

Perspektiven semi-intensiver Produktionssysteme in Milchvieh-/Futterbauregionen Norddeutschlands

Von Prof. Dr. FRIEDHELM TAUBE; Dr. MICHAEL WACHENDORF;
Priv.-Doz. Dr. JÖRG MICHAEL GREEF und Prof. Dr. RAINER WULFES, Kiel

1 Einleitung

Die Diskussion über die optimale spezielle Intensität der pflanzlichen Produktion in Deutschland wird vereinfacht betrachtet aus zwei unterschiedlichen Denkrichtungen und entsprechenden Leitbildern gespeist. Das eine Leitbild ist geprägt durch den primären Anspruch einer flächendeckenden umweltverträglichen und weitgehend ressourcenschonenden Landbewirtschaftung. Vertreter dieser Denkrichtung schlagen z. B. die flächendeckende Umstellung der Landbewirtschaftung auf Ökologischen Landbau vor (4). Das zweite Leitbild wird getragen vom primären Anspruch einer leistungsfähigen Nahrungsmittelproduktion. Hauptargument dieses Paradigmas ist die Tatsache, daß die weltweiten Nahrungsmittelreserven zunehmend knapp werden und daß die Gunststandorte Europas einen Beitrag zur Welternährung tragen sollten. Diese zweite Denkrichtung [z. B. (2; 7)] differenziert zukünftige optimale Intensitäten unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte in Abhängigkeit von der Bonität des Standortes. Auf Gunststandorten wird eine hoch intensive Produktion unter Einhaltung gewisser ökologischer Mindeststandards empfohlen, auf weniger günstigen Standorten wird im Gegenzug die teilweise Umwidmung bisher landwirtschaftlich genutzter Flächen in „Naturschutzflächen“ empfohlen, mit dem Ziel, dort vergleichsweise großräumige ökologische Nischen zu schaffen.

Die Gunststandorte sind in aller Regel vom Ackerbau und hier insbesondere vom Marktfruchtbau dominiert, während die weniger günstigen Standorte (montane Regionen, Moore, glaziale Sanderflächen) überwiegend futterbaulich genutzt werden.

Das impliziert, bezogen auf die zweite Denkrichtung, daß insbesondere die futterbaulich genutzten Flächen und damit die wirtschaftliche Grundlage der Milchvieh-/Futterbaubetriebe in benachteiligten Regionen hinsichtlich zukünftiger optimierter Produktionsintensitäten genauer analysiert werden sollten. Gegenstand dieser Abhandlung ist eine Analyse der Extensivierungspotentiale im Pflanzenbau des Norddeutschen Tieflandes unter besonderer Berücksichtigung der Futterbauregionen mit dem Ziel der Erhaltung einer leistungsfähigen Milchproduktion.

2 Definition, Bestimmungsgründe bzw. Potentiale extensiver Produktionssysteme

Im heutigen Sprachgebrauch versteht man generell unter Extensivierung das Gegenteil von Intensivierung, nämlich eine Reduktion der Einsatzmenge eines Faktors im Verhältnis zu einem anderen Faktor, z. B. die Zurücknahme des Betriebsmittelaufwandes je Hektar Nutzfläche. Ohne genauere Spezifizierung ist somit der Begriff „Extensivierung“ wenig aussagekräftig. Grundsätzlich sind in bezug auf die landwirtschaftliche Flächennutzung folgende Extensivierungsstrategien denkbar:

- Das bisherige Bodennutzungssystem wird beibehalten, die spezielle Intensität jedoch reduziert (z. B. reduzierte Düngung, Pflanzenschutz) „De-Intensivierung“ (7)

- Das Bodennutzungssystem wird geändert und der Input an Produktionsmitteln je Hektar vermindert (z. B. Änderung der Fruchtfolge; Umstellung auf ökologischen Landbau) „Umstellung auf leistungsfähige „semi-intensive Systeme“
- Die landwirtschaftliche Bodennutzung im klassischen Sinne wird marginalisiert (Landschaftspflege; Aufforstung) „Naturschutzlandwirtschaft“.

Diese systematisierten Extensivierungsstrategien gelten für den Betriebsmaßstab, können aber auch auf höhere Maßstabsebenen übertragen werden. Welche Extensivierungsstrategie in welchem Umfang auf dem Betrieb umgesetzt wird, hängt von den ökonomischen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen der Zukunft ab. Es soll zunächst geklärt werden, welche Kriterien intensitätsbestimmend wirken und unter welchen standörtlichen und strukturellen Bedingungen – dargestellt am Beispiel Schleswig-Holstein – auf der Basis dieser Kriterien Extensivierungsmaßnahmen in Frage kommen.

Für den landwirtschaftlichen Unternehmer ergibt sich das optimale Landnutzungssystem in aller Regel aus einer wirtschaftlichen Zielgröße (z. B. das Einkommen), die er maximieren will und aus Nebenbedingungen, die dabei einzuhalten sind. In bezug auf die Zielgröße ist in der Landwirtschaft allgemein für die oben gestellte Frage entscheidend, wie Extensivierungen der Bodennutzung sich auf die Erzeugungskosten je Produkteinheit auswirken. Im vorliegenden Fall geht es darum, wie sich eine Verminderung der speziellen Bewirtschaftungsintensität auf die Erzeugungskosten je Produkteinheit bzw. Nährstoffeinheit auswirkt. Bei schwach gekrümmten Produktionsfunktionen mit entsprechend

Tabelle 1. Bestimmungsgründe/Potentiale für Extensivierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der großräumigen standörtlichen und agrarstrukturellen Gegebenheiten in Schleswig-Holstein [Potentiale für Extensivierung: (++) hoch (OO): mittel; (--) niedrig]

Standort	Östliches Hügelland, Marsch	Geest	Niedermoor
Betriebstyp	Marktfrucht/ M. + Veredlung	Grünland/Futterbau-Milchvieh	Grünland-Milchvieh
Standortkriterien: Natürliches Produktionspotential des Standortes	hoch - sehr hoch (--)	mittel - niedrig (O-)	mittel - hoch (O+)
Ökonomische Kriterien: Nutzungskosten für die Fläche	hoch - sehr hoch	mittel - hoch	niedrig - mittel
Ökologische Kriterien: Aktuelle Belastungspotentiale der Landwirtschaft für den biotischen Ressourcenschutz	mittel - hoch (O+)	gering - mittel (-O)	gering - hoch (O)
Aktuelle Belastungspotentiale für den abiotischen Ressourcenschutz	gering - mittel (-O)	hoch - sehr hoch (++)	hoch (+)
N-Überschüsse „Hoftorbilanz“ (kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹)	0-100* (geschätzt)	100-250 (12)	80-200 (12)

(* Bei intensiver Veredlungswirtschaft auch deutlich höher)



geringer Zunahme der Grenzkosten ist eine hohe spezielle Intensität wirtschaftlich günstiger als bei einem stark gekrümmten Produktionsfunktionsverlauf mit rasch steigenden Grenzkosten.

Ähnliches gilt bezüglich der Wirkung ertragsniveaunabhängiger Kosten. In einer Betriebssituation, wo diese sehr hoch sind (z. B. hohe Opportunitätskosten für den in Anspruch genommenen Boden) wirkt sich eine hohe spezielle Intensität günstiger auf die durchschnittlichen Erzeugungskosten je Produkteinheit aus als in einer Situation, wo nur geringe oder keine ertragsniveaunabhängigen Produktionskosten anfallen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist ein hoher Einsatz ertragsteigernder Betriebsmittel also am ehesten dort angezeigt, wo vom natürlichen Standort her nur schwach gekrümmte Produktionsfunktionen mit relativ geringer Zunahme der Grenzkosten vorliegen und gleichzeitig hohe ertragsunabhängige Kosten gegeben sind. Eine extensive Bewirtschaftung ist am ehesten unter umgekehrten Voraussetzungen vorteilhaft. In Tabelle 1 sind ausgewählte Kriterien zusammengestellt, die intensitätsbestimmend wirken. Diese Kriterien aggregieren pflanzenbauliche, ökonomische und ökologische Parameter und werden in bezug gesetzt zu den jeweils vorrangigen Betriebstypen in den verschiedenen Landschaftsräumen Schleswig-Holsteins.

Werden diese Kriterien zusammenfassend bewertet, bleibt festzuhalten, daß die Milchvieh-/Futterbaubetriebe auf den sandigen Böden der Geest und auf den Niedermoorstandorten tendenziell eher Voraussetzungen für Extensivierungsmaßnahmen aufweisen. Insbesondere die ökologisch relevanten stofflichen Belastungspotentiale bei der derzeitigen Produktionsintensität sind hier aufgrund der Kombination aus der betrieblichen Spezialisierung mit deutlichen Nährstoffüberschüssen einerseits und sorptionschwachen, vergleichsweise wenig fruchtbaren Böden andererseits am höchsten.

Im folgenden Teil der Ausführungen wird daher dieser Problembereich „Milchvieh-/Futterbaubetriebe auf Geest-Standorten“ näher betrachtet mit dem Ziel, Extensivierungsstrategien für zur Zeit intensiv wirtschaftende, spezialisierte Milchvieh-/Futterbaubetriebe aufzuzeigen, um insbesondere die mit hohen positiven Nährstoffbilanzsalden verbundenen ökologischen Belastungspotentiale zu reduzieren.

3 Extensivierungsstrategien im Milchvieh-/Futterbaubetrieb

Zunächst werden die grundsätzlich möglichen Extensivierungsstrategien anhand der Dauergrünlandbewirtschaftung deutlich gemacht (Tab. 2). Die zentralen Kenngrößen der Produktionsintensität für das Grünland sind die Düngung und die Nutzung. Daraus lassen sich prinzipiell zwei relevante Extensivierungsstrategien ableiten:

1. Die Düngungsintensität und damit die Flächenproduktivität wird reduziert, die Nutzungsintensität und damit die Futterqualität (Weißkleeergrasbestände) jedoch nicht (Strategie A): Das hat grundsätzlich zur Folge, daß der Flächenbedarf je Tier steigt, die tierische Leistung aus dem Grünlandfutter jedoch nicht beeinträchtigt wird und damit eine kostengünstige Milchproduktion auf dieser Fläche fortgesetzt werden kann (semi-intensiv).
2. Düngungs- und Nutzungsintensität werden reduziert (Strategie B): Dies hat zur Folge, daß sowohl die Leistung bezogen auf die Fläche als auch die Leistung bezogen auf das Tier eingeschränkt wird. Die Möglichkeit einer kostengünstigen Milchproduktion auf dieser Fläche ist stark eingeschränkt (17). In letzter Konsequenz endet diese Strategie je nach ökologischer Zielfunktion in Systemen der tiergebundenen Landschaftspflege, z. B. in Form von extensiven Weidemastverfahren. Derartige Systeme bieten unter derzeitigen und für die Zukunft absehbaren ökonomischen Rahmenbedingungen dort Perspektiven, wo die Nutzungskosten für die Fläche sehr niedrig sind und damit kaum eine alternative Verwertung für die Fläche gegeben ist (z. B. absolutes Grünland auf Moorstandorten oder in Mittelgebirgslagen).

Tabelle 2. Extensivierungsstrategien auf dem Dauergrünland (Ausgangsniveau: intensiv bewirtschaftete, von Hochleistungsgräsern dominierte Bestände)

Strategie A	Strategie B
<p>Übergeordnetes Ziel: Produktion von qualitativ hochwertigem Grundfutter unter weitgehender Vermeidung negativer ökologischer Effekte</p> <p>Restriktionen: Reduzierung des Betriebsmitteleinsatzes: ⇒ N-Düngung</p> <p>Produktionstechnische Anpassungsstrategie: Gezielte Veränderung der Bestandszusammensetzung ⇒ Nach/Neuansaat von Hochleistungsgräsern + Weißklee ⇒ Bewirtschaftung bleibt intensiv (Nutzungshäufigkeit, Pflege)</p> <p>Zielbestand: 20 - 30% Weißkleeanteil, 70 - 80% hochwertige Gräser/Kräuter</p> <p>Futterwert: hoch</p> <p>Charakterisierung der Bewirtschaftung: semi-intensiv</p>	<p>Übergeordnetes Ziel: Schutz biotischer und abiotischer Ressourcen</p> <p>Restriktionen: Reduzierung des Betriebsmitteleinsatzes + Reduzierung der Nutzungshäufigkeit + Verzögerung der ersten Nutzung + Begrenzung des Tierbesatzes bei Beweidung</p> <p>Produktionstechnische Anpassungsstrategie: Begrenzte Pflegemaßnahmen in den zugelassenen Zeiträumen</p> <p>Zielbestand: Vielfältige botanische Zusammensetzung, Erhaltung und Förderung seltener Arten</p> <p>Futterwert: niedrig</p> <p>Charakterisierung der Bewirtschaftung: extensiv</p>

Aufgrund der dargestellten Implikationen für die tierische Produktion wird ersichtlich, daß eine wirtschaftliche Milchproduktion nur mit der Strategie A (semi-intensiv) potentiell durchführbar ist. Es soll daher in den folgenden Ausführungen auf Grundlinien der Entwicklung und Ausgestaltung solch semi-intensiver Futterbausysteme unter besonderer Berücksichtigung der norddeutschen glazialen Sanderflächen eingegangen werden.

4 Entwicklung der Intensität im Futterbau während der zurückliegenden 15 Jahre

Zunächst soll – wiederum dargestellt am Beispiel Schleswig-Holstein – rückblickend analysiert werden, welche Entwicklung die Milchvieh-Futterbaubetriebe hinsichtlich der Intensität der Flächennutzung in den letzten 15 Jahren durchlaufen haben. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Futterfläche pro Kuh und den monetären Düngeraufwand seit Einführung der Milchquotenregelung.



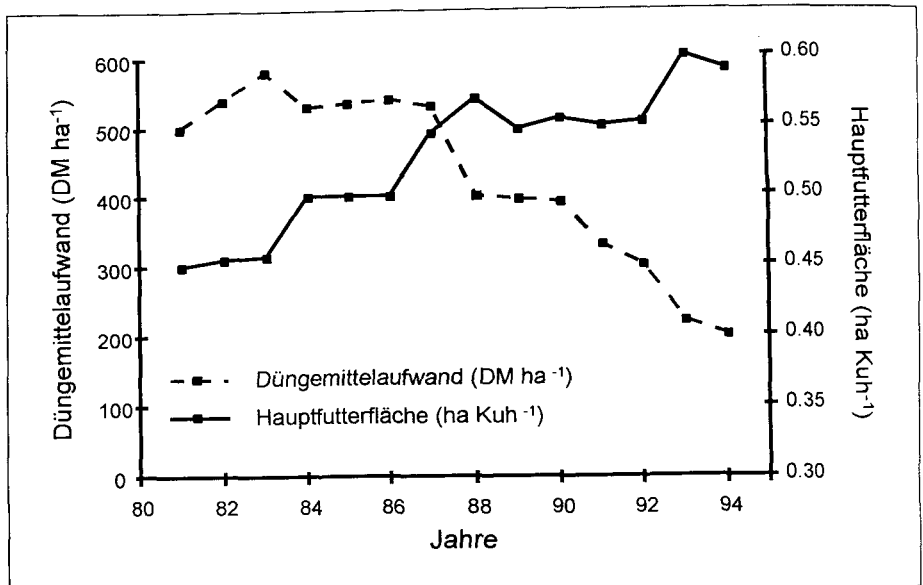


Abb. 1. Hauptfutterfläche (ha Kuh⁻¹) und Düngemittelaufwand (DM ha⁻¹) von Futterbaubetrieben in Schleswig-Holstein, 1981–1994
Quelle: (15)

Während die Futterfläche je Kuh von weniger als 45 Ar im Jahre 1982 auf zur Zeit 55–60 Ar pro Kuh nahezu linear angestiegen ist, wurde der Mischfuttoreinsatz je Hektar Hauptfutterfläche (nicht abgebildet) in der gleichen Zeit nahezu halbiert. Der monetäre Düngeraufwand wurde in der gleichen Zeitspanne um mehr als die Hälfte reduziert. In der gleichen Zeit ist die Milchleistung je Kuh kontinuierlich gestiegen. Da die produzierbare Milchmenge im Lande durch die Referenzmenge limitiert ist, ist die Anzahl der Kühe in diesem Zeitraum entsprechend gesunken. Für den Produktionsprozeß der Milcherzeugung ist demnach die zurückliegende Entwicklung folgendermaßen zu charakterisieren: Extensivierung der Düngung auf den Futterflächen bei gleichzeitig intensivem Pflege- und Nutzungsmanagement zur Erzeugung hochqualitativen Grundfutters und parallel dazu eine hoch intensive Tierproduktion, ausgedrückt als Milchleistung je Kuh. Mit anderen Worten: Die Landwirte haben den technisch-züchterischen Fortschritt im Bereich der Tierproduktion genutzt, um mit 20 % weniger Kühen als vor 15 Jahren eine gleich gebliebene Hauptfutterfläche zu bewirtschaften. Die Fragen, die sich angesichts dieser Entwicklung für die Zukunft stellen, sind:

Inwieweit kann diese Anpassungsstrategie aus pflanzenbaulicher Sicht fortgesetzt werden, und was passiert bei weiterer Reduzierung des Düngungsinputs aus ökonomischer und ökologischer Sicht?

5 Bewertung von semi-intensiven Systemen in der tiergebundenen Pflanzenproduktion unter besonderer Berücksichtigung der glazialen Sanderflächen

5.1 Pflanzenbauliche Bewertung

Die Grundfutterproduktion in Norddeutschland ruht im wesentlichen auf zwei Säulen. Zum einen auf dem Dauergrünland, welches in Schleswig-Holstein etwa 75 % der Futter-

grundlage in der Wiederkäuerernährung darstellt und zum anderen auf dem Ackerfutterbau mit der wesentlichen Kulturart Silomais und den in der Flächenausdehnung zur Zeit weniger bedeutenden Ackergras-/Klee gras-Beständen. Diese drei Grundfutterkomponenten decken zur Zeit mehr als 90% der Hauptfutterfläche ab. Welche Auswirkungen eine weitere Reduktion insbesondere der Düngungsintensität für diese Kulturarten auf typischen Geest-Standorten hat, wird zunächst für das Dauergrünland unter Einbeziehung eigener Versuchsdaten sowie des Datenpools der Rinderspezialberatung Schleswig-Holstein analysiert.

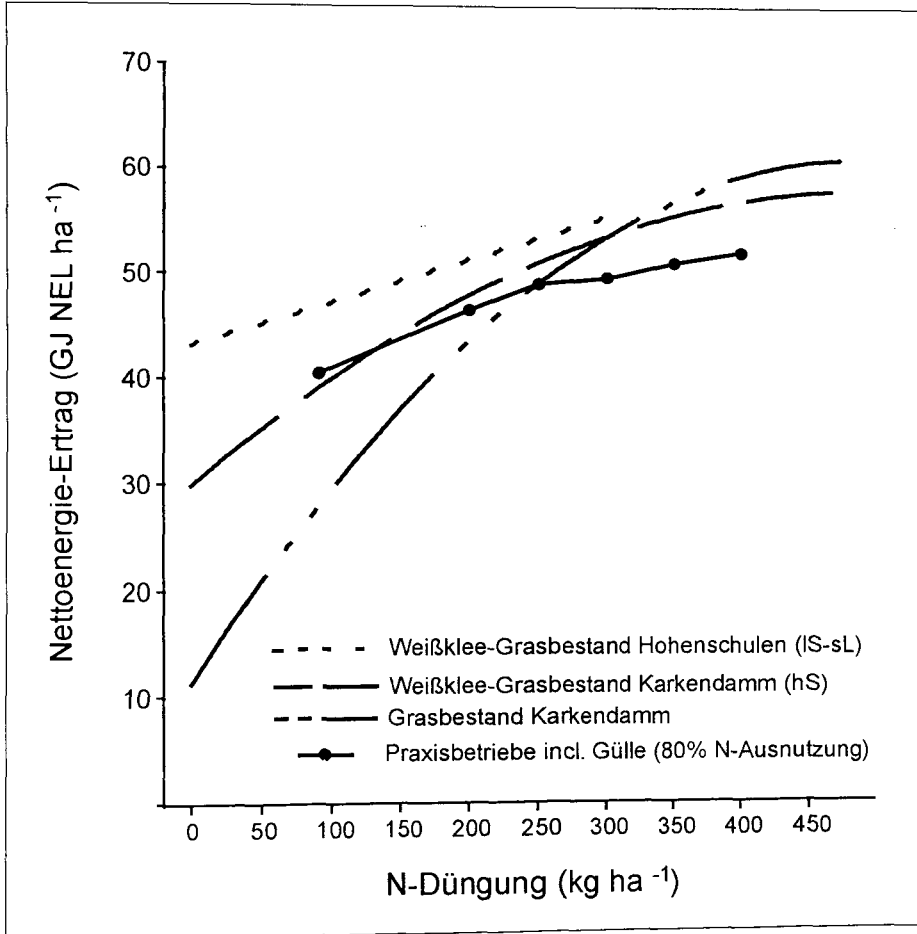


Abb. 2. Nettoenergie-Erträge von Grünland (GJ NEL ha⁻¹) in Parzellenversuchen und Praxiserhebungen
 Quellen: (16, 20)

Die Beziehung zwischen N-Düngungsaufwand auf dem Grünland und den daraus resultierenden Nettoerträgen für die Rinderspezialberatungsbetriebe in Schleswig-Holstein ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Daten belegen, daß unter praktischen Bedingungen bereits mit N-Aufwendungen zwischen 150 und 200 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ (inkl. Güllestickstoff) maximale Nettoerträge erzielt werden. Sie zeigen weiterhin, daß es zunehmend landwirt-

schaftliche Unternehmen gibt, die mit N-Intensitäten von 100 kg ha^{-1} nur vergleichsweise geringe Naturalertragsminderungen im Vergleich zu intensiver düngenden Betrieben aufweisen. Um zu klären, wie eine weitere Reduktion der N-Düngung auf Niveaus deutlich unter 100 kg N ha^{-1} auf die Erträge wirkt, wurden entsprechende Versuchsdaten in die Betrachtung einbezogen. Dazu sind auf dieser Abbildung Daten für einen humosen Sandboden (Versuchsbetrieb Karkendamm der Universität Kiel) und zum Vergleich auch für einen sandigen Lehmboden (Versuchsgut Hohenschulen der Universität Kiel) auf Nettoerträge umgerechnet worden, und zwar einmal für einen Grasbestand ohne Weißklee, so wie es in der Praxis noch zumeist üblich ist, und zum anderen für eine Grünlandansaatsmischung mit zusätzlich $2 \text{ kg Weißklee je Hektar}$.

Die Ertragsdifferenz zwischen den beiden Beständen auf sandigem Standort ist auf die Weißkleeleistung zurückzuführen. Für Gräserbestände würde eine Reduktion des derzeitigen Düngungsniveaus („De-Intensivierung“) in der Praxis hohe Naturalertragsminderungen zur Folge haben. Semi-intensive Systeme, welche eine hohe pflanzenbauliche Leistung erzielen sollen, müssen also den Leguminosenstickstoff als N-Quelle mit einbeziehen. Für solche Kleegrasansaat ergibt sich dann ein anderer Sachverhalt: Die Nettoerträge fallen mit zunehmender Reduzierung der N-Intensität wesentlich schwächer ab und auch ohne jegliche N-Düngung werden noch Erträge von über $30 \text{ GJ NEL Jahr}^{-1}$ erzielt. Ohne N-Düngung fixiert ein Weißkleeertrag mit durchschnittlichen Kleeanteilen von 20–30 % etwa $60\text{--}100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$. Unter praktischen Verhältnissen ist zu berücksichtigen, daß Gülle mit $40\text{--}60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ als organischer Dünger jeweils anteilig anfällt. Bei Anrechnung dieser N-Düngungsintensität werden selbst auf einem humosen Sandboden Nettoerträge von mehr als $35 \text{ GJ NEL ha}^{-1}$ erreicht. Diese Ergebnisse werden durch die Betriebsdaten des Ökorings Schleswig-Holstein bestätigt (10), die im mehrjährigen Durchschnitt Werte nahe an $39 \text{ GJ NEL ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ für Grünlandsilageerträge aus dem Ökologischen Landbau ausweisen. Im Vergleich zu den Durchschnittswerten der konventionellen Beratungsbetriebe liegen die der ökologisch bewirtschafteten Bestände somit nur etwa 17 % niedriger. Dies bedeutet, daß die Übergänge zwischen reduzierten Intensitäten im konventionellen Landbau zur Futterproduktion im ökologischen Landbau fließend sind oder anders ausgedrückt: Ab N-Düngungsintensitäten unter $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ aus Mineraldünger findet bei entsprechend anspruchsvollem Management der Bestände eine fließende Substitution von Mineraldünger-N durch Leguminosen-N statt. Diese Substitution ist um so effizienter, je fruchtbarer der Boden ist, was in der Abbildung durch die Produktionsfunktion für den Standort Hohenschulen dokumentiert ist. Diese Substitution ist andererseits aus ernährungsphysiologischer Sicht auch notwendig, weil der Weißklee nutzungselastischer ist als die Gräser, d. h. bei Nutzungsverzögerung aufgrund eines reduzierten Zuwachspotentials der Bestände bleibt die Futterqualität längere Zeit auf hohem Niveau stabil und macht damit dieses System hinsichtlich des Anspruches an eine hohe Futterqualität erst möglich. Im Folgenden soll kurz skizziert werden, welche Möglichkeiten es gibt, um derartige Weißkleeertragssysteme zu etablieren.

Es liegen ausgereifte Nachsaatechnologien vor, die es ermöglichen, Weißklee auch nachträglich in bisher intensiv gedüngten Grasbeständen zu etablieren, wie eigene Ergebnisse auf verschiedenen Standorten in Schleswig-Holstein belegen (18; 19). Handlungsbedarf für Forschung und Beratung besteht hingegen vor allem hinsichtlich der Optimierung der N-Düngungsstrategie auf niedrigerem Niveau insbesondere mit organischen Düngern mit dem Ziel, die Produktivität der Bestände im Frühjahr zu fördern, ohne den Weißklee nachhaltig in seiner Leistungsfähigkeit zu reduzieren.

Dazu gehören insbesondere auch bodennahe Gülleapplikationstechnologien, die die gasförmigen N-Verluste weitestgehend reduzieren (14). Die Pflanzenzüchtung arbeitet intensiv an der Entwicklung von Material mit einer sicheren Überwinterung in Verbindung mit einem hohen Leistungspotential bei niedrigen Temperaturen im Frühjahr (3; 6). Für solche weißkleebasierten semi-intensiven Grünlandnutzungssysteme wäre damit ab-

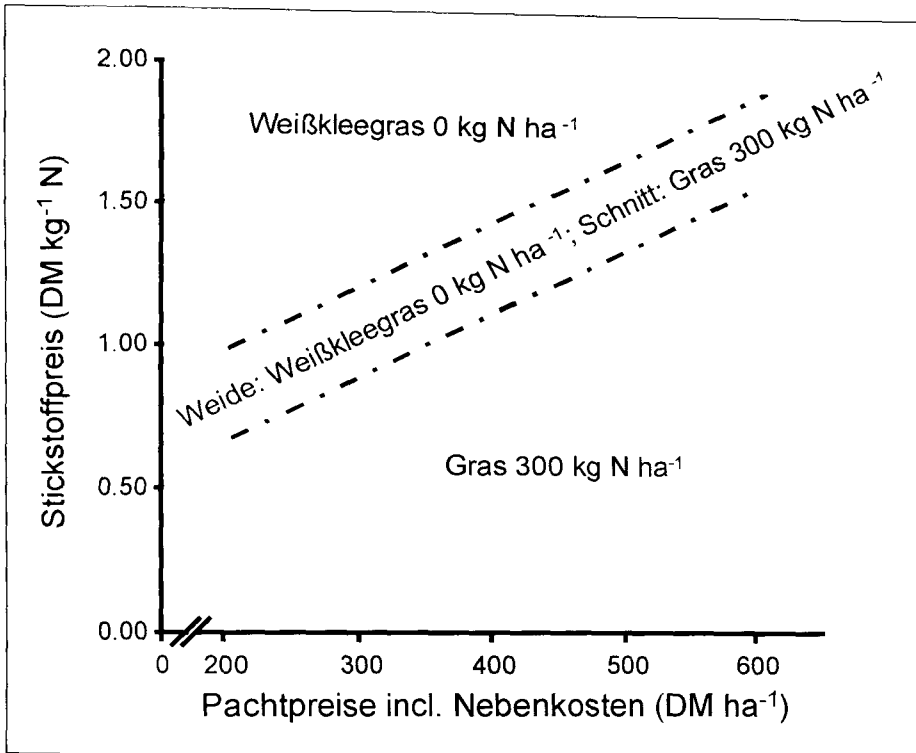


Abb. 3. Optimale Grünlandintensität in Abhängigkeit von Stickstoff- ($\text{DM kg}^{-1} \text{N}$) und Pachtpreisen (DM ha^{-1}) (Versuchsergebnisse Karkendamm/Dasselsbruch)

schließlich aus pflanzenbaulicher Sicht festzuhalten, daß eine weitere Reduktion der mineralischen N-Düngung möglich ist, wenn es gelingt, leistungsfähige Weißklee grasbestände zu etablieren.

5.2 Ökonomische Bewertung

Auf der Basis der vorgestellten Versuchsdaten wurde die ökonomisch optimale N-Intensität in Abhängigkeit vom Pachtpreis für die Fläche und in Abhängigkeit vom Preis für den mineralischen N-Dünger mittels der linearen Optimierung für einen Modellfütterbaubetrieb kalkuliert. Abbildung 3 zeigt, daß etwa ab Pachtpreisen unter 300 DM ha^{-1} und N-Düngerpreisen über $1 \text{ DM kg}^{-1} \text{N}$ ein gänzlicher Verzicht auf Mineraldünger ökonomisch attraktiv ist (entspricht in der Abbildung dem Bereich oberhalb der oberen Linie) und daß im Bereich zwischen den beiden Linien sowohl nicht mineraldüngerversorgte Kleegrasssysteme für die Weidenutzung als auch hoch gedüngte Gräserbestände für die Winterfütterbereitstellung die optimale Intensität darstellen. Nur bei sehr günstigen Düngerpreisen und hohen Pachtpreisen, wie sie heute jedoch in intensiv wirtschaftenden Futterbauregionen durchaus üblich sind, sind schließlich hohe N-Intensitäten mikroökonomisch attraktiv.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß das Ertragspotential von semi-intensiven Weißklee grassystemen auf dem Grünland auch unter den gegebenen klimatischen Bedingungen der durch sandige Böden geprägten Geest-Standorte so hoch ist, daß es unter entsprechenden Rahmenbedingungen mit den bisherigen Intensitäten ökonomisch konkurrieren kann.

Tabelle 3. Hoftorbilanzen für Stickstoff zweier mittels Praxisdaten kalkulierter Grünlandbetriebe (Standort: östl. Hügelland in Schleswig-Holstein, Parabraunerden-Pseudogleye; ackerfähiges, regelmäßig nachgesätes, Deutsch' Weidelgras dominiertes Dauergrünland)

Kennzahlen	"Konventionell"	"Ökologisch"
LF (ha)	100	100
GV insg.	200	150
Kühe (Stück)	107	83
Remontierung (% Jahr ⁻¹)	37	30
I Milch Kuh ⁻¹ u. Jahr ⁻¹	7500	6000
I Milch ha ⁻¹	8021	5000
Quote (l)	802100	500000
GV ha ⁻¹ Hauptfutterfläche	2,0	1,5
Input (kg N ha⁻¹)		
N-Dünger/N-Fixierung	180	88
Krafftutter	41,9	26,5
Deposition	30	30
Summe Input	251,9	144,0
Output (kg N ha⁻¹)		
Milch	44,9	28,0
Tiere	8,3	5,2
Summe Output	53,2	34,2
Bilanz		
N-Saldo (kg N ha ⁻¹)	199	110
N-Saldo (kg N t ⁻¹ Milch)	25	22

5.3 Ökologische Bewertung

Stellvertretend für die ökologischen Effekte werden zum einen die Konsequenzen derartigen semi-intensiver Produktionssysteme auf die N-Bilanz eines Milchvieh-/Futterbaubetriebes bzw. auf die Nitratbelastung des Sickerwassers sowie für die botanische Artenvielfalt des Grünlands behandelt.

Es wurde eingangs auf die Problematik der hohen N-Überschüsse bei derzeitigen Produktionsintensitäten im Bereich der spezialisierten Milchvieh-Futterbaubetriebe hingewiesen. Die Tabelle 3 zeigt mittels einer aus Versuchs- und Betriebsdaten abgeleiteten Modellkalkulation die Nährstoffbilanzeffekte am Beispiel Stickstoff, die eintreten können, wenn der spezialisierte Milchvieh-/Futterbaubetrieb gänzlich auf mineralischen N-Dünger verzichtet, auch die N-Zufuhren in den Betrieb über Krafftutter reduziert, also z. B. auf den Ökologischen Landbau umsteigt. Das Ergebnis ist bei fortgesetzt hohem Spezialisierungsgrad folgendes: Deutlichen Reduktionen auf der Inputseite stehen Reduktionen auf der Outputseite gegenüber. Werden die N-Überhänge auf die produzierte Produkteinheit bezogen, so unterscheiden sich die Systeme kaum. Werden die N-Überhänge jedoch auf die Fläche bezogen, so ergibt sich ein signifikanter Vorteil des Kleegrassystems. Dieser Überhang von 110–120 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ liegt jedoch wiederum deutlich z. B. über den Werten der hoch intensiven, konventionellen Marktfruchtbetriebe auf den Gunststandorten (vgl. Tab. 1).

Daraus wird deutlich, daß Stickstoffimbalancen primär ein Problem der Spezialisierung in Milchvieh-/Futterbaubetrieben und erst sekundär ein Problem der speziellen Intensität sind. Problemverschärfend im Hinblick auf N-Verluste kommt hinzu, daß z. B. im Rahmen der Beweidung hohe Nitratverlustpotentiale aufgrund der punktuellen Belastung aus den Exkrementen auftreten.

BENKE (5) konnte für einen norddeutschen Geest-Standort (Versuchsbetrieb Karkendamm) zeigen, daß die Nitratversickerungen aus dem durchwurzelten Bodenprofil heraus bei ausschließlicher Weidenutzung um den Faktor 3 im Vergleich zur Schnittnutzung bei gleicher N-Intensität ansteigen (Abb. 4). Anhand der Darstellung wird weiterhin ersichtlich, daß ein leistungsfähiges Kleegrassystem bei Beweidung ebenfalls kritische Nitratfrachten mit dem Sickerwasser induziert. Die Folgerung daraus: Hinsichtlich der Nitratbelastung auf der Fläche überlagert der Einfluß der Nutzungsart (Schnitt/Weide) den Einfluß des Bewirtschaftungssystems („Klee gras/mineralische N-Düngung“) deutlich.

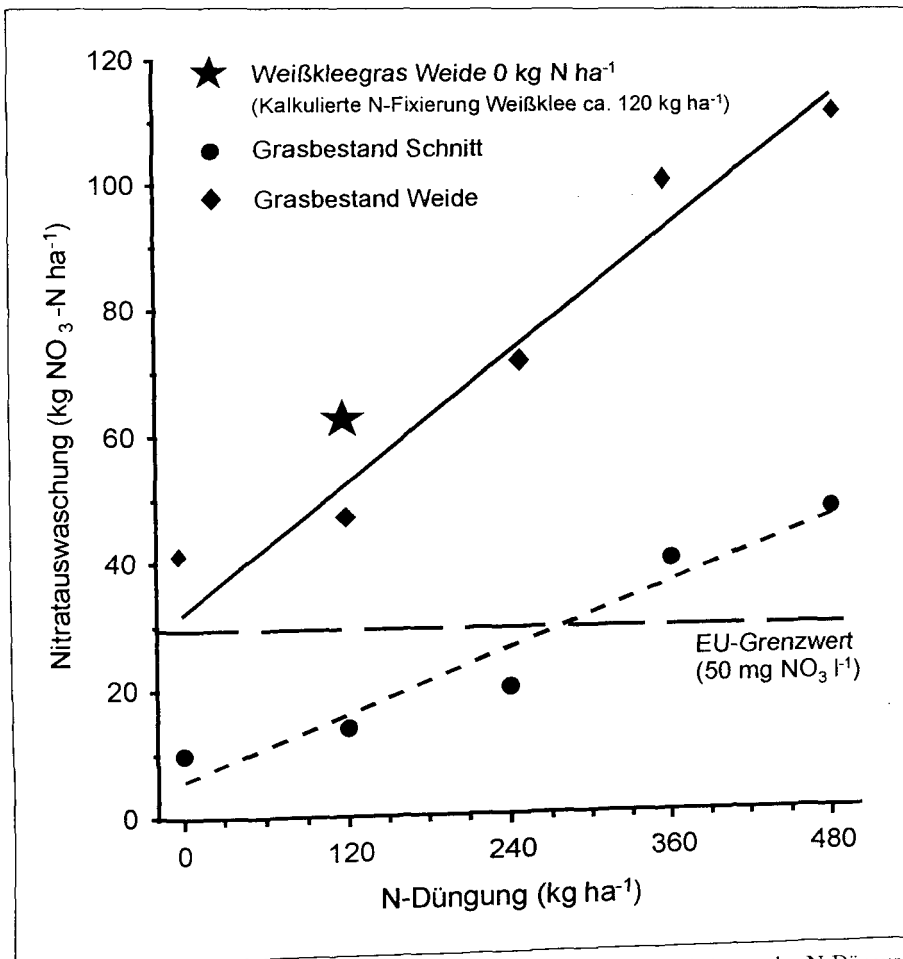


Abb. 4. Nitrat auswaschung (kg NO₃-N ha⁻¹) unter Grünland in Abhängigkeit von der N-Düngung (kg N ha⁻¹) und Nutzungsart (Karkendamm, 1989-1991)
Quelle: (5)

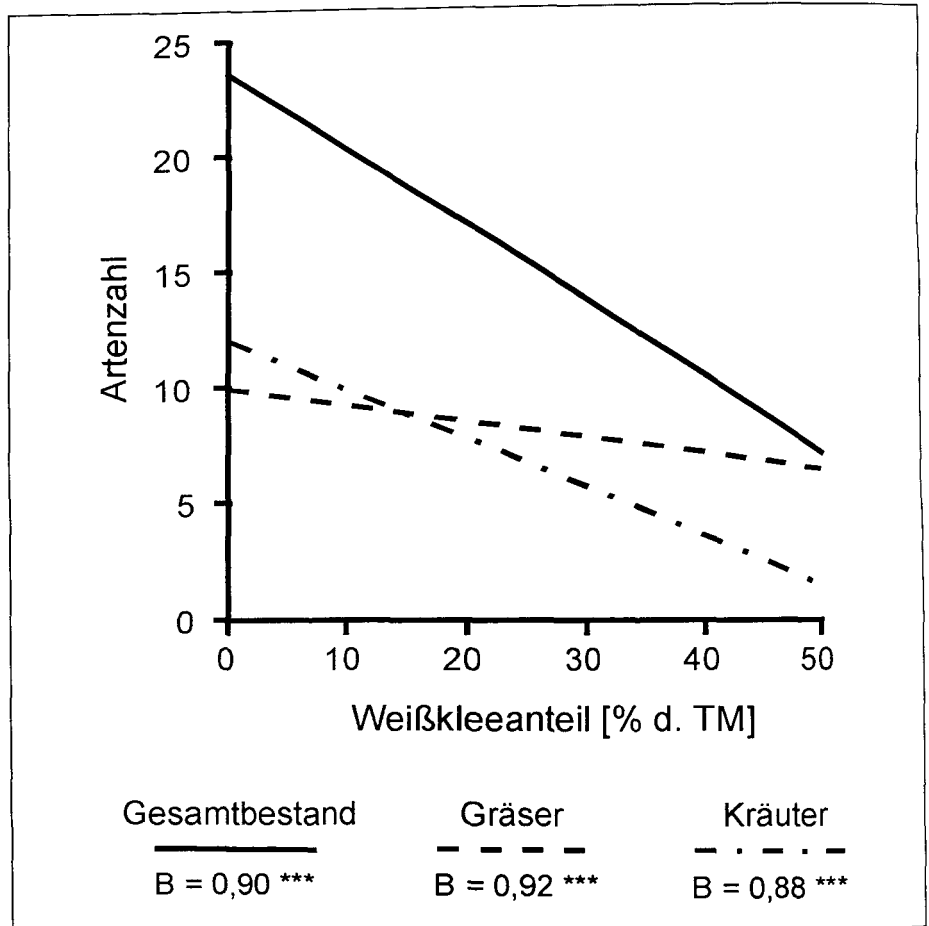


Abb. 5. Einfluß des Weißkleeanteils (% d. TM) auf die Artenvielfalt von Dauergrünlandbestände des Ökologischen Landbaus in Schleswig-Holstein
 Quelle: (25)

Ein häufig angeführtes Argument für eine Extensivierung der Grünlandwirtschaft ist die damit erwartete steigende botanische Artenvielfalt. Wird jedoch tatsächlich nur die mineralische N-Düngung gegen Null geführt und durch Leguminosenstickstoff substituiert, ohne daß sich am Nutzungssystem etwas ändert, so sind damit auch kaum nennenswert positive Effekte hinsichtlich der Artenvielfalt zu erwarten. Entsprechende Erhebungen auf etwa 100 ökologisch bewirtschafteten Grünlandflächen im Lande (Abb. 5) zeigen eindeutig, daß mit steigender Produktivität der Bestände, ausgedrückt über den Weißkleeanteil im Bestand, das Arteninventar deutlich abnimmt und insbesondere Zeigerarten nährstoffarmer Grünlandgesellschaften kaum auftreten (25).

Somit kann aus ökologischer Sicht hinsichtlich einer auf hohe tierische Leistungen ausgerichteten semi-intensiven Grünlandwirtschaft festgehalten werden, daß hinsichtlich der abiotischen Belastungspotentiale eine signifikante Reduktion der Nährstoffüberhänge je Flächeneinheit im Vergleich zu derzeitigen Produktionsintensitäten möglich ist. Jedoch geht eine leistungsfähige Futterproduktion auch in ökologisch orientierten Landnutzungssystemen mit einer Reduktion des Arteninventares einher.

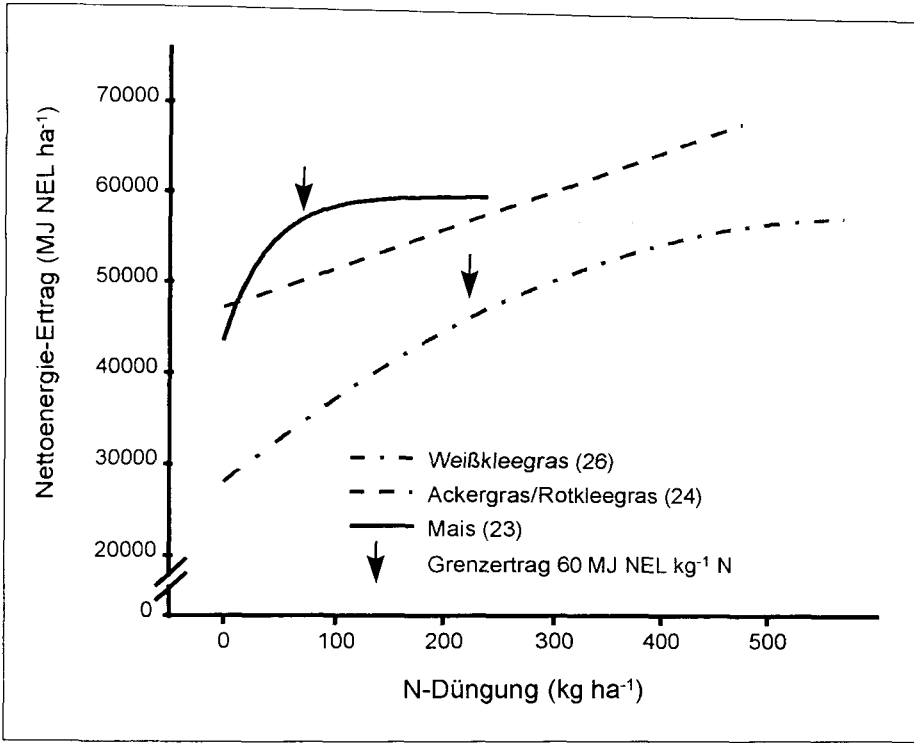


Abb. 6. Nettoenergie-Erträge (MJ NEL ha⁻¹) ausgewählter Futterpflanzenbestände bei variiertem N-Düngung (kg ha⁻¹) aus schleswig-holsteinischen Geeststandorten; Weißklee- und Rotklee: Karkendamm (humoser Sand), Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Universität Kiel; Mais: Ostenfeld (lehmgiger Sand), Fachbereich Landbau, Fachhochschule Kiel

6 Zukunftsperspektiven für semi-intensive Systeme im Ackerfutterbau

6.1 Auswahl der Kulturarten

Es stellt sich die Frage, welche Alternativen es in der Bereitstellung hochwertigen Grundfutters neben dem Grünlandfutter gibt und wie diese im Hinblick auf die Stickstoffeffizienz bzw. nachgeordnet auf die Nährstoffbilanzierung zu bewerten sind. Abbildung 6 zeigt aktuelle N-Produktionsfunktionen für Geest-Standorte in Schleswig-Holstein für die Kulturarten Dauergrünland, Ackergras bzw. Ackerklee und Silomais.

Der Vergleich der Kulturarten exponiert die Leistungsfähigkeit des Silomaises insbesondere bei niedrigem N-Düngungsniveau. Die Pfeile kennzeichnen den Punkt auf der Ertragskurve, an dem ein Grenzertrag von 60 MJ NEL kg⁻¹ N realisiert wird. Das entsprechende Düngungsniveau gibt einen groben Hinweis auf das ökonomische Optimum der speziellen Produktionsintensität. Es wird deutlich, daß auf den sandigen Böden im mittleren Schleswig-Holstein mit Humusanteilen von 3-4% über einen Versuchszeitraum von vier Jahren N-Düngungsmengen von weniger als 100 kg ha⁻¹ ausreichen, um das Ertragspotential des Standortes auszuschöpfen. Auf dem Dauergrünland reichte im Vergleich dazu die doppelte N-Düngungsmenge nicht aus, um vergleichbare Erträge zu realisieren. Auch der Einsatz von Ackergras bzw. Ackerklee führt zu deutlich höheren Leistungen als auf dem Dauergrünland insbesondere im Bereich geringer N-Versorgung.

Auf Basis dieser Daten stellt sich die Frage, inwieweit die Auswahl der Kulturarten für die Grundfutterbereitstellung insbesondere vor dem Hintergrund einer hohen N-Verwertungseffizienz und vor dem Hintergrund von Bilanzierungsansätzen überdacht werden muß. Dies gilt um so mehr, als nicht nur die N-Verwertung des Pflanzenbestandes von Relevanz ist, sondern auch die Umsetzung von Futterstickstoff in Produktstickstoff durch das Tier. Auch diesbezüglich ist vor allem der Silomais aufgrund des im Vergleich zum Gras günstigen Energie-Protein-Verhältnisses eine hochinteressante Kulturart.

Wenn der Mais vor diesem Hintergrund gewürdigt wird, ist die Frage zu stellen, wie dann ein umweltverträglicher und leistungsfähiger Maisanbau der Zukunft aussehen kann bzw. wie aktuelle Probleme der Bodenerosion und Nährstoffverlagerung in Verbindung mit der Kultur von Mais speziell in Monokultur vermieden werden können.

7 Eckpunkte eines umweltverträglichen und leistungsfähigen Silomaisanbaues der Zukunft

7.1 Ausnutzung des züchterischen Fortschritts

Mais ist die Futterpflanze, die auch auf Grenzstandorten in der nächsten Zukunft den größten Zuchtfortschritt erwarten läßt. Dies bezieht sich sowohl auf die Weiterentwicklung der Ertragsleistungen – zur Zeit 2 % pro Jahr auf Versuchsfeldniveau (1) – als auch auf Fortschritte im Hinblick auf die Futterqualität (Stärkegehalt, Verdaulichkeit der Restpflanze). Neuerdings wird auch dem genetisch fixierten N-Aneignungsvermögen und der N-Verwertungseffizienz in Abhängigkeit vom N-Düngungsniveau eine größere Aufmerksamkeit geschenkt (11). Die Maissorte der Zukunft zeichnet sich somit durch ein unabhängig von der N-Versorgung hohes N-Aneignungsvermögen aus.

7.2 Optimierung der Bestandesführung und Düngungsstrategie

Mais kann bei entsprechender Witterungskonstellation organische Dünger, speziell Gülle, sehr effizient verwerten. Die herkömmlichen Produktionstechniken mit meist einmaliger breitflächiger Gülle-Applikation zur Saat haben jedoch bisher kaum etwas mit einer gezielten Bestandesführung zu tun. Daß hier Handlungsbedarf besteht, belegt die Abbildung 7, welche den Verlauf der N_{\min} -Werte im Boden während der Kultur von Mais einmal innerhalb der Reihen und zum anderen zwischen den Reihen dokumentiert. Dabei wird deutlich, daß zur Abreife des Maises die pflanzenverfügbaren Rest-N-Mengen und damit auch die Nitratverlustpotentiale zwischen den Reihen wesentlich größer sind als innerhalb der Reihen. Die Ursache hierfür ist in dem Umstand zu suchen, daß einerseits der Boden in den Reihenzwischenräumen erst relativ spät in der Vegetationsperiode umfassend durchwurzelt wird und daß andererseits die N-Aufnahme des Bestandes bereits ab der Blüte deutlich reduziert ist.

Im einzelnen sind folgende technologische Möglichkeiten (z. T. alternativ) zu prüfen, um die N-Ausnutzung durch den Mais zu optimieren:

1. Optimiertes Wirtschaftsdüngermanagement durch zeitlich und räumlich angepaßte Düngung; z. B. N-Reihendüngung mit Gülle und/oder N-Aufteilung in Anlehnung an den zeitlichen Bedarf des Bestandes.
2. Optimierung der räumlichen Verteilung der Einzelpflanzen durch entsprechende Saatechniken: z. B. Reduzierung des Reihenabstandes durch Doppelreihensaatechnik. Eigene Untersuchungen auf sandigen Böden Schleswig-Holsteins zu diesem Komplex dokumentieren mit gewisser standörtlicher Variation um mehr als 15 % höhere Erträge im Vergleich zur konventionellen Saatechnik (19).

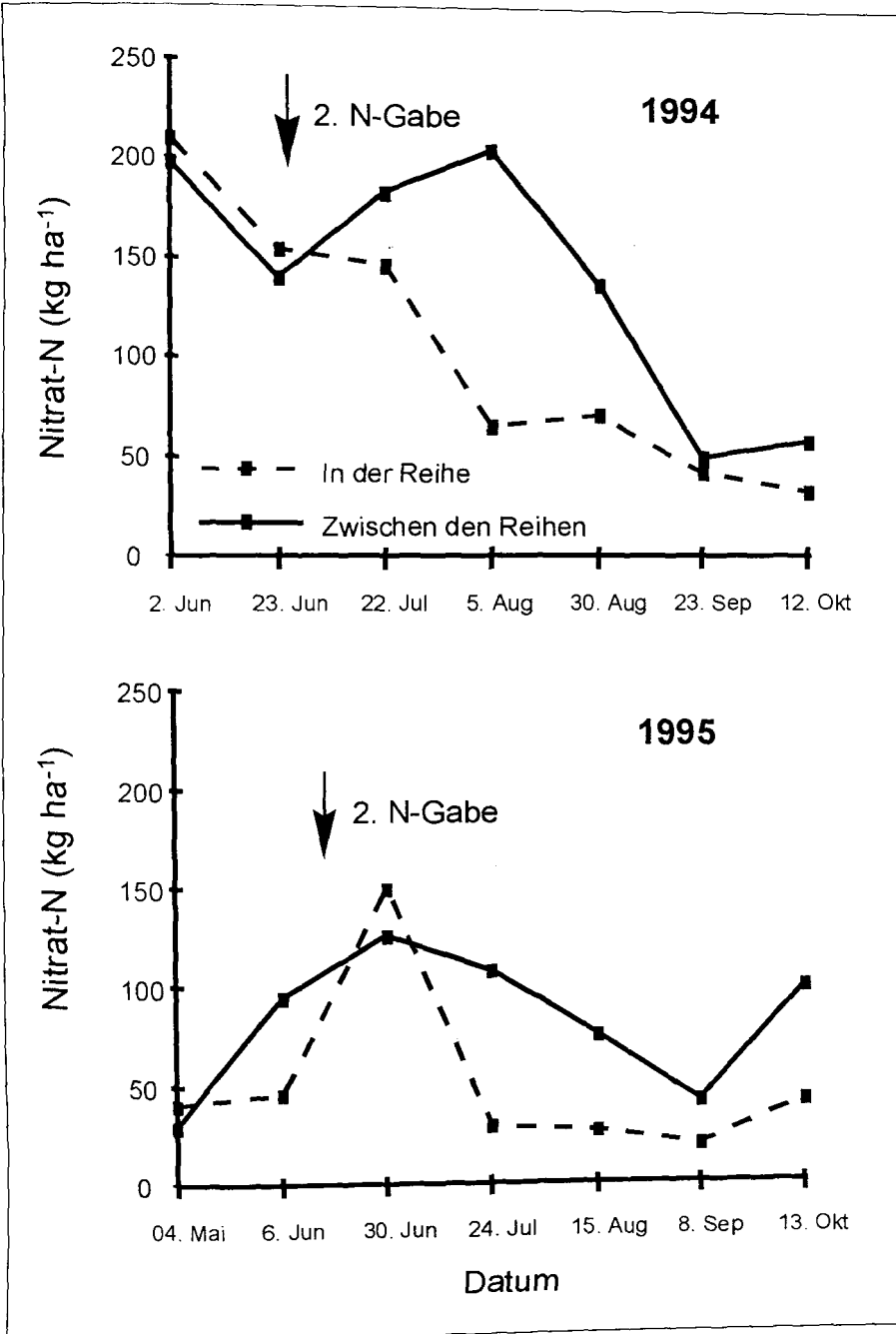


Abb. 7. Nitratmengen (kg ha⁻¹) innerhalb und zwischen den Maisreihen (Standort Ostenfeld, Bodenart hS; N-Düngung: 150 kg/ha)
 Quelle: (8, 9)

3. Effektiver Bodenschutz: Das zentrale Problem des Maisanbaues hinsichtlich der Nitratverlustpotentiale und hinsichtlich möglicher Bodenerosionen ist in der nicht vorhandenen Pflanzendecke ab Anfang Oktober insbesondere im Falle des Maisanbaus in Monokultur zu sehen. Im Folgenden sollen mögliche Lösungsansätze dargestellt werden.

7.3 Einsatz von Grasuntersaaten zu Mais

Entsprechende Versuche auf sandigen Standorten haben gezeigt, daß durch erfolgreiche Grasuntersaaten N-Mengen bis zu 50 kg ha^{-1} vor Auswaschung über Winter geschützt werden können, ohne daß Ertragseinbußen beim Mais auftreten [(13); Abb. 8]. Neben dem Nitrat werden durch Untersaaten auch weitere Mengenelemente wie z. B. Kalium, Magnesium und Schwefel vor Auswaschung geschützt, so daß die Bindung der relevanten Nährstoffe im durchwurzelbaren Bodenprofil die Gesamtkosten der Untersaat von ca. 40–50 DM ha^{-1} auch ökonomisch rechtfertigen dürfte.

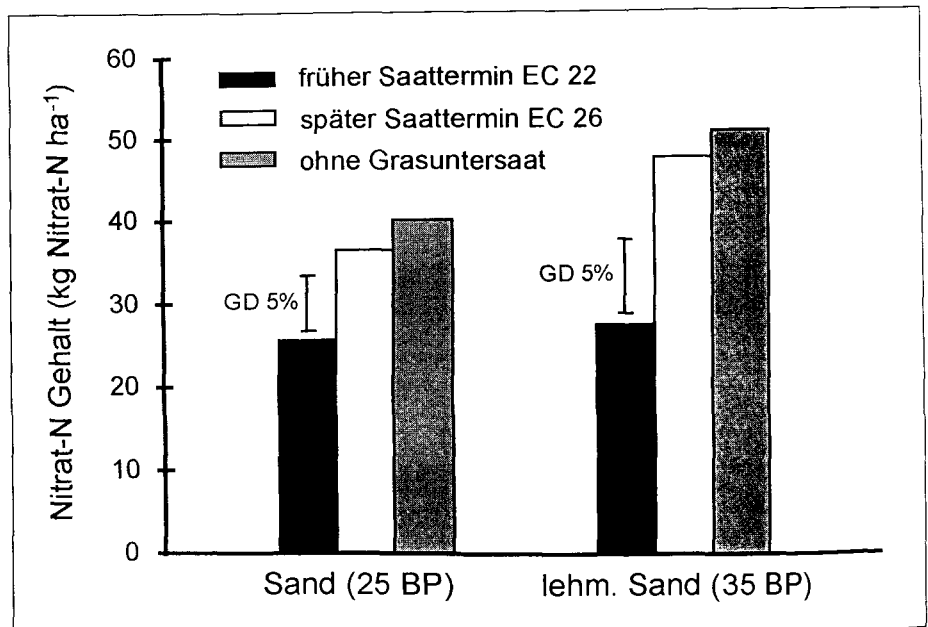


Abb. 8. Einfluß von Gras-Untersaaten auf die Nitrat-Stickstoff-Menge (kg ha^{-1}) im Boden nach der Silomaisenernte
Quelle: (13)

7.4 Integration von Mais in Futterbaufruchtfolgen

Um die langfristig negativen Effekte von Maismonokulturen zu reduzieren, ist vermehrt über Ackerfutterbaufruchtfolgen nachzudenken mit dem Ziel, eine hohe N-Verwertungseffizienz der gesamten Fruchtfolge zu erreichen. Eigene Kalkulationen für eine Fruchtfolge auf Basis der Kulturarten Gras bzw. Klee, Mais und Getreide-Ganzpflanzensilage zeigen, daß bei optimalem Wirtschaftsdüngermanagement durchschnittliche mineralische N-Aufwendungen von deutlich unter 100 kg ha^{-1} ausreichend sind, ohne daß signifikante Ertragsverluste zu erwarten sind. Das heißt, daß die derzeitigen N-Intensitäten von durchschnittlich 170 kg ha^{-1} mineralischer Stickstoffdünger in norddeutschen Futterbaubetrieben (16) bei optimierten Produktionstechniken nahezu halbiert werden könnten.

Aus diesen Kalkulationen ist ein weiterer Bedarf nach technologischen Entwicklungen abzuleiten. Zu nennen wäre hier zum einen der Bereich der Quantifizierung und Prognose der pflanzenverfügbaren Nährstoffmengen in semi-intensiven Produktionssystemen im Futterbau unter Ausnutzung moderner Informationstechnologien. Zum anderen stellt die Entwicklung von Modellansätzen, die witterungsbedingt und bewirtschaftungsbedingt pflanzenverfügbare N-Mengen zu simulieren und in praxistaugliche Beratungssysteme zu integrieren bzw. im Idealfall auf Betriebsniveau zu installieren, eine große Herausforderung für die Zukunft dar.

8 Schlußfolgerungen

Vor allem aufgrund der biotischen und abiotischen Belastungspotentiale sind Extensivierungsmöglichkeiten bzw. -notwendigkeiten mit einer gewissen Präferenz für die spezialisierten Milchvieh-/Futterbaubetriebe der Geest-Standorte in Norddeutschland gegeben. Es gibt viele Beispiele, die dokumentieren, daß die Umsetzung von aktuell existierenden, aber noch nicht weit verbreiteten Technologien insbesondere in den Bereichen Bestandesführung / Wirtschaftsdüngermanagement / Nährstoffverwertung / Bodenschutz hohe Potentiale für ressourcenschonende und gleichzeitig hoch leistungsfähige Futterbausysteme bietet. Unter anderem haben die vorgestellten ökologisch relevanten Ergebnisse zur Biodiversität und zu den Nährstoffverlustpotentialen gezeigt, wie unbefriedigend eine Grobeinteilung in „intensive“ Systeme einerseits und „extensive“ Systeme andererseits ist. Vielmehr ist die Varianz innerhalb der Systeme z. B. aufgrund des Spezialisierungsgrades häufig größer als die durchschnittlichen Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungssystemen.

In Landschaftsräumen wie den norddeutschen glazialen Sanderflächen, die einerseits durch ackerfähige Standorte und andererseits durch einen hohen Grünland-/Futterbauspezialisierungsgrad gekennzeichnet sind, wird im Sinne einer Weiterführung einer leistungsfähigen und umweltverträglichen Milchproduktion empfohlen, vermehrt an der Entwicklung semi-intensiver Futterbausysteme zu arbeiten. Diese sind durch eine Reduktion des Dauergrünlandflächenanteiles, eine Etablierung von Ackerfutterbaufurchfolgen unter Einbeziehung des Silomaises und durch deutlich reduzierte Nährstoffbilanzüberschüsse, bedingt durch reduzierte Nährstoffinputs in der gesamten Fruchtfolge gekennzeichnet (vgl. 21).

Zusammenfassung

Dieser Beitrag zielt darauf ab, die Perspektiven von semi-intensiven Produktionssystemen für die durch eine spezialisierte Milchviehhaltung geprägten Standorte Norddeutschlands zu charakterisieren. Nach einer kritischen Würdigung des Begriffes „extensives Produktionssystem“ anhand des Vergleichs einzelner Extensivierungsstrategien, werden Bestimmungsgründe bzw. Leistungspotentiale für den Milchvieh-/Futterbaubetrieb dargestellt. In der anschließenden pflanzenbaulichen, ökonomischen und ökologischen Bewertung semi-intensiver Systeme in der Grünlandwirtschaft finden die glazialen Sanderflächen Norddeutschlands besondere Berücksichtigung. Hierbei wird deutlich, welche überragende Bedeutung dem Spezialisierungsgrad landwirtschaftlicher Betriebe hinsichtlich deren biotischen und abiotischen Belastungspotentialen gegenüber der Umwelt zukommt. Für den Bereich des Ackerfutterbaus werden wesentliche produktionstechnische Maßnahmen zur Steigerung der Stickstoffeffizienz der Kulturarten diskutiert sowie für den Silomaisanbau Möglichkeiten zur Reduktion von Stickstoffverlusten während der Sickerwasserperiode aufgezeigt.

In Landschaftsräumen wie den norddeutschen glazialen Sanderflächen, die einerseits durch ackerfähige Standorte und andererseits durch einen hohen Grünland-/Futterbauspezialisierungsgrad gekennzeichnet sind, wird im Sinne der Weiterführung einer leistungsfähigen und umweltverträglichen Milchproduktion empfohlen, vermehrt an der Entwicklung semi-intensiver Futterbausysteme zu arbeiten. Diese sind durch eine Reduktion des Dauergrünlandflächenanteiles, eine Etablierung von Ackerfutterbaufurchfolgen unter Einbeziehung des Silomaises und durch deutlich reduzierte Nährstoffbilanzüberschüsse, bedingt durch reduzierte Nährstoffinputs in der gesamten Fruchtfolge, gekennzeichnet.

Summary

Perspectives of Semi-Intensive Production Systems for Dairy Farms in Northern Germany

This paper aims to characterize the perspectives of semi-intensive production systems for sites in Northern Germany, which bear highly specialized dairy farms. After defining the term "extensive production systems" by comparing different strategies of extensification reasons for the establishment and the potential of such systems for dairy/fodder production farms are described. It follows the assessment of a semi-intensive management of permanent grassland by special consideration of production, as well as the economical and ecological impacts on sander sites of Northern Germany. It is evident that the degree of farm specialization has an superior importance for productivity and for biotical impact on the environment as well as for the abiotical pollution of it. In terms of forage production on the arable land, important measures to increase nitrogen efficiency of plant species are demonstrated. It is discussed how to reduce nitrogen losses through leaching in the production process of mais grown for silage.

For a further productive and non-polluting fodder production it is recommended to intensify the development of semi-intensive fodder production systems for areas like the glacial sanders of Northern Germany, which are characterized on the one side by large parts of arable land and on the other side by a high degree of specialization on dairy farming. Such systems would be distinguished by a reduced part of permanent grassland, by an increase of fodder production in rotations including mais grown for silage and by reduced surpluses in nutrients balances due to reduced inputs in the rotation as a whole.

Résumé

Perspectives de systèmes de production semi-intensifs dans les régions de bétail à lait et de culture fourragère de l'Allemagne du Nord

Cette étude se propose de caractériser les perspectives de systèmes de production semi-intensifs concernant les régions de l'Allemagne du Nord marquées par un élevage de bétail laitier. Faisant suite à une appréciation critique de la notion «système de production extensif» à l'appui de diverses stratégies d'extension, sont alors exposés les motifs de détermination, respectivement les capacités de production concernant l'entreprise laitière-/l'exploitation fourragère. Les plaines étendues sablonneuses glaciaires de l'Allemagne du Nord se voient attribuer une considération particulière en ce qui concerne l'appréciation suivante du point de vue culture des plantes, économique et écologique de systèmes intensifs dans l'exploitation des herbages. On constate ainsi clairement à quel point une importance primordiale était attribuée au degré de spécialisation d'exploitations agricoles en ce qui concerne leurs potentiels de charge biotiques et abiotiques vis-à-vis de l'environnement. En ce qui concerne le domaine de la culture fourragère de plein champ, d'importantes mesures techniques de production visant à l'augmentation de l'efficience de l'azote, des espèces de culture font l'objet de discussions de même que sont exposées les possibilités visant à la réduction de pertes d'azote pendant la période de l'eau d'infiltration en ce qui concerne la culture du mais à ensiler. Dans les paysages telles les plaines étendues sablonneuses glaciaires de l'Allemagne du Nord qui, d'une part, sont caractérisées par des situations géographiques laboureuses et de l'autre par un degré élevé d'exploitation des herbages/de spécialisation en culture fourragère, il est recommandé, dans le sens de la continuation d'une production laitière efficiente et favorable à l'environnement, d'accentuer les efforts visant au développement de systèmes semi-intensifs de culture fourragère. Ceux-ci sont caractérisés par une réduction de la proportion des pâturages et prairies permanents, par l'établissement de successions de cultures y compris la culture du mais à ensiler et par des excédents sensiblement réduits du bilan de substances nutritives, dues à des inputs réduits de substances nutritives dans l'ensemble de la succession des cultures.

Literatur

1. ALBER, D., 1997: Welche Reserven liegen in der Maiszüchtung? mais, 25. Jg. (1), 14–16.
2. ALVENSLEBEN, R. V., 1996: Zur Neuorientierung der Landnutzung in Deutschland – Kurzfassung eines Gutachtens des wissenschaftlichen Beirates beim Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Ber. ü. Landw. Bd. 74 (3), 358–368.
3. BAHNEMANN, S.; WULFES, R.; KORNHER, A., 1996: Morphologische Entwicklung und Reservestoffdynamik von Weißklee während der Überwinterung. 40. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Neuruppin/Paulinenaue.
4. BECHMANN, A.; MEIER-SCHADNAGEL, R.; RÜHLING, I., 1993: Die Zukunft gehört dem Ökologischen Landbau – Szenarien für die Umstellungskosten der Landwirtschaft in Deutschland. Bar-singhäuser Berichte, Heft 27, Zukunfts-Institut Barsinghausen.

5. BENKE, M., 1992: Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Grünland mittels der Saugkerzen-Methode in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Schnitt/Weide), der Nutzungshäufigkeit, der Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und der Stickstoffdüngung. Diss. der Agrarwiss. Fakultät der CAU Kiel.
6. COLLINS, R.P.; CONNOLLY, J.; FOTHERGILL, M.; FRANKOW-LINDBERG, B. E.; GUCKERT, A.; NÖSBERGER, J.; RHODES, I.; STOFFEL, S., 1996: Variation in the overwintering of white clover cultivars in coll wet areas of Europe. In: parente, G. Frame, J. and Ors, S. (eds.) Grassland and Land Use Systems. 16th Gen. Meeting of the Europ. Grassld. Fed., Grado, 1996, p. 201-204
7. HABER, 1985: Vorträge der XXIII. Weihenstephaner Hochschultagung 1985. Bayer. landwirtschaftl. Jahrbuch, SH 1985, 62: 1, 161pp.
8. HANSEN, H., 1996: Einfluß einer reduzierten Stickstoffdüngung auf die Leistungsfähigkeit verschiedener Silomaisorten. Diplomarbeit FH Kiel, Fachbereich Landbau.
9. HANSEN, T., 1995: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Leistungsfähigkeit von 8 Silomaisorten. Diplomarbeit FH Kiel, Fachbereich Landbau.
10. HOCHMANN, J.; HANSEN, J., 1995: Betriebszweigauswertung Milchvieh – Futterbau, Ergebnisse aus Schleswig-Holstein. Versuchsbericht Ökologischer Landbau, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein.
11. LANDBECK, M.; SEITZ, G., 1992: Grundlagen der Züchtung auf Stickstoffeffizienz bei Mais. Vorträge für die Pflanzenzüchtung 22, 57-66.
12. LUPPING, 1997: mündl. Mitteilung.
13. OTT, H.; TAUBE, F., 1995: Untersaaten im Silomaisanbau in Schleswig-Holstein – eine Zwischenbilanz. Bauernblatt für Schleswig-Holstein u. Hamburg, Heft 15, 2096-2098.
14. PAAR, A., 1993: Ammoniakemissionen nach Gülledüngung auf Grünland. Diss. d. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
15. Rinderreport, 1995: Ergebnisse der Rinderspezialberatung in Schleswig-Holstein. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Nr. 488.
16. -, 1996: Ergebnisse der Rinderspezialberatung in Schleswig-Holstein. Betriebsw. Mitteilungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Nr. 500.
17. SUSENBETH, A.; ERNST, E., 1997: Perspektiven für die extensive Tierproduktion. Vortrag zur 47. Hochschultagung. Schriftenr. d. agrarwiss. Fak. d. Uni. Kiel, Heft 79.
18. TAUBE, F.; KORNIHER, A.; SÜDEKUM, K.-H.; WÖRNER, M.; PABST, K., 1991: Slot seeding of white clover into a permanent pasture: Impact on botanical composition, dry matter yield and quality of herbage. Report of the EGF-Symposium „Grassland renovation and weed control in europe“, Graz, 123-126.
19. TAUBE, F.; STÖY, A.; OTT, H., 1992: Silomais: Bestandesdichte und Säverfahren standortangepaßt einsetzen. Bauernblatt für Schleswig-Holstein u. Hamburg, S. 1928-1930.
20. TAUBE, F.; KORNIHER, A.; WACHENDORF, M., 1995: Leistungsfähigkeit weißkleebasierter Produktionssysteme auf dem Dauergrünland Norddeutschlands. D. Wirtschaftseigene Futter, 41, 28-42.
21. TAUBE, F., 1996: Steigerung der Ausnutzung von Stickstoff im Produktionsprozeß der Milcherzeugung durch Maßnahmen des Futterbaues, der Tierernährung sowie des Managements und der Zucht. 40. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Neuruppin.
22. TAUBE, F.; LANGBEHN, C.; WACHENDORF, M., 1997: Perspektiven extensiver Produktionssysteme im Pflanzenbau. Vorträge zur 47. Hochschultagung, Schriftenreihe der Agrarwiss. Fak. der Univ. Kiel.
23. TAUBE, F.; OTT, H., 1997: unveröffentlicht.
24. TITEN, J.-H.; KORNIHER, A., 1995: Ertrag und Qualität von Rotklee und Rotklee-Gras-Gemengen unter den Anbaubedingungen der Geest. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 8, 439-442.
25. WACHENDORF, M.; TAUBE, F., 1996: Agronomische und ökologische Aspekte einer Grünlandbewirtschaftung im Ökologischen Landbau. Versuchsbericht Ökologischer Landbau, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein.
26. WILHELMY, B., 1993: Untersuchungen zur Ertragsbildung und zur Veränderung ausgewählter Qualitätsparameter im Zuwachsverlauf von Grünlandbeständen in Abhängigkeit von der botanischen Zusammensetzung (mit/ohne Weißklee), der Stickstoffdüngung und der Nutzungshäufigkeit. Diss. der Agrarwiss. Fakultät der CAU Kiel.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. FRIEDHELM TAUBE; Dr. MICHAEL WACHENDORF und Priv.-Doz. Dr. JÖRG MICHAEL GREEF, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel sowie Prof. Dr. RAINER WULFFES, Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, 24783 Osterrönfeld, Deutschland