen gefunden werden. Besonders deutlich treten die Differenzierungen in den beiden untersten Schichten auf, d.h. gerade in den Schichten, die für eine mögliche Grundwasserbelastung von größter Bedeutung sind. Während bei Dactylis glomerata im Frühjahr und im Herbst hier Mengen von ca. 25 kg N/ha vorliegen, findet man bei Lolium multiflorum und Lolium perenne nur ca. 5 kg N/ha. Bedingt durch die sehr langsame Anfangsentwicklung von Dactylis glomerata im ersten Hauptnutzungsjahr und der damit verbundenen geringeren N-Entzüge sind große Mengen im Boden verblieben und über Winter in tiefere Schichten verlagert worden. Betrachtet man die Schicht von 0 - 90 cm, so bestehen hier im Dezember im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Terminen keine Unterschiede mehr, was bedeutet, daß Dactylis glomerata während des zweiten Hauptnutzungsjahres ein größeres N-Aufnahmevermögen besitzt als im ersten Jahr. Die etwas höheren Nitratgehalte bei Lolium multiflorum gegenüber Lolium perenne im April in den oberen Schichten sind durch auswinterungsbedingt lückigere Narben und damit geringerer Aufnahme des mineralisierten Stickstoffs zu erklären. Zum Ende der Vegetationsperiode liegen jedoch keine Unterschiede mehr vor. Hier deutet sich schon ein Einfluß der Narbendichte auf die Nitratgehalte an.

In der höchsten Düngungsstufe, d.h. 600 kg N/ha u. Jahr, zeigt sich das unterschiedliche Verhalten der Arten noch deutlicher. Unter ungedüngten und ganzjährig unbewachsenen Flächen befinden sich in der gesamten Schicht im April 97, im Juli 124 und im Dezember 78 kg NO_3-N/ha.

Für die Wasservorräte im April wurde auf eine varianzanalytische Auswertung verzichtet, da hier bei fast gesättigtem Boden keine Unterschiede bestanden. Im Juli hat Lolium multiflorum mit den höchsten Erträgen auch mehr Wasser als Lolium perenne und Dactylis glomerata aus der Schicht bis 60 cm entzogen. Nach Ende der Vegetationsperiode sind bei Dactylis glomerata geringere Wasservorräte als bei Lolium perenne festzustellen, was sich im Dezember nach fast vollständiger Auffüllung bis zur nutzbaren Feldkapazität von 236 mm noch in den unteren Schichten zeigt.

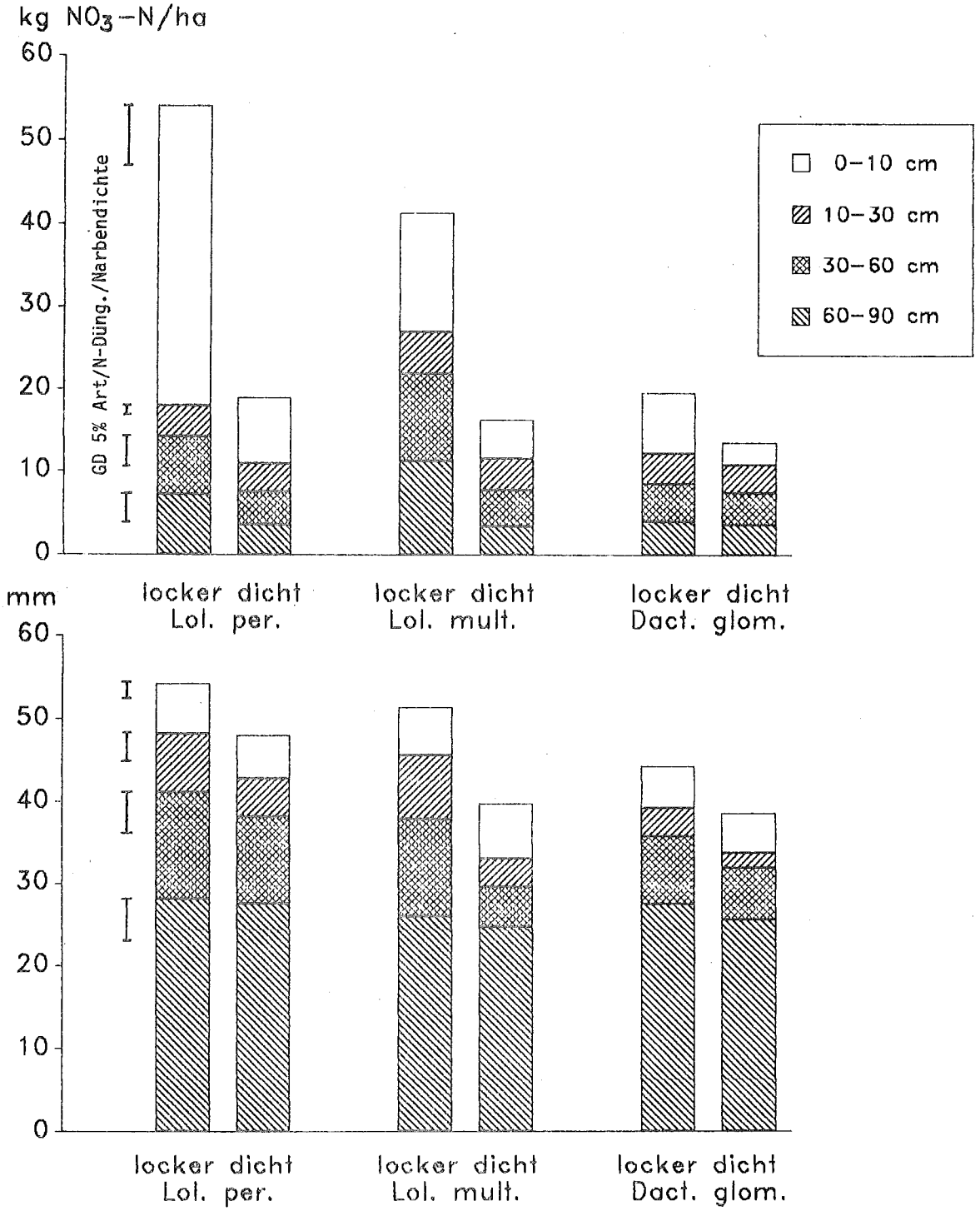
3.2 Narbendichte

Deutliche Differenzierungen in der Narbendichte zeigten sich erst nach Anlegen der Spritzstreifen im Frühjahr des dritten Hauptnutzungsjahres, besonders in den höchsten Düngungsstufen. Es werden daher die Ergebnisse der Probenahme unmittelbar nach dem ersten Schnitt für die Düngungsstufe 600 kg N/ha u. Jahr vorgestellt.

Aus Abbildung 3 ist der Einfluß der Narbendichte auf die Nitratgehalte sehr gut zu erkennen, insbesondere bei Lolium multiflorum und Lolium perenne. Bei dichten Narben liegen bei allen hauptbestandsbildenden Arten geringe Nitratmengen von 13 - 19 kg NO_3-N/ha in der Bodenschicht von 0 - 90 cm vor. Unter lockeren Narben findet man in der obersten Bodenschicht, d.h. von 0 - 10 cm, die höchsten Nitratgehalte, die bei Lolium perenne 36 kg erreichen. In dieser Schicht sind auch die größten Unterschiede zur dichten Narbe festzustellen. Auffällig ist hier der niedrige Gehalt unter der lockeren Narbe von Dactylis glomerata, was auf eine höhere N-Aufnahme im dritten Hauptnutzungsjahr schließen läßt. Nach der dritten Nutzung tritt der Einfluß der Narbendichte schon bis zur Tiefe von 30 cm hervor. Die Ergebnisse zeigen sehr deutlich welche Rolle ein dichter Bewuchs und das Narbenalter im Hinblick auf eine Verhinderung von Nährstoffverlagerungen spielen.

Entsprechend den Ertragsleistungen zeigt sich auch im Wasserverbrauch ein Einfluß der Narbendichte. Bei einer nutzbaren Feldkapazität von 130 mm tritt der Mehrverbrauch der dichten Narbe besonders in der Hauptwurzelzone bis 60 cm hervor. Die gleichen Wassergehalte der obersten Schicht lassen sich durch Niederschlag während der Probenahme erklären, wodurch die bei Beginn der Probenahme trockene Bodenschicht wieder gleichmäßig aufgefüllt wurde.

Abb. 3: NO_3-N- und Wassergehalte verschiedener Bodenschichten in Abhängigkeit von Hauptbestandsbildner und Narbendichte bei Düngung von 600 kg N/ha u. Jahr, Mai 1988



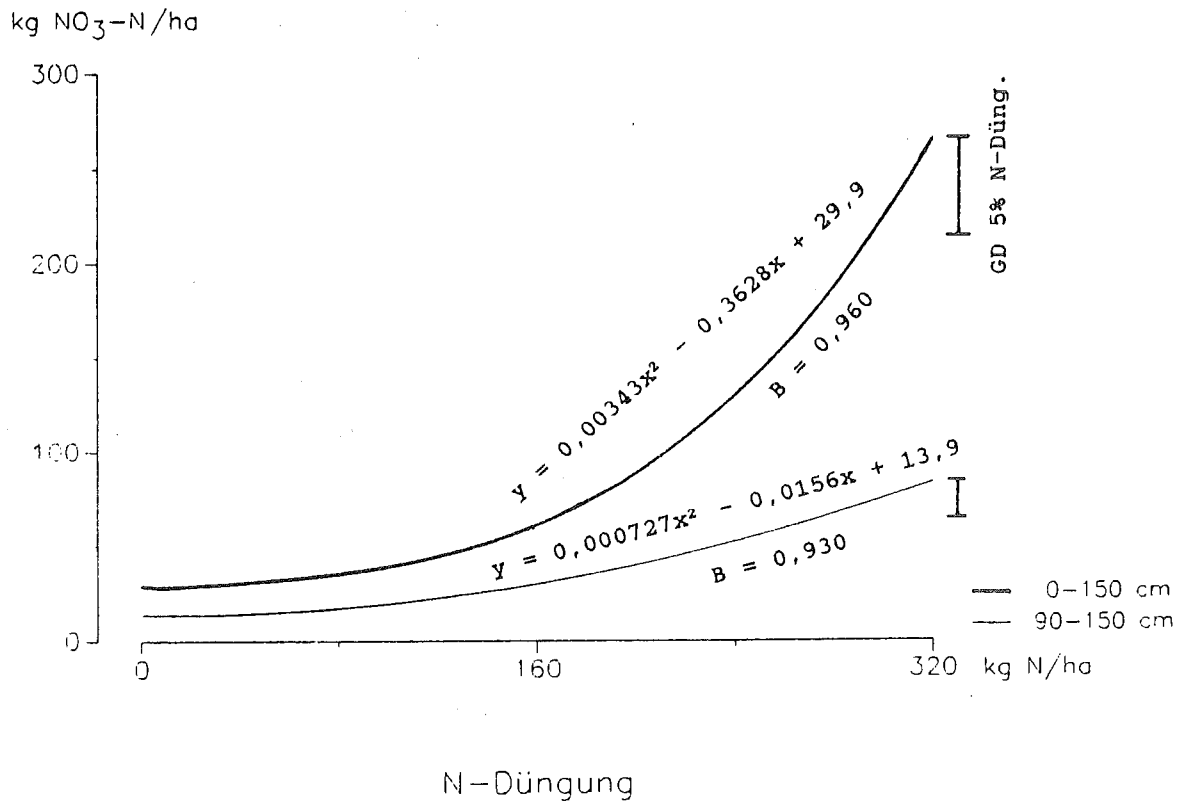
3.3 Leistungsfähigkeit

Im Hinblick auf den Einfluß der Nutzungsform und Leistungsfähigkeit einer Narbe auf die Stickstoffgehalte im Boden wurden im Vergleich zu den in Reinsaat angesäten ertragsstarken und nur unter Schnittnutzung stehenden Arten des obengenannten Versuches die Nitratgehalte unter einer leistungsschwachen beweideten Dauergrünlandnarbe festgestellt. Es handelt sich hier um eine feuchte Weidelgrasweide mit einer Wertzahl von 6,2. Hauptbestandsbildner sind Alopecurus pratensis und Festuca rubra, wobei mit steigender Stickstoffdüngung der Festuca rubra-anteil abnimmt und Elymus repens stark zunimmt. Abbildung 4 zeigt die Nitrat-N-gehalte der Gesamtschicht von 0 - 150 cm sowie der Schicht von 90 - 150 cm für die Weidenarbe in Abhängigkeit der N-Düngung.

Ausgehend von vergleichbaren Nitratmengen bei den ungedüngten Varianten, 20 kg bei den ertragsstarken Arten des vorgenannten Versuches bzw. 30 kg bei der Weidenarbe, wirkt sich eine gesteigerte Stickstoffdüngung unterschiedlich auf die Nitratgehalte der verschiedenen Narben aus. Auf der Weidenarbe ist der Einfluß der Stickstoffdüngung sehr deutlich zu erkennen. Eine Steigerung von 0 auf 160 kg N/ha u. Jahr erhöht die Nitratgehalte im Boden um ca. 30 kg NO_3-N, wobei schon größere Mengen in den untersten Schichten vorliegen. Eine Erhöhung der Düngung auf 320 kg N führt auf dieser leistungsschwachen Narbe zu enormen Nitratstickstoffgehalten von 265 kg/ha im Boden mit Gehalten von rund 80 kg in den tieferen Schichten.

Es zeigt sich,daß neben der Höhe der Stickstoffdüngung auch der Pflanzenbestand einen Einfluß auf die Nitratgehalte ausübt.

Abb. 4: NO_3-N-gehalte der Weidenarbe in Abhängigkeit der N-Düngung, August 1988



4. Zusammenfassung

1. Unterschiede in den Nitratgehalten zeigen sich zwischen den Hauptbestandsbildnern bei leistungsfähigem Pflanzenmaterial nur bei Düngungsgaben von 400 und 600 kg N/ha u. Jahr insbesondere in den tieferen Schichten mit höchsten Gehalten bei Dactylis glomerata.
2. Die Narbendichte hat einen wesentlichen Einfluß auf die Nitratgehalte bei hohen Düngungsgaben, wobei größte Differenzierungen zwischen lockerer und dichter Narbe bis jetzt in der obersten Schicht auftraten.
3. Unter leistungsschwächerem Bestand liegen höhere Nitratgehalte im Boden als unter leistungsstarken Narben vor.
4. Die Wasservorräte hängen in erster Linie von den Ertragslei-

stungen der verschiedenen Arten ab.

5. Die Höhe der Stickstoffdüngung muß dem jeweiligen Grünlandbestand angepaßt werden.

5. Literaturverzeichnis

OWEN, T.R. und D. BARRACLOUGH, 1983: The leaching of nitrates from intensively fertilized grassland. Fertilizers and Agriculture, 85, 43 - 50.

PRINS, W.H., 1980: Changes in quantity of mineral nitrogen in three grassland soils as affected by intensity of nitrogen fertilization. Fertilizer Research, 1, 51 - 63.

Wieviel Mineralstickstoff liefert der Boden unter Wirtschaftsgrünland nach?

- Konsequenzen für die N-Düngung -

1. Einleitung und Problemstellung
2. Grundsätzliches zur Stickstoffverfügbarkeit
3. Untersuchungsmethoden
   3.1 Vorbemerkung
   3.2 Angewandte Methode
4. Standortmerkmale und Pflanzenbestand der Beprobungsflächen
5. Ergebnisse
   5.1 Die N_{min}-Menge im Boden zu bestimmten Zeitpunkten
   5.2 Die Mineralstickstoff-Nachlieferung im Laufe der Vegetationsperiode
   5.2.1 N-Nachlieferung, Düngungsvariante und Bodentiefe
   5.2.2 Die Beziehung der N-Nachlieferung zu Lufttemperatur und Bodenfeuchte
   5.2.3 Bestimmung der Nährstoffverfügbarkeit über den Pflanzenbestand
6. Diskussion und Folgerungen
   6.1 Stickstoffnachlieferung und Düngung
   6.2 Stickstoff-Festlegung und Stickstoff-Verluste
   6.3 Humusspiegel, Mineralisationsrate und danach zu erwartende N-Nachlieferungsmenge
   6.4 Anwendung für die Düngeberatung
   6.5 Stickstoffbilanz des Bodens unter Wirtschaftsgrünland
7. Zusammenfassung

Wieviel Mineralstickstoff liefert der Boden unter Wirtschaftsgrünland nach?

- Folgerungen für die N-Düngung -

1. Einleitung und Problemstellung

Diskussionen der letzten Zeit zur Frage der notwendigen Stickstoffdüngung von Dauergrünland beschäftigen sich zunehmend mit jenen N-Mengen, die aus der organischen Substanz der Böden mineralisiert werden und damit in pflanzenverfügbarer Form vorliegen.
Die für das Land Baden-Württemberg neu aufgelegten "Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland 1987" (MLR, 1987) messen dem im Verlaufe der Vegetationszeit aus der organischen Substanz durch Mineralisation nachgelieferten N-Anteil große Bedeutung zu. Allerdings kann diese Größe bei einer N-Bilanzierung lediglich abgeschätzt werden, und zwar über eine durchschnittliche jährliche Mineralisierungsquote von 1 %. Im Mittel vieler Jahre wären danach bei den meisten ackergenutzten mittelschweren Böden 30-60 kg N/ha, beim Dauergrünland zwischen 40 und 100 kg N/ha anzusetzen.

Das Problem einer umweltgerechten Stickstoffdüngung liegt darin, daß nicht weniger als 15 verschiedene, sich wechselseitig beeinflussende Umwandlungsreaktionen auf den Stickstoffhaushalt des Bodens einwirken, die darüberhinaus wiederum von einer Fülle äußerer Einflußfaktoren, wie Temperatur, Niederschläge, Bodenbeschaffenheit usw., abhängen (KRÜLL, 1987).

Bei Düngungsberechnungen im Grünland kommt erschwerend hinzu, daß die auf momentanen N_{min}-Werten (Tageswerten) basierende Düngungsempfehlung bei Dauergrünland nicht angewandt werden können. Dies liegt - verglichen mit Ackerland - an dem wesentlich höheren Humusgehalt und damit an dem höheren Potential an hydrolisierbarem (mineralisierbaren) organisch gebundenen Stickstoff.

Die im Rahmen des baden-württembergischen Ökologieprogramms aus dem Grünland gezogenen N_{min}-Werte zeigen außerdem eine sehr starke Streuung, wie aus Auswertungen der LVVG Aulendorf hervorgeht.

Im Hinblick auf eine möglichst genaue und standortangepaßte Düngeempfehlung ist es deshalb unerläßlich, nicht nur über momentane N_{min}-Gehalte im Boden zu Vegetationsbeginn, sondern vor allem auch über die kontinuierliche N-Nachlieferung aus dem Boden im Jahreslauf Bescheid zu wissen.
Der vorliegende Beitrag soll diesem Ziel dienen.

2. Grundsätzliches zur Stickstoff-Verfügbarkeit

Fast der gesamte, im Boden befindliche Mineralstickstoff stammt aus dem in der organischen Substanz (Humus) gebundenen Stickstoff (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1979). Die Mineralisation, also die mikrobielle Abspaltung von Ammoniakstickstoff aus N-haltigen organischen Verbindungen im Boden (ZÖTTL, 1960), ist ein wichtiger Prozeß, weil dadurch große Mengen an pflanzenverfügbarem Ammonium- und Nitratstickstoff freigesetzt werden (CAMPINO, 1983). Die Mikroorganismen im Boden zehren vom Reservoir des Bodens an org. Substanz, verbrauchen dabei dessen C-Gerüst als Energiequelle und mineralisieren gleichzeitig den darin befindlichen Stickstoff (BOLLER- ELMER, 1977 und CAMPINO, 1983).
Aufnehmbar für höhere Pflanzen ist Stickstoff nur als Ammonium- oder Nitrat-Ion. Nun sind aber die höheren Pflanzen den Mikroben in der Konkurrenz um den mineralisierten Stickstoff unterlegen (RUNGE, 1965). Übliche N_{min}-Messungen geben deshalb nur Auskunft über den zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandenen pflanzenverfügbaren N-Vorrat, nicht aber über die, auf längere Zeit (z.B. Vegetationsperioden) nachgelieferte, verfügbare Menge (ELLENBERG, 1977 und 1964). Soll die standortspezifische N-Nachlieferung bestimmt werden, genügt es also nicht, die momentan vorhandene N_{min}-Menge festzustellen (ZÖTTL, 1960). Vielmehr sind diejenigen N-Mengen relevant, die im Laufe des Jahres aus dem Boden freigesetzt und somit pflanzenverfügbar werden, also die sogenannte Nettomineralisation. Darunter wird nur die

pflanzenverfügbare N_{min}-Nachlieferung verstanden, also jene nach Abzug des mikrobiellen Eigenbedarfs (N-Fixierung), sowie der Auswaschungs- und der Denitrifikationsverluste (RUNGE, 1965, 1978; ZÖTTL, 1960). Der Vegetation steht also nur derjenige N_{min}-Teil zur Verfügung, der über den mikrobiellen Bedarf hinaus mineralisiert wird (SCHMIDT, 1978). Als Bruttomineralisation bezeichnet man dagegen die gesamte Mineralstickstoffproduktion als NH_3, NH_4 und NO_3.

Mit Ausnahme von stark saurem Humus wird NH_3-N im Boden regelmäßig über die Nitrit-Stufe zu Nitrat mikrobiell oxidiert. Die Bildung von NH_3-N wird Ammonifikation, die Umwandlung von Ammoniak in Nitrat dagegen Nitrifikation genannt (ZÖTTL, 1960). Beide Vorgänge stellen jedoch biologisch grundverschiedene Stoffumsetzungen dar (BECK, 1983). Der Nitrifikationsprozeß bewirkt eine Versauerung des Bodens, weil aus der Base Ammoniak Salpetersäure entsteht (SCHEFFER, 1961).
Die Mikroben bevorzugen für den eigenen Eiweißaufbau den Ammonium-Stickstoff. Dies kommt auch in der höheren N-Immobilisierung bei NH_4-Düngesalzen zum Ausdruck (KUNDLER, 1970).
Eine gute Phosphorversorgung des Bodens scheint die Nitrifizierung zu fördern (GERLACH, 1973). Da NO_3 unter Denitrifikationsbedingungen (z.B. O_2-Mangel) wieder in NH_4 überführt werden kann (STANDFORD et al, 1975), und damit dem Wurzelhorizont erhalten bleibt, ergeben sich für die Beurteilung und Interpretation von Befunden aus N_{min}-Untersuchungen sehr komplexe Verhältnisse.

3. Untersuchungsmethoden

Da bei N_{min}-Untersuchungen sowohl Probenahme als auch -behandlung und Analysenmethode einen großen Einfluß auf die Meßergebnisse haben können, sei dieser Teil im Folgenden etwas ausführlicher erörtert:

3.1 Vorbemerkung:

Umfangreiche Vorarbeiten auf dem Gebiet der Erforschung der Stickstoffnachlieferung und -verfügbarkeit für die Pflanzenbestände haben zur Empfehlung des Brutversuchs (6 Wochen Inkubationszeit) geführt (RUNGE, 1965; ZÖTTL, 1960 u. HESSELMANN, 1917). Als "Brutversuch" wird das Verfahren bezeichnet, Proben des zu

prüfenden Bodenmaterials über einen festgelegten Zeitraum unter bestimmten Versuchsbedingungen zu lagern und die Anreicherung an Mineralstickstoff im Bebrütungszeitraum zu bestimmen (RUNGE, 1965). Man unterscheidet den Brutversuch im Labor von jenem unter den natürlichen Standortbedingungen. Im ersten Fall wird unter für die Mikroben optimalen Milieubedingungen die "potentielle Nettomineralisation" ermittelt. Diese Methode eignet sich gut für Bodenvergleiche (RUNGE, 1970). Sollen aber die Abweichungen von der witterungs- und standortspezifischen N-Nachlieferung so gering wie möglich gehalten werden, und will man die tatsächlich mögliche Nettomineralisation vor Ort erfassen, so kommt die Lagerung der Proben im Entnahmehorizont in Frage (ELLENBERG, 1977; RUNGE, 1970; EHRHARDT, 1959). Durch die Inkubationsdauer gewinnt man diejenige N_{min}-Menge, die den Pflanzenwurzeln in der gleichen Zeit zur Verfügung gestanden hätte (ELLENBERG, 1977). Hervorzuheben ist, daß unter Laborbedingungen stets höhere Nachlieferungswerte gemessen werden, als unter Feldbedingungen (BÜCKING, 1972; ELLENBERG, 1964 ; BOLLER-ELMER, 1977 u. RUNGE, 1970). Schließlich ist noch anzumerken, daß die für die Verpackung der Bodenproben verwendete Polyäthylen - Folie als durchlässig für O_2 und CO_2, kaum durchlässig für Wasserdampf und nicht durchlässig für flüssiges Wasser gilt. Wegen dieser Eigenschaften sind Folienbeutel zur Inkubation am Standort besser geeignet als andere Gefäße (RUNGE, 1970; GERLACH, 1978).
Zur allgemeinen Diskussion über Probenbehandlung und Meßtechnik wird auf folgende Arbeiten verwiesen: RUNGE, 1965 u. 1970; BECK, 1983; GERLACH, 1973 u. 1980; EHRHARDT, 1959; JAGER, 1968; u. GASSER, 1958.

3.2 Angewandte Methode

Die N-Nettomineralisation wurde im Rahmen dreier Düngungsversuche unter Grünland ermittelt. Die Untersuchungen erstreckten sich jeweils auf eine Vegetationsperiode. Bei der Wahl der Methode schlossen wir uns der Lagerung der Proben am Standort an, um die tatsächlich erfolgte Nachlieferung zu erfassen. Im Hinblick auf die Gewinnung der Bodenproben im Gelände, deren dortige Aufbereitung, Behandlung, Verpackung, Zwischenlagerung usw. lehnten wir uns an RUNGE (1978) und WOLF (1979) an: Zur

Entnahme der Bodenproben wurde eine Grube mittels Spaten ausgehoben, aus zwei Tiefen (0-5 cm und 10-15 cm) Bodenmaterial entnommen und zu je einer Mischprobe vereinigt. Bei der manuellen Durchmischung wurden alle sichtbaren Wurzeln ausgelesen. Danach wurden von jeder Mischprobe 4 Polyäthylen-Beutel (Folienstärke 0,05 mm) mit je 100 - 150 Gramm der Probe gefüllt und der Beutel gut verknotet. Jeweils zwei der Beutel wurden dann zur Lagerung (Bebrütung) in den Bodenhorizont zurückgelegt, aus dem die Proben stammten. Anschließend wurde das Loch wieder verfüllt und die Stelle markiert. Bei den obenliegenden Beuteln war auf eine ausreichende Bedeckung mit Streu oder Boden zu achten, um eine direkte Sonnenbestrahlung auszuschließen. Der übrige Teil der Mischproben (= 2 Beutel pro Horizont) wurde zwecks Bestimmung des Wassergehaltes und der momentanen N_{min}-Gehalte (N_{mom}) mittels Kühltasche unverzüglich ins Labor gebracht, wo sie bis zur Analyse bei -18° C im Gefrierschrank lagerten. Die draußen gelagerten Bodenproben wurden nach 6 Wochen ebenfalls auf ihre N_{min}-Gehalte analysiert. Die Differenz zwischen End- und Anfangsgehalt - also der akkumulierte Mineralstickstoff (N_{akk}) - stellt nun die pflanzenverfügbare Nettomineralisation dar. Von Frühjahr bis Herbst wurden 4 - 6 Lagerungsintervalle à 6 Wochen gelegt, womit der größte Teil der Vegeationsperiode erfaßt wurde.

Die Analyse im Labor geschah titrimetrisch über das Mikrodestilationsverfahren nach BREMNER u. KEENEY (1965), zit. bei GERLACH (1973) nach folgendem Prinzip:

Die Probelösung wird durch Zugabe einer schwachen Base (MgO) alkalisch gemacht und das entstehende NH_3 mit Wasserdampf abgefangen. Durch Tiration mit verdünnter Schwefelsäure in Anwesenheit eines Indikators wird die Menge der in der Probe enthaltenen Stickstofffraktionen bestimmt.

Die gewichtsbezogenen Angaben (mg/100 gr.Trb.) der freigesetzten N_{min}-Mengen (NH_4-N + NO_3-N) sind lediglich ein Maß für die Mineralisationsintensität. Wesentlich wichtiger, weil für die landwirtschaftliche Düngungspraxis relevant, sind jedoch flächenbezogene Werte. Diese über das Volumengewicht errechneten kg/ha-Mengen vermitteln eine Vorstellung der für die Grünlandpflanzen zur Verfügung stehenden Mineralstickstoffmengen.
Die Umrechnung der Laborwerte (Gehalte) in Hektarwerte (Mengen) geschah bei unserem Beprobungsverfahren gemäß Tab. 1.

Tab. 1 Umrechnung der Laborwerte in Hektar-Werte (Beispiel)

BODENSCHICHT	Gemessene und interpolierte N_{min} - Gehalte (in mg/100gr Trockenboden)	VOL.-GEW. (kg/l)	STEINANTEIL %	N - MENGE (kg/ha)
0 - 5cm ①	29,23	0,866	3	122,8
5 - 10cm ②	$\frac{1 \times \text{Wert ①} + 2 \times \text{Wert ③}}{3} = 16{,}60$	0,947	9	71,5
10 - 15cm ③	10,28	1,05	15	45,9
10 - 20cm ④	2 x Wert ③ = 20,56	1,13	21	91,8
			SUMME ① + ② + ④ =	286,1 kg N/ha und Veg.-Per.

FORMEL: $\frac{\text{mg N/100g Trb.} \times \text{Vol.-Gew. (kg/l)} \times (100 - \%\ \text{Anteil Steine})}{20\ \text{(gilt für 5cm Bodenschicht)}} = \text{kg N/ha}$

Tab. 2 Standortmerkmale der Beprobungsflächen

ORT / GEMEINDE	NATURRAUM 1)	JAHRESMITTEL-TEMPERATUR (°C) 2)	NIEDERSCHLÄGE (mm) 2)	HÖHE über NN (m)	BODENTYP	BODENART	pH-WERT ($CaCl_2$) Oberboden	DURCHWURZEL-BARKEIT (cm)	HUMUSGEHALT 0-20 cm (%)	NATÜRLICHE NÄHRKRAFT	ÖKOLOGISCHE FEUCHTE	ANZAHL der NUTZUNGEN	PFLANZEN-GESELLSCHAFTEN
Arnach	Leutkirch-Wurzacher Altmoränen-Hügelland	6,5 - 7,0	992	648	Parabraunerde bis Braunerde	Lehm bis lehmiger Sand	5,8	sehr tief (>100 cm)	5,8	groß (7)	frisch	4	kräuterreiche Mähweide 3)
Adelshofen				695	schwach pseudovergleyte Parabraunerde	sandig – schluffiger Lehm bis toniger Lehm	6,3	tief (60 - 100cm)	5,5	ziemlich groß (6)	mäßig wechselfrisch	4	kräuterreiche Mähweide 3)
Aulendorf	Waldsee-Wilhelmsdorfer Jungmoränen Hügelland	7,5	874	640	Parabraunerde	sandiger-toniger Lehm	5,9	tief (60-100cm)	3,4	ziemlich groß (6)	frisch	4	junge Lieschgras-Futterwiese

1) nach WELLER/SCHREIBER (1978) 2) langjähriges Mittel nach Stationen des Wetteramtes Stuttgart

3) Unter dem Begriff „Mähweide" ist nicht die Nutzungsform im Wechsel von Mahd und Weide, sondern eine spezielle, im Alpenvorland weitverbreitete Pflanzengesellschaft zu verstehen (vergl. RIEDER, 1983). Sie liegt pflanzensoziologisch zwischen dem Verband der Haferwiese und der Weißkleeweide.

Tab. 3 Momentane N_{min} - Mengen (kg N/ha in 0-20cm Bodentiefe) je Variante im Laufe der Vegetationsperiode

ARNACH (1982)							ADELSHOFEN (1984)						AULENDORF (1984)					
Datum	Variante						Datum	Variante					Datum	Variante				
	NPK 1	60 m³ Gülle 2	60 m³ Gülle* 3	60 m³ Gülle+H_2O 4	60 m³ Gülle+Didin 5	$\bar{x}$		NPK 1	25-30 m³ Gülle+PK 4	50-60 m³ Gülle 6	75-90 m³ Gülle 7	$\bar{x}$		PK 1	NPK 2	90 m³ Gülle 3	90 m³ Gülle+Didin 5	$\bar{x}$
15.3.	13,4	13,2	23,9	14,7	15,2	16,1	26.3	11,9	8,6	11,8	17,9	12,6		–	–	–	–	–
26.4.	43,9	12,1	11,3	9,2	18,8	19,1	8.5.	13,0	4,1	5,7	6,6	7,4	8.5.	17,2	24,0	30,0	14,1	21,3
7.6.	20,2	12,1	17,3	9,6	13,2	14,5	19.6.	2,8	5,6	5,0	5,1	4,6	19.6.	10,6	10,5	10,7	11,8	10,9
19.7.	11,7	10,6	12,2	9,8	9,6	10,8	30.7.	16,7	11,9	11,7	13,1	13,4	30.7.	4,7	5,3	5,1	5,9	5,3
1.9.	21,8	24,9	23,1	11,7	12,4	18,8	1.9.	7,9	8,9	8,8	9,6	8,8	1.9.	4,5	3,5	4,2	5,5	4,4
11.10.	14,2	13,6	12,8	14,0	14,2	13,8		–	–	–	–	–		–	–	–	–	–

▶ zeitliche Lage der Düngungstermine

* + Bioco-Fäk-Zusatz

Tab. 4 **Nährstoffverhältnisse der Böden**

(Mittel der beprobten Parzellen)

Parameter / Standort	Stickstoff (N)								Übrige Hauptnährstoffe (Bodenschicht: 0-10cm)		
	C/N (0-20cm)	N org.[1] (% Trb.)	Vol.-Gew. (kg/l)	N org. 0-20cm (kg/ha)	N-[2] Nettomineralisation (kg/ha)	Nmin-Rate Veg. Per. (%)	N-Entzug (kg/ha)	ø N-Zahl[3]	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g	MgO mg/100g
ARNACH (1982)	13,0	0,26	0,96	5525	195	3,5	230	6,3	24 (1983)	15 (1983)	13 (1983)
ADELSHOFEN (1984)	10,2	0,31	1,00	6200	255	4,1	330	6,4	23 (1983)	28 (1983)	14 (1983)
AULENDORF (1984)	9,3	0,21	1,26	5233	190	3,6	265 (1985)	6,8	4 (1985)	17 (1985)	8 (1985)

1) nach KJELDAHL 2) bezogen auf 30 Wochen; Bodenschicht: 0-20 cm 3) nach ELLENBERG (1979), gewichtet nach VOLLRATH (1981)

4. Standortmerkmale und Pflanzenbestand der Beprobungsflächen

Bei den Beprobungsflächen handelt es sich um drei Exaktversuche auf Grünland. Ziel der Versuchseinrichtung waren Fragen der Futtererträge und -qualität bei unterschiedlich hoher Gülledüngung. Die N_{min}-Untersuchungen wurden in den Jahren 1982 und 1984 zusätzlich durchgeführt.
Die Beprobungsflächen liegen im württembergischen Alpenvorland, und zwar in naturräumlicher Sicht z.E. im Waldsee-Wilhelmsdorfer Jungmoränen-Hügelland, z.A. etwas weiter östlich im Leutkirch-Wurzacher Altmoränen-Hügelland. Hinsichtlich der allgemeinen Höhenzonierung befinden sich die untersuchten Standorte mit 600 bis 700 m ü. NN. im montanen Bereich (OBERDORFER, 1983).
Die Standortmerkmale der Beprobungsflächen sind in Tab. 2 zusammengestellt. Auf die Darstellung von Klimatogrammen der jeweiligen Beprobungsjahre wurde verzichtet, da sich eine Beziehung der gemessenen N_{min}-Werte zur Witterung der betreffender Jahre nicht feststellen ließ.

Standort Arnach

Relief: eben

Gestein: Niederterrassenschotter (Schotter der würmeiszeitlichen Schmelzwässer)

Bodenform: Parabraunerde bis Braunerde aus kiesig-lehmigen Schottermaterial, sehr tiefgründig, sehr tief durchwurzelbar (>100 cm)

Bodenart: Lehm bis lehmiger Sand, sehr einheitlich. Humusform des A_h-Horizontes: Mull

Der Standort ist als frisch anzusprechen und bietet damit für Grünland gute Produktionsbedingungen. Die Durchlüftung des Bodens ist gut.

Der Pflanzenbestand im Bereich der Beprobungsflächen setzte sich im Beprobungsjahr (1982) wie folgt zusammen (Durchschnitte):

53 % Ertragsanteile (EA) Gräser,
45 % Kräuter und
2 % Leguminosen.

Die Hauptbestandesbildner waren Gemeine Rispe, Lieschgras und Knaulgras, bei den Kräutern der Löwenzahn. Der Futterwert nach KLAPP et al (1953), gewichtet über Ertragsanteile nach VOLLRATH (1981) lag bei 5,6; die Artenzahl bei 22 pro 25 m^2.

Standort Adelshofen

Relief:	eben
Gestein:	Grundmoräne der Rißzeit
Bodenform:	schwach pseudovergleyte Parabraunerde aus kiesig-lehmigem Geschiebemergel, tief durchwurzelbar (70 cm)
Bodenart:	sandig-schluffiger bis toniger Lehm; Humusform: Mull; Entkalkungstiefe: 1,50 m, Gefüge krümelig bis subpolyedrisch, z.T. kohärentisch

Der Pflanzenbestand im Beprobungsjahr (1984) im Bereich der dortigen Beprobungsflächen:

60 % EA Gräser
38 % Kräuter
2 % Leguminosen

Die Hauptbestandesbildner waren Wiesenrispe, Gemeine Rispe Knaulgras; bei den Kräutern: Löwenzahn und Scharfer Hahnenfuß. Der Bestandes-Futterwert lag bei 5,2, die Artenzahl bei 25/ 25 m^2.

Standort Aulendorf

Relief:	eben
Gestein:	Grundmoräne der Würmeiszeit
Bodenform:	Parabraunerde aus Jungmoräne-Geschiebemergel, sehr tiefgründig, tief durchwurzelbar.
Bodenart:	A_h-Horizont: schluffiger Lehm, B - Horizont: schluffig-toniger bis sandig-toniger Lehm; Humusform: Mull. Skelettanteil (grusig-kiesig) ca. 5 Vol. %; Entkalkungstiefe: 1 m; Gefüge: subpolyedrische bis polyedrisch, mit nach unten zunehmendem Tonanteil; Kohärentgefüge.

Der Pflanzenbestand im Beprobungsjahr (1984 = Anlagejahr des Versuches):

63 % EA Gräser
9 % Kräuter
28 % Leguminosen

Die Hauptbestandesbildner waren auf der nachgesäten, ca. 4-jährigen Altnarbe: Wiesenlieschgras, Deutsches Weidelgras, Weißklee und stumpfblättriger Ampfer. Der Bestandes-Futterwert lag bei 5,9, die Artenzahl bei 16, wobei einige Ackerunkräuter vertreten waren.

5. Ergebnisse *)

Wie schon oben erwähnt, stammen die N_{min}- Untersuchungen aus Grünland-Düngungsversuchen. Darin wurde neben Handelsdünger vor allem Wirtschaftsdünger (Gülle) in unterschiedlicher Menge und mit verschiedenen Zusätzen ausgebracht (s. Tab. 5).
Nach ROHMANN u. SONTHEIMER (1985) wird der Stickstoffumsatz im Boden in erster Linie durch die Bodentemperatur, das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (C/N) in der organischen Substanz, den Bodenwassergehalt und die Bodendurchlüftung sowie durch den pH-Wert im Bodenwasser bestimmt.
Von diesen Parametern liegen in unserem Fall Meßwerte vor mit Ausnahme von Angaben zur Bodendurchlüftung (Porenvolumen).

5.1 N_{min}-Menge im Boden zu bestimmten Zeitpunkten

Der zu bestimmten Zeitpunkten im Boden vorhandene Mineralstickstoff (momentaner N_{min} (= N mom) oder auch aktueller N_{min} (= N akt) genannt), weist einen bestimmten Jahresgang auf, der sich nach der N-Aufnahme durch die Pflanzenbestände richten dürfte (s. Tab. 3). Die Spanne der N_{min}-Tageswerte reicht in unserem Fall von knapp 3 kg bis 44 kg N/ha in 0-20 cm Bodentiefe. In diesen Werten ist die gesamte Mineralstickstoffkomponente, also sowohl der Ammonium- als auch der Nitratstickstoffanteil enthalten. Der NH_4-N hatte z.B. beim Standort Arnach im Jahre 1982 einen Anteil von immerhin 58 % am gesamten N_{min}.

---

*) An dieser Stelle sei meinen Mitarbeiterinnen, Frl. W. Frei für die Assistenz bei der Auswertung, und Frau U. Schick für die sorgfältig erstellten Graphiken, besonders gedankt.

Die Abb. 1 bis 3 verdeutlichen den Jahresgang unter verschiedenen Düngungsvarianten.
Verglichen mit den Güllevarianten streut die NPK-Variante beim Standort Arnach außerordentlich stark, beim Standort Adelshofen deutlich weniger, und in Aulendorf schließlich sogar weit weniger als die Gülleparzellen. Insgesamt gesehen verläuft die N mom - Kurven unter organischer Düngung homogener als unter Mineraldüngung, wenngleich es auch hier große Unterschiede gibt.

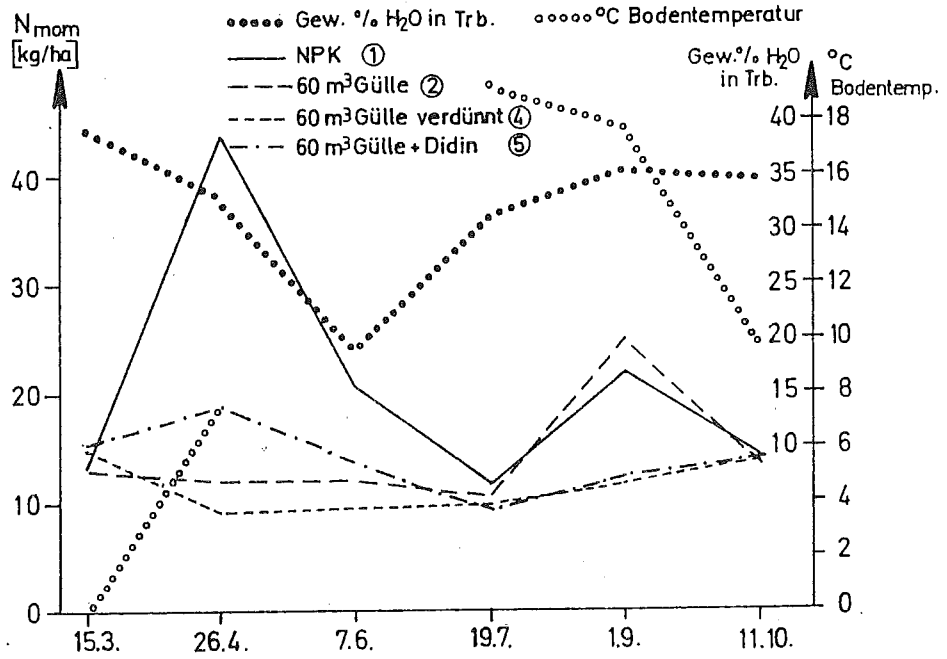
Eine positive Beziehung zwischen N_{mom}-Gehalt und Bodentemperatur ist nur beim Standort Aulendorf erkennbar. In Arnach und Adelshofen besteht eher eine negative Korrelation. Bei den Bodenwassergehalten zeigt sich eine mehr oder weniger deutliche Korrelation bei den Standorten Adelshofen und Arnach, weniger dagegen in Aulendorf. Die geringste Bodenfeuchte lag in den beiden Untersuchungsjahren jeweils im Juni vor (< 20 Gew. % Wasser im Boden), obwohl hier die Niederschläge mit ca. 100 mm relativ hoch lagen. Dies dürfte auf die produktive Verdunstung durch den Pflanzenbestand zurückzuführen sein. Geringste N_{min}-Werte traten beim Standort Arnach auf, als die Bodenfeuchte schon wieder deutlich anstieg.

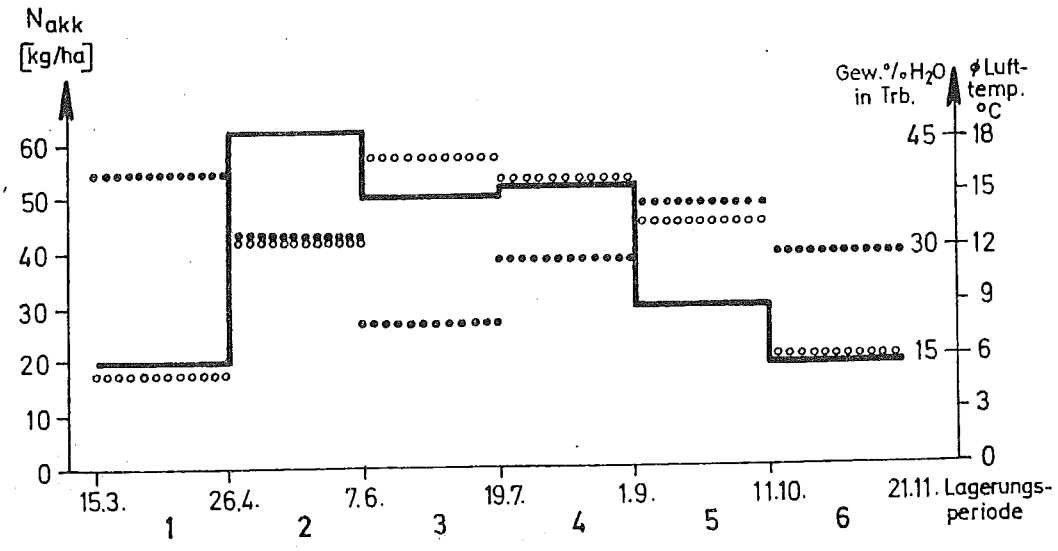
Allgemein läßt sich jedoch folgendes feststellen:
Die zu bestimmten Zeitpunkten im Boden vorhandene N_{min}-Menge gibt nach den vorliegenden Ergebnissen keine Hinweise auf das N-Nachlieferungspotential eines Bodens. So werden beispielsweise beim Standort Aulendorf im August/September 1984 weniger als 5 kg N_{mom} und damit unterdurchschnittlich viel Mineralstoff im Boden festgestellt. Die Nettomineralisationsmenge in dieser Zeit liegt aber bei fast 40 kg Nitratstickstoff und damit 8 mal höher.
Oder: Der Herbstwert von Standort Arnach, gezogen am 11. Oktober 1982 ist zeitlich mit jenen N_{min}-Werten vergleichbar, die im Rahmen des baden-württembergischen Ökologieprogramms ebenfalls zu dieser Jahreszeit gezogen werden. Mit 6 kg NO_3-N/ha liegt er weit unter dem 45 kg-Grenzwert, der durch die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchalVO) vorgegeben ist (MLR, 1987); der Pflanzenbestand hatte um diese Zeit aber tatsächlich rd. 25 kg Nitratstickstoff zur Verfügung.

Abb. 1

Momentaner (N_{mom}) und während der Lagerungsperioden akkumulierter (N_{akk}) Mineralstickstoff (0-20 cm)

— STANDORT ARNACH —





N_{akk} ≙ N-Nettomineralisationsmenge

●●●● Gew. % H_2O in Trb. ○○○○ ø Lufttemperatur °C

Abb. 2

Momentaner (N_{mom}) und während der Lagerungsperioden akkumulierter (N_{akk}) Mineralstickstoff (0-20 cm)

- STANDORT ADELSHOFEN -

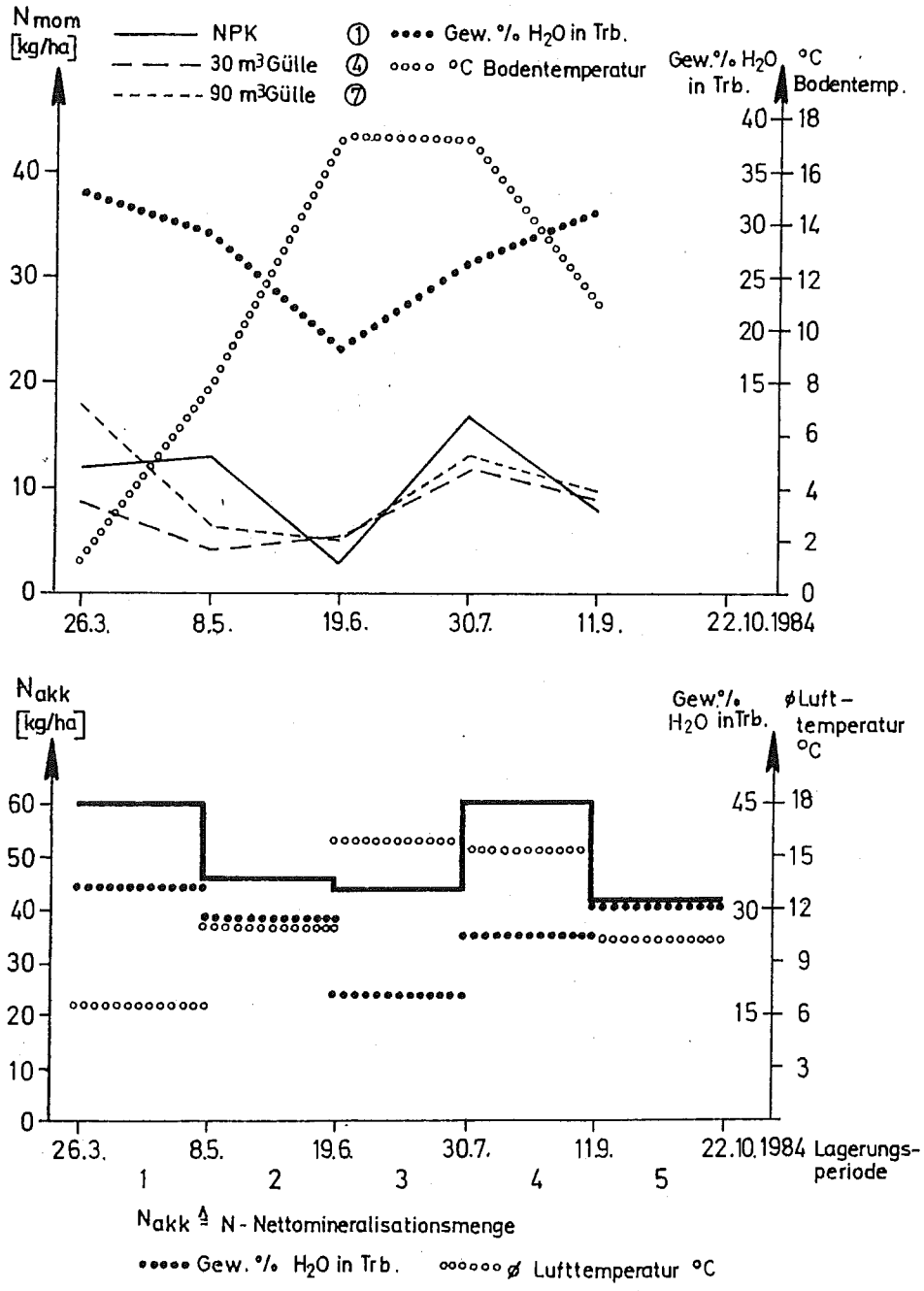
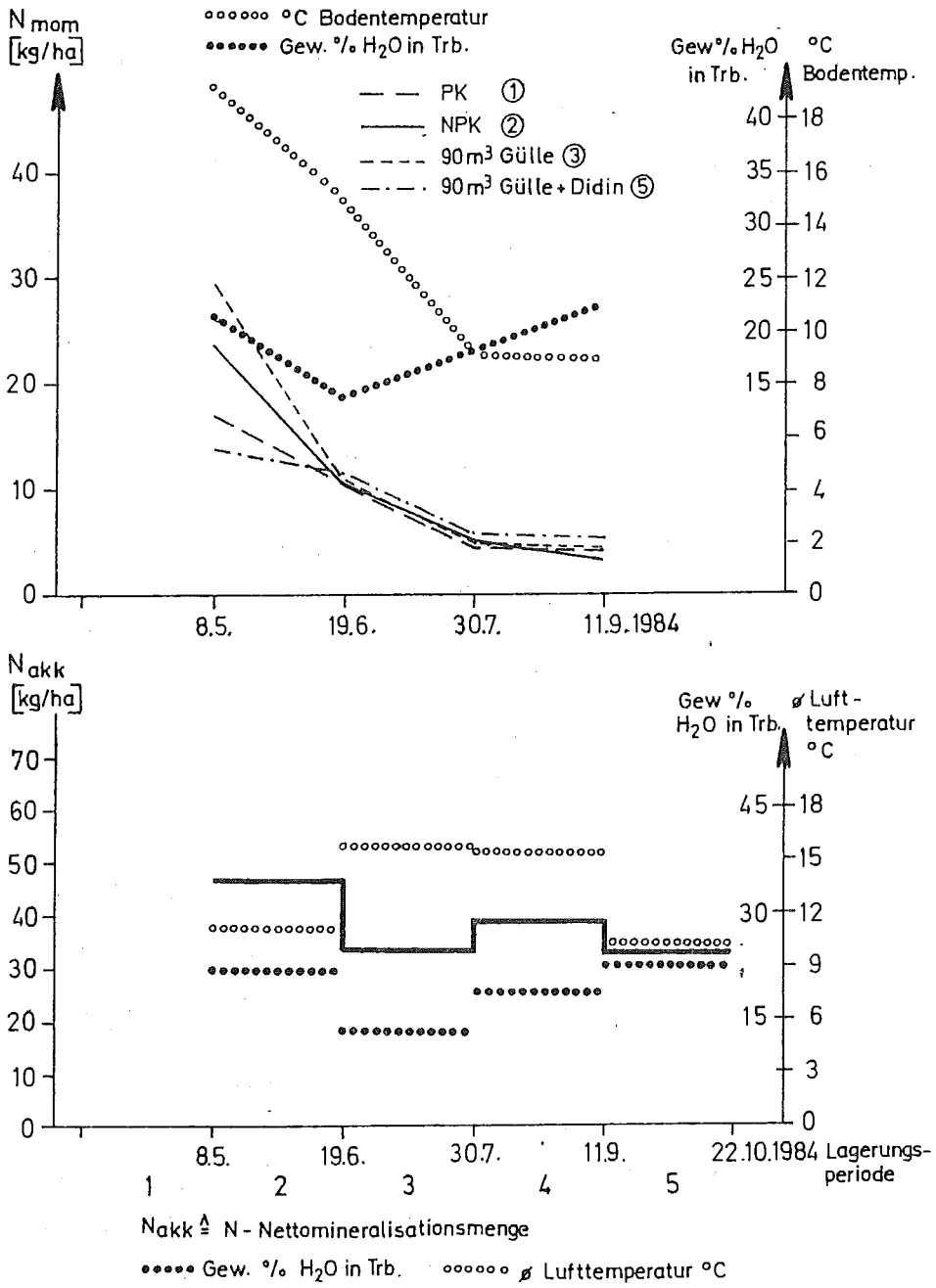


Abb. 3

Momentaner (N_{mom}) und während der Lagerungsperioden akkumulierter (N_{akk}) Mineralstickstoff (0-20 cm)

- STANDORT AULENDORF -



5.2 Die Mineralstickstoff-Nachlieferung im Laufe der Vegetationsperiode

Am Ende der Lagerungsperioden lag der mineralisierte Stickstoff bei allen drei Standorten durchweg zu über 95 % als Nitratstickstoff vor. Die nahezu vollständige chemische Oxidation bzw. mikrobielle Umwandlung der NH_4-Fraktion zu NO_3-N war somit stets gegeben.

Hinsichtlich der Gesamt-Menge des vom Boden nachgelieferten Stickstoffs lassen sich die drei Beprobungsstandorte nur mit Vorbehalt vergleichen. Dies liegt daran, daß die Anzahl der Lagerungsperioden unterschiedlich war. So waren es beim Standort Arnach 6, bei Adelshofen 5, und bei Aulendorf nur 4 Perioden à 6 Wochen. Ein Vergleich ist eher möglich, wenn die zeitliche Bezugsgröße für die N-Nachlieferungsmenge 1 Woche ist. Dem trägt die folgende Zusammenstellung Rechnung (Werte in kg N/ha):

Beprobungsjahr/ -zeitraum	Standort		
	Arnach	Adelshofen	Aulendorf
in Veg.-Per. 1982	233 kg/ha in 36 Wochen (15.3.-21.11.)	-	-
pro Woche der Veg.-Per.	6,5 kg/ha		
in Veg.-Per. 1984	-	255 kg/ha in 30 Wochen (26.3.-22.10.)	151 kg/ha in 24 Wochen (8.5.-22.10.)
pro Woche der Veg.-Per.		8,5 kg/ha	6,3 kg/ha

Danach war die Nachlieferung in Arnach und Aulendorf mit ca. 6,5 kg N/ha und Woche in etwa gleich hoch, in Adelshofen jedoch um 2 kg/Woche höher. Worauf ist dieser Unterschied zurückzuführen?

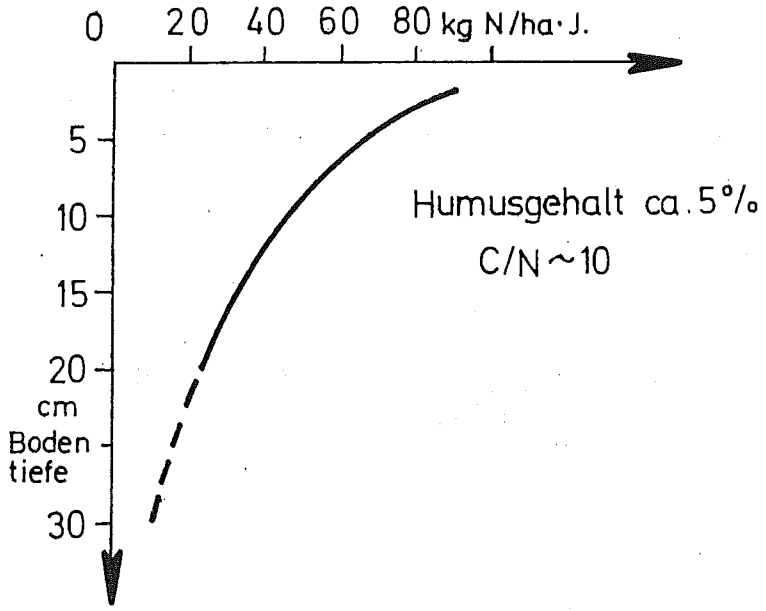
Zieht man zur Interpretation die Tab. 4 heran, so fällt auf, daß beim Standort Adelshofen die organisch im Boden gebundene Stick-

stoffmenge deutlich höher ist als bei den beiden anderen. Außerdem liegt der N-Entzug durch die Pflanzen bei gleicher Nutzungsintensität (4 Schnitte) um 100 bzw. 65 kg N höher als in Arnach und Aulendorf. Die stark streuenden sonstigen Nährstoffwerte legen den Schluß nahe, daß die mit der CAL-Methode ermittelten P_2O_5- und K_2O-Gehalte des Bodens keinen Einfluß auf die Nährstoffverfügbarkeit haben, wie im übrigen auch schon KRAUSE u. MÜLLER (1973) sowie SCHIEFER (1984) vermuteten!
Die relativ hohen Nachlieferung beim Standort Adelshofen (255 kg N) entspricht also durchaus dem hohen Entzug von 330 kg N. Auch die hohe Mineralisationsrate während der Vegetationsperiode von 4,1 %! zeigt einen deutlichen Unterschied gegenüber den beiden anderen Standorten. Aus den allgemeinen Standortmerkmalen (vgl. Tab. 2) ist indes keine hervortretende Prädestinierung für besonders hohe Erträge und N-Nachlieferungswerte zu erkennen. Am ehesten ist in dem etwas höheren pH-Wert (6,3) ein möglicherweise günstigeres Milieu für die Nitrifizierungsprozesse zu sehen.

5.2.1 N-Nachlieferung, Düngungsvariante und Bodentiefe (s.Tab. 5)

In der obersten Bodenschicht ist die N-Freisetzung unter Mineraldüngergaben um ca. 30 kg höher als unter Gülledüngung, während es sich in der unteren Bodenschicht (10 - 20 cm) umgekehrt verhält. Abb. 4 gibt den gemittelten Verlauf des N-Nachlieferungsgradienten im Oberboden wider. Sie bestätigt die allgemeine Erkenntnis, daß die wesentlichen Mineralisations- und Nitrifikationsprozesse an der Bodenoberfläche stattfinden. Aus
Tab. 5 läßt sich zusätzlich folgendes herauslesen:
Bezogen auf einen jährlichen Untersuchungszeitraum von 30 Wochen liegt die N-Nachlieferung unter NPK-Düngung mit Ø 215 kg/ha in etwa gleich hoch wie unter Gülledüngung, wogegen sie unter ausschließlicher PK-Düngung auf 170 kg/ha abfällt (Beispiel Aulendorf). Innerhalb der Gülledüngung zeigen sich zwar nicht gesicherte, so doch tendenzielle Unterschiede: Wird mit verdünnter Gülle (60 m^3) nur die Hälfte der Nährstoffe ausgebracht, so beträgt die Nachlieferung auch nur ca. 190 kg gegenüber durchschnittlich 226 kg bei Vollgüllen. Erhöhen sich die Gülle-Gaben von 60 m^3 auf 90 m^3, so steigt auch die Nachlieferung von durchschnittlich 203 auf 228 kg/ha an. Allerdings werden in einem

Abb. 4 N-Nachlieferungsgradient im Oberboden von bodenfrischen Parabraunerden



Tab. 5 Düngungsvariante und jährliche N-Nachlieferung auf den verschiedenen Versuchsstandorten

VERSUCH	Parzelle	DÜNGUNGSVARIANTE	Stickstoff-Nettomineralisation (kg N/ha) während d. Veg. Per. ① 0-5	② 5-10	③ 0-10	④ 10-20cm Tiefe	⑤ Verhältnisse ③:④	① : ④	⑥ 0-20 cm Tiefe	
ARNACH		ϕ aus 4 Jahren								
	1.	177 N / 134 P_2O_5 / 248 K_2O	112,4	+ 65,6	= 178,0	85,9	1 : 0,5	1 : 0,8	263,9	$\bar{x}$ 233 kg in 36 Wochen
	2.	60 m³ Gülle (180/133/251)	50,5	+ 48,3	= 98,8	94,7	1 : 1	1 : 1,9	193,5	
	3.	60 m³ Gülle + Bloco + Fäk-Zusatz (180/133/251)	78,1	+ 56,0	= 134,1	89,7	1 : 0,7	1 : 1,2	223,8	
	4.	60 m³ Gülle verdünnt (90/107/126)	78,6	+ 56,6	= 135,4	91,2	1 : 0,7	1 : 1,2	226,6	
	5.	60 m³ Gülle + 0,5 kg/m³ Didin (180/133/251)	84,1	+ 64,0	= 148,1	107,8	1 : 0,7	1 : 1,3	255,9	
ADELSHOFEN		ϕ aus 5 Jahren								
	1.	201 N / 77 P_2O_5 / 286 K_2O	112,5	+ 64,3	= 176,8	80,4	1 : 0,5	1 : 0,7	257,2	$\bar{x}$ 255 kg in 30 Wochen
	4.	25-30 m³ Gülle (101/33/152)	86,5	+ 62,1	= 148,6	99,8	1 : 0,7	1 : 1,2	248,4	
	6.	50-60 m³ Gülle (196/69/315)	86,4	+ 63,1	= 149,5	103,0	1 : 0,7	1 : 1,2	252,5	
	7.	75-90 m³ Gülle (286/98/449)	102,0	+ 65,5	= 167,5	94,4	1 : 0,6	1 : 0,9	261,9	
AULENDORF	1.	0 N / 60 P_2O_5 / 120 K_2O	62,7	+ 33,2	= 95,9	37,2	1 : 0,4	1 : 0,6	133,1	$\bar{x}$ 151 kg in 24 Wochen
	2.	163 / 53 / 208	70,9	+ 33,8	= 104,7	30,8	1 : 0,3	1 : 0,4	135,5	
	3.	90 m³ Gülle (unbel.) (187/57/229)	65,1	+ 42,1	= 107,2	61,4	1 : 0,6	1 : 0,9	168,6	
	5.	90 m³ Gülle (unbel. + Didin) (201/62/247)	69,6	+ 42,0	= 111,6	56,5	1 : 0,5	1 : 0,8	168,1	

Bem.: Die N-Nettomineralisationswerte stammen bei Versuch Arnach aus dem Jahre 1982, bei den Versuchen Adelshofen und Aulendorf aus dem Jahre 1984

Fall (Adelshofen) mit nur 30 m^3 Vollgülle sogar 248 kg N aus dem Boden mineralisiert!
Da pro Düngungsvariante jeweils nur eine N_{min}-Untersuchung vorliegt (also keine Wiederholungen), sind die genannten Zahlen nur hinsichtlich ihrer Größenordnung zuverlässig.

Eine eindeutig (positive) Beziehung zwischen dem Zeitpunkt der Düngung und den danach gemessenen N_{mom}-Werten ist nicht erkennbar (s.Tab. 3).

5.2.2 Die Beziehung der N-Nachlieferung zu Lufttemperatur und Bodenfeuchte

Die Abb. 1 bis 3 zeigen die Unterschiede im Jahresgang des akkumulierten Mineralstickstoffs, in Beziehung zur durchschnittlichen Lufttemperatur und den mittleren Wassergehalten der Bodenproben.
Bezüglich der Bodenwassergehalte zeigt sich bei den Standorten Adelshofen und Aulendorf eine recht gute Parallele zu den Nachlieferungswerten, also abnehmende N_{min}-Mengen bei geringerer Bodenfeuchte. Bei Arnach ist diese Beziehung nur für die Zeit von Anfang Mai bis Ende August erkennbar. Ab Anfang September sinkt dann die Nachlieferung bei allen Standorten ab, während die Bodenwassergehalte noch deutlich zunehmen. In dieser Zeit macht sich dann die abnehmende Lufttemperatur wertesenkend bemerkbar. Diese Feststellung gilt im übrigen auch für das Frühjahr, während im Hochsommer offenbar die Bodenfeuchte den Minimumfaktor für die Stickstoffnachlieferung darstellt.

5.2.3 Bestimmung der Nährstoffverfügbarkeit über den Pflanzenbestand

Gleiche Nutzungsintensität und hohe Düngung auf ähnlichen Böden bedingt bei diesen drei Standorten ähnliche Pflanzengesellschaften. Generell sind die Beprobungsflächen als kräuterreiche Mähweide im Sinne von RIEDER (1983) anzusprechen und liegen damit pflanzensoziologisch zwischen dem Verband der Haferwiesen und der Weißkleeweide.
Mit Ausnahme des Standorts Aulendorf (hier 4-jähriges Grünland) handelte es sich bei den Beprobungsflächen um alte Dauerwiesen. Von den ökologischen Wertzahlen nach ELLENBERG (1979) ist in unserem Fall die Bestandes-Stickstoffzahl (N-Zahl) von besonderem

Interesse. Als Relativzahl drückt sie die Stickstoffverfügbarkeit für die Pflanzen qualitativ aus. Bei allen Standorten liegt sie zwischen 6 und 7 und kennzeichnet somit allgemein "stickstoffreiche"Böden.
Im Gegensatz zu extensiv genutzten weniger gedüngten und daher artenreicheren Pflanzengesellschaften ist die N-Zahl in unserem Fall nicht in der Lage, feine Verfügbarkeitsunterschiede herauszuschälen, die möglicherweise mit den gemessenen N-Nachlieferungswerten korrelieren. Dazu sind die Futterwiesen zu intensiv genutzt, zu stark gedüngt und zu artenarm. Letzteres gilt vor allem für den Standort Aulendorf, wo das junge Grünland nur 11 - 16 Pflanzenarten pro 25 m^2 aufwies.
Die ökologische Bodenfeuchte (F-Zahl) liegt bei den drei Pflanzenbeständen zwischen 4,7 und 5,6, und damit im mittelfeuchten, frischen Bereich. Sie ist zusammen mit Humusgehalt und C/N-Verhältnis für die Beurteilung der potentielle N-Nachlieferung dann von Bedeutung, wenn N-Nettomineralisationswerte fehlen.

6. Diskussion und Folgerungen

6.1 Stickstoff-Nachlieferung und Düngung

Die N-Nachlieferungswerte zwischen 190 und 255 kg NO_3-N pro Vegetationsperiode überraschen zunächst, da die landwirtschaftliche Beratung - je nach Standort - eine Nachlieferung aus dem Boden von lediglich 40 - 100 kg N pro ha und Jahr ansetzt (MLR, 1987).
Die Literatur berichtet jedoch von höheren freigesetzten Stickstoffmengen. So wurden unter frischen Glatthaferwiesen N-Nettomineralisationsmengen von 130 - 260 kg (WILLIAMS, 1968; VOGEL, 1981) und unter einer brachgefallenen Glatthaferwiese 240 kg N pro Vegetationsperiode gemessen (WOLF, 1979).
Der Boden unter einer ungedüngten Goldhaferwiese in montaner Höhelage lieferte beispielsweise 50 - 65 kg N/ha und Veg.Per. nach, gedüngt erhöhten sich die Werte dagegen auf 130 - 150 kg, also um knapp das 2,5-fache (RUNGE, 1978).
Offenbar wird die Stickstofffreisetzung aus dem Humus durch die Düngung beträchtlich stimuliert! Auch WELLER, (1970), sowie SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL (1979) weisen darauf hin, daß sich

die Düngung fördernd auf die Nettomineralisation auswirkt. Nach JANSSON (1975) steigen mit zunehmender N-Düngung sowohl die aus dem Humus freigesetzten pflanzenverfügbaren N_{min}-Mengen, als auch die Auswaschungsverluste des bodenbürtigen Stickstoffs an. Die Ergebnisse anderer Untersuchungen deuten in die gleiche Richtung : "Unter Grünland wird durch die Zersetzung der org. Substanz soviel Nitratstickstoff freigesetzt, daß eine Mineraldüngung bis 100 kg N in den N_{min}-Gehalten im Boden nicht erkennbar wird." [1]

Unter organischer Düngung war die Mineralisation gleich hoch wie unter Mineraldüngung bei vergleichbaren Nährstoffgaben. Dies dürfte an dem sehr engen C/N-Verhältnis von 8:1 bis 10:1 der ausgebrachten Gülle liegen (vergl. AMBERGER, 1974): "Organische Dünger mit engem C/N-Verhältnis begünstigen die Mineralisierung."

Wird die N-Nachlieferung vom N-Entzug abgezogen, ergibt sich bei unseren Versuchsstandorten gemäß Tab. 4 ein Stickstoff-Defizit von lediglich 35 kg für Arnach und jeweils 75 kg für Adelshofen und Aulendorf. Diese Mengen wären durch Düngung auszugleichen. Dies erscheint bei einer 4-maligen Nutzung äußerst wenig, zumal die sonstigen N-Quellen (symbiontische und nichtsymbiontische N_2-Bindung, N aus NOx der Niederschläge) bei der Aufstellung einer Bilanz noch dazugezählt werden müssen. Demnach kann wohl davon ausgegangen werden, daß die im Versuch verabreichte Düngung die natürliche N-Nachlieferung des Bodens künstlich in die Höhe trieb, und zwar wahrscheinlich um das Doppelte (vgl. RUNGE, 1978).

Dies gilt offenbar nicht nur für die NPK- und die Gülleparzellen, sondern auch für das Versuchsglied 1 des Standortes Aulendorf, das nur Phosphorsäure und Kalium, nicht aber Stickstoff erhielt.

In Ermangelung einer "Null-Düngungsparzelle" innerhalb der Versuchsanlagen bleibt lediglich ein Vergleich mit der N-Nachlieferung zweier ungedüngter nur extensiv genutzter Standorte übrig: In einem Fall wurden in den obersten 30 cm eines tonreichen Auenbodens auf Gipskeuper (C/N= 11:1; Humusgehalt 4,7 %) rund 100 kg nachgeliefertes NO_3-N pro Vegetationsperiode gefunden.[2] Im zweiten Fall

---

1) Bericht der Landesanstalt für Umweltschutz an das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg vom 8.6.1984

2) noch unveröffentlichte Versuchsergebnisse aus einem Extensivierungsversuch der LVVG Aulendorf

betrug die N-Freisetzung unter einer wechselfeuchten bis wechseltrockenen Niedermoorstreuwiese des Alpenvorlandes (C/N = 14:1; Humusgehalt 48 %) im Durchschnitt zweier Untersuchungsjahre 130 kg allein in den obersten 20 cm (BRIEMLE u. FREI, 1986)
Ein Vergleich bietet sich auch an mit N-Entzügen aus über 30 Versuchen der LVVG: *) Hier wurden auf ungedüngten Parzellen jahrelange N-Entzüge über die Ernte von durchschnittlich 96 kg (2-schnittig), 105 (3-schnittig), 127 (4-schnittig) und 162 (5-schnittig) ermittelt. (Vergl. auch SCHIEFER, 1984 und BRIEMLE, 1987). Auf mit PK gedüngten Versuchsgliedern erhöhten sich die jährlichen N-Entzüge auf 138, 146, 225 bzw. 281 kg/ha, also um bis zu 70 %! **) Somit sollte die unter Kapitel 6.5 in die dortige N-Bilanz eingeflossene N-Nachlieferung (150 kg) als realistische Größenordnung für die Anrechnung auf die Düngung zur Anwendung kommen.

6.2 Stickstoff-Festlegung und Stickstoff-Verluste

Der Freisetzung (Mineralisierung) von Stickstoff im Boden steht dessen Festlegung gegenüber. Darunter ist die Überführung von Mineralstickstoff in organische Stickstoffverbindungen zu verstehen. Sie geschieht durch die Bodenorganismen, die den Mineralstickstoff zum Aufbau ihres Körpereiweißes verwenden. Allerdings soll davon überwiegend die Ammoniumstufe betroffen sein (ROHMANN u. SONTHEIMER, 1985). Nach diesen Autoren stammt der aus dem Boden ausgewaschene Stickstoff vor allem von der Mineralisation des bodenbürtigen Stickstoffs, während der Düngerstickstoff an der Auswaschung nur geringfügig beteiligt ist und praktisch nur zur Ergänzung der durch den Pflanzenentzug entstandenen Verluste dient. Nach KRÜLL (1987) sollen sich andererseits der Einbau von zugeführtem Stickstoff in die organische Substanz des Bodens und die Mineralisation von organisch gebundenem Stickstoff gegenseitig die Waage halten, vorausgesetzt der Humusanteil des Bodens ändert sich nicht wesentlich. Dies hieße aber, daß bei ausgesetzter N-Düngung und gleichbleibendem Humusspiegel keine nennenswerte Menge an pflanzenverfügbarem Mineralstickstoff mehr zur Verfügung stünde.

---

*) noch unveröffentlichte Versuchsergebnisse der LVVG Aulendorf

**) Durchschnitt aus den Ergebnissen der jeweils letzten 3 aus durchschnittlich 9 Versuchsjahren

Dem widersprechen jedoch unsere Versuchsergebnisse, wonach auf produktiven Standorten der Stickstoffentzug durch die Nutzung über viele Jahre (Ø 10 Jahre) konstant geblieben ist, obwohl die Parzellen nicht gedüngt wurden.
Neben der jahrzehntelangen Aufdüngung unserer Böden ist die über Jahre unverändert hohe N-Nachlieferung möglicherweise auf folgenden Sachverhalt zurückzuführen: Ein erheblicher Anteil der pflanzlichen Phytomasse (bis 75 %) des Dauergrünlandes befindet sich in den Wurzeln (ELLENBERG, 1982), ist somit nicht aberntbar, und das darin enthaltene Protein unterliegt einer ständigen Zersetzung. Bedeutsam ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, daß die bei einigen untersuchten Grünlandpflanzen vorhandene interne N-Verlagerung in dem Wurzelbereich 60 % des jährlichen N-Bedarfs ausmachen kann (HAHN et al, 1979; WERNER, 1983).

Wie die Versuchserfahrungen zeigen, besteht unter Grünland offenbar doch ein deutliches Übergewicht der Mobilisierung gegenüber der Immobilisierung, zumindest mittelfristig. Dies wird auch von (WELLER, 1972) bestätigt, der unter alten Rasenparzellen von Obstkulturen die überraschend große Menge von 230 - 320 kg/ha J. nachgeliefertes NO_3-N fand. Wie lange es dauern kann, bis sich bei ausgesetzter Düngung ein merklicher Ertragsabfall einstellt, wurde an anderer Stelle schon berichtet (BRIEMLE, 1987).

JAGNOW u. SÖCHTIG (1981) setzen durchschnittlich 20 kg N-Verluste, SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL (1979) dagegen nur 10 kg durch Auswaschung bei Grünland an. Das ausgewaschene N soll jedoch hauptsächlich aus dem N-Vorrat der organischen Substanz und zwar zu nicht weniger als 90 % kommen (KOLENBRANDER, 1969).

Außer der Auswaschung von Nitrat können durch Denitrifikation, also den mikrobiellen Abbau von Nitrat zu den gasförmigen Stickstoffverbindungen N_2O und N_2, nennenswerte Stickstoffmengen dem Boden verlorengehen. Die Literatur nennt hierbei Größenordnungen zwischen 10 und 50 kg N/ha·J., wobei - verglichen mit dem Ackerland - für die schlechter durchlüfteten Grünlandböden die höheren Werte anzusetzen seien. (KUNTZE, 1984; ROHMANN u. SONTHEIMER,

1985). GERLACH (1978) schränkt diese Feststellung jedoch auf die feuchten bis nassen Grünlandstandorte ein; in frischen Böden treten nach seinen Untersuchungen keine Denitrifikationsverluste auf!

Da es sich auch bei den hier diskutierten Standorten um bodenfrische Verhältnisse handelt, dürfte sich die Denitrifikation in Grenzen halten.

6.3 Humusspiegel, Mineralisationsrate und danach zu erwartende N-Nachlieferungsmenge

Der Humusanteil der obersten 20 cm Bodenschicht liegt bei den untersuchten drei Standorten zwischen 3,4 und 5,8 % des Trockenbodens. Nach KUNTZE (1984), der sich allerdings auf eine Krumentiefe von 30 cm bezieht, sind die beschriebenen Flächen als mittel bis stark humose Böden einzustufen, mit einem sehr engen C/N-Verhältnis von 9,3 bis 13,0. Obwohl der Anteil an organischer Substanz - bezogen auf eine um 10 cm dickere Bodenschicht - etwas niedriger liegen dürfte, sind die Voraussetzungen für eine hohe N-Freisetzung gut. Tatsächlich liegt die zwischen April und September ermittelte Mineralisationsrate zwischen 3,5 und 4,1 des organisch gebundenen Bodenstickstoffs. Die Literatur gibt ganzjährige Mineralisationsraten zwischen 1 und 7 % an (AMBERGER, 1974; WELTE u. TIMMERMANN, 1983; WEHRMANN u. SCHARPF, 1982). Im Gegensatz zu Ackerland liegt diese Rate bei Dauergrünland wegen der schlechteren Durchlüftung des Oberbodens mit Sicherheit im unteren Bereich. Bezogen auf den Jahresdurchschnitt sind die von uns ermittelten Werte überhöht, da sie ja nur das für Mineralisierungsprozesse besonders günstige Sommerhalbjahr (30 Wochen) repräsentieren. Laut Literatur (ELLENBERG, 1977 u. 1982; WELLER, 1983 und KUNTZE, 1984) findet im Winter keine nennenswerte Stickstofffreisetzung mehr statt, so daß sich die aufs ganze Jahr bezogene Mineralisationsrate erheblich reduzieren dürfte. Werden also die Wintermonate vernachlässigt, läßt sich die N_{min}-Rate über den Humusgehalt und unter Verwendung der in der Tabelle 6 angegebenen Orientierungswerte in etwa ermitteln. Danach sind bei 6 % Humus und einer Rate von nur 1 % jährlich ca. 120 kg freigesetzter Stickstoff zu erwarten; bei 5,8 % (Beispiel Arnach) somit 116 kg. Ist also für 116 kg eine Min.-Rate von 1 % erforderlich, so sind

es für die gemessene Menge von 195 kg N: 1,7 %.

Auf diese Weise errechnet sich eine auf das ganze Jahr bezogene, durchschnittliche Mineralisationsrate von

1,7 % bei Arnach
2,3 % bei Adelshofen und
2,6 % bei Aulendorf

also immerhin noch recht hohe Werte.
Entsprechend ergibt sich eine durchschnittliche wöchentliche N-Nachlieferung zwischen 3,7 und 4,9 kg/ha.

6.4 Anwendung für die Düngeberatung

Liegen keine N-Nettomineralisationswerte von Dauergrünland vor, läßt sich dennoch die jährlich nachgelieferte Mineralstickstoffmenge abschätzen:

Benötigt werden dazu

1. der Kohlenstoffgehalt des Bodens aus 0 - 30 cm Krumentiefe
2. die organisch gebundene N-Menge in dieser Bodenschicht und
3. eine botanische Bestandsaufnahme der Fläche

Aus diesen Standortsdaten lassen sich der Gehalt an organischer Substanz, das C/N-Verhältnis wie auch die ökologische Bodenfeuchte nach KLAPP (1965) oder ELLENBERG (1979) ableiten. Letztere ist notwendig, um die Höhe des Abschlages, ausgehend von einer optimalen Feuchtzahl zwischen 5,5 und 6,5 bei ungünstigeren Bodenwassergehalten beurteilen zu können. Dabei kann

Tab. 3 : Bodenhumusgehalte in 0-30 cm Krumentiefe, Vorräte an organisch gebundenem Stickstoff (N org.) und rechnerische N-Nachlieferung bei realistischen jährlichen Mineralisationsraten unter Dauergrünland (in Anlehnung an KUNTZE, 1984)

	Humusgehalt (C-Gehalt in % x 1,72)		N org. in kg/ha bei:		N-Nachlieferung (kg/ha) bei jährlicher Mineralisationsrate von: 1 % (ungedüngt)		1,5 % (gedüngt)	
	Bezeichnung	Gew. %	C/N = 10	C/N = 30	C/N = 10	C/N = 20	C/N = 10	C/N = 20
Mineralböden	mittel humos	2	4 500	1 500	45	23	68	34
		3	6 500	2 200	65	33	98	49
		4	8 400	2 800	84	42	126	63
	stark humos	5	10 200	3 400	102	51	153	77
		6	12 000	4 000	120	60	180	90
		7	13 800	4 600	138	69	207	104
		8	15 600	5 200	156	78	234	117
	sehr stark humos	10	18 600	6 200	186	93	279	140
		12	21 500	7 200	215	108	323	161
		15	27 000	9 000	270	135	405	203
Org. Böden	anmoorig	15 bis 30	27 000 bis 45 000	9 000 bis 15 000	270 bis 450	135 bis 225	405 bis 675	203 bis 338
	Torf	> 30	> 30 000	> 10 000	> 300	> 150	> 450	> 225

Bemerkung: Bei den Mineralböden gilt die Tabelle nur für gute Standortverhältnisse, d.h. für frische, mittelfeuchte Böden (weder zu naß noch öfters austrocknend) mit tiefer Durchwurzelbarkeit; bei den organogenen Böden für entwässerte Stadien. Entsprechende Feuchtezahl des Pflanzenbestandes nach KLAPP (1965) bzw. ELLENBERG (1979): 5,5-6,5

es sich nur um Abschläge handeln, da sowohl zunehmende Feuchte als auch zunehmende Trockenheit die N-Verfügbarkeit einschränkt.

Wird nun noch eine für gutes Wirtschaftsgrünland realistische jährliche Mineralisationsrate von 1,5 % angesetzt (bodenfrische, tiefgründige Standorte, C/N-Verhältnis um 10), so ergibt sich gemäß Tab. 6 eine natürliche, bodenbürtige N-Nachlieferung von rund

100 kg N bei mittel humosen
180 kg N bei stark humosen
320 kg N bei sehr stark humosen Böden.

Diese Werte decken sich mit Angaben aus der Literatur und mit den in Kapitel 6.1 diskutierten N-Entzügen bei N-Null-Düngung. Bei nicht, oder nur wenig gedüngtem Dauergrünland sollte auf eine jährliche Mineralisationsrate von 1 % des organisch gebundenen Stickstoffs heruntergegangen werden. Bei bekanntem Humusgehalt und C/N-Verhältnis kommt Tab. 6 entsprechend zur Anwendung. Die in der amtlichen Düngungsempfehlung Baden-Württembergs sehr pauschal veranschlagte N-Nachlieferungsspanne von 40 - 100 kg für Wirtschaftsgrünland dürfte also zu niedrig angesetzt sein. Sie läßt den standortspezifischen Gehalt an organischer Substanz und das C/N-Verhältnis, aber auch die stimulierende Wirkung der Düngung auf die N-Freisetzung unberücksichtigt.

Da die aus dem N-Pool des Bodens freigesetzte N_{min}-Menge in gleicher Weise wie die Nährstoffe aus Handelsdünger direkt für die Pflanzen verwertbar ist, wird nach ROHMANN u. SONTHEIMER (1985) die große Gefahr deutlich, die bezüglich einer Nitratauswaschung ins Grundwasser auftritt, wenn diese bodenbürtige N_{min}-Quelle bei der Bemessung der Düngergaben nicht angerechnet wird.

Tab. 7 Stickstoff-Bilanz des Bodens unter Wirtschaftsgrünland (Angaben in kg N/ha u. Jahr)

		Beispiel für 4-schnittiges, altes Dauergrünland	
1.) Einnahmen			
a) symbiontische N_2-Bindung (n. Rohmann/Sontheimer, 1985)	10- 50 kg	a) durch Knöllchenbakterien bei ca. 5 % Leguminosenanteil	20 kg
b) nichtsymbiontische N_2-Bindung (n. Scheffer/Schachtschabel, 1979)	0- 60 kg	b) durch nichtsymbiontische N_2-Bindung	20 kg
c) N aus Niederschlägen (n. Scheffer/Schachtschabel, 1979)	10- 40 kg	c) N aus NO_x der Niederschläge	20 kg
		zus.:	60 kg
d) mikrobielle N-Freisetzung aus der organischen Substanz		d) mikrobielle N-Freisetzung aus der organischen Substanz (N-Nettomineralisation)	
• im Grünland-Humus gebundener Stickstoff (n. Scheffer-Schachtschabel, 1979)	7 000-15 000 kg	• bei 10 000 kg organisch gebundenem Stickstoff	
• davon werden jährlich 1-3 % mineralisiert (steht den Pflanzen zur Verfügung) (n. Scheffer/Schachtschabel, 1979)	70- 450 kg	• jährliche Mineralisierungsrate von 1,5 %	150 kg
		• Mineralstickstoff aus anderen Quellen (a-c)	60 kg
		Pflanzenverfügbarer N im Boden insgesamt	210 kg
2.) Verluste			
a) gasförmige N-Verluste (n. Lippold/Förster, 1980)	20- 30 kg	a) gasförmig (Denitrifikation)	25 kg
b) natürliche N-Auswaschung (n. Ruhr-Stickstoff-AG, 1985; Jagnow/Söchtig, 1981)	10- 20 kg	b) NO_3-Auswaschung	15 kg
c) Entzug durch Ernte (MLR, 1987)		c) Ernte-Entzug 4 Nutzungen bei insgesamt 100 dt TM/ha	290 kg
Wiese 3-schürig	175 kg	zus.:	330 kg
Wiese 4-schürig	290 kg		
Wiese 5-schürig	350 kg		
3.) Bilanz		N-Mangel:	120 kg
4.) Ausgleich durch Düngung			
• über Wirtschaftsdünger		• N von 1,5 GV/ha Grünland = 120 kg, davon 70 % anrechenbar =	85 kg
• über Handelsdünger		• mineralisch durch Handelsdünger =	35 kg

6.5 Stickstoffbilanz des Bodens unter Wirtschaftsgrünland

Nach allen bisherigen Erfahrungen läßt sich nun eine, nach dem Einnahmen/Ausgaben-Prinzip vorgenommene Stickstoffbilanz des Bodens aufstellen. Dabei wird von einer vielerorts häufigen 4-maligen Nutzung von altem Dauergrünland und von einem Klee-Anteil von 5 % des Aufwuchses ausgegangen. Beim zu erwartenden Ertrag (100 dt TM/ha) und beim entsprechenden Entzug (2,9 kg/dt TM) wurden Erfahrungswerte aus der amtlichen Düngeberatung angesetzt (MLR, 1987). Bei dem anrechenbaren N-Rückfluß aus Wirtschaftsdüngern (70 % des Rindergülle-Stickstoffs) wurde eine umweltverträgliche Besatzdichte von 1,5 Großvieheinheiten/ha zugrunde gelegt (s. Tab. 7).

Eine von KRÜLL (1987) erstellte N-Bilanz für die Bundesrepublik Deutschland, basierend auf einem rechnerischen Vergleich der Gesamtstickstoffzufuhr von 234 kg/ha *) und einen Ernteentzug von 122 kg/ha, ergibt einen Überschuß von 112 kg N/ha LF. Wieviel davon der Auswaschung ins Grundwasser und wieviel der Denitrifikation zuzurechnen sind, ist derzeit nicht beantwortbar. Die Größenordnung des N-Überschusses entspricht aber interessanterweise derjenigen Nachlieferungsmenge, die bei bodenfrischen, tiefgründigen Dauergrünlandstandorten zur Bemessung einer ordnungsgemäßen, als Basis der wasserschutzgerechten Düngung angerechnet werden sollte.

7. Zusammenfassung

Wirtschaftsgrünland im Alpenvorland, das 4 mal genutzt und entsprechend gedüngt wurde, lieferte während der Vegetationsperiode (30 Wochen) zwischen 190 und 255 kg Mineralstickstoff aus dem Oberboden (0 - 20 cm) der anstehenden Parabraunerden nach.

Dies entspricht einer wöchentlich freigesetzten N-Menge zwischen 6,3 und 8,5 kg mit entsprechend hoher Mineralisationsrate im Sommerhalbjahr von 3,5 bis 4,1 % des organisch gebundenen Stickstoffs.

---

*) davon Handelsdünger 117 kg, Wirtschaftsdünger 79 kg, N-Reste aus Leguminosen und eingearbeiteten Ernterückständen 8 kg, atmosphärischer Eintrag u. asymbiontische Fixierung 30 kg.

Die N-Nachlieferung wurde durch die verabreichte Düngung (hauptsächlich Gülle) offenbar stimuliert und dürfte sich auf nur mäßig oder nicht mehr gedüngtem Dauergrünland - gemessen an N-Entzugswerten aus anderen Versuchen - um die Hälfte reduzieren. Für eine realistische Anrechnung der N-Nachlieferung auf die Düngung wird empfohlen, bei bodenfrischem, tiefgründigen Wirtschaftsgrünland von einer durchschnittlichen jährlichen Mineralisationsrate von 1,5 % des organisch gebundenen Stickstoffs auszugehen.

Die zu bestimmten Zeitpunkten im Boden vorhandene N_{min}-Menge gibt nach den vorliegenden Ergebnissen keine Hinweise auf das bodenbürtige Stickstoff-Nachlieferungspotential eines Standorts. Um diese Größe auf die Düngung anrechnen zu können, sind Humusgehalt, C/N-Verhältnis und ökologische Bodenfeuchte zu bestimmen.

Anschrift des Autors:

Dr. Gottfried Briemle

Dipl.-Ing. Landespflege
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für
Viehhaltung u. Grünlandwirtschaft

7960 Aulendorf

Literatur

AMBERGER, A. (1974): Dynamik des Stickstoffs im Boden im Hinblick auf Festlegung und Auswaschung. - Wasser- und Abwasser-Forschung 1: 14 - 18

BECK, Th. (1983): Die N-Mineralisierung von Böden im Laborbrutversuch. - Z. Pflanzenern. u. Bodenk. 146: 243 - 252

BOLLER - ELMER, K.C. (1977): Stickstoff-Düngungseinflüsse von Intensiv-Grünland auf Streu- und Moorwiesen. - H. 63 Veröff. Geobot Inst. ETH, Zürich

BREMNER, J. u. D. KEENEY (1965): Steam destillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. - Anal Chim. Acta 32: 485 - 495

BRIEMLE, G. (1987): Wie produktiv sind Grünlandstandorte? Allgäuer Bauernblatt, Kempten 22: 1118 - 1120

BRIEMLE, G. u. W. FREI (1986): Die natürliche Mineralstickstoffversorgung (Nmin) einer Streuwiese im württembergischen Alpenvorland. - Jh. Ges.Naturkunde Württ. 141: 65 - 90

BÜCKING, W. (1972): Zur Stickstoffversorgung von südwestdeutschen Waldgesellschaften. - Flora 161: 383 - 400

CAMPINO, J. (1983): Die Mineralisation der organischen Substanz des Bodens; II: Die Mineralisation der organischen Substanz. - Kalibriefe (Büntehof) 16 (8): 471 - 497

EHRHARDT, F. (1959): Untersuchungen über den Einfluß des Klimas auf die Stickstoffnachlieferung von Waldhumus in verschiedenen Höhenlagen der Tiroler Alpen. - Diss. Staatswirtsch. Fak. Univ. München

ELLENBERG, H. (1964): Stickstoff als Standortsfaktor. - Ber. Dt.Bot Ges. 77: 82 - 92

ELLENBERG, H. (1977): Stickstoff als Standortsfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. - Oecologica Plantarum 12 (1): 1 - 22

ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica 9, 2. Aufl. E. Goltze, Göttingen 122 S.

ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - Stuttgart

GASSER, J. (1958): Use of deep freezing in the persevation and preparation of fresh soil samples. - Nature 181: 1334 - 1335

GERLACH, A. (1973): Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoff-Nettomineralisation. - Scripta Geobotanica 5; Verlag E. Goltze, Göttingen

GERLACH, A. (1978): Zur Bestimmung der Stickstoff-Nettomineralisation in mehr oder minder nassen Böden. - Oecol. Plant. 13 (2): 163 - 174

GERLACH, A. (1980): Ein Vergleich von Methoden zur Bestimmung von Ammonium- und Nitratstickstoff in Böden. - Oecologica Plantarum 15 (2): 185 - 200

HAHN, W. et al (1979): Untersuchungen zum Stickstoffumsatz von Tussilago farfara - und Agropyron regens - Beständen - Verhandl. Ges. für Ökologie, Bd. 7: 369 - 380

HESSELMANN, H. (1917): Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht. - Mitt. Forstl. Versuchsanstalt Finnland, 13/14: 297 - 422

JAGER, G. (1968): The influence of drying and freezing of soil in its organic matter decomposition. - Dutch Nitr. Fest. Rev. 12: 75 - 87

JAGNOW, G. u. H. SÖCHTIG (1981): Stickstoffverluste aus dem Boden in die Atmosphäre und das Grundwasser - Möglichkeiten ihrer Begrenzung - Ber. ü. Landw. NF Sonderheft 187: 223 - 235

JANSSON, S.L. (1975): Use of ^{15}N in studies of soil nitrogen. - Soil Biochemistry, ed.by Paul, E.A. u. Laren, A.D., Marcel Dekker Inc., New York, Voll II: 129 - 166

KLAPP, E. et al (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. - in: Das Grünland: 38-40, Schaper-Verlag, Hannover

KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. - Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 384 S.

KOLENBRANDER, G.J.: (1969): Nitrate content and nitrogen loss in drainwater. - Neth. J. agric, 17: 246 - 255

KRAUSE, u. A. MÜLLER (1973): Möglichkeiten und Grenzen einer Nutzungsintensivierung auf Dauerwiesen in Abhängigkeit vom Standort. - Das Wirtschaftseigene Futter 19 (3): 174 - 194

KRÜLL, H. (1987): Möglichkeiten zur Erstellung einer Stickstoffbilanz in den Kreisen der BRD. - Forschungsarbeiten für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V. Bonn, 35 S.

KUNDLER, P. (1970): Ausnutzung, Festlegung und Verluste von Düngemittel-Stickstoff. - Albrecht Thaer-Archiv 14: 191-210

KUNTZE, H. (1984): Zur Stickstoff-Dynamik in landwirtschaftlich genutzten Böden; in:"Nitrat ein Problem für unsere Trinkwasserversorgung?" DVWG-Schriftenreihe Wasser, Nr. 38; 25-37

Ministerium für Ländlichen Raum Baden-Württemberg (MLR) (1987): Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung - SchalVO, Gesetzblatt 1987, 22: 742 - 751

Ministerium für Ländlichen Raum Baden Württemberg (MLR) (1987): Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland, 46 S.

OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer-Verlag, Stuttgart 1051 S.

RIEDER, J. (1983): Dauergrünland. - Verlagsunion Agrar 192 S.

ROHMANN, U. u. H. SONTHEIMER (1985): Nitrat im Grundwasser - DVGW - Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Technischen Universität Karlsruhe

RUNGE, M. (1965): Untersuchungen über die Mineralstickstoffnachlieferung an nordwestdeutschen Waldstandorten. - Flora 155: 353 - 386

RUNGE, M. (1970): Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff-Nachlieferung am Standort - Flora 159: 233 - 257

RUNGE, M. (1978): Die Stickstoff-Mineralisation im Boden einer montanen Goldhaferwiese. - Oecologica Plantarum, 13 (2): 147 - 162

SCHEFFER, F. (1961): Stickstoff im Boden. - in: Die Stickstoff, seine Bedeutung für die Landwirtschaft und die Ernährung der Welt. Hrsg.: Fachverband Stickstoffindustrie e.V. Düsseldorf: 71 - 119

SCHEFFER, F. u. P. SCHACHTSCHABEL (1979): Lehrbuch der Bodenkunde. - 10. Aufl., F. Enke-Verlag, Stuttgart

SCHIEFER, J. (1984): Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen Grünlandflächen. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bd.-Württ., 57/58: 33 - 62

SCHMIDT, W. (1978): Änderungen in der Stickstoffversorgung auf Dauerflächen im Brachland. - Vegetatio 36 (2): 105 - 113

STANDFORD, G. et. al (1975): Denitrification and associatet nitrogen transformations in soils. - Soil Sci. 120: 147 - 152

VOGEL, A. (1981): Klimabedingungen und Stickstoff-Versorgung von Wiesengesellschaften verschiedener Höhenstufen des Westharzes. - Diss. Botanicae 60, Verlag J. Cramer, Vaduz

VOLLRATH, H. (1981): Botanische Methoden der Standortbeurteilung. - Anwendung ökologischer Zahlen. - KTBL - Arbeitsblatt Agrarplanung Nr. 3065

WEHRMANN, J. SCHARPF, H.-C. (1982): Sachgerechte Stickstoffdüngung - schätzen, kalkulieren, messen. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID), Heft 17, Bonn

WELLER, F. (1970): Veränderungen des Stickstoffangebots im Boden einer Obstanlage durch Witterung und Bewirtschaftung. - Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges. 10: 222 - 224

WELLER, F. u. K.F. SCHREIBER (1978): Agratökologische Gliederung des Landes Baden-Württemberg. - Hrsg.: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg

WELLER, F., SCHREIBER K.-F. (1978): Agrarökol. Gliederung des Landes Baden-Württemberg; Karte, M 1: 250 000, Hrsg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt B.-W., Stuttgart

WELTE, E., TIMMERMANN, F. (1983): Über den Nährstoffeintrag in Grundwasser und Oberflächengewässer aus Boden und Düngung. VDLUFA-Schriftenreihe Nr. 5

WERNER, W. (1983): Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt einiger Pflanzenbestände. - Scripta Geobotanica 16, Verlag E. Goltze, Göttingen

WILLIAMS, J. (1968): The nitrogen relations and other ecological investigations on wet fertilized meadows. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich 41: 69 - 193

WOLF, G. (1979): Veränderungen der Vegetation und Abbau der organischen Substanz in aufgegebenen Wiesen des Westerwaldes. - H. 13 Schr.R. Veg.Kunde, Landwirtschaftsverlag Münster - Hiltrup

ZÖTTL, H. (1960): Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoffnachlieferung des Waldbodens. - Forstwiss. Centralblatt, 79: 72-90

Nachtrag:

WELLER, F. (1972): Untersuchungen über das Stickstoffangebot in obstbaulich genutzten Böden. - Landw. Forschung 27 (II): 171 - 183

WELLER, F. (1983): Stickstoffumsatz in einigen obstbaulich genutzten Böden Südwestdeutschlands. - Zeitschr. Pflanzenernährung und Bodenkunde 146 Bd. H. 2, Verlag Chemie GmbH Weinheim: 261 - 270

RUHRSTICKSTOFF - AG (Hrsg. 1985): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. - Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup 10. Auflage 584 S.

Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der CAU Kiel

Extensivgrünland

I. Noddeutsche Landschaftspflegeversuche - Artenentwicklung

K. Hand

Problemstellung:

Durch Naturschutzauflagen oder agrarpolitische Maßnahmen wird Grünland zunehmend mit produktivitätseinschränkenden Auflagen belegt bzw. Ackerstandorte in extensives Grünland umgewandelt. Dabei fehlen z.Z. weitgehend exakte Daten, inwieweit die Trockenmasse- und Nährstofferträge zurückgehen und wie stark die Qualität des Erntematerials beeinflußt wird. Unmittelbar in Zusammenhang mit diesen Fragen ist zu klären, welche Vegetationsveränderungen während einer Rückführung von landwirtschaftlich intensiv bewirtschafteten Flächen in Extensivgrünland auftreten.

Zielsetzung:

Ziel der Untersuchung ist die Erfassung des Nutzungsausfalles durch Bewirtschaftungsauflagen (eingeschränkte Düngung und Nutzung) sowie die Dynamik der botanischen Zusammensetzung durch die Extensivierung und die damit verbundene Produktivität der Mischbestände.

Der Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der CAU Kiel ist in Zusammenarbeit mit den Versuchsanstellern der Norddeutschen Landschaftspflegeversuche mit einer übergreifenden Auswertung beschäftigt.

Versuchsanlage:

Die Norddeutschen Landschaftspflegeversuche sind zweifaktorielle Spaltanlagen in vierfacher Wiederholung.

Versuchsfaktoren:

Faktor eins : Nutzung

Im Nutzungsregime wurde vor allem der Zeitpunkt des ersten Schnittes und in Verbindung damit die Schnitthäufigkeit variiert.

Der frühe erste Schnitt wird entsprechend einer intensiven Grünlandnutzung um den 20. Mai genommen, mit drei Folgenutzungen. Die weiteren Nutzungsvarianten sind zum Teil entsprechend schon bestehender Auflagen festgelegt worden.

Die späteste erste Nutzung erfolgt am 15.Juli, mit einem Folgeschnitt.

Faktor zwei : Düngung

In allen Versuchen sind vier Düngungsstufen vorhanden.

Stufe eins : ohne Düngung - 0 -

Stufe zwei : Grunddüngung - PK -

Stufe drei : Grunddüngung und verhaltene N-Düngung - N1PK -

Stufe vier : Grunddüngung und intensive N-Düngung - N2PK-

Versuchsdurchführung:

Der Grünmasseertrag wird auf dem Versuchsstandort in Nettoparzellen ermittelt. Anschließend werden Proben des Pflanzenmaterials zur späteren Ermittlung der Qualität des Aufwuchses und zur Bestimmung seiner Trockensubstanz entnommen.

Anhand von Mischproben der jeweiligen vier Wiederholungen erfolgt die Bestimmung der Qualitätseigenschaften. Als Parameter dienen die Weenderfraktionen Rohprotein, Rohfaser und Rohasche sowie der ADF Gehalt nach VAN SOEST. Von einem großen Anteil des Probenmaterials wird

außerdem die Gasbildungsrate entsprechend dem Hohenheimer Futterwerttest (HFT) ermittelt.
Aus den Ergebnissen der chemischen Analyse errechnen sich die Energiegehalte des Erntematerials.
Zur Qualitätsbeurteilung liegen somit die

- Rohproteingehalte,
- Rohaschegehalte,
- Rohfaser- bzw. ADF-Gehalte und
- Energiekonzentration vor.

Aus den Nährstoffgehalten und den Trockenmasseerträgen werden weiterhin die

- Rohproteinerträge und
- Energieerträge

der einzelnen Versuchsvarianten errechnet.
Zur Erfassung der Vegetationszusammensetzung der Pflanzenbestände wird jährlich auf allen Standorten eine Ertragsanteilsschätzung des ersten Aufwuchses kurz vor der Nutzung durchgeführt.
Eine zweite Aufnahme der Gruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen erfolgt im Herbst vor dem letzten Schnitt.

Abbildung 1:
Trockenmasseerträge des ersten Aufwuchses und Gesamtjahreserträge 1987 auf dem Flußmarschstandort Penkefitz. Innerhalb des ersten Aufwuchses sind die geschätzten Anteile der Gruppen Gräser, Leguminosen und Kräuter kenntlich gemacht. Aufgeführt sind die extremen Nutzungsvarianten (frühe Nutzung / vier Schnitte und späte Nutzung / zwei Schnitte) mit den vier Düngungsstufen.

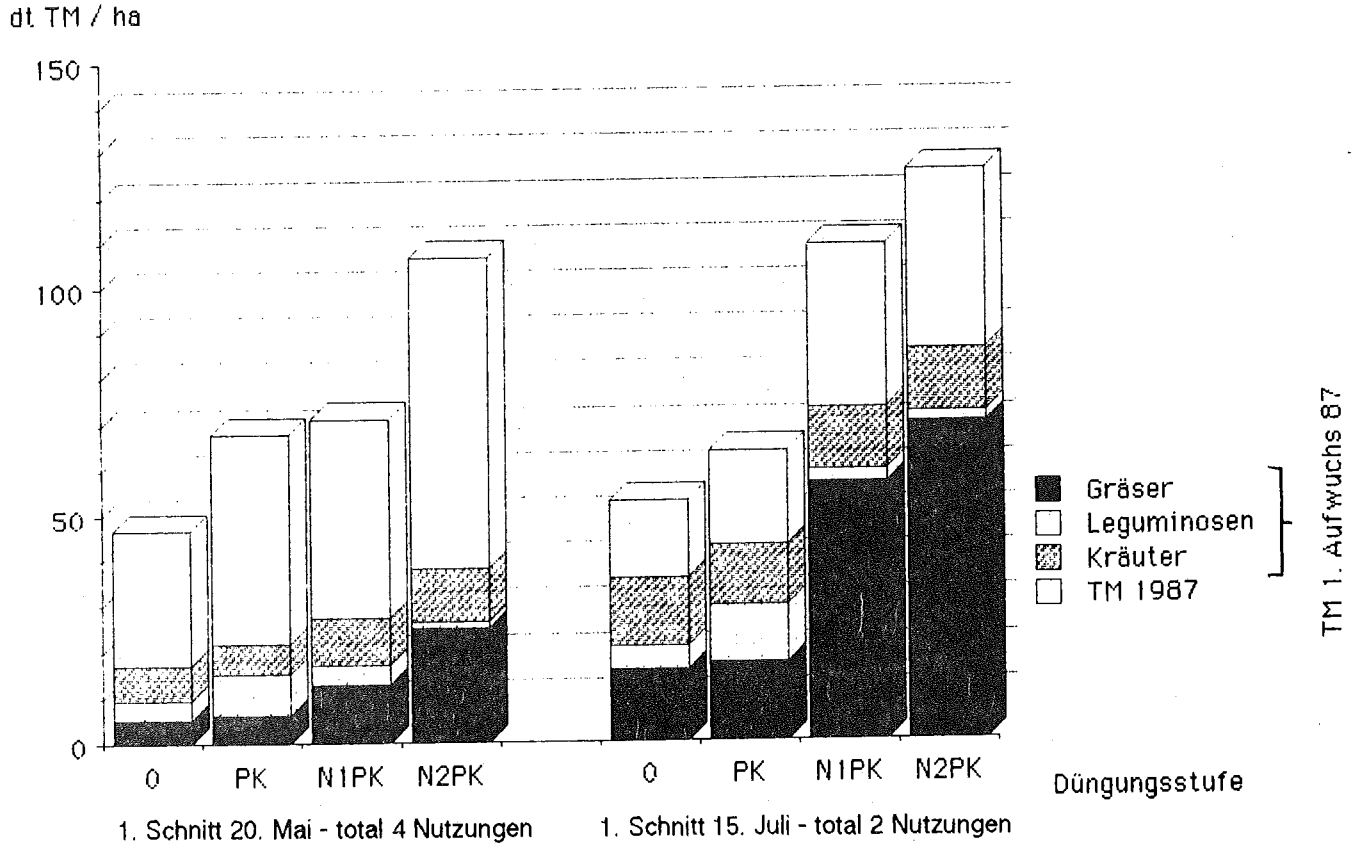
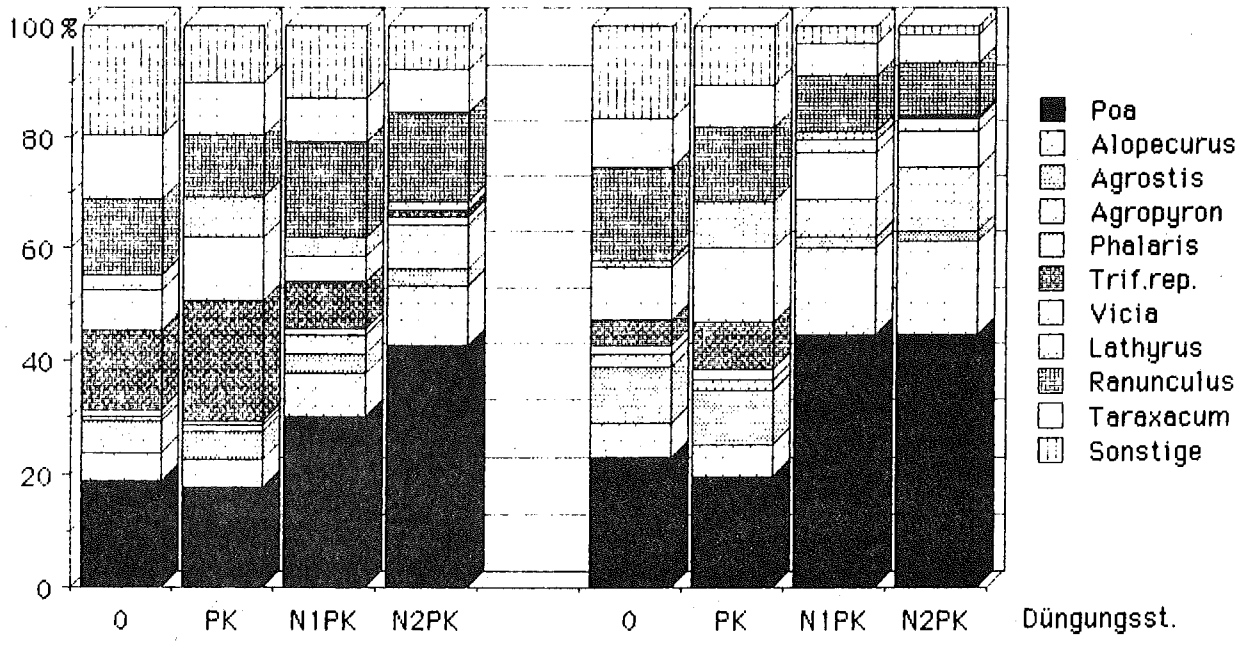


Abbildung 2:
Vegetationszusammensetzung (Ertragsanteilsschätzung) des ersten Aufwuchses 1987 auf dem Flußmarschstandort Penkefitz. Die Varianten entsprechend Abb.1.



1. Schnitt 20. Mai - total 4 Nutzungen 1. Schnitt 15. Juli - total 2 Nutzungen

Die Projekte des Lehrstuhles für Grünland und Futterbau der CAU Kiel zum Thema Extensivgrünland werden in Zusammenarbeit mit folgenden Instituten durchgeführt:
Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung der FAL Braunschweig, Institut für Tierernährung der FAL Braunschweig, Referat 44 der LWK Hannover, Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung Bremen, Marschversuchsstation und Grünlandlehranstalt Infeld - LWK Weser/Ems, LVA Bredstedt - LWK Schleswig-Holstein.

Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der CAU Kiel

Extensivgrünland

II. Untersuchungen zur Dynamik der Qualitätsentwicklung und Ertragsbildung sowie zur Qualitätsbeurteilung der Biomasse von Extensivgrünland

U. Kittmann

WARUM ?

- Zunehmende Grünlandextensivierung
- Unzureichende Datengrundlage für eine richtige Bewertung der bei extrem später Nutzung anfallenden Biomasse als Futter

  a.) Das derzeitige Energie-Bewertungssystem wurde in erster Linie für normale Nutzungszeiträume entwickelt und ist nicht ohne weiteres auf extrem späte Nutzungszeiträume zu extrapolieren

  b.) Im Laufe des Zuwachses treten in bezug auf die Qualitätsentwicklung des Aufwuchses unzureichend untersuchte kompensatorische Effekte auf
    - Alterung der Pflanzen
    - Veränderung der Artenanteile
    - Neuaustrieb gewisser Arten

Eine Erweiterung unserer Kenntnisse in bezug auf die obigen Effekte ist erforderlich, um die Wirkung einer extrem späten Nutzung auf die Futterqualiät von Grünlandaufwüchsen mit unterschiedlicher botanischer Zusammensetzung auf verschiedenen Standorten vorauszusehen.

- Unzureichende Datengrundlage in bezug auf den Ertragszuwachs in späten Zuwachsphasen.

WAS ?

- Untersucht werden extrem spät genutzte artenreiche Bestände in ausgewählten Landschaftspflegeversuchen (Börmer Koog der LWK Schleswig- Holstein, Penkefitz und Schmalenbeck der LWK Hannover, Borgfeld des Bremer Umweltsenators /LWK Weser Ems) sowie Reinbestände verschiedener Gräserarten auf dem Versuchsgut Hohenschulen der CAU Kiel.
- Die Untersuchungen umfassen

  a.) Prüfung durch in-vivo Verdauungsversuche, ob die heutigen methodischen Instrumente zur Bewertung von pflanzlichen Futtermitteln (Stichwort NEL) eine Exrapolation auf soweit außerhalb bisheriger, "normaler" Wirtschaftsweise liegender Nutzungszeitpunkte und im Artengefüge zusätzlich veränderter Bestände überhaupt zulassen.

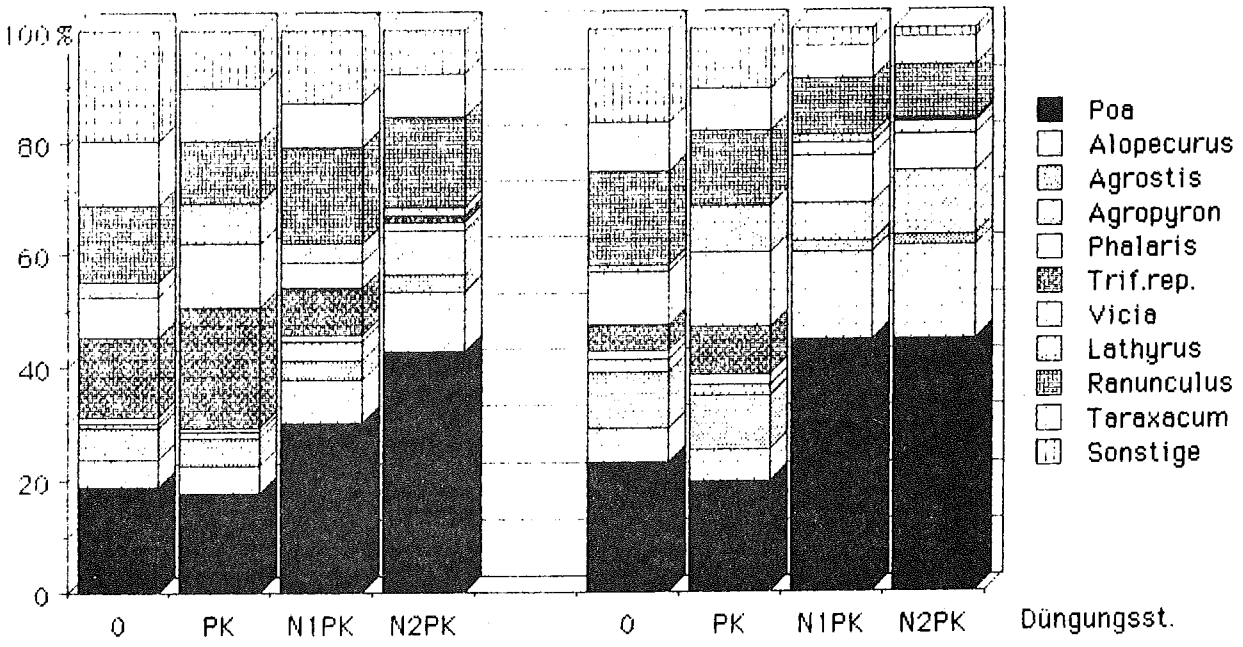
  b.) Bestimmung der Qualitätsveränderung während des Zuwachses bei extrem später erster Nutzung sowohl des gesamten Aufwuchses als auch einzelner Arten bzw. Bestandesfraktionen.

  c.) Bestimmung des Ertragszuwachses des gesamten Aufwuchses sowie der quantitativen Zu- und Abnahme von Arten bzw. Bestandesfraktionen mit unterschiedlicher Qualitätsentwicklung und Zuwachsverlauf.

WIE ?

- Probenahmen wöchentlich (Zeitraum Mitte Mai bis Mitte Juli) auf obengenannten Standorten mit Rasenkantenscheren, anschließend Fraktionierung der in den Proben enthaltenen Arten. Zusätzlich Beerntung von Nachbarflächen zur Bestimmung der Verdaulichkeit in vivo in Penkefitz und Borgfeld (vergleichbare Vegetation wie in den Kleinparzellen) durch das Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der FAL. Durchführung der in-vivo Versuche durch das Institut für Tierernährung der FAL.
- Analysen von ausgewählten Arten, durchgeführt mit Unterstützung des Institutes für Grünland- und

Abbildung 2:
Vegetationszusammensetzung (Ertragsanteilsschätzung) des ersten Aufwuchses 1987 auf dem Flußmarschstandort Penkefitz. Die Varianten entsprechend Abb.1.



1. Schnitt 20. Mai - total 4 Nutzungen 1. Schnitt 15. Juli - total 2 Nutzungen

Standorte der Norddeutschen Landschaftspflegeversuche

Börmer Koog - *Niedermoor* - LWK Schleswig-Holstein
zusätzlich: wöchentliche Artenfraktionierung des ersten Aufwuchses
Sarzbüttel - *Niedermoor* - LWK Schleswig-Holstein
Schmalenbeck - *Hochmoor* - LWK Hannover
zusätzlich: wöchentliche Artenfraktionierung des ersten Aufwuchses
Bremen/Borgfeld - *Niedermoor* - Umweltsenator Bremen durch die LWK Weser/Ems
zusätzlich: wöchentliche Artenfraktionierung des ersten Aufwuchdses und Großparzellen zur Untersuchung der in vivo Verdaulichkeit
Penkefitz - *Flußmarsch* - LWK Hannover
zusätzlich: wöchentliche Artenfraktionierung des ersten Aufwuchses und Großparzellen zur Untersuchung der in vivo Verdaulichkeit
Steimbke - *Niedermoor* - LWK Hannover
Dasselsbruch - *humoser Sand* - LWK Hannover
Völkenrode - *humoserSand* - FAL Braunschweig nur Großparzellen zur Untersuchung der in vivo Verdaulichkeit

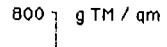
Die Projekte des Lehrstuhles für Grünland und Futterbau der CAU Kiel zum Thema Extensivgrünland werden in Zusammenarbeit mit folgenden Instituten durchgeführt:
Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung der FAL Braunschweig, Institut für Tierernährung der FAL Braunschweig, Referat 44 der LWK Hannover, Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung Bremen, Marschversuchsstation und Grünlandlehranstalt Infeld - LWK Weser/Ems, LVA Bredstedt - LWK Schleswig-Holstein.

Futterpflanzenforschung der FAL:
in-vitro Verdaulichkeit nach Tilley und Terry, Rohfaser, van Soest Komponenten ADF und Lignin, Rohprotein, NIRS (mit Monochromator 6350).

- Beispiel einer Fraktionierung (2 Termine):
  Standort Börmer Koog, Niedermoor, ohne Düngung. Angaben in % der TM

	24.05.88	04.07.88
Gräser:		
Alopecurus geniculatus	14,2	14,4
Phalaris arundinacea	15,5	32,8
Festuca pratensis	0	2,7
Poa triv./pal.	21,3	13,9
Lolium perenne	9,3	7,0
Agrostis spp.	2,2	1,9
vegetative Reste	11,5	10,3
Poa pratensis	0	0,4
Gräser gesamt	74,0	83,4
Leguminosen:	keine	keine
Kräuter:		
Ranunculus spp.	24,3	9,1
Cerastiumspp./Cardam.prat.	0	0,1
Kräuterrest	1,7	0,7
Kräuter gesamt	26,0	9,9
abgestorbene Pflanzenteile	0	6,7
total	100	100

Abb. Nr.1 : TM Zuwachsverlauf von 5 beispielhaft ausgewählten Bestandsfraktionen vom 16.05.88 - 11.07.88 im Versuch Börmer Koog



Tab. 3 Rohprotein - (RP), Rohfaser - (RF), Energiegehalt und Energieerträge im Grasbestand mit und ohne Weißklee bei variierter N-Düngung 1986 (ø von 5 Aufwüchsen)

kg N/ ha u. Jahr	mit Weißklee RP (% d.TS)	RF (% d.TS)	MJ NEL/ kg TM *)	NEL/ ha u. Jahr	ohne Weißklee RP	RF	MJ NEL/ kg TM	NEL ha u. Jahr
0	21,4	19,4	6,8	47.600	11,1	23,6	6,2	18.600
50	18,9	21,0	6,6	49.500	12,8	22,9	6,4	35.840
100	17,6	22,3	6,4	45.440	13,3	22,9	6,4	36.480
200	17,0	22,9	6,4	56.320	15,4	23,3	6,3	47.880
300	17,9	23,5	6,2	57.660	16,7	23,0	6,3	58.590

*) Berechnung nach Formel 31 e: 9,27 - 0,0128 x RF (%) (r^2= 0,84)

Quelle: Menke, Steingass, 1987

Tab. 4 Fixierungsleistung des Weißklees (kg N/ha und Jahr) im Versuchsjahr 1986 bei variierter N-Düngung (kg N/ha und Jahr)

Düngermenge kg N/ha/ Jahr	0	50	100	200	300

2. Mit steigender Stickstoffdüngung kommt es in der Mischung ohne Weißklee zu einer fast linearen Rohproteingehaltserhöhung.

   Aufgrund der generell höheren Rohproteingehalte des Weißklees wirkt eine Abnahme im Bestand mit zunehmender Stickstoffversorgung negativ auf die Rohproteingehalte. Auch bei sehr hohen Kleeanteilen von bis zu 75 % an der Gesamttrockenmasse erreichen die Rohproteingehalte abgesehen vom letzten Aufwuchs im Herbst (bis 28 %) keine ernährungsphysiologisch bedenklich hohen Werte.

   Die Weißkleesaat bewirkt beim Vergleich beider Bestände eine leichte Abnahme der Rohfasergehalte.

3. Eine Gesamtstickstoffdüngung von 200 kg/ha/Jahr führt zu einer vollständigen Eliminierung des Weißklees aus dem Bestand.
   In der ungedüngten Variante leistet ein durchschnittlicher Kleeanteil (Mittel von 5 Aufwüchsen) von 61 % eine Stickstoffixierung von 210 kg N/ha/Jahr.

4. Über den bisher beobachteten Zeitraum (1985-1987) kam es zu einer fortlaufenden Zunahme des Kleeanteils im Bestand, d. h. der Klee hat auch 3 Jahre nach der Ansaat noch nicht seine maximale Leistungsfähigkeit überschritten!

5. Als Schwachstelle des Weißklees deutet sich in den Versuchsjahren sein späterer Wachstumsbeginn im Frühjahr aufgrund eines höheren Temperaturanspruches an. Dies führt zu einer geringen Ertragsleistung im 1. Aufwuchs.
   Die aus der Literatur bekannte Empfindlichkeit des Weißklees in bezug auf Wassermangel zeigte sich auch im Versuchsjahr 1986.

Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
A. Haneklaus, Dr. F. Taube

Ertragsbildung ausgewählter Grünlandgräser in Abhängigkeit von der N-Düngung (erste Ergebnisse aus laufenden Untersuchungen)

In vorangegangenen Untersuchungen konnte die Abhängigkeit des Leistungspotentiales einer Art/Sorte vom Aufwuchszeitraum im Laufe einer Vegetationsperiode gezeigt werden (TAUBE, 1986). Insbesondere der Nutzungszeitpunkt im 1. Aufwuchs hat in Abhängigkeit vom Genotyp deutliche Auswirkungen auf die Ertragsbildung im Nachwuchs und damit auch auf den Gesamtjahresertrag.
In der laufenden Untersuchung soll der Einfluß der N-Düngung auf die Ertragsbildung ausgewählter Grünlandgräser in verschiedenen Aufwuchszeiträumen im Laufe einer Vegetationsperiode untersucht werden.
Aus unseren bisherigen Untersuchungen lassen sich 4 systematische Aufwuchszeiträume im Laufe einer Vegetationsperiode definieren, um die Leistungsfähigkeit eines Bestandes im Vegetationsablauf ausreichend zu quantifizieren. Die Aufwuchszeiträume sind durch die phänologische Entwicklung der Gräser geprägt:

1. Erster Aufwuchs mit ungestörter generativer Entwicklung bis zum Ende der Blüte.

2. Zweiter Aufwuchs nach einer ersten Nutzung, bevor die Masse der sich generativ entwickelnden Triebe mit ihren Vegetationskegeln die Schnitthöhe überschritten hat; überwiegend generativer 2. Aufwuchs.

3. Zweiter Aufwuchs nach einer ersten Nutzung, nachdem die Masse der sich generativ entwickelnden Triebe mit ihren Vegetationskegeln die Schnitthöhe überschritten hat; überwiegend vegetativer 2. Aufwuchs.

4. Ein Aufwuchs im Sommer/Spätsommer, der durch eine ausschließlich vegetative Entwicklung der Triebe geprägt ist.

Folgende Arten/Sorten wurden untersucht. (Etablierte Bestände, Ansaat 1985)

Lolium perenne	(früh)	-	Gremie
Lolium perenne	(spät)	-	Vigor
Dactylis glomerata		-	Baraula

Folgende N-Steigerung je Aufwuchs wurde 1987 durchgeführt:

0 kg N/ha
50 kg N/ha
100 kg N/ha

Der Versuch war als Spaltanlage in 3-facher Wiederholung angelegt.

Folgende Parameter wurden untersucht:

Trockenmasse: von der 1. - 4. Aufwuchswoche 2x wöchentlich, von der 5. - 8. Aufwuchswoche 1x wöchentlich

Mit Hilfe einer Zuwachsfunktion wurden der TM-Zuwachsverlauf und die Wachstumsraten berechnet.

N-Konzentration in der Pflanze:

Analog zur TM-Probenahme Ermittlung der N-Konzentration nach Kjeldahl

Triebdichte:

In 14tägigem Abstand wurde die Triebdichte in Schnitthöhe ermittelt (5 cm). Dazu wurden Zählgitter im Bestand aufgestellt und je Wiederholung 3 x 100 cm² Fläche ausgezählt.

Phänologische Entwicklung:

In 14tägigem Abstand wurde die phänologische Entwicklung der Bestände nach der Entwicklungsskala von Park festgehalten.

N-min-Gehalt im Boden:

In 14tägigem Abstand wurde der N-min-Gehalt im Boden (NH_4+NO_3) in den Bodenschichten 0 - 10 und 10 - 40 cm ermittelt.

Beispielhaft sollen hier die Ergebnisse des 2. Aufwuchses nach mittelspäter 1. Nutzung (29.05.87) dargestellt werden. Zunächst jedoch zum 1. Aufwuchs vor der N-Steigerung im 2. Aufwuchs. Dieser Aufwuchs hat zu Vegetationsbeginn 60 kg N/ha erhalten und erzielte bei Schnitt am 29.05.1987 folgende Erträge bzw. Entwicklungsstadien:

Tab. 1: Ausgangswerte beim 1. Schnitt (29.05.1987, vor N-Steigerung)

Art/Sorte	TM (dt/ha)	Anteil generativer Triebe (%)
DW-Gremie	60,0	42
DW-Vigor	31,3	16
KG-Baraula	29,6	5

Diese ungleichen Voraussetzungen bezüglich der phänologischen Entwicklung der Arten/Sorten zum Schnittzeitpunkt im 1. Aufwuchs führen zu einer unterschiedlich ausgeprägten phänologischen Entwicklung im 2. Aufwuchs.

Tabelle 2: Anteil generativer Entwicklungsstadien ($>K_1$) im 2. Aufwuchs 35 Tage nach Aufwuchsbeginn in Abhängigkeit von Art/Sorte (Mittel der N-Stufen, Hohenschulen 1987)

Art/Sorte	Anteil generativer Triebe $> K_1$ (%)
DW-Gremie	2
DW-Vigor	42
KG-Baraula	0

Die folgenden Abbildungen 1-9 zeigen die Beziehungen zwischen TM-Ertragsentwicklung, Rohprotein (N)-Konzentration in der Pflanze und Stickstoffertrag je Flächeneinheit in Abhängigkeit vom Düngungsniveau und Bestand (Art/Sorte).

(TM-Zuwachsverläufe mit Wachstumsfunktion berechnet).

Abb. 1 : Trockenmassezuwachsverlauf der untersuchten Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5.-20.7.) ohne N-Düngung

1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

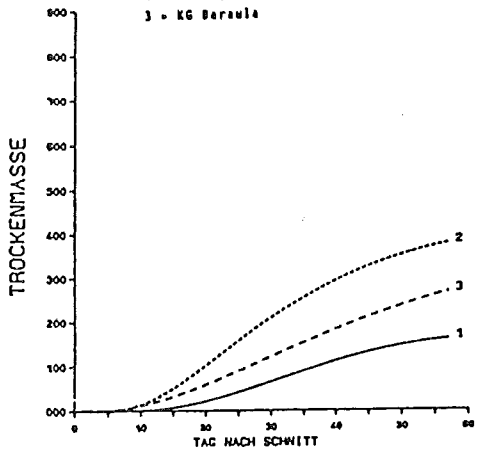


Abb. 2 : Trockenmassezuwachsverlauf der untersuchten Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5.-20.7.) bei einer N-Düngung von 50 kg N/ha

1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

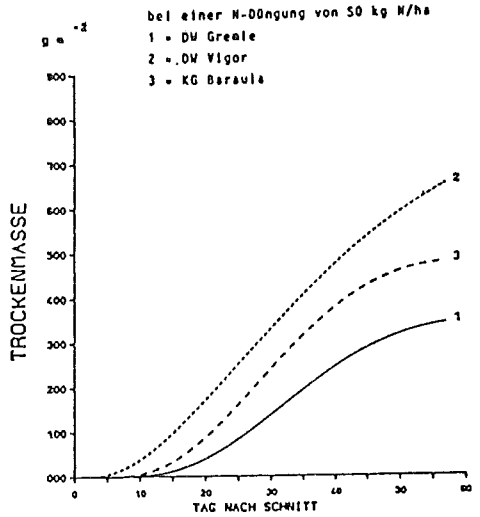


Abb. 3 : Trockenmassezuwachsverlauf der untersuchten Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5.-20.7.) bei einer N-Düngung von 100 kg N/ha

1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

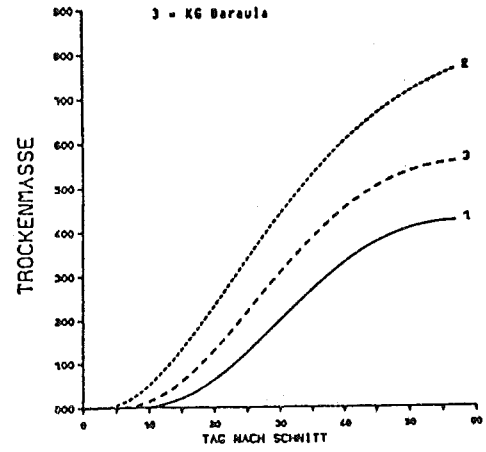


Abb. 4 : Veränderung der Rohprotein - Gehalte der untersuchten Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5.-20.7.) ohne N-Düngung

1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

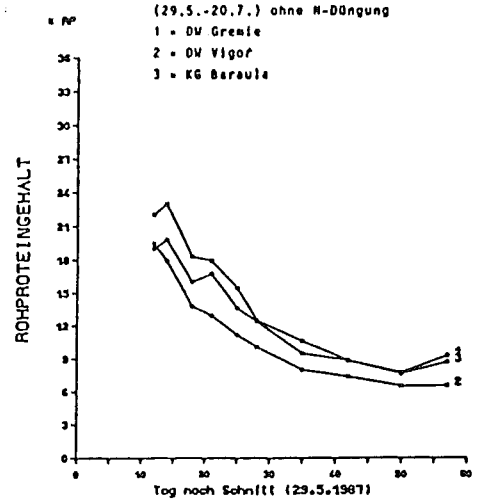


Abb. 5 : Veränderung der Rohprotein - Gehalte der untersuchten Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5.-20.7.) bei einer N-Düngung von 50 kgN/ha

1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

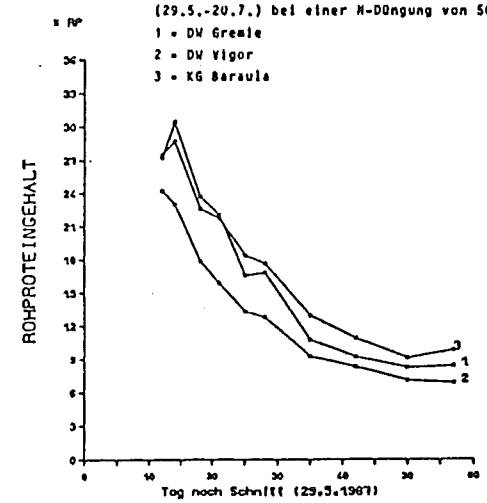


Abb. 6 : Veränderung der Rohprotein - Gehalte der untersuchten Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5.-20.7.) bei einer N-Düngung von 100 kgN/ha

1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

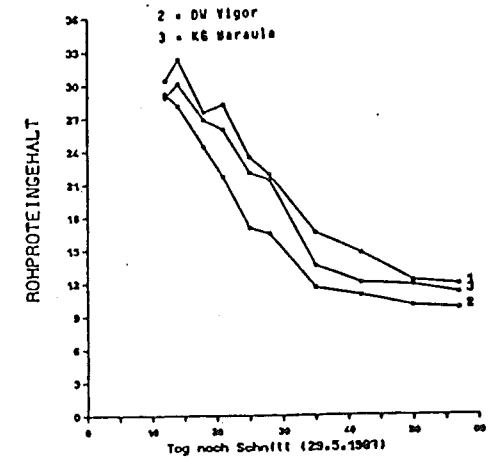


Abb.7 : Stickstoffertrag der Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5. - 20.7.) ohne Stickstoffdüngung, Hohenschulen 1987.
1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

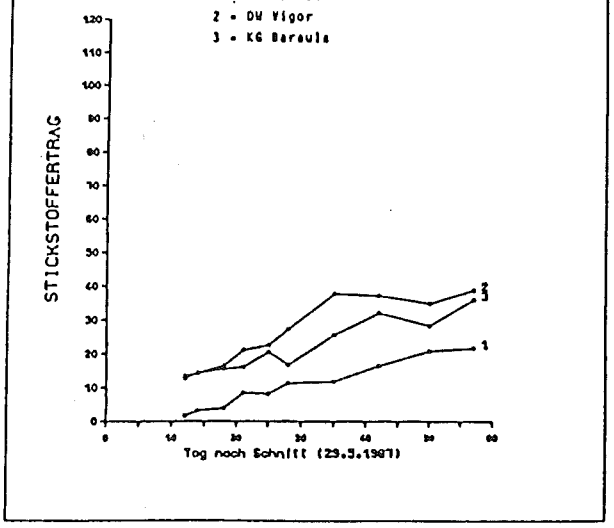


Abb. 8 : Stickstoffertrag der Arten/Sorten im 2. Aufwuchs(29.5. - 20.7.) bei einer N-Düngung von 50 kg/ha, Hohenschulen 1987.
1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula

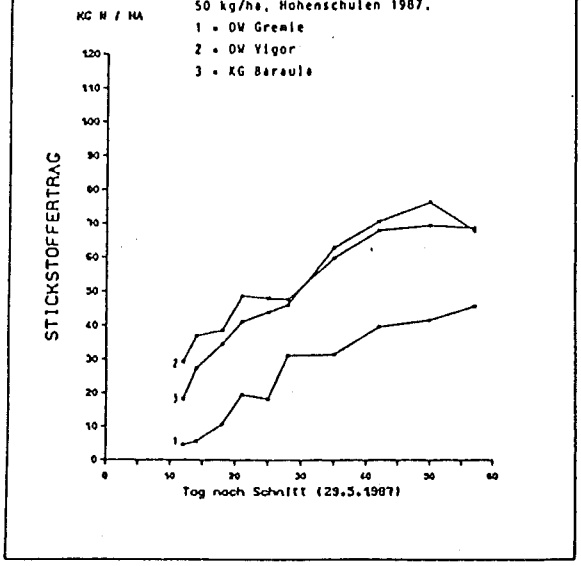
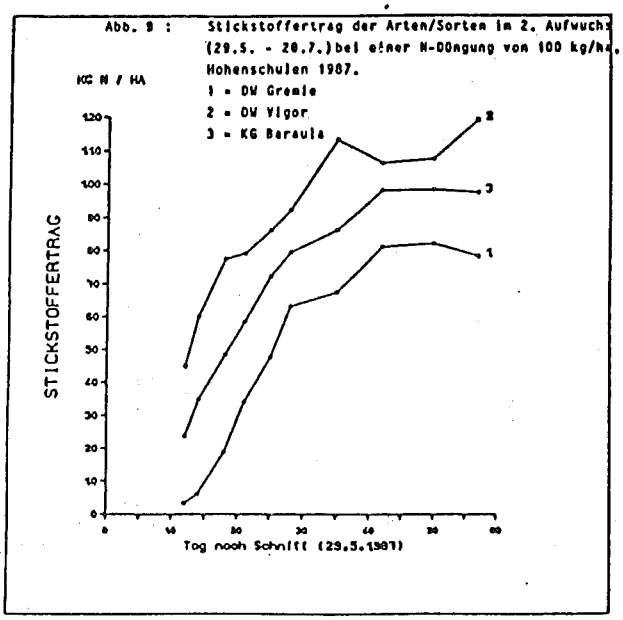


Abb. 9 : Stickstoffertrag der Arten/Sorten im 2. Aufwuchs (29.5. - 20.7.) bei einer N-Düngung von 100 kg/ha, Hohenschulen 1987.
1 = DW Gremie
2 = DW Vigor
3 = KG Baraula



Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der CAU Kiel

Untersuchungen zur Triebdichteentwicklung ausgewählter Grünlandgräser im zweiten Aufwuchs in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses

A. Hoffmann und H.-W. Petersen

Versuchsaufbau

zweifaktorielle Spaltanlage mit 4 Wiederholungen

Faktoren	Stufen			
1. Art/Sorte	1.1	L. perenne	Gremie	(sehr früh)
	1.2	L. perenne	Vigor	(spät-sehr spät)
	1.3	P. pratense	Phlewiola	(früh)
	1.4	D. glomerata	Oberweihst	(früh-mittel)
	1.5	D. glomerata	Baraula	(mittel-spät)
2. Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses	2.1	14.5.86		
	2.2	20.5.86		
	2.3	26.5.86		
	2.4	2.6.86		
	2.5	9.6.86		
	2.6	16.6.86		

Versuchsdurchführung

Parzellengröße	-	1.5 m x 6m
Ansaat	-	9.9.1985
Staatstärke	-	L. perenne 25 kg/ha
	-	P. pratense 15 kg/ha
	-	D. glomerata 20 kg/ha
N - Düngung als KAS	-	23.9.1985 30 kg/ha
	-	10.4.1986
		Schnittzeitpunkt 1,2 : 60 kg/ha
		Schnittzeitpunkt 3,4 : 90 kg/ha
		Schnittzeitpunkt 5,6 :120 kg/ha
	-	nach jedem Schnitt 100 kg/ha

Methode

- Nach einem Schnitt werden Metallgitter in Stoppelhöhe (5 cm) auf die Bestände gesetzt.
- Die über die Gitter hinauswachsenden Triebe werden in 12 Untereinheiten von 2,5 cm x 5 cm gezählt (Schraffiert dargestellt).
- Daraus errechnet sich die Triebdichte in Trieben/m².
- Zähltermine: 1, 2, 4 und 6 Wochen nach einem Schnitt.

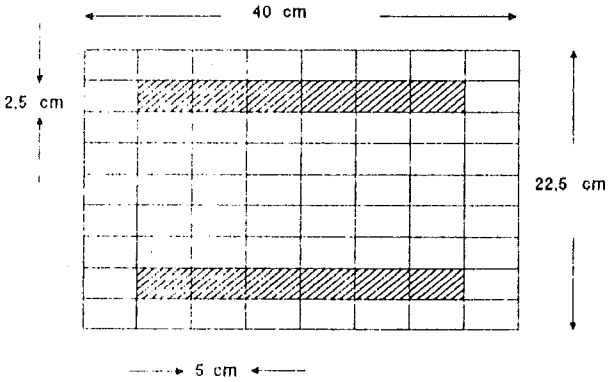


Abb. 1: Gitter zur Ermittlung der Triebdichte

Standortbeschreibung

Versuchsstandort:	Universitätsversuchsgut Hohenschulen 15 km westlich von Kiel
Bodenart :	sandiger bis toniger Lehm
Bodentyp :	Parabraunerde aus Würmgeschiebelehm
Ackerzahl :	45 - 60
Niederschläge :	716 mm (langjähriger Durchschnitt)
Tagesmitteltemperatur :	7,8 °C (" ")

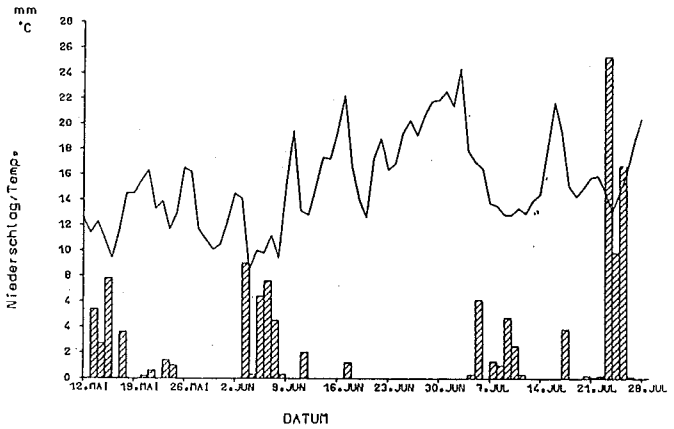


Abb. 2: WITTERUNGSVERLAUF MAI-JULI '86

Ergebnisse

- Nach der Nutzung des ersten Aufwuchses kann nur ein Teil der Triebe weiterwachsen.
- Ihre Zahl ist abhängig vom Anteil der Triebe im Voraufwuchs, die das K_2-Stadium noch nicht erreicht haben.
- Die Belichtung der basalen Pflanzenteile führt zu einer erneuten Bestockung und damit zur Erhöhung der Triebdichte.
- Nach 4 bis 6 Wochen wird die maximale Triebdichte erreicht.
- Die Nachwüchse nach spätem Schnitt erreichen das Maximum der Triebdichte später als die nach frühem Schnitt.
- Nach dem Erreichen des Maximums ist die Triebdichteentwicklung rückläufig, bedingt durch die Beschattung der basalen Knoten.

GREMIE

- Wegen des hohen Anteils bereits geschoßter Triebe im 1. Aufwuchs beginnt die frühe Sorte Gremie den Nachwuchs mit wenigen Trieben.
- Die Nachwüchse nach spätem Schnitt beginnen mit niedrigeren Triebdichten als die nach frühem Schnitt.
- Die Nachwüchse nach sehr spätem Schnitt (9. und 16. Juni 1986) beginnen mit erhöhten Triebdichten, vermutlich weil durch den Beginn der Blüte und der damit zusammenhängenden Brechnung der apikalen Dominanz sowie durch erhöhte Lichtwerte im Bestand eine erneute Seitenknospenbildung bereits vor der ersten Nutzung angeregt wird.
- Gremie erreicht Maximalwerte von 11000 bis 13000 Trieben/m²

VIGOR

- Die frühe Sorte Vigor hat im 1. Aufwuchs erst Ende Mai nennenswerte Anteile von Trieben $> K_1$. Deshalb haben die Nachwüchse nach frühem Schnitt sehr hohe Triebdichten von über 10000 Trieben je m².
- Die Nachwüchse nach spätem Schnitt erreichen deutlich niedrigere Werte.
- Die Maximalwerte liegen zwischen 12000 und 14000 Trieben/m².

PHLEWIOLA

- Das Lieschgras Phlewiola erreicht im Juni im 1. Aufwuchs sehr hohe Anteile von Trieben, die das K_2-Stadium erreicht haben (ca. 90 %).
- Die Nachwüchse der nach dem 1. Juni genutzten 1. Aufwüchse haben zu Beginn Triebdichten von unter 1000 Trieben/m².
- Das Maximum der Triebdichte liegt bei 5000 - 6000 Trieben/m².

OBERWEIHST

- Das Knaulgras Oberweihst hat im 1. Aufwuchs nur maximal 10 % Triebe, die das K_2-Stadium erreicht haben. Folglich ist der Rückgang der Triebdichte durch eine Nutzung nur gering.
- Das Maximum der Triebdichte liegt bei 3500 - 5000 Trieben/m².

Abb. 4a: Verteilung der phänologischen Stadien im 1. Aufwuchs bei *Vigor.*

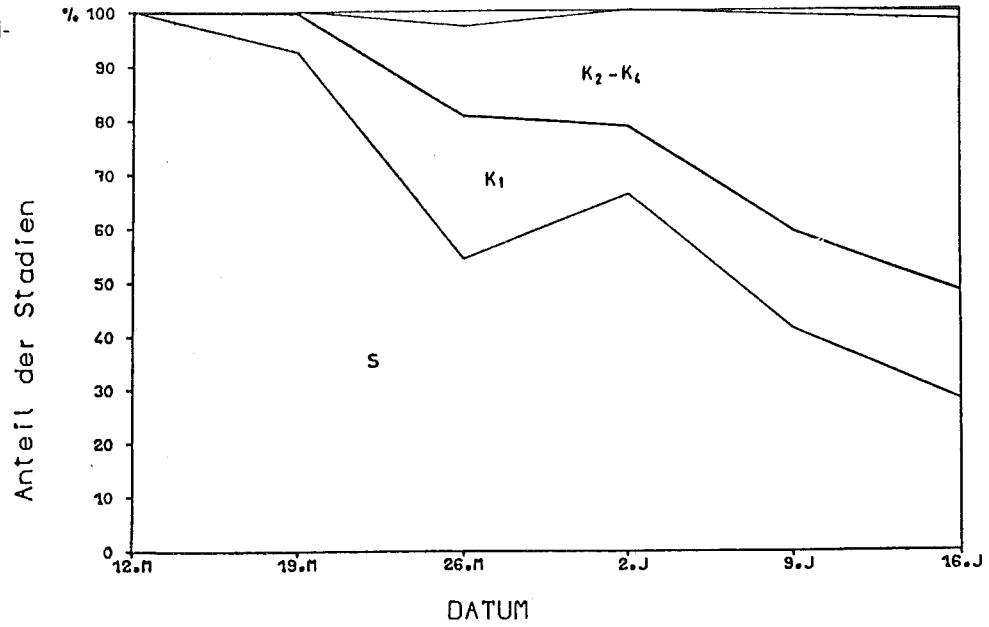


Abb. 4b: Triebdichteentwicklung von zweiten Aufwüchsen nach verschiedenen Schnitterminen bei *Vigor.*

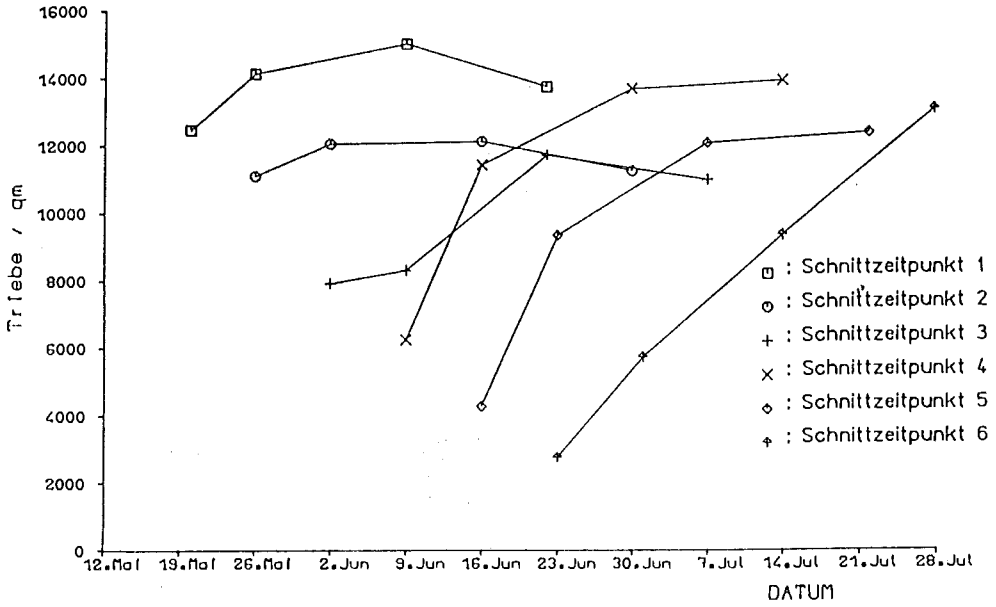


Abb. 4c: Beziehung zwischen dem Anteil von Trieben <= K1 im 1. Aufwuchs und der Triebdichte eine Woche nach Schnitt im Nachwuchs bei *Vigor.*

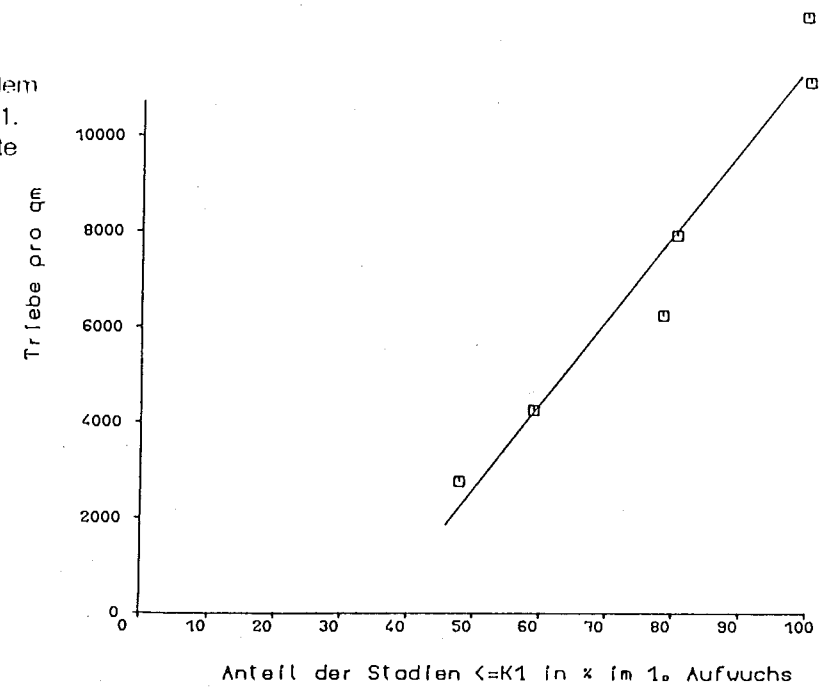


Abb. 3a: Verteilung der phänologischen Stadien im 1. Aufwuchs bei *Gremie*.

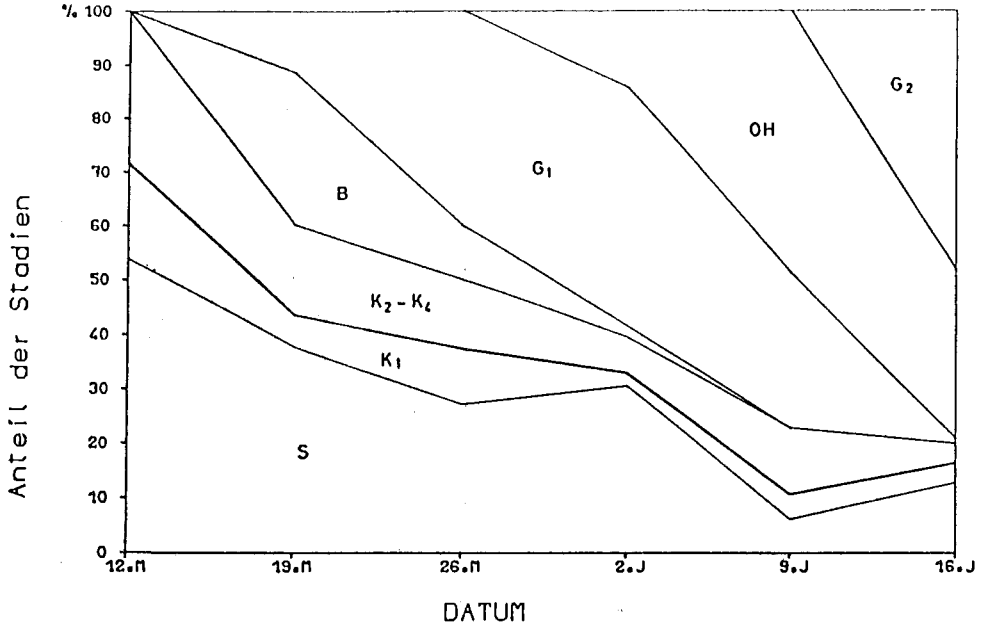


Abb. 3b: Triebdichteentwicklung von zweiten Aufwüchsen nach verschiedenen Schnitterminen bei *Gremie*.

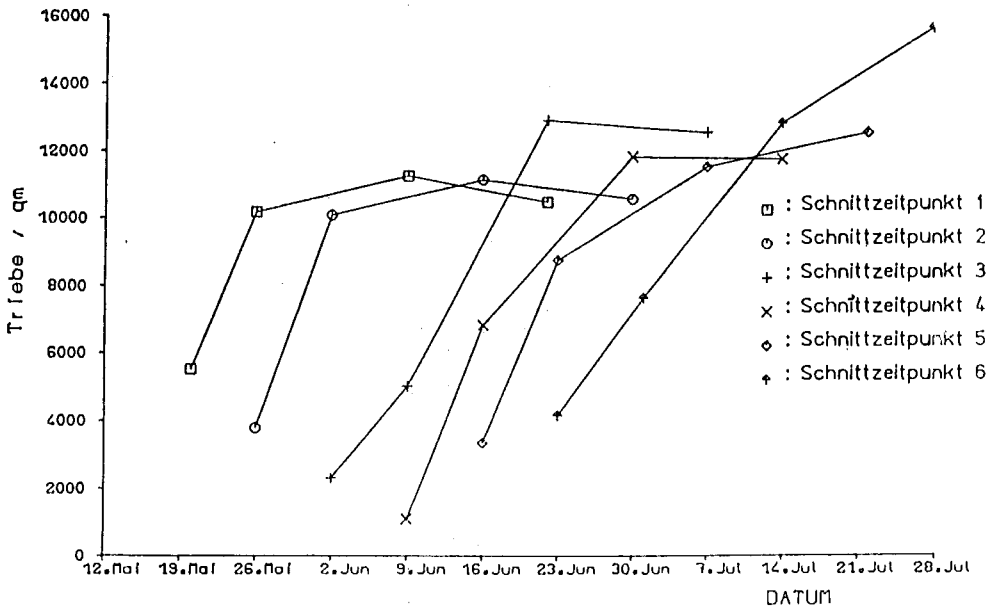


Abb. 3c: Beziehung zwischen dem Anteil von Trieben <= K1 im 1. Aufwuchs und der Triebdichte eine Woche nach Schnitt im Nachwuchs bei *Gremie*.

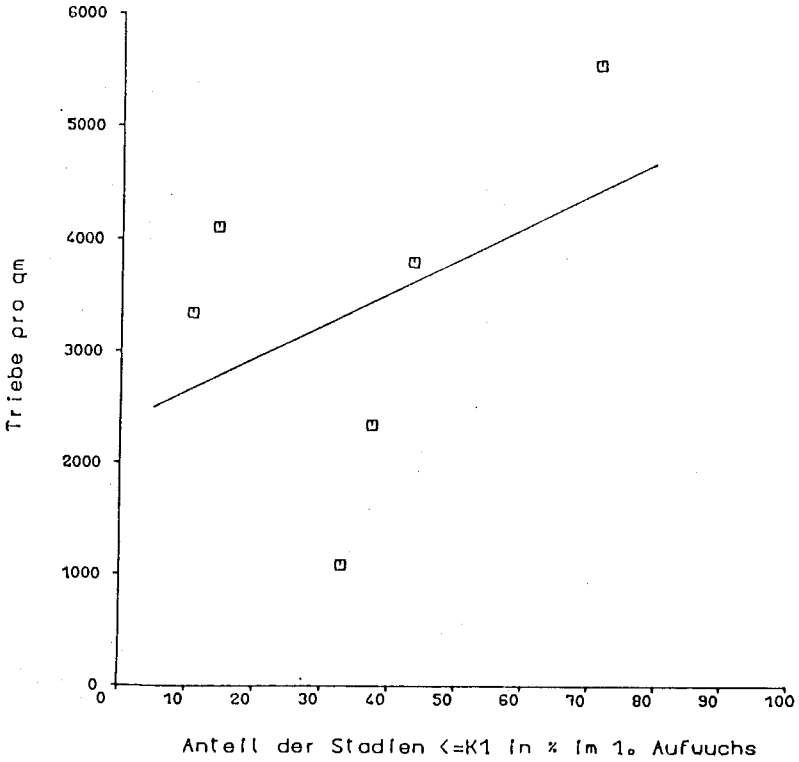


Abb. 5a: Verteilung der phänologischen Stadien im 1. Aufwuchs bei *Phlewiola*

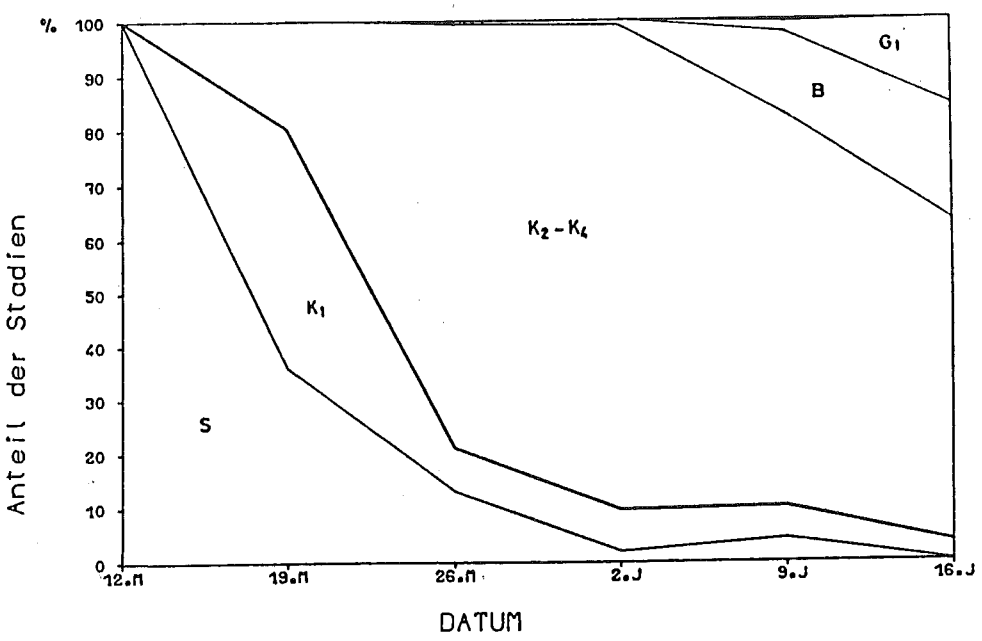


Abb. 5b: Triebdichteentwicklung von zweiten Aufwüchsen nach verschiedenen Schnitterminen bei *Phlewiola*

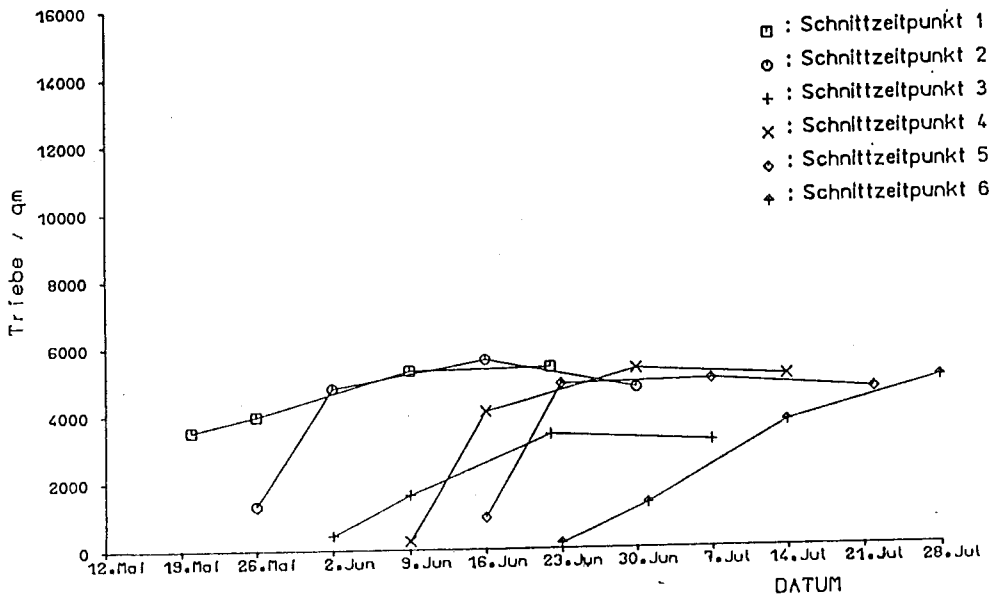


Abb. 5c: Beziehung zwischen dem Anteil von Trieben <= K1 im 1. Aufwuchs und der Triebdichte eine Woche nach Schnitt im Nachwuchs bei *Phlewiola*

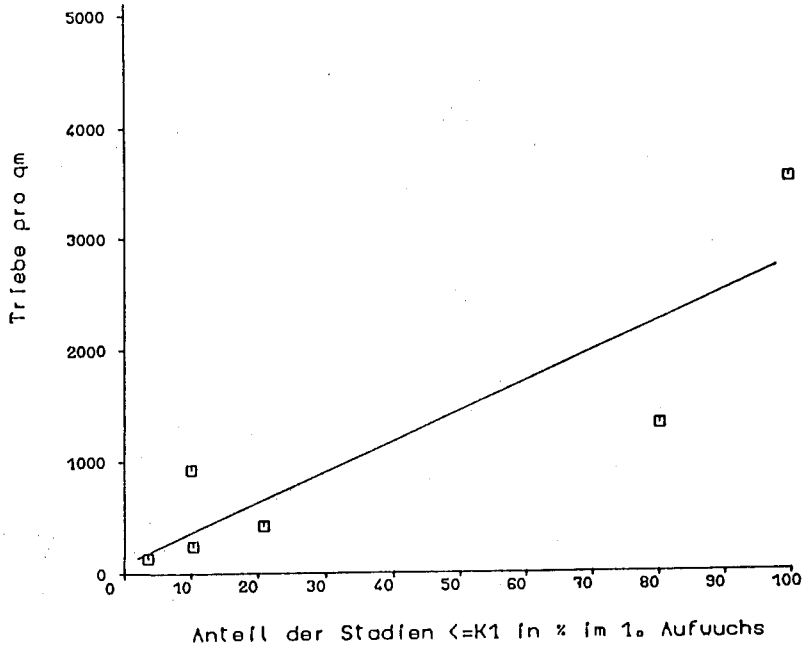


Abb. 6a: Verteilung der phanologischen Stadien im 1. Aufwuchs bei *Oberweihst.*

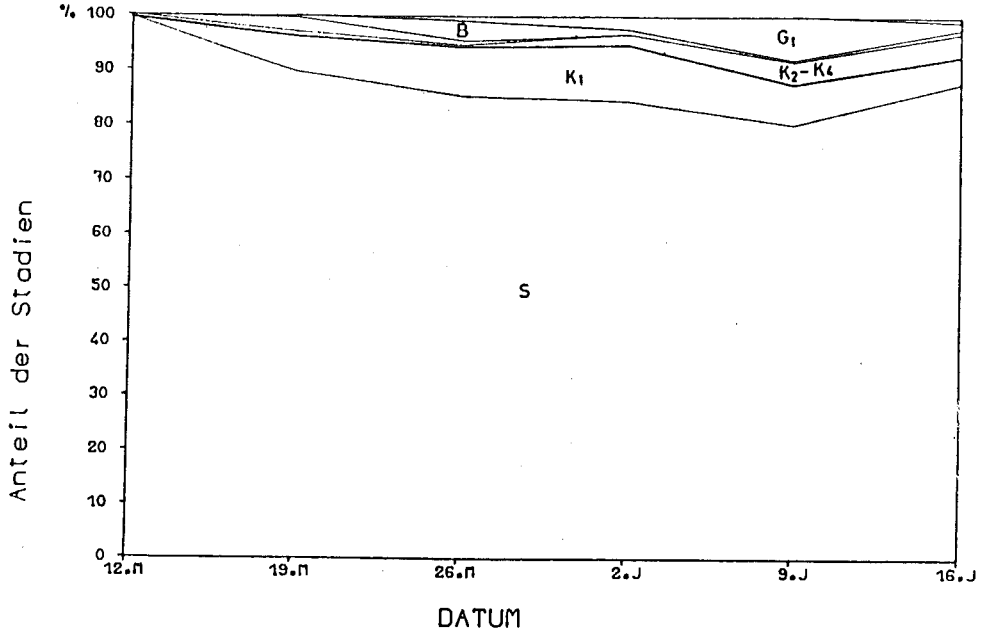


Abb. 6b: Triebdichteentwicklung von zweiten Aufwüchsen nach verschiedenen Schnitterminen bei *Oberweihst.*

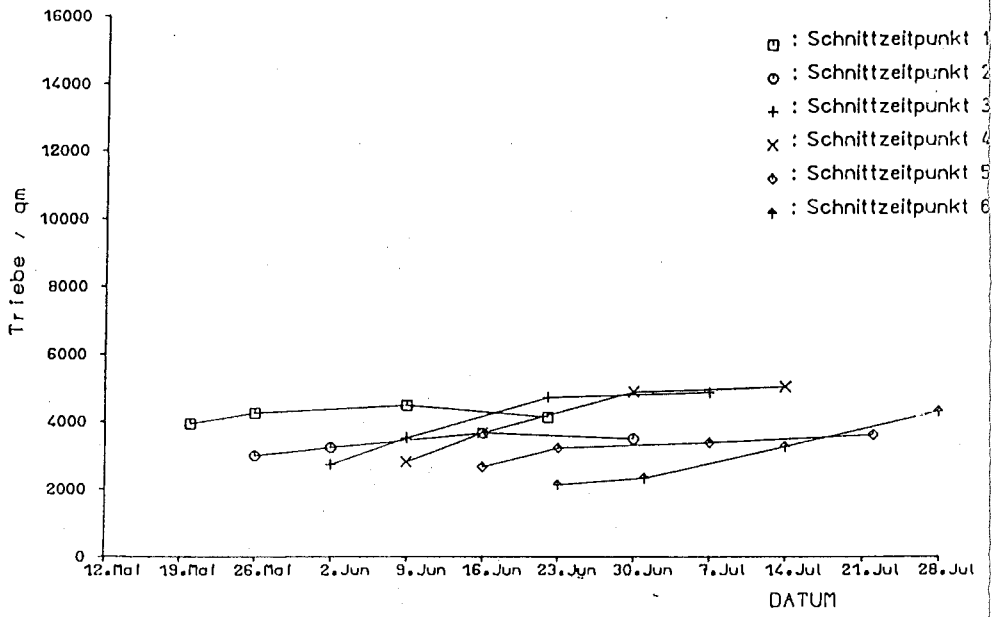
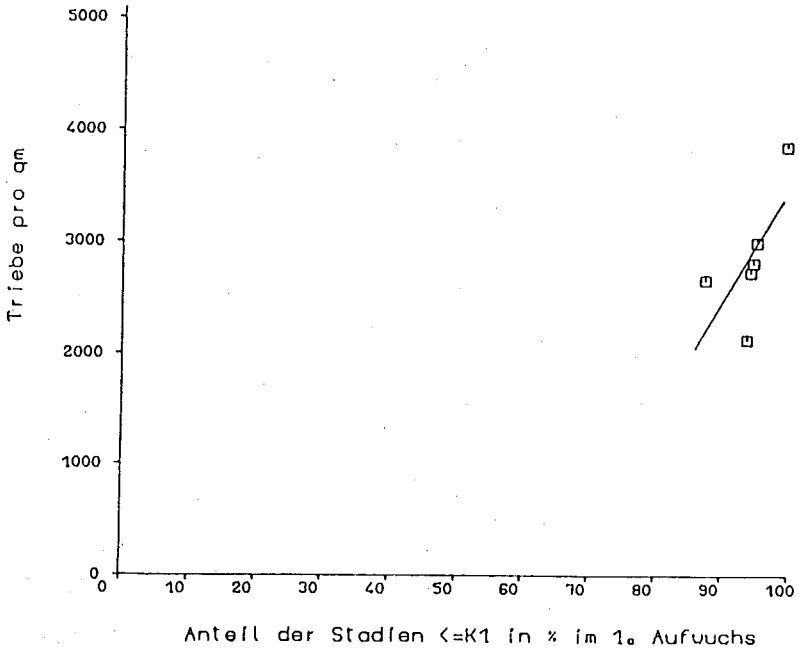


Abb. 6c: Beziehung zwischen dem Anteil von Trieben <= K1 im 1. Aufwuchs und der Triebdichte eine Woche nach Schnitt im Nachwuchs bei *Oberweihst.*



Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der CAU Kiel

Unterschiede im Ertragspotential europäischer Grünlandstandorte (FAO-Projekt)

H. Lauer

ABB.1: Versuchsstandorte des FAO-Projektes

⊙Untersuchungen des Ertragspotentiales im Rahmen eines FAO-Projektes:

Faktoren:

1. Arten
   a) Lolium perenne (Sorte Cropper)
   b) Phleum pratense (Sorte Kämpe II)

2. Standorte: 33 Standorte in 16 Ländern über mehrere Versuchsjahre

Versuchsvorgaben:

- Immer ausreichendes Nährstoffangebot
- Ernte nur im 1. Hauptnutzungsjahr
- Sorten in Reinsaat ausgebracht
- 4 Wochen Aufwuchslänge
- 4 Schnittserien mit um 1 Woche versetzten Ernteterminen

Aus TM-Erträgen werden Wachstumsraten (WR) errechnet:

$$WR_{T1} = ((TM_{T1}+TM_{T2}+TM_{T3}+TM_{T4})/28)/4$$

Ergebnis: -Typischer Zuwachsverlauf mit max. Zuwachs im Frühjahr, steilem Abfall im Frühsommer, zweiter Spitze und allmählichem Absinken zum Herbst hin.
-Unterschiede zwischen den Standorten:
· Zeitpunkt des Vegetationsbeginns,
Höhe der Peaks,
Ausprägung des frühsommerlichen Abfalls

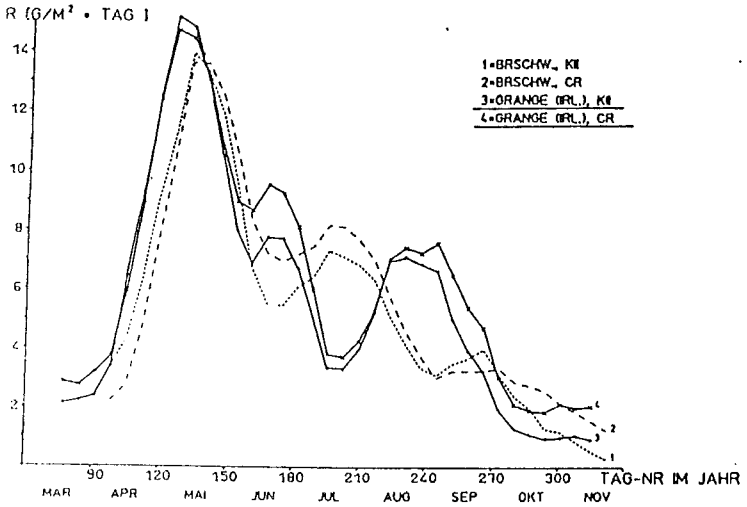


ABB 3: VGL. DER TAEGL. WACHSTUMSRATE VON KAEMPE II UND CROPPER

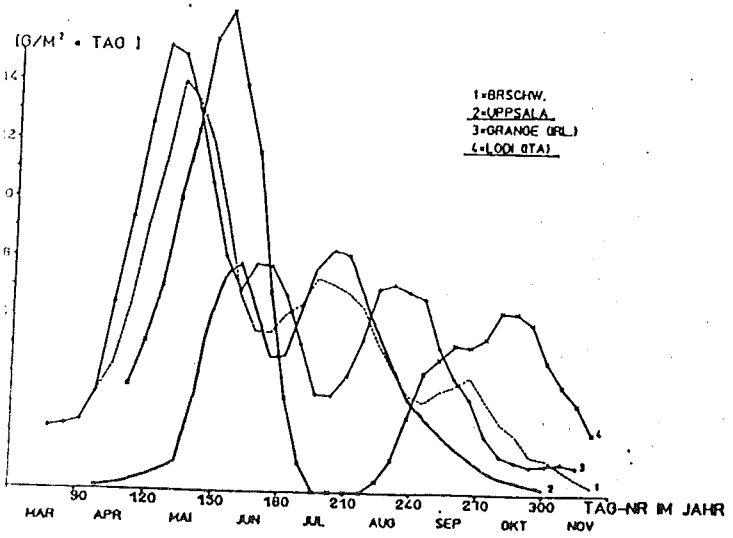


ABB.4: TAEGL. WACHSTUMSRATE VON KAEMPE II 1986

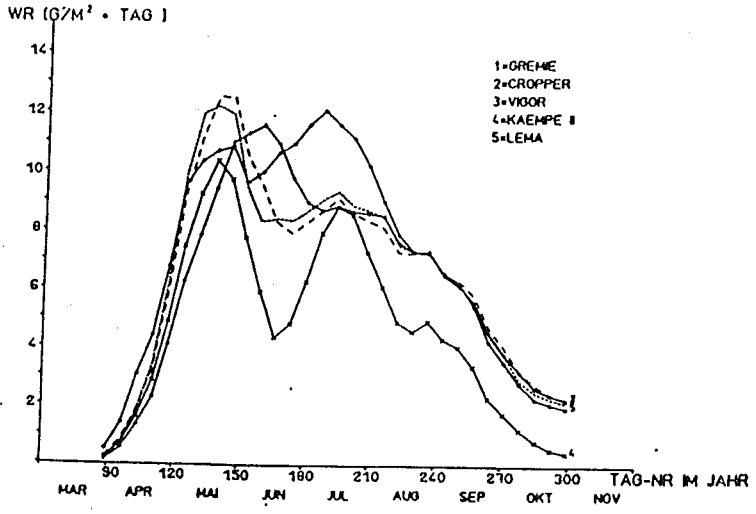


ABB.5: TAEGL. WACHSTUMSRATE KIEL 1987

Gemessene Parameter Hohenschulen 1987

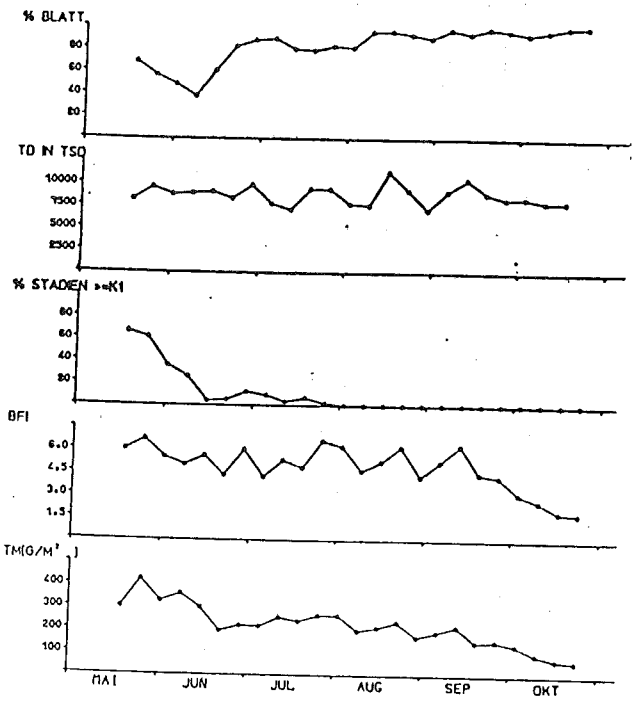


ABB.6: ERTRAGSPARAMETER CROPPER

- Eigener Versuch in Hohenschulen 1987 mit 5 Sorten:
  - Gremie (Lolium perenne, früh)
  - Cropper (Lolium perenne, früh)
  - Vigor (Lolium perenne, spät)
  - Kämpe II (Phleum pratense)
  - Lema (Lolium multiflorum)

gemessen wurden:

- TM in jeder Zuwachswoche
- der BFI in jeder Zuwachswoche
- die phänologische Entwicklung zum Erntetermin
- die Triebdichte 1 Woche und 4 Wochen nach Aufwuchsbeginn
- der Gewichtsprozentanteil Blatt

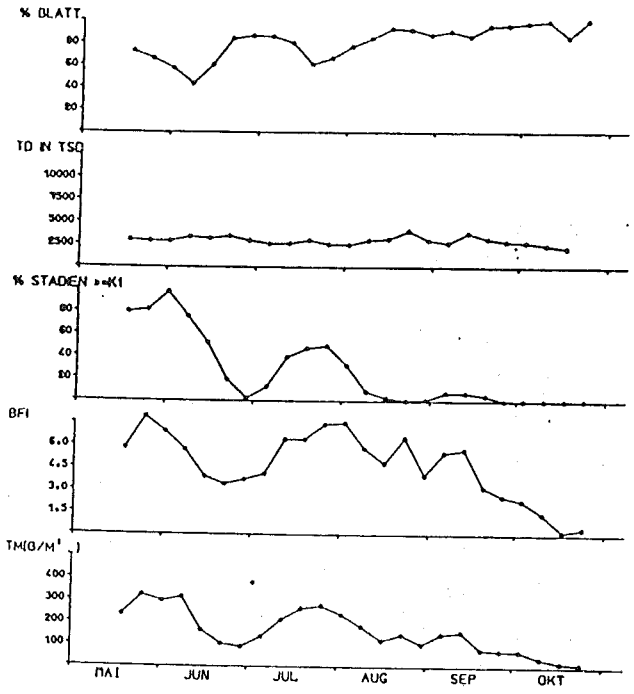


ABB.7: ERTRAGSPARAMETER KAEMPE II

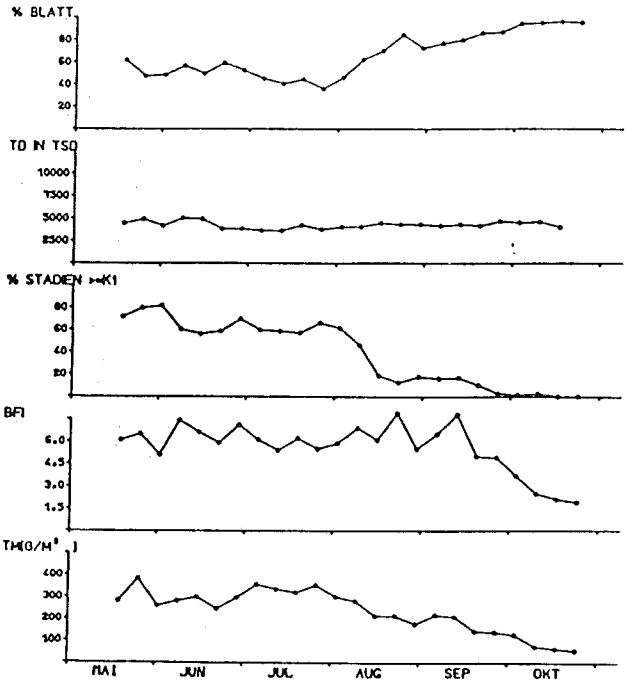


ABB.8: ERTRAGSPARAMETER LEMA

Ergebnisse der Modellbearbeitung

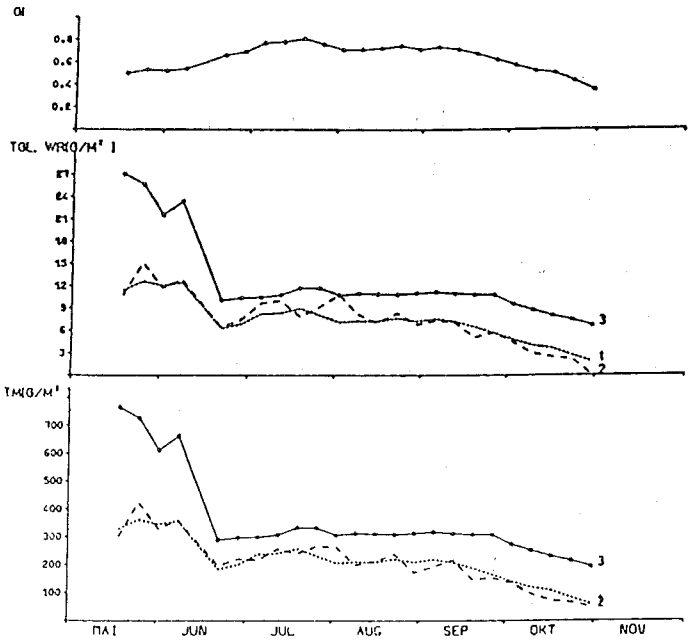


ABB.9: CROPPER - 1=BER., 2=GEM., 3=POT. WERTE

- Ermittelte TM-Zuwachsverläufe dienen der Berechnung von TM und WR in einem Zuwachsmodell

Abb. 10 gibt das Maß der Übereinstimmung zwischen dem berechneten und dem gemessenen Ertrag und die ermittelten Modellparameter für Cropper wider.

Ziel der Parameteroptimierung ist die Ertragssimulierung anderer FAO-Standorte.

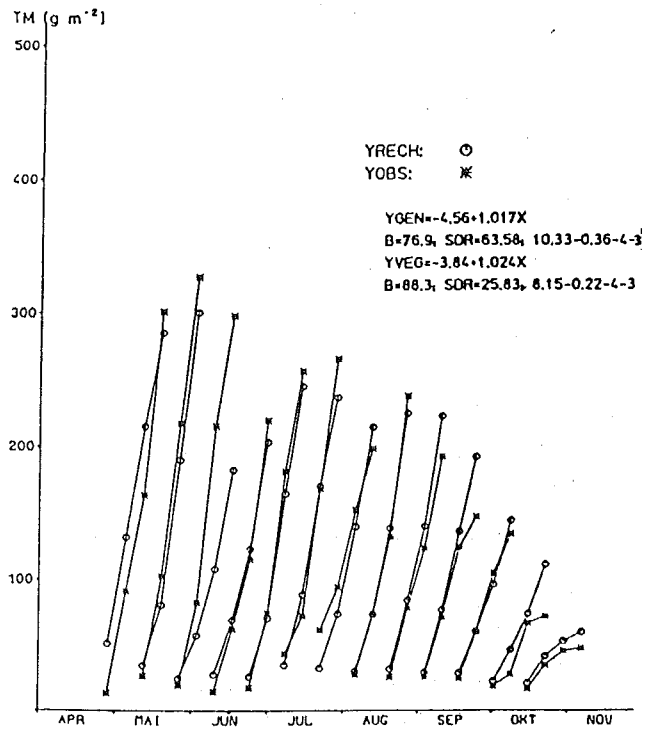


ABB.10: CROPPER 87-SR1,SR3

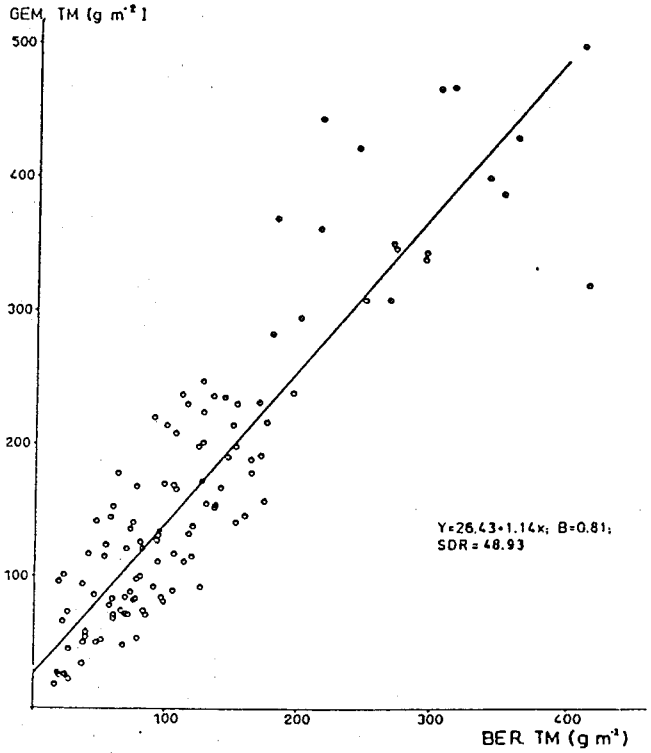


ABB.11: BEZIEHUNG ZWISCHEN GEM. UND BER. TM-ERTRÄGEN VON CROPPER (BRSCHW. 1982-1986)

Veränderung der Narbendichte von Dauergrünlandbeständen durch Mineralstickstoff- und Gülledüngung.[1]

Von B.Stratmann und W. Kühbauch

Einleitung:

In der Folge intensivierter Grünlandnutzung, die durch steigenden Kraftfutterverbrauch und größere Herden gekennzeichnet ist, entstehen erhebliche Güllemengen, die häufig wieder auf Grünlandflächen ausgebracht werden. In Abhängigkeit von Güllemenge, Konsistenz der Gülle und Witterung kommt es durch die Begüllung des Grünlandes zu Verätzung und/oder Erstickung vitaler Pflanzenmasse (VOIGLÄNDER und JACOB 1987) kurzfristig zu einer Beeinträchtigung der Assimilationsfläche und einem als "Gülleschock" (SCHECHTNER 1982) bezeichneten Vitalitätsverlust des Grünlandes. Regelmäßige und besonders überhöhte Güllegaben, z.B. auf hofnahem Grünland, können zur Ausbreitung typischer "Gülleunkräuter" führen. Die Bestände sind durch eine recht einseitige botanische Zusammensetzung und stets durch lückige Narben und damit durch nachlassende Tragfähigkeit gekennzeichnet. Die Narbendichte bzw. -lückigkeit ist somit ein wichtiges Kriterium für den Zustand des Grünlandes, dessen Beschreibung mit Schätzverfahren bzw. Bonituren (OPITZ v. BOBERFELD und SCHERHAG 1980; BUNDESSORTENAMT 1987) oder mit Triebdichtezählungen (ERNST 1979) erfolgt. Bonituren sind, da es sich um ordinalskalierte Daten handelt, nicht varianzanalytisch verrechenbar (KÖHLER et al. 1984).

Material und Methoden:

Standort:

geograph. Lage: Versuchsgut Rengen (Eifel Nähe Daun) der Uni Bonn, ca. 475 m über NN

---

[1] das Projekt wurde im Rahmen des Forschungsschwerpunktes "Umweltfreundliche und standortgerechte Landwirtschaft" von der Landesregierung NRW unterstützt. Die Autoren bedanken sich für die hierfür gewährte Unterstützung.

Klima:	Jahresdurchschnittstemperatur 7,5 °C, 800 mm Niederschlag
Grasnarbe:	Über 30 Jahre intensiv bewirtschaftete Mähweide mit 3 -4 Nutzungen pro Jahr. Hauptbestandsbildner: Lolium perenne, Dactylis glomerata, Poa pratense, Trifolium repens, Taraxacum officinale
Parzellen:	2 x 6 m, 4,5% und 18% Hangneigung

Düngungsvarianten:

Die Flächen werden betriebsüblich vier mal genutzt und nur während der Vegetationsperiode gedüngt. Die Düngerverteilung beginnt in der dritten Aprilwoche, die weiteren Teilgaben erfolgen unmittelbar nach der jeweiligen Schnittnutzung. Die ungedüngte Variante I dient als Kontrolle. Mit Variante II wird eine ausschließlich auf Gülle abgestellte Grünlanddüngung entsprechend einem GV-Besatz von ca. 3 GV/ha dargestellt. Variante III simuliert Gülledüngung in Betrieben mit überhöhter GV-Zahl, bzw. überhöhte Begüllung hofnahen Grünlands. Die Varianten IV stellt eine auf den Mittelgebirgsstandorten praxisnahe Düngung dar.

Tab. 1 Düngungsvarianten

Düngungsvariante	Aufwuchs 1	2	3	4	Gesamt-N (kg/ha)
	Min.-N/Gülle-N (kg/ha)				
I Kontrolle; keine Düngung	-/-	-/-	-/-	-/-	0
II 2 x 30 m³ Gülle	-/120	-/-	-/120	-/-	240
III 3 x 40 m³ Gülle	-/160	-/160	-/160	-/-	480
IV 200 min. N	60/-	50/-	50/-	40/-	200
V 200 min. N + 2 x 20 m³ Gülle	60/ 80	50/-	50/80	40/-	360

Ermittlung der Narbenlückigkeit:

Die Narbendichte bzw. -lückigkeit wird neben der üblichen Bonitur fotographisch auf Farbdiapositiven festgehalten.

Die fotographische Aufnahme der Flächen erfolgt mit der in Abb. 1 dargestellten Vorrichtung, die dazu dient, eine gleichmäßige Ausleuchtung der fotographierten 40 x 50 cm großen Fläche zu erreichen. Die so gewonnenen Diapositive werden mit Hilfe echtfarbentüchtiger quantitativer Bildanalyse auf ihren grünen Flächenanteil untersucht und damit der mit vitaler Pflanzenmasse bedeckte Anteil des Flächenausschnittes ermittelt.

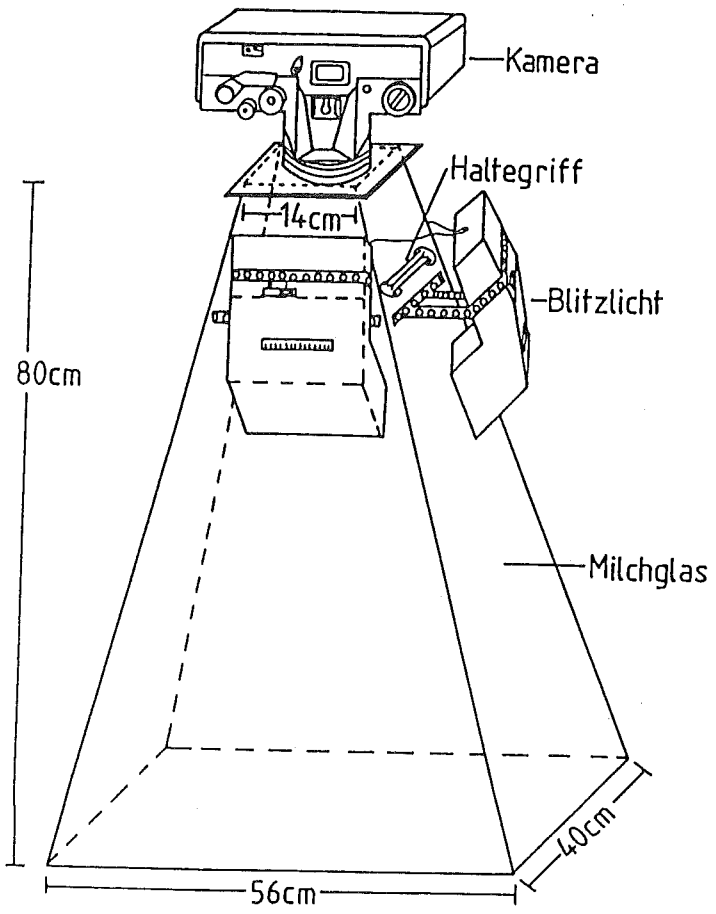


Abb. 1: Stativ (nach PETRY 1988)

Der Prozeß der Bildauswertung (PETRY u. KÜHBAUCH 1988) beginnt mit dem Abfilmen der Diapositive in einem Projektionskanal durch eine hochauflösende Drei-Röhren-Farbvideokamara. Die Videokamara

liefert der zentralen Rechnereinheit, einem IBM PC, ein Bild, in dem die Farbinformation des Dias in den roten, grünen und blauen Spektralbereich zerlegt ist. Die analoge Information für jeden der drei Spektralbereiche wird auf einer separaten Videospeicherkarte (Matrox PIP 1024) im PC digitalsiert und in Form von Grauwertstufen (0 - 255) zur weiteren Bildverarbeitung abgelegt.

Die Verarbeitung der als Grauwert für jeden Bildpunkt vorliegenden spektralen Information endet bei einem schwarzweiß Binärbild (Abb. 2) in dem lediglich Pflanzen (grüne Farbinformation) und Nichtpflanzen erfaßt sind.

Abb. 2: Binärbild mit den bei der Bildauswertung vom Rechner als "grün" erkannten Flächen aus Abb. 2

Ergebnisse:

In Abb. 3 sind über drei Termine des Versuchsjahres 1987 die prozentualen Flächenanteile an grüner Bildinformation dargestellt, die als Indikator für die Dichte der Narbe dient

(vergleiche Tab. 1). Die Niveauunterschiede zwischen den Terminen sind auf unterschiedliche Wiederaufwuchsdauer nach dem Schnitt zurückzuführen: Die Zeitspanne zwischen Schnitt und Fototermin betrug am 17.11.87 14 Tage, am 10.07.87 7 Tage, am 23.05.87 3 Tage. Auffällig ist die über alle Termine sehr ähnliche Abstufung der Düngungsverfahren hinsichtlich der Bodenabdeckung mit grüner Pflanzenmasse. Bei den Aufnahmen am 23.05. und 10.07. waren die mit "x" markierten Düngungsvarianten 3 Tage bzw. 5 Tage vor den Aufnahmeterminen begüllt worden.

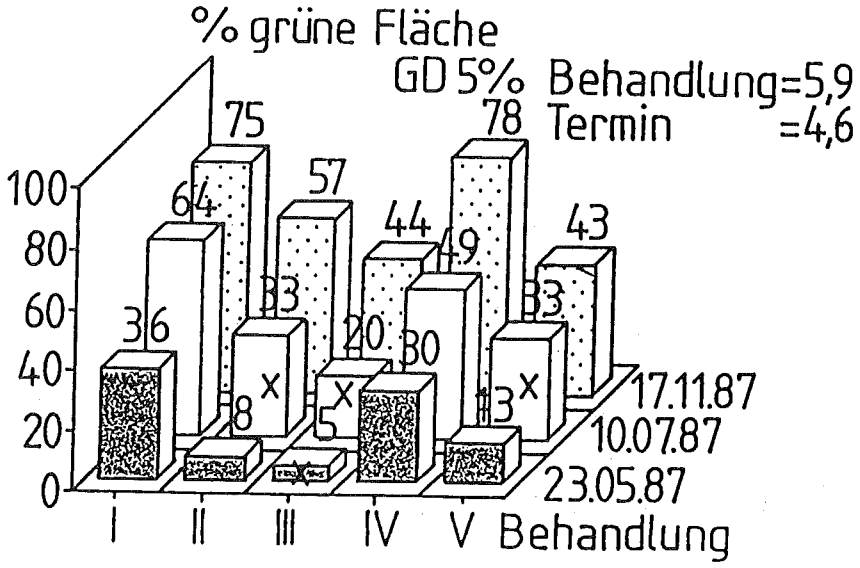


Abb. 3: An 3 Terminen gemessener prozentualer Anteil grüner Flächen der 5 Düngungsvarianten. Die mit "x" gekennzeichneten Flächen wurden kurz vor den Aufnahmen begüllt

Abb. 4 zeigt die erhebliche Beeinträchtigung der nutzbaren Assimilationsfläche durch Gülledüngung nach dem Schnitt des Wiederaufwuchses: Dargestellt sind die prozentualen Anteile der als grün erkannten Flächen direkt nach dem Schnitt (03.07.87) und nach 7 Tagen Wiederaufwuchs (10.07.87). In den nach dem Schnitt begüllten Varianten (II, III, V) war nach 7 Tagen noch kein Zuwachs grüner Blattfläche meßbar. Demgegenüber kam es in der Kontrollvariante (I) und besonders in den nur mit Mineralstickstoff gedüngten Parzellen (Variante IV) innerhalb von 7 Tagen zu einem signifikanten Zuwachs an grünem Flächenanteil.

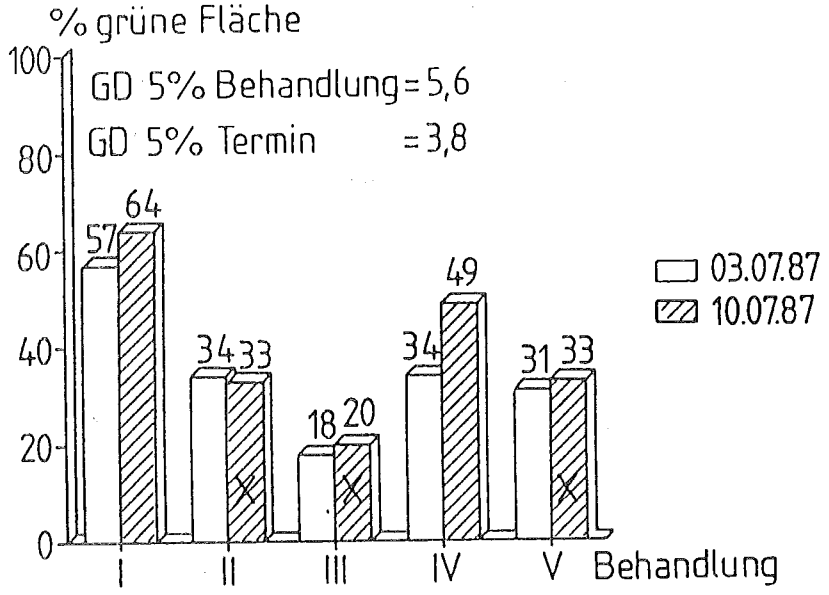


Abb. 4: Vergleich von direkt nach dem Schnitt ermittelten Restassimilationsflächen (03.07.87) und dem nach einer Woche Wiederaufwuchs am 10.07.87 meßbaren grünen Flächenanteil. Die mit "x" gekennzeichneten Flächen wurden kurz vor den Aufnahmen begüllt

Trotz der kleinen Beobachtungsflächen (0,56 x 0,4 m; Vorteil: auf engem Raum präzise Unterscheidung zwischen Boden und Pflanze), streuen die Ergebnisse nur geringfügig (vergl. Abb. 5 Mittelwerte der Einzelparzellen gleicher Düngungsstufe, Aufnahmetermin 17.11.87).

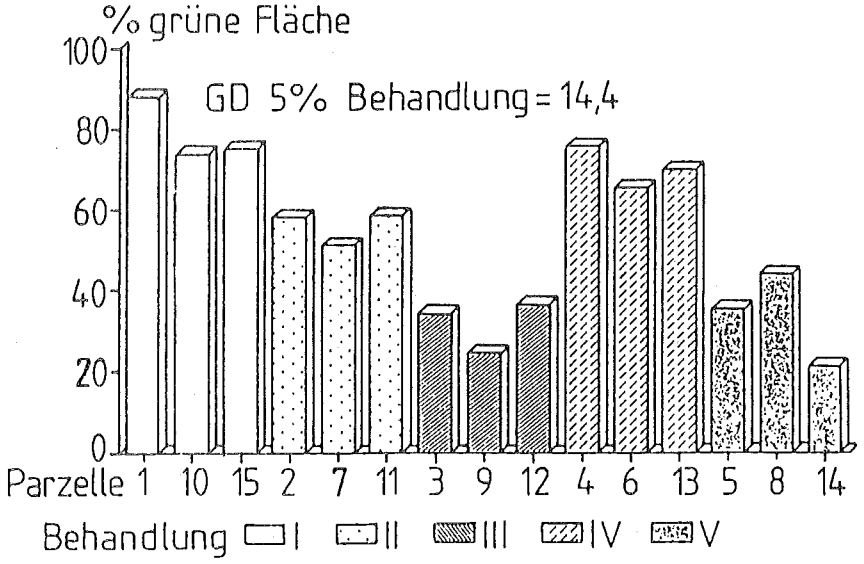


Abb. 5: Prozentualer Anteil grüner Fläche in den Einzelparzellen der Versuchskoppel N7. Die drei identisch schraffierten Flächen wurden jeweils gleich behandelt

Diskussion und Zusammenfassung:

Mit dem vorgestellten Bildanalyseverfahren kann der prozentuale Anteil grüner und nicht grüner Flächen, auf Farbdiapositiven entsprechen dem Anteil Pflanze und Boden bzw. Nichtpflanze extrahiert werden.

Im Gegensatz zu den üblichen Boniturverfahren erlaubt die Bildanalyse eine varianzanalytische Aufbereitung der Meßdaten und somit quantitative Aussagen zur Beschreibung der Narbenlückigkeit und ihrer zeitabhängigen Veränderung.

Begüllte Flächen hatten gegenüber einer Kontrolle ohne Düngung und einer Variante mit 200 kg N/ha als Mineralstickstoff signifikant größere Narbenlückigkeit. Kombinierte Düngung aus 2 x 20 m^3/ha Gülle mit 200 kg/ha Mineralstickstoff führte zu größeren Narbenlücken als eine zweimalige Gülledüngung mit 30 m^3 Rindergülle.

Die Gülledüngung direkt nach dem Schnitt verringerte die zur Verfügung stehende Restassimilationsfläche erheblich: Die direkt nach dem Schnitt vorhandene grüne Fläche wurde erst fünf Tage nach der Gülleausbringung wieder erreicht.

5. Literatur:

BUNDESSORTENAMT (Hrsg.), 19987:Beschreibende Sortenliste 1987 Gräser, Klee, Luzerne.

ERNST, P., 1979: Futterzuwachs und Narbendichte sowie Freßzeit der Tiere auf Umtriebs- und Intensiv Standweide. Vorträge und Beiträge zur Jahrestagung 1979 der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 45 - 61.

KÖHLER,W., G. SCHACHTEL, P. VOLESKE, 1984: Biometrie. Einführung in die Statistik für Biologen und Agrarwissenschaftler. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1984.

OPITZ v. BOBERFELD, W., H. SCHERHAG, 1980: Nachsaaten von Mähweiden in Abhängigkeit vom Verfahren und der Narbenbeschaffenheit. Z. Acker- u. Pflanzenbau, 149, 137 -147.

PETRY, W., W. KÜHBAUCH, 1988: Messung des Unkrautdeckungsgrades durch echtfarbentüchtige quantitative Bildanalyse. Kali - Briefe, (im Druck)

SCHECHTNER, G., 1982: Güllebelüftung und Güllezusätze. Der fortschrittliche Landwirt, 60, Sonderbeilage Heft 12, 1 - 3.

VOIGLÄNDER, G., H. JACOB, (Hrsg.), 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer 1987.

Einfluss der Höhe der mineralischen Stickstoffdüngung und der Gülledüngung auf den Nitratgehalt im oberflächennahen Bodenwasser eines voralpinen Grünlandstandortes

Standort:	Spitalhof bei Kempten
Höhenlage:	730 m über N.N.
Jahresniederschlag:	1290 mm
Jahrestemperatur:	7,0° C
Bodenart:	schluffiger Lehm
Bodentyp:	Parabraunerde - Pseudogley
Pflanzenbestand:	Weidelgrasweide
Laufzeit d. Untersuchungen:	ab 50. Jahreswoche 1982 bis 18. Jahreswoche 1987
Nutzung:	5 Schnitte/Jahr

Höhe der N-Düngung und Verteilung

Versuchs-glied	Mineraldüngung kg N/ha	Mineraldüngung Aufteilung	Gülledüngung kg N_t* /ha	Gülledüngung Aufteilung m^3 /ha
1	100	5 x 20	-	-
2	300	5 x 60	-	-
3	-	-	160	3 x 25 (1.,3.,5.Aufwuchs)
4	-	-	321	3 x 50 (")
5	-	-	481	3 x 75 (")

* Anteil NH_4 - N: 52 %

Bodenwasser

Absaugung mit Saugkerzenanlage nach CZERATZKI
Turnus: wöchentlich
Absaugtiefen: 20, 80, 130 cm
Messung der NO_3-Konzentration in mg/l Bodenwasser

Erträge und N-Bilanz

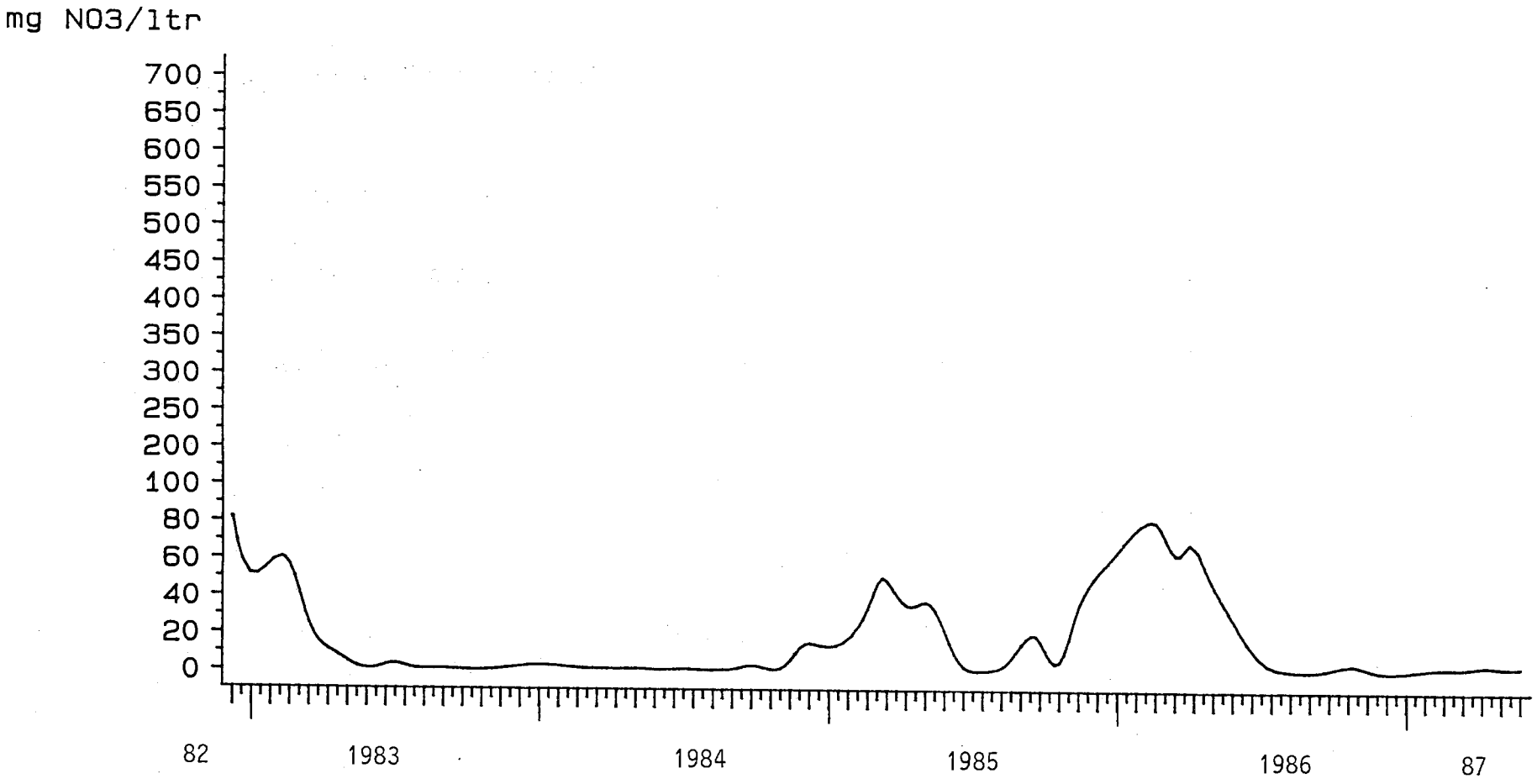
Versuchs-glied	Ertrag dt TM/ha 1983-86	N-Bilanz in kg/ha (Mittel der Jahre 1983 - 1986)		
		Zufuhr	Entzug	Bilanzverlust/-gewinn
1	120,9	100 (Min.N)	345	- 245
2	143,7	300 (Min. N)	434	- 134
3	125,6	160 (Gülle N_t)	330	- 170
4	132,9	321 (")	329	- 8
5	134,7	481 (")	349	+ 132

NO_3 - Konzentration in mg/l Bodenwasser in unterschiedlichen Bodentiefen in Abhängigkeit von der Düngung * - Mittel der Versuchsdauer -

Düngung	mg NO_3/l Bodenwasser Bodentiefe: 20 cm	80 cm	130 cm
5 x 20 kg N/ha	20	29	21
5 x 60 kg N/ha	89	118	121
3 x 25 m Gülle/ha	6	5	11
3 x 50 m Gülle/ha	4	5	8
3 x 75 m Gülle/ha	17	17	20

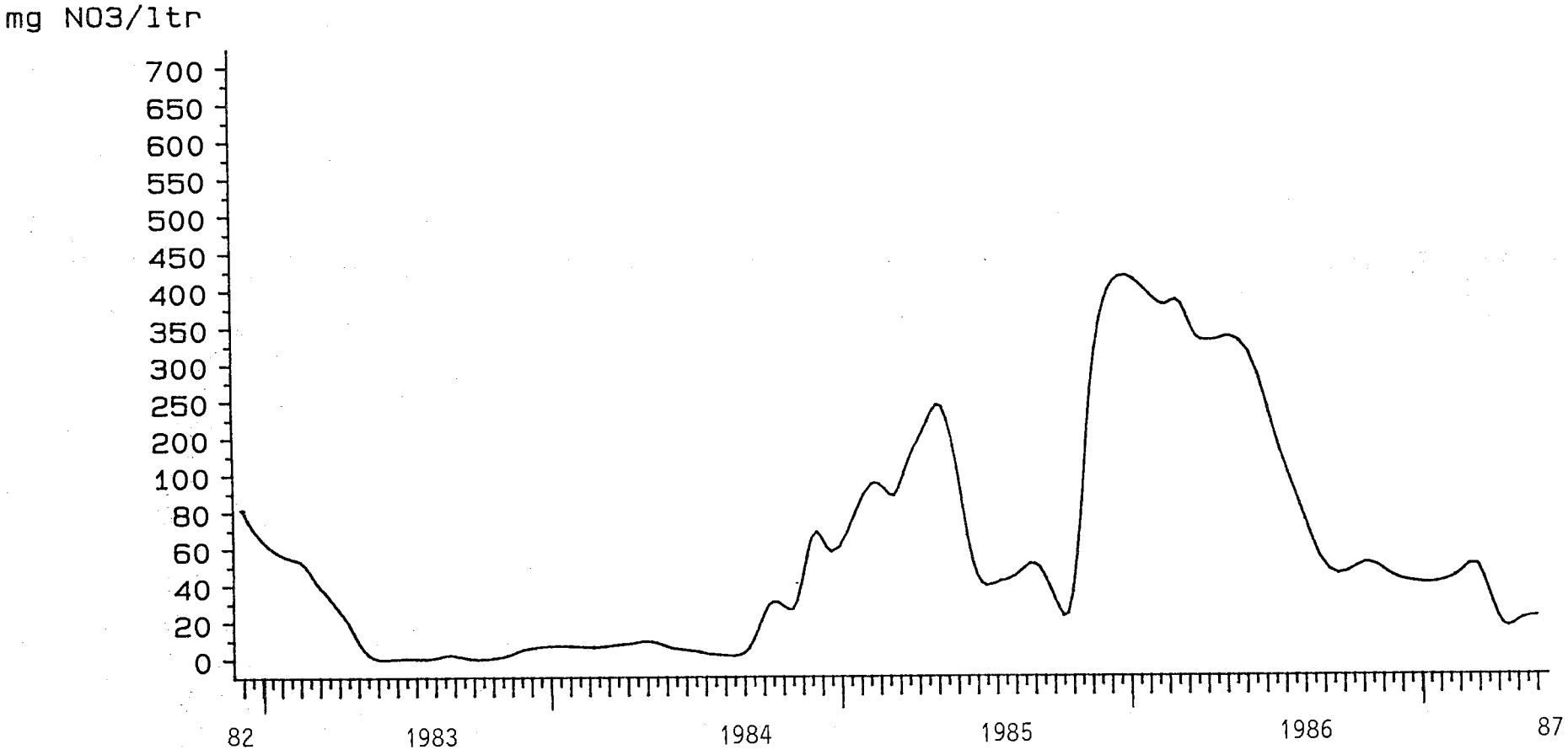
* Varianten ohne Weissklee

Spitalhof/Kempten



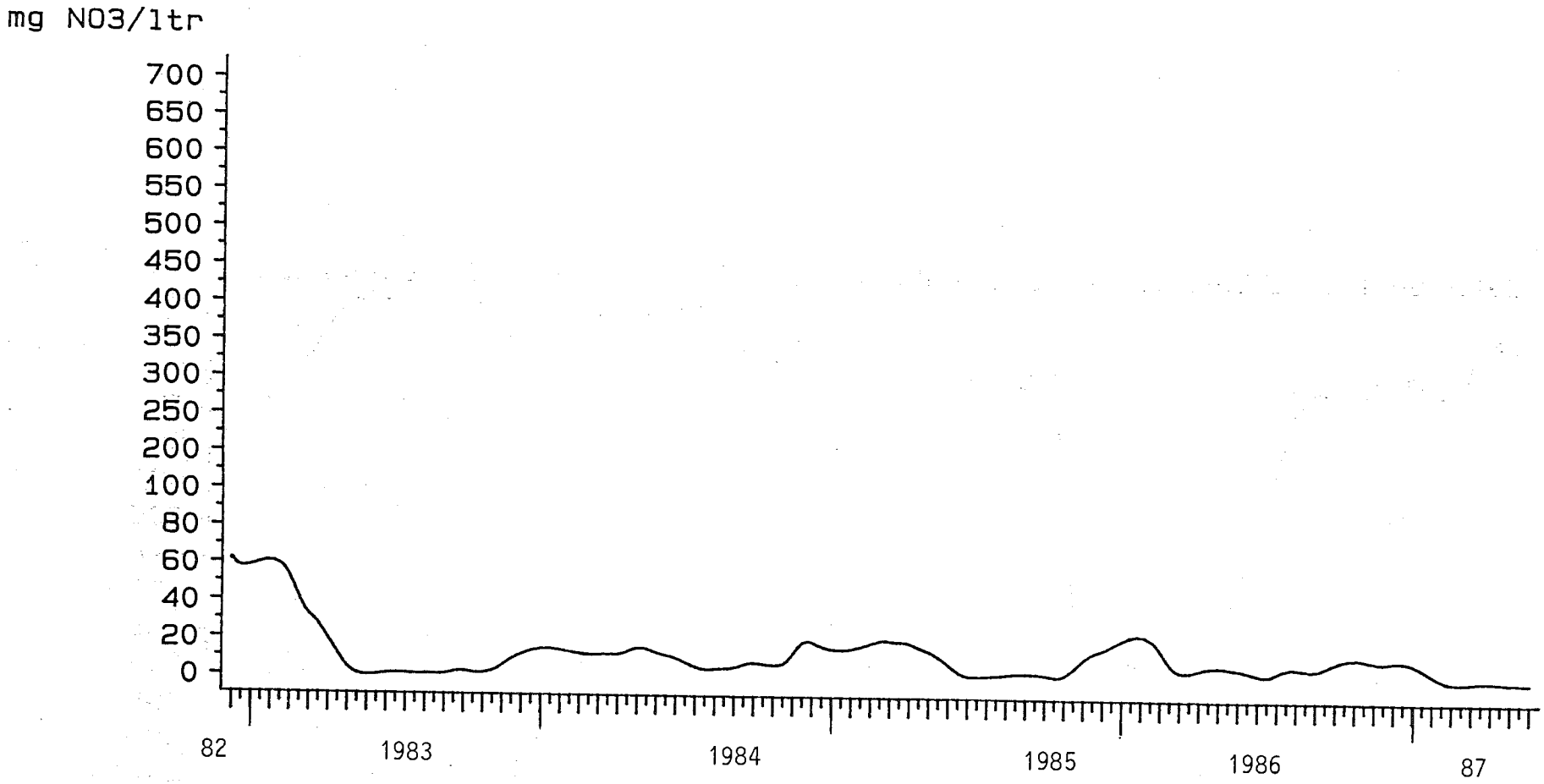
Nitratgehalt im Bodenwasser - Bodentiefe 130 cm
5*20 kg N , ohne Weißklee

Spitalhof/Kempten



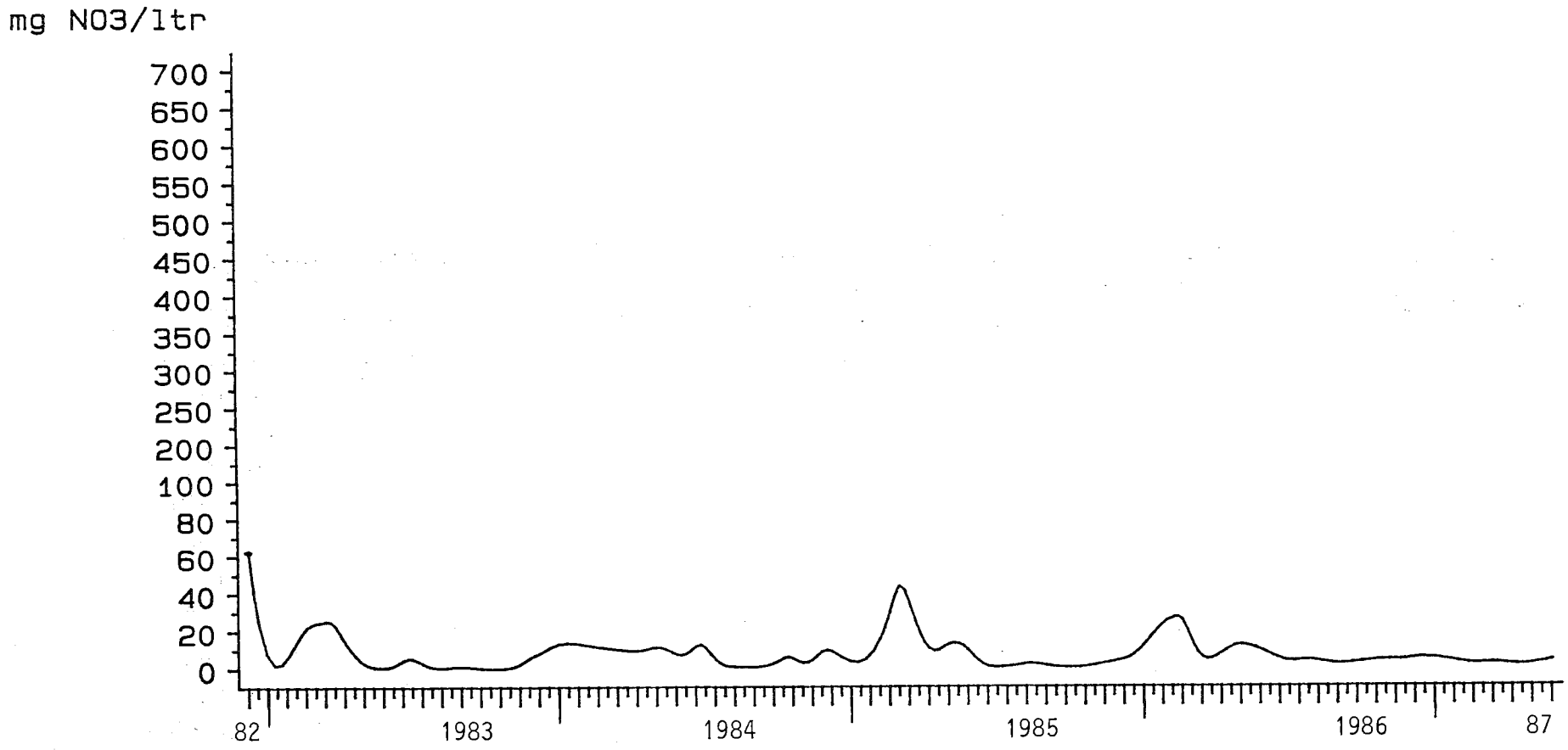
Nitratgehalt im Bodenwasser - Bodentiefe 130 cm
5*60 kg N , ohne Weißklee

Spitalhof/Kempten



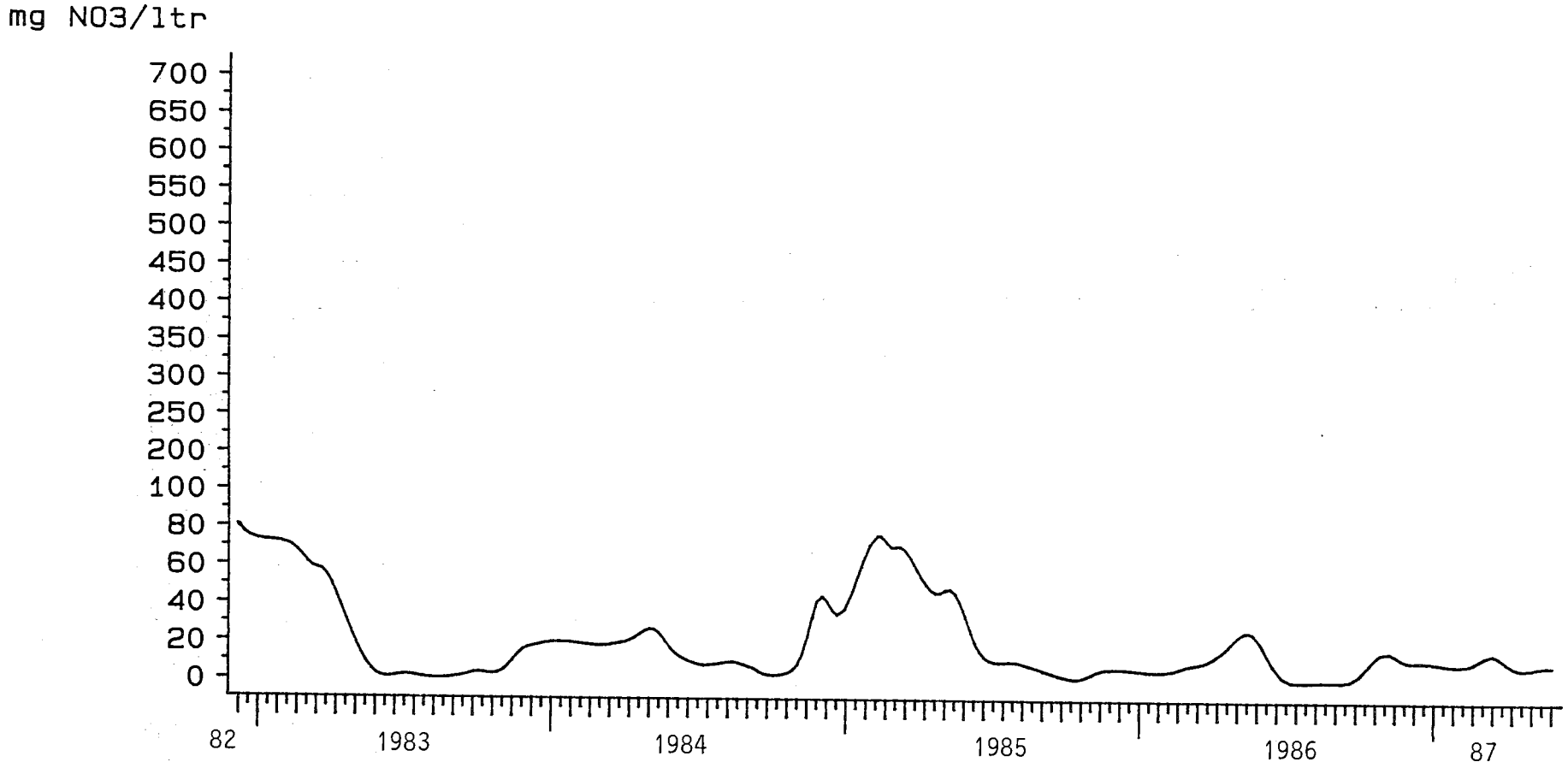
Nitratgehalt im Bodenwasser - Bodentiefe 130 cm
3*25 cbm Gülle , ohne Weißklee

Spitalhof/Kempten



Nitratgehalt im Bodenwasser - Bodentiefe 130 cm
3*50 cbm Gülle , ohne Weißklee

Spitalhof/Kempten



Nitratgehalt im Bodenwasser - Bodentiefe 130 cm
3*75 cbm Gülle , ohne Weißklee

Die wesentlichen Ergebnisse

1. Bis zu einer Aufwandmenge von 320 kg N_t beträgt der Wirkungsgrad des Gülle-N rd. 85 %.

2. Die Nitratkonzentration im Bodenwasser wird in hohem Masse von der Höhe der mineralischen Stickstoffdüngung beeinflusst. Trotz einer negativen N-Bilanz (-134 kg/ha) liegt bei einer min. N-Düngung von 300 kg/ha die Nitratkonzentration im Mittel der gesamten Versuchsdauer im Bereich von 90 bis 120 mg NO_3/l Bodenwasser.
   Die Spitzenwerte liegen im Bereich von 450 bis 500 mg NO_3/l.

3. Bei Nährstoffgleichheit liegen bei Gülledüngung gegenüber der min. N-Düngung wesentlich niedrigere NO_3-Werte im Bodenwasser vor. Mit einer N-Düngung von 480 kg über Gülle wurde der EG-Grenzwert von 50 mg NO_3/l Wasser nur einmal kurzfristig überschritten. Der Spitzenwert lag hier bei 90 mg NO_3/l Bodenwasser.

4. Nach diesen Ergebnissen führt eine ordnungsgemässe Gülledüngung mit Aufteilung in mehrere Einzelgaben, gleichmässiger Verteilung und Ausbringung nur während der Vegetation zu keiner Nitratbelastung des Bodenwassers.

5. Ein Zusammenhang zwischen N-Bilanz und Nitratgehalt kann ohne Berücksichtigung der Düngerart (Mineraldünger oder Gülle) nicht festgestellt werden.

Aus der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Abt. 4 Grünland- und Futterbauforschung, Kleve-Kellen

Ansaatmischungen mit diploiden und tetraploiden Sorten des Deutschen Weidelgrases im Vergleich zu altem Dauergrünland

Clara Berendonk

Versuchsbeschreibung

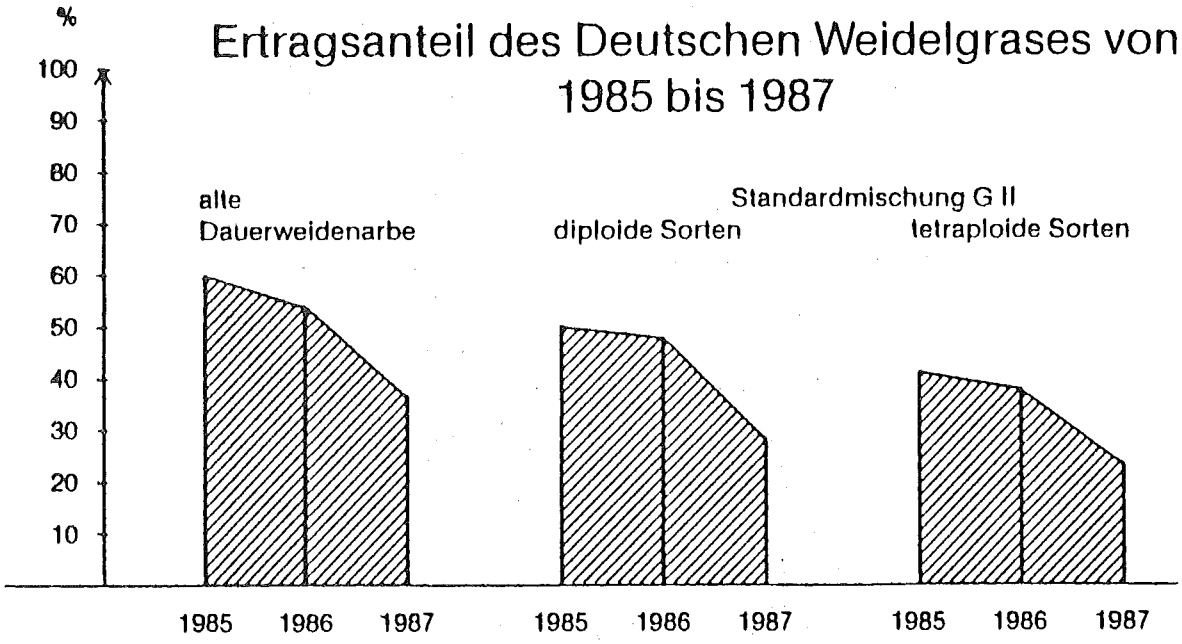
Standort:	Kleve-Kellen, Brauner Auenboden, 69 Bodenpunkte
Versuchsdauer:	1984 - 1987
N-Düngung:	60 kg/Schnitt
Schnitthäufigkeit:	5 - 6/Jahr
Varianten:	1 = alte Dauerweidenarbe
	2 = 30 kg/ha Standardmischung G II mit diploiden Sorten des Deutschen Weidelgrases (Gremie, Lihersa, Vigor)
	3 = 40 kg/ha Standardmischung G II mit tetraploiden Sorten des Deutschen Weidelgrases (Bastion, Bonita, Condesa)

Ergebnisse

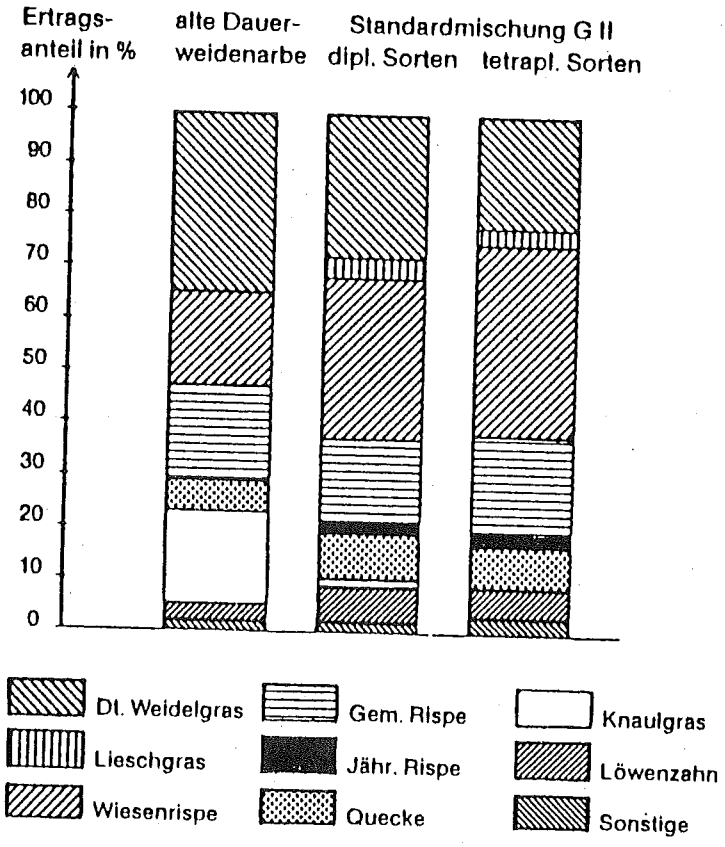
Der höchste Ertragsanteil des Deutschen Weidelgrases in der Variante "alte Dauerweide" zeigt, daß die alten Ökotypen an Standort und Art der Bewirtschaftung am besten angepaßt sind. Das spricht dafür, bei Grünlandverbesserungsmaßnahmen die an den Standort angepaßten Ökotypen zu erhalten.

Die tetraploiden Sorten zeichnen sich gegenüber den diploiden durch eine geringere Konkurrenzfähigkeit aus; unter der gegebenen Bewirtschaftung (Schnitt im Weiderhythmus) wird ihr Anteil vor allem durch Wiesenrispe ausgeglichen.

Das Ertragsniveau wurde im Versuch stark von der Jahreswitterung beeinflußt, nicht von der Pflanzenbestandszusammensetzung.


Ertragsanteil des Deutschen Weidelgrases von 1985 bis 1987
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
alte Dauerweidenarbe
Standardmischung G II
diploide Sorten
tetraploide Sorten
1985
1986
1987
1985
1986
1987
1985
1986
1987

Zusammensetzung des Pflanzenbestandes der alten Dauerweidenarbe und von Neuansaaten der Standardmischung G II mit diploiden und tetraploiden Sorten des Deutschen Weidelgrases bei Versuchsende am 30. 4. 87.



Ertrag und Trockensubstanzgehalt in Ansaatmischungen mit diploiden und tetraploiden Sorten des Deutschen Weidelgrases im Vergleich zu altem Dauergrünland

Variante		alte Dauer-weidenarbe	Standardmischung G II dipl. Sorten	Standardmischung G II tetrapl. Sorten	Mittel
TM dt/ha	1985	146	148	149	148
	1986	86	85	84	85
	1987	94	94	93	94
	Mittel	109	109	109	109
TS-Gehalt in %	1985	14,8	14,7	14,8	14,8
	1986	17,6	18,0	17,8	17,8
	1987	16,1	16,4	16,2	16,2
	Mittel	16,2	16,4	16,3	16,3

Aus der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Abt. 4 Grünland- und Futterbauforschung, Kleve-Kellen

Konkurrenzverhalten von Sorten des Deutschen Weidelgrases

Clara Berendonk

Versuchsbeschreibung

Versuch a: Aussaat des Deutschen Weidelgrases in Mischung mit Knaulgras

Aussaat:	24.5.85
Saatstärke:	8 kg Knaulgras + 20 kg Dt. Weidelgras
Nutzung:	5 Schnitte/Jahr
Düngung:	1. Schnitt 80 kg N/ha, weitere Schnitte 60 kg N/ha
Knaulgrassorte:	Baraula

Versuch b: Nachsaat des Deutschen Weidelgrases in einem Lieschgrasbestand

Nachsaat:	27.3.84
Saatstärke:	25 kg/ha
Nutzung:	Standweide
Düngung:	1 kg N/Tag
Lieschgrassorte:	Dolema

Standort: Kleve-Kellen, Brauner Auenboden, 69 Bodenpunkte

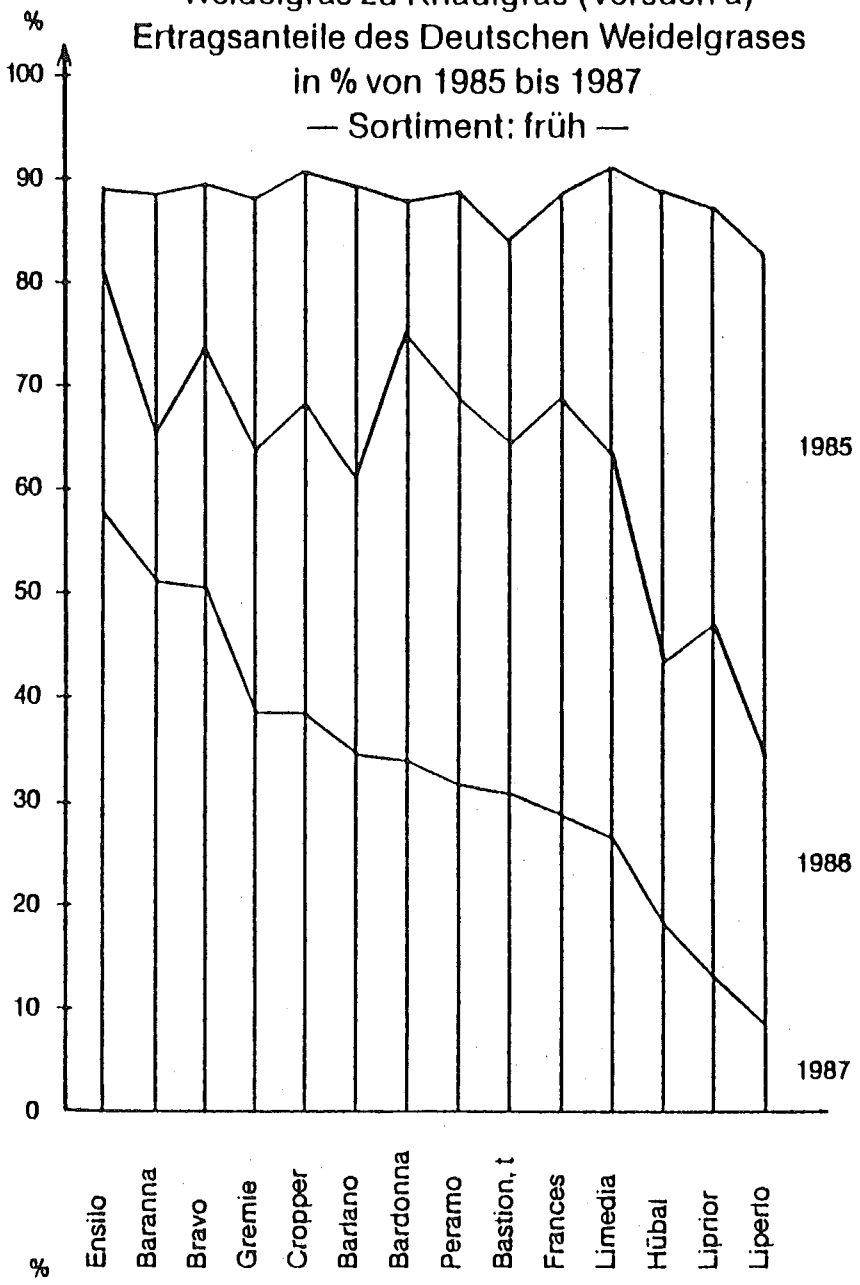
Ergebnisse

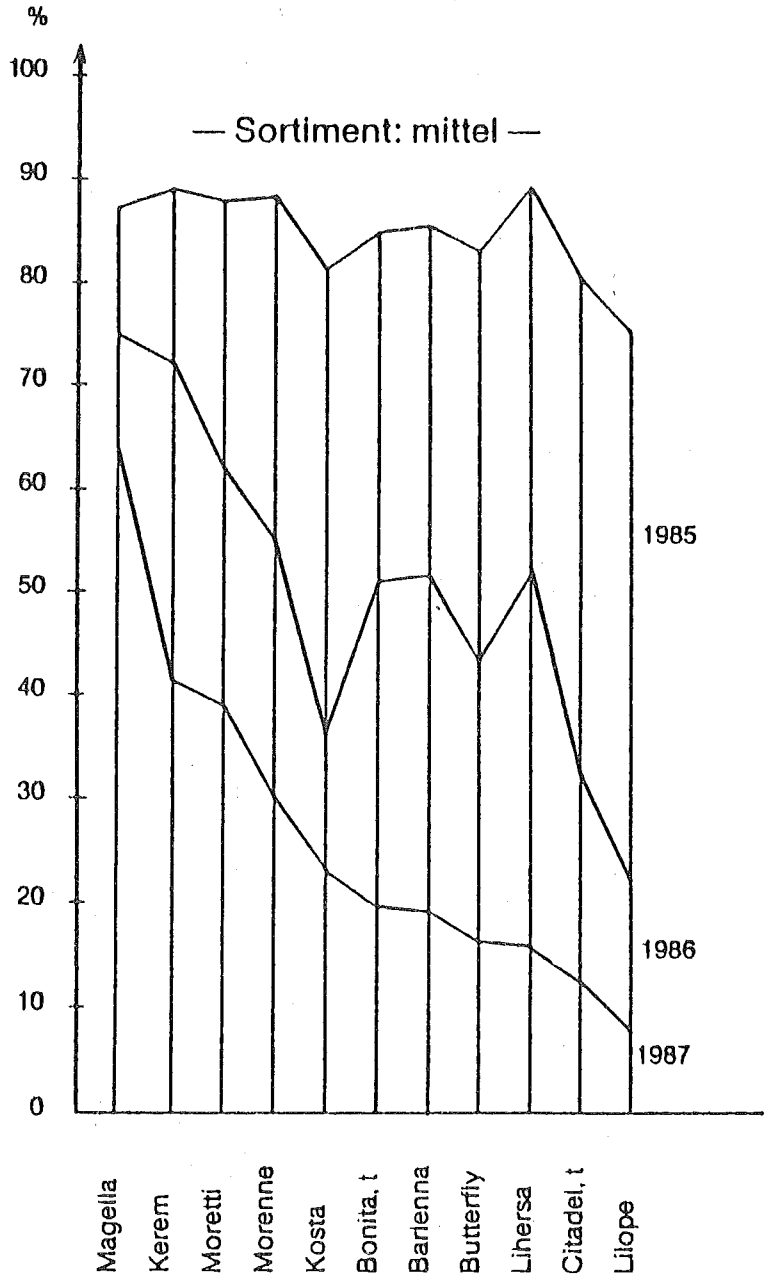
- Bei der Aussaat von Deutschem Weidelgras in Mischung mit Knaulgras nahm der Anteil des Deutschen Weidelgrases in allen drei Sortimenten vom ersten zum dritten Jahr hin kontinuierlich ab. Die stärkste Differenzierung im Konkurrenzverhalten war im dritten Jahr gegeben mit einem Anteil des Deutschen Weidelgrases von 72 Prozent bei der konkurrenzstärksten Sorte und 8 Prozent bei der konkurrenzschwächsten Sorte.

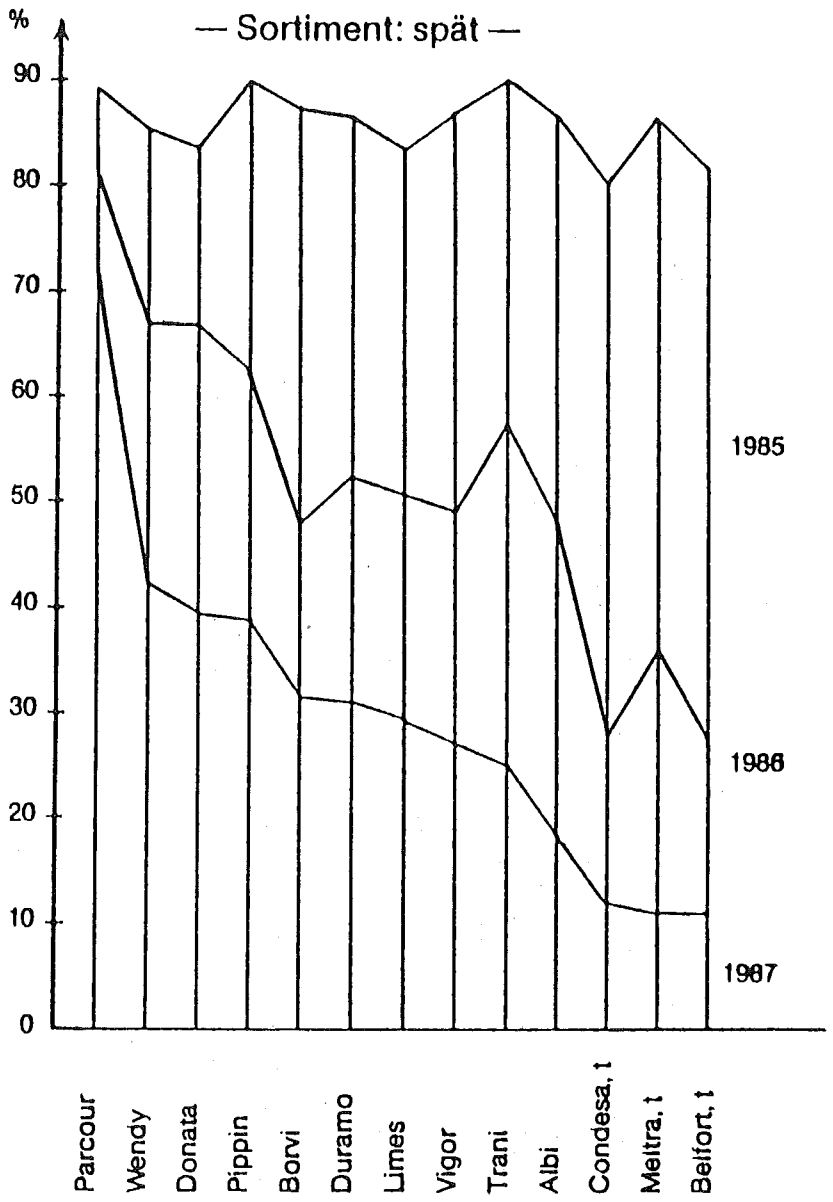
- Bei der Nachsaat des Deutschen Weidelgrases in einen Lieschgrasbestand deutete sich bereits im ersten Jahr eine Differenzierung im Konkurrenzverhalten der Sorten an, die sich bei steigendem Ertragsanteil des Deutschen Weidelgrases bis zum letzten Versuchsjahr hin verstärkte.

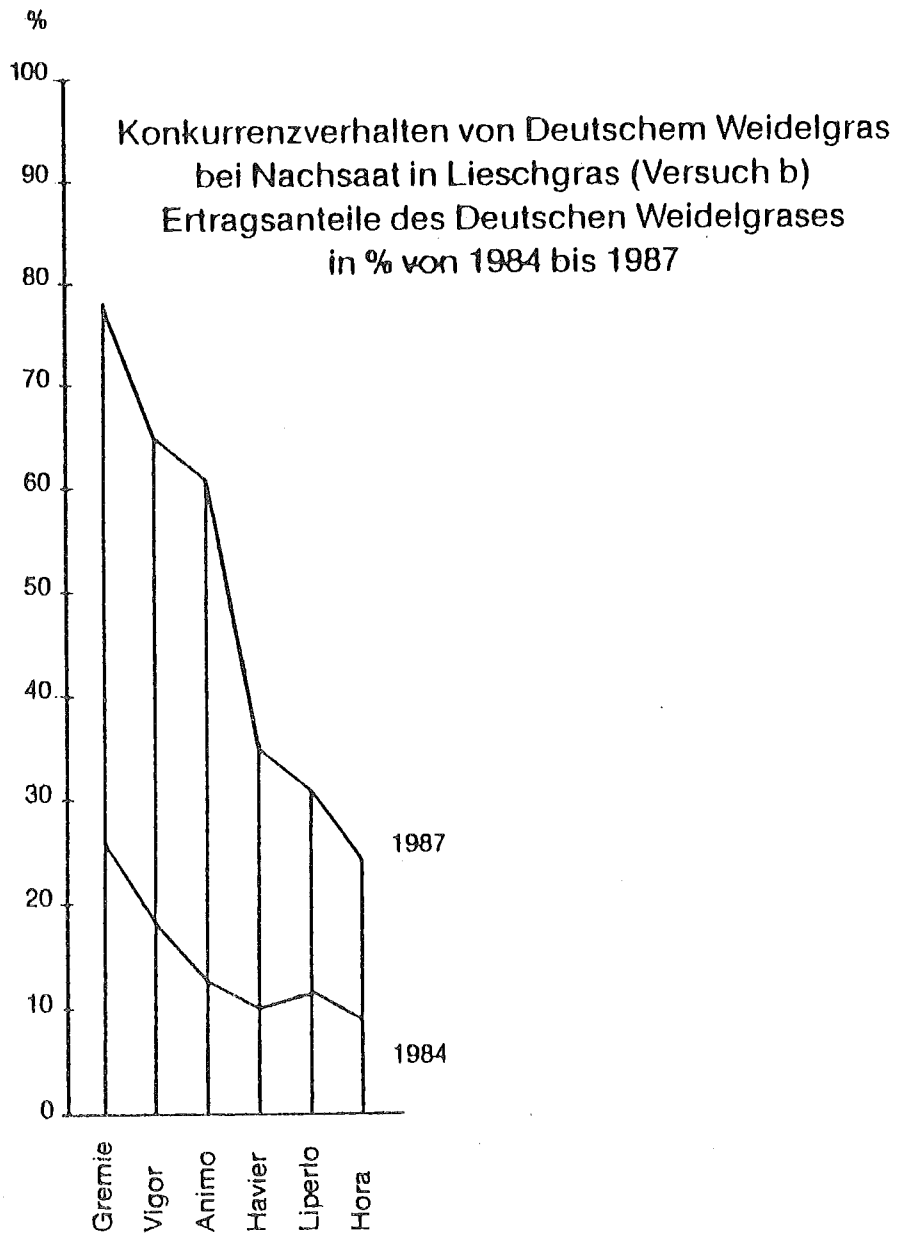
- Der Vergleich beider Prüfmethoden zeigte, daß sowohl bei gleichzeitiger Aussaat in einer Mischung als auch bei Nachsaat in einen etablierten Bestand weitgehend die gleiche Rangfolge in der Konkurrenzfähigkeit der Sorten besteht. Die Ergebnisse der methodisch einfacheren Prüfung des Konkurrenzverhaltens bei Aussaat in Mischung können daher auch für die Beurteilung der Nachsaateignung von Sorten herangezogen werden.

Konkurrenzverhalten von Deutschem Weidelgras zu Knaulgras (Versuch a)
Ertragsanteile des Deutschen Weidelgrases in % von 1985 bis 1987
— Sortiment: früh —

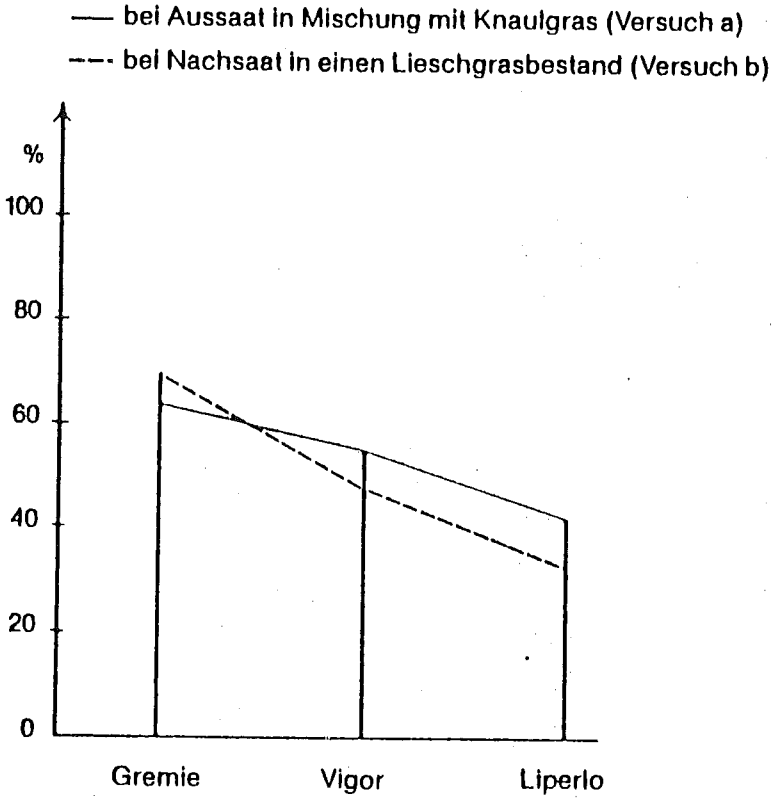



%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
— Sortiment: mittel —
1985
1986
1987
Magella
Kerem
Moretti
Morenne
Kosta
Bonita, t
Barlenna
Butterfly
Lihersa
Citadel, t
Lilope


— Sortiment: spät —
%
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1985
1986
1987
Parcour
Wendy
Donata
Pippin
Borvi
Duramo
Limes
Vigor
Trani
Albi
Condesa, t
Meltra, t
Belfort, t


%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Konkurrenzverhalten von Deutschem Weidelgras
bei Nachsaat in Lieschgras (Versuch b)
Ertragsanteile des Deutschen Weidelgrases
in % von 1984 bis 1987
1987
1984
Gremie
Vigor
Animo
Havier
Liperlo
Hora

Vergleich der Ertragsanteile des
Deutschen Weidelgrases in % im Mittel
der Jahre 1985 bis 1987



Aus der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Abteilung Grünland- und Futterbauforschung, 4190 Kleve-Kellen

Einjährige Untersuchungen zur Nitratverlagerung im Boden nach Grünlandumbruch im Frühjahr

Petra Mertens* und Pierre Ernst

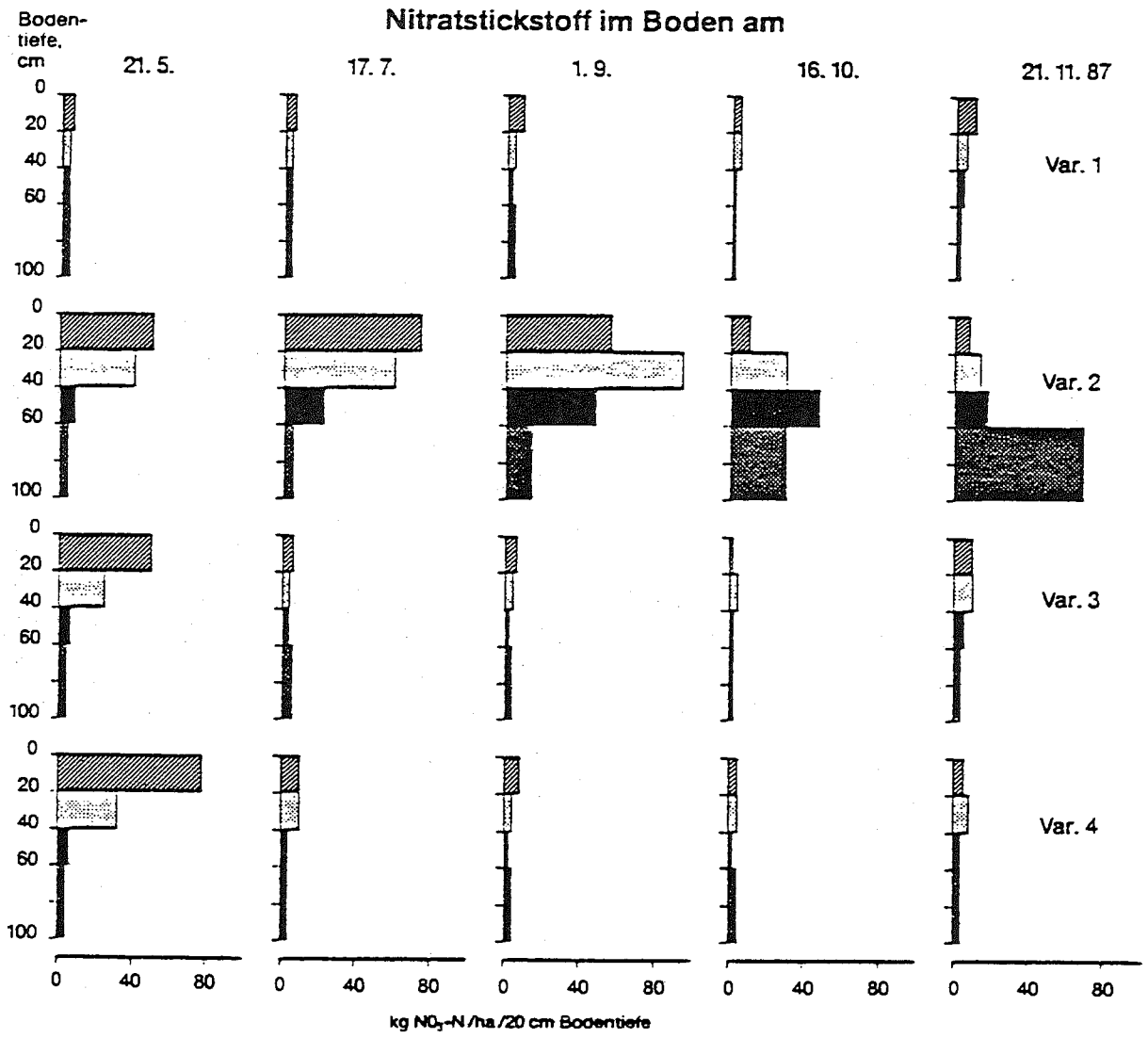
*Gesamthochschule Kassel - Universität, Fachbereich Landwirtschaft Witzenhausen, Prof. Dr. P. Stamp

Versuchsbeschreibung:

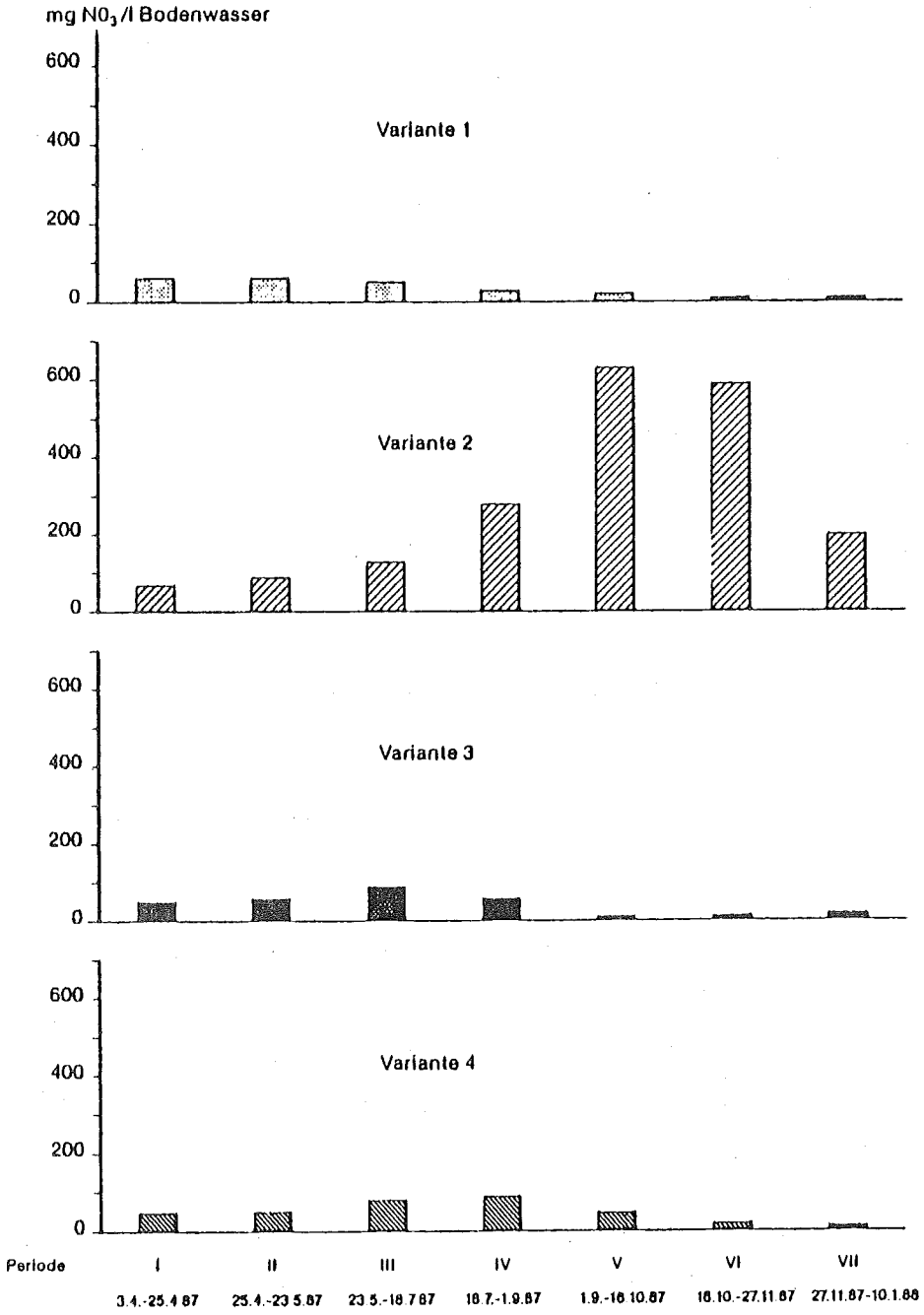
Standort:	Riswick, Kreis Kleve; 15 m über NN, Brauner Auenboden, lehmiger Sand, Grünlandzahl 58
Pflanzengesellschaft:	Typische Weidelgrasweide
Versuchsanlage:	Blockanlage mit 2 Wiederholungen; Parzellengröße 70 m² je Parzelle 2 Saugkerzen in 60 cm Tiefe
Versuchsdauer:	1987 bis auf weiteres
Schnitthäufigkeit:	5 Nutzungen/Jahr
Varianten:	1: Altes Dauergrünland, 300 kg N/ha 2: Grünlandumbruch, Schwarzbrache 3: Grünlandumbruch, Neuansaat, ohne N 4: Grünlandumbruch mit Neuansaat, 300 kg N/ha

Stickstoffdüngung, Trockenmasseertrag und Stickstoffentzug, 1987

	N-Düngung kg/ha	TM-Ertrag dt/ha	N-Gehalt im Aufwuchs % i.d. TM	N-Entzug kg/ha
Var. 1	300	140	2,7	380
Var. 2	-	-		
Var. 3	-	94	3,3	312
Var. 4	240	109	3,4	367


Nitratstickstoff im Boden am
Boden-
tiefe,
cm
21. 5.
17. 7.
1. 9.
16. 10.
21. 11. 87
Var. 1
Var. 2
Var. 3
Var. 4
0
20
40
60
100
0
40
80
kg NO_3-N/ha/20 cm Bodentiefe

Mittlerer Nitratgehalt im Bodenwasser in 60 cm Bodentiefe



Sickerwassermenge, Nitratkonzentration und Verlagerung von Nitratstickstoff unterhalb von 60 cm Bodentiefe vom 26.03. - 27.11.1987

Variante	Sicker-wasser-menge* mm	mittlere Nitrat-konzen-tration** mg NO_3/l	Verlagerung von Nitrat-stickstoff kg NO_3-N/ha
1	164,2	22,68	8,4
2	164,2	511,18	189,3
3	164,2	23,22	8,6
4	164,2	36,72	13,6

* nach klimatischer Wasserbilanz

** im Bodenwasser in 60 cm Bodentiefe

Ergebnisse:

Grünlandumbruch im Frühjahr 1987 führte

- ab Ende Mai zu einer Erhöhung der Nitratgehalte im Boden (0 - 100 cm) und im Bodenwasser (60 cm)

- bis Ende November bei gelungener Neuansaat (ohne und mit Stickstoff) zu einer nur geringfügig höheren Nitratverlagerung als auf altem Dauergrünland (mit Stickstoff)

- bis Ende November auf Schwarzbrache (ohne Neuansaat) zu einer hohen Nitratverlagerung

Schlußfolgerung:

Die einjährigen Ergebnisse geben den Hinweis, daß eine mißlungene Neuansaat nach Grünlandumbruch im Frühjahr bei einer mehrwöchigen Schwarzbrache in Wasserschutzgebieten eine Gefahr durch erhöhte Nitratbelastung des Trinkwassers darstellt.

Aus der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Abteilung Grünland- und Futterbauforschung, 4190 Kleve-Kellen

Einfluß von Verdünnung und Nachregnen auf die Wirkung von Güllestickstoff auf Dauergrünland

Hildegard Hansen* und Pierre Ernst

*Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Prof. Dr. W. Kühbauch

Versuchsbeschreibung:

Standort:	Riswick, Kreis Kleve; 15 m über NN, Brauner Auenboden, lehmiger Sand, Grünlandzahl 58
Pflanzengesellschaft:	Typische Weidelgrasweide
Versuchsanlage:	Blockanlage mit 4 Wiederholungen
Versuchsdauer:	1985 bis auf weiteres
Schnitthäufigkeit:	5 Nutzungen/Jahr

Varianten:

1 : 180 kg miner. N/ha; ohne Gülle
2.1: 180 + 120 kg miner. N/ha; ohne Gülle
2.2: 180 kg miner. N/ha + 2 x 30 m^3/ha Vollgülle
2.3: 180 kg miner. N/ha + 2 x 60 m^3/ha verdünnte Gülle (Verdünnung 1:1)
2.4: 180 kg miner. N/ha + 2 x 30 m^3/ha Vollgülle, Nachregnen mit 2 x 30 m^3/ha Wasser
3.1: 180 + 240 kg miner. N/ha; ohne Gülle
3.2: 180 kg miner. N/ha + 2 x 60 m^3/ha Vollgülle
3.3: 180 kg miner. N/ha + 2 x 120 m^3/ha verdünnte Gülle (Verdünnung 1:1)
3.4: 180 kg miner. N/ha + 2 x 60 m^3/ha Vollgülle, Nachregnen mit 2 x 60 m^3/ha Wasser

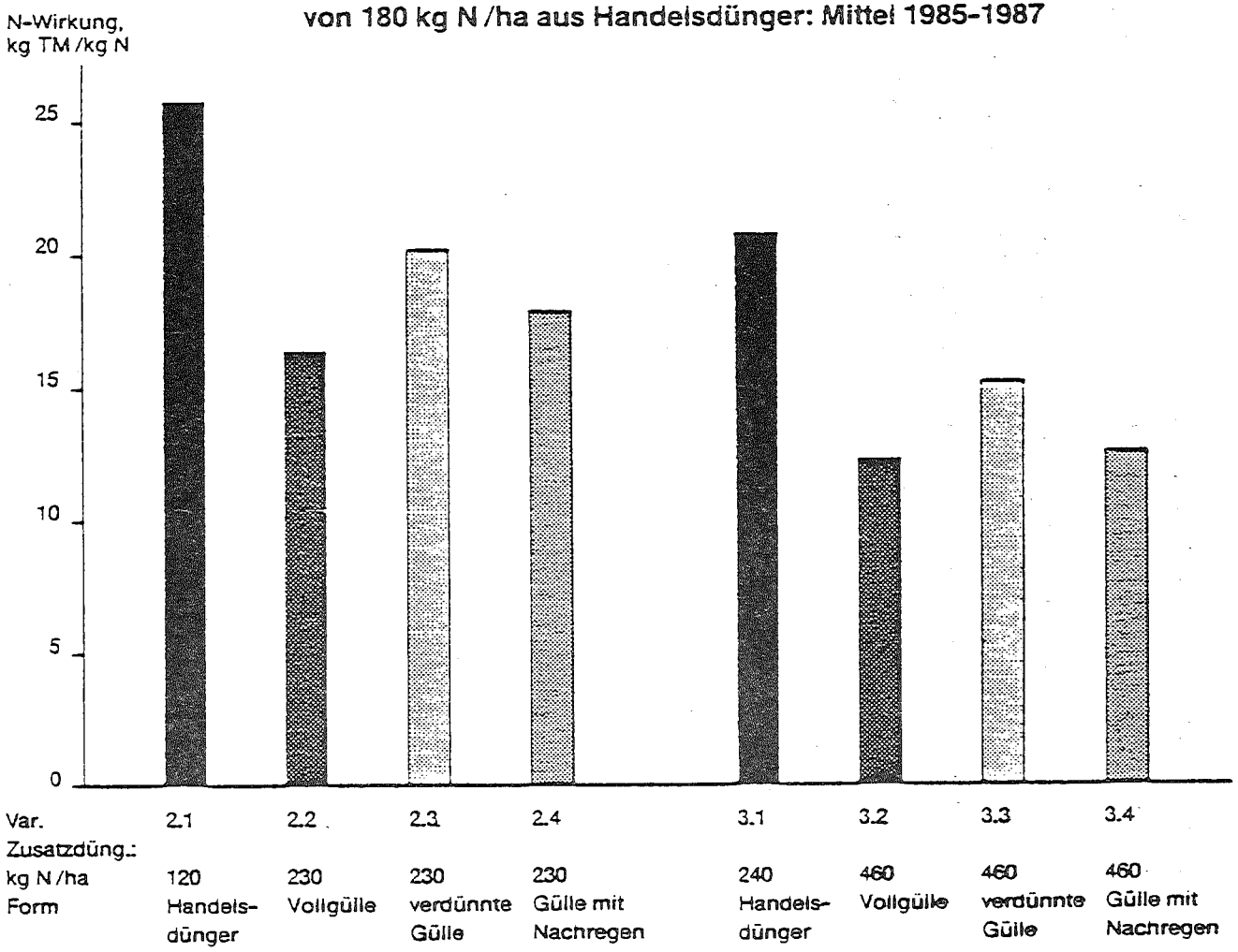
Stickstoffdüngung je Aufwuchs und Trockenmasseertrag
(Mittel 1985 - 1987)

Varianten	miner. N kg/ha	Stickstoffdüngung Gülle-N kg/ha	Trocken-masseertrag dt/ha
1	-/60/ -/60/60		94,0
2.1	60/60/60/60/60		125,0
2.2	-/60/ -/60/60	114/-/116/-/-	131,6
2.3	-/60/ -/60/60	114/-/116/-/-	140,2
2.4	-/60/ -/60/60	114/-/116/-/-	135,0
3.1	120/60/120/60/60		143,8
3.2	-/60/ -/60/60	228/-/232/-/-	149,9
3.3	-/60/ -/60/60	228/-/232/-/-	163,7
3.4	-/60/ -/60/60	228/-/232/-/-	151,7

Bedeckung der Grasnarbe (Mittel aus 5 Terminen)

Bei 30 m³/ha Vollgülle:	Bei 60 m³/ha Verdünnte Gülle:	Bei 30 m³/ha Vollgülle und: Nachregnen mit 30 m³/ha Wasser
23 %	15 %	15 %
Bei 60 m³/ha Vollgülle:	Bei 120 m³/ha Verdünnte Gülle:	Bei 60 m³/ha Vollgülle und: Nachregnen mit 60 m³/ha Wasser
53 %	39 %	32 %

Wirkung einer zusätzlichen Stickstoffdüngung aus Handelsdünger, Vollgülle, verdünnter Gülle und Gülle mit Nachregen bei einer Basisdüngung von 180 kg N /ha aus Handelsdünger: Mittel 1985-1987



Ergebnisse von drei Versuchsjahren:

- Die N-Wirkung von Rindergülle betrug im Mittel 62 % im Vergleich zu Handelsdünger-N.

  Sie wurde

  - durch Nachregnen im Mittel von 62 % auf 65 % und
  - durch Verdünnung im Mittel von 62 % auf 75 % verbessert

- Die Bedeckung der Grasnarbe mit Gülle war bei Nachregnen und Verdünnung deutlich geringer als die Bedeckung bei Ausbringung von Vollgülle; die bisherigen Ergebnisse ergaben nur geringe Unterschiede bei der Narbenbedeckung zwischen beiden Behandlungen.

Teilnehmerliste der 32. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften vom 1. bis 3. Sept. 1988 in Eckernförde/Kiel

Anger, M., Dipl.-Ing. agr.	Justus-Liebig-Universität Gießen Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II -Grünlandwirtschaft u. Futterbau-, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Arens, R., Prof. Dr.	Hessische Lehr- u. Forschungsanstalt f. Grünlandwirtschaft und Futterbau Schloß Eichhof, 6430 Bad Hersfeld
Bartels, R., Dr.	Niedersächsisches Landesamt f. Bodenforschung, Friedrich-Mißler-Str. 46, 2800 Bremen 1
Bayer, W., Dr.	Rohnsweg 56, 3400 Göttingen
Becker, M.	Lehrstuhl f. Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Beckhoff, J., Dr.	Landesanstalt f. Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Zum Breijpott 15, 4190 Kleve-Kellen
Benke, M., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel 1
Berendonk, C., Dr.	Landesanstalt f. Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Zum Breijpott 15, 4190 Kleve-Kellen
Beuster, Lothar	Biologische Station Zwillbrock, Zwillbrock 10, 4426 Vreden
Beyer, S.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Blattmann, W., Dr.	Haberweg 9, 3300 Braunschweig
von Borstel, U., Dr.	Landwirtschaftskammer Hannover, Johannssenstr. 10, 3000 Hannover
Bracker, H.H., Dr.	Mühlenstr. 11, 2383 Bollingstedt
Brand, M., Dr.	Institut f. Tierernährung und Futtermittelkunde d. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Brauer, D.	Norddeutsche Pflanzenzucht, H.G. Lembke KG, Hohenlieth, 2331 Holtsee
Briemle, Dr.	Staatl. Versuchsanstalt f. Grünland und Futterbau, 7960 Aulendorf
Cremer-Bach, M., Dipl.-Ing. agr.	Justus-Liebig-Universität Gießen Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, -Grünlandwirtschaft und Futterbau- Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Dahmen, P.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Daniel, Dr.	Justus-Liebig-Universität Gießen Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, -Grünlandwirtschaft und Futterbau- Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Detje, J.	Alter Feldweg 4, 2303 Achterwehr
Dreyer, H.-J., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Dyckmans, a., Dr.	Institut f. Grünland und Futterpflanzenforschung d. Bundesforschungsanstalt f. Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 3300 Braunschweig
Elles, S., Dipl.-Ing. agr.	Justus-Liebig-Universität Gießen Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II -Grünlandwirtschaft und Futterbau- Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Elsäßer, M., Dr.	Staatl. Versuchsanstalt für Grünland und Futterbau, 7960 Aulendorf
Ernst, P., Dr.	Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NW, Zum Breijpott 15, 4190 Kleve-Kellen
Feger, G., Dipl.-Ing. agr.	Kali-Beratungsstelle Kiel der Kali & Salz AG, Sophienblatt 11, 2300 Kiel
Fischer, H., Dr.	Bundessortenamt, Osterfelddamm 80, 3000 Hannover 61

...

von Fischer, D., Dr.	Landwirtschaftskammer Rheinland, Ref. 313, Endenicher Allee 60, 5300 Bonn 1
Frauen, Dr.	Norddeutsche Pflanzenzucht, H.G. Lembke KG, Hohenlieth, 2331 Holtsee
Frey, B., Dipl.-Ing. agr.	Universität Hohenheim, Lehrstuhl f. Grünlandlehre -340-, Pf. 70 05 62, 7000 Stuttgart 70
Fricke, Th.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, von-Siebold-Str. 8, 3400 Göttingen
Günther, J.	Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Beratungs- u. Forschungsstelle Quickborn, Heinrich-Hertz-Str. 20, 2085 Quickborn
Hadenfeldt, H.-P., DL	Lehr- u. Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft, Futterbau u. Landeskultur, Theodor-Storm-Str. 2, 2257 Bredstedt
Hand, K., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Haneklaus, A., cand. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Hansen, H.	Institut für Pflanzenbau Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Haverkamp, U.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Helm, G., Dr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau TU München, Hohenbachenerstr., 8050 Freising-Weihenstephan
Hens, A.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Heusch, J.-P.	z.Z. Fam. F. Jansson, Zum Querdamm 78, 4193 Kranenburg-Zyflich
Höhn, A.	Im Rosenwinkel 8, 3433 Eichenberg
Hoerdemann, O., Dr.	BASF AG, Postfach, 6700 Ludwigshafen
Homm, A.	Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II -Grünlandwirtschaft und Futterbau-, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Honig, H., Dr.	Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung d. Bundesforschungsanstalt f. Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 3300 Braunschweig
Imhof, E.	Hölderlinstr. 1-3, 6200 Wiesbaden
Jacob, H., Prof. Dr.	Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Grünlandlehre -340-, Pf. 70 05 62, 7000 Stuttgart 70
Jakobsen, Aksel, Landkonsulent	Landbrugets Rådgivningcenter, Landskontoret for Planteavl, Udkærsvej 15, Skejby, DK-8200 Århus N
Jendrsczok, K., Dipl.-Ing. agr.	Institut für Tierernährung und Futtermittelkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40 2300 Kiel
Jürgensen, H., Dipl.-Ing. agr.	Norddeutsche Pflanzenzucht, H.G. Lembke KG, Hohenlieth, 2331 Holtsee
Junk, J., Dr.	Berufsbildende Schule, Landwirtschaft u. ländliche Hauswirtschaft -Beratungs- u. Weiterbildungsstelle, 5540 Prüm/Eifel
Kagelmacher, K.	Universität Hohenheim, Lehrstuhl f. Grünlandlehre -340-, Pf. 70 05 62, 7000 Stuttgart 70
Kierchner, Götz-J., Dr.	Landesanstalt f. Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NW Zum Breijpott 15, 4190 Kleve-Kellen
Kittmann, U., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel

Kereszteo	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Klein, Dipl.-Ing. agr.	Norddeutsche Pflanzenzucht, H.G. Lembke KG, Hohenlieth, 2331 Holtsee
Kley, G., Dr.	Deutsche Saatveredelung Lippstadt Bremen GmbH. zu Lippstadt, Weissenburgstr. 5, 4780 Lippstadt
Klöcker, W., Dr.	Landwirtschaftskammer Rheinl.-Pfalz, Lehr- u. Versuchsanstalt Emmelshausen-Borler, Rhein-Mosel-Str. 7, 5401 Emmelshausen
Klusmann, W.	Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Holstenstr. 106, 2300 Kiel
Knauer, N., Prof. Dr.	Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Koefoed, N.	AFD. FOR GROVFODER, FORSØGSANLÆG FOULUM, DK-8833 ØRUM SDRL./Danmark
Kornher, A., Prof. Dr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Kretzschmar, G.	Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Landbauabteilung, Ref.: Grünland, Futterbau u. Futterkonservierung, Mars-la-Tour-Str. 1-13, 2900 Oldenburg
Bo Kristiansson	SVALÖF AB, S-26800 SVALÖV/Sweden
Kühbauch, W., Prof. Dr.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Kühn, J., Dipl.-Ing. agr.	Institut f. Tierernährung und Futtermittelkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Lauer, H., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Ladewig, E.	Mittelstr. 12, 3406 Bovender-Lengum
Leffers, G., Dr.	Grünland-Lehrversuchsanstalt und Marschversuchsstation, Infeld/Nordenham
Löbbecke, H., cand. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Loxtermann, R., Dr.	Fachhochschule Osnabrück, Am Krümpel 31, 4500 Osnabrück
Lübbe, G., Dipl.-Ing. agr.	Norddeutsche Pflanzenzucht, H. G. Lembke KG, Hohenlieth, 2331 Holtsee
Lübbe, R., Dr.	Hessisches Landesamt f. Ernährung, Landwirtschaft u. Landentwicklung, Kölnische Str. 48/50, 3500 Kassel
Marahrens, U.	Landwirtschaftskammer Hannover Johannssenstr. 10, 3000 Hannover
Maronde, E., Dr.	Hessische Lehr- u. Forschungsanstalt f. Grünlandwirtschaft und Futterbau, Schloß Eichhof, 6430 Bad Hersfeld
Matthäus, D., Dipl.-Ing. agr.	Justus-Liebig-Universität Gießen Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, -Grünlandwirtschaft und Futterbau-, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Mertens, P.	Am Rötelrain 12, 3430 Witzenhausen
Merz, U., Dr.	Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- u. Bioverfahrenstechnik, Nobelstr. 12 7000 Stuttgart 80
Møller, Erik	Danish Research Service for Plant and Soil Science, Institute of Forage Crops, Research FoulØum, Postbox 21, DK-8833 Ørum Sdrl.
Mott, N., Dr.	Waldstr. 47, 4190 Kleve
Neff, R., Dr.	Hessische Lehr- u. Forschungsanstalt f. Grünlandwirtschaft und Futterbau Schloß Eichhof, 6430 Bad Hersfeld
Neuendorff, J.	Mittelstr. 12, 3406 Bovender-Lengum

...

Niebuhr, B., Dipl.-Ing. agr.	Lehr- u. Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft, Futterbau u. Landeskultur, Theodor-Storm-Str. 2, 2257 Bredstedt
Nielsen, A. L.	Statens Planteavlforsøg, Institut for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum, Postboks 21, DK-8833 Ørum Sønderlyng
Nielsen, Karsten A.	Landbrugets Rådgivningcenter, Landskontoret for Planteavl, Udkærsvej 15, Skejby, DK-8200 Århus N/Danmark
Nommensen, Dr.	Lehr- u. Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft, Futterbau u. Landeskultur, Theodor-Storm-Str. 2, 2257 Bredstedt
Nußbaum, H.	Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Grünlandlehre -340-, Postfach 70 05 62, 7000 Stuttgart 70
Opitz v. Boberfeld, W., Prof. Dr.	Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II -Grünlandwirtschaft und Futterbau-, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Petersen, H.-W. Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Petersen-Fredrich, E.-C., Dr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Philipczyk, D., Dipl.-Ing. agr.	Institut für Tierernährung und Futtermittelkunde d. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Pohlmann, W.	Amt für Landwirtschaft und Landentwicklung Bad Hersfeld, -Außenstelle Bebra-, Am Sportplatz 1 a, 6440 Bebra
Rahn, K.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Rieder, J., Dr., LD	Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Vöttinger Str. 3, 8050 Freising
Riehl, G., Dipl.-Ing. agr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, von-Siebold-Str. 8, 3400 Göttingen
Romeijn, A.	Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Zum Breijpott 15, 4190 Kleve-Kellen
Rotermund, M.-L., RD	Bundessortenamt, Osterfelddamm 80, 3000 Hannover 61
Rottmann-Meyer, M.-L., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Simon, U., Prof. Dr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der TU München, Hohenbachenerstr., 8050 Freising-Weihenstephan
Spatz, G., Prof. Dr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, von-Siebold-Str. 8, 3400 Göttingen
Südekum, K.-H., Dipl.-Ing. agr.	Institut für Tierernährung und Futtermittelkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
v. Sydow, B., Dr.	Verband der Landwirtschaftskammern, Godesberger Allee 142-148, 5300 Bonn 2
Schäfer, K., Prof. Dr.	Hessische Lehr- u. Forschungsanstalt f. Grünlandwirtschaft und Futterbau, Schloß Eichhof, 6430 Bad Hersfeld
Scheller, H., Dr.	Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, PZ 4.1, Vöttinger Str. 38, 8050 Freising
Schellberg, J., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Schmidt, K.-O.	Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz Außenstelle Trier, Gartenfeldstr. 12 a 5500 Trier
Schnack, G.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Chrisitan-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Schnyder, H., Dr.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Schöhl, H., Dr.	Friedrich-Rüder-Str. 23, 2900 Oldenburg

Schortemeyer, M.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Schultheiß, U., Dipl.-Ing. agr.	Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut f. Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung II, -Grünlandwirtschaft und Futterbau-, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Schultz, H., Dr.	Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Grünlandlehre -340-, Postfach 70 05 62 7000 Stuttgart 70
Schulze, Prof. Dr.	Hessische Landwirtschaftliche Lehr- u. Forschungsanstalt, Schloß Eichhof, 6430 Bad Hersfeld
Schwöpper, M.	Biologische Station Zwillbrock, Zwillbrock 10, 4426 Vreden
Staudacher, W., Dr.	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft FB Tier.-Prod., Zimmerweg 16, 6000 Frankfurt/M.
Stratmann, B.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1
Taube, F., Dr.	Lehrstuhl Grünland und Futter der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Techow, E., Dr.	Lehr- u. Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft, Futterbau u. Landeskultur Theodor-Storm-Str. 2, 2257 Bredstedt
Tenholtern, R.	Bismarckstr. 45, 6300 Gießen
Thaysen, J., LR	Lehr- u. Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft, Futterbau und Landeskultur, Theodor-Storm-Str. 2, 2257 Bredstedt
Theiß, H., Dipl.-Ing. agr.	Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut f. Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung II, -Grünlandwirtschaft und Futterbau-, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen
Thome, U., Dr.	Lehrstuhl für Grünland und Futterbau d. Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn
Thöni, E., Dr.	Kantonale Pflanzenbaustation Grangeneuve, CH-1725 Posieux
Thumm, U., Dipl.-Ing. agr.	Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Grünlandlehre -340-, Pf. 70 05 62, 7000 Stuttgart
Voigtländer, G., Prof. Dr.	Prandtlstr. 27, 8050 Freising
Waßhausen, W., Prof. Dr.	Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp, 2371 Westerrönfeld
Weis, G.-B., Dr.	Universität Hohenheim, Lehrstuhl für Grünlandlehre -340-, Pf. 70 05 62, 7000 Stuttgart 70
Wellmann, U., Prof. Dr.	Wolfsbergerstr. 413, 8211 Breitbrunn
Wermke, M., Dr.	Lippestr. 11, 3300 Braunschweig
Wilhelmy, B., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Witt, Norman	Statens Planteavisforsøg, AFDELING FOR GROVFODER, Forsøgsanlæg Foulum Postbox 21, DK-8833 ØRUM Sdrl.
Wörner, M., cand. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Wulfes, R., Dipl.-Ing. agr.	Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel
Zander, J., Dr.	Lehr- u. Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft, Futterbau u. Landeskultur, Theodor-Storm-Str. 2, 2257 Bredstedt
Zimmer, E., Prof. Dr.	Institut f. Grünland und Futterpflanzenforschung, Bundesallee 50, 3300 Braunschweig
Zobelt, U., Dipl.-Ing. agr.	Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, -Grünlandwirtschaft und Futterbau-, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen