

Den „driving forces“ zur Erhöhung der Ressourceneffizienz im Futterbau sind zwei Komponenten zuzuordnen. Zum einen sind dies gesetzliche Rahmenbedingungen zum Schutz des Grund- und Oberflächenwassers. Zentrale Zielgröße ist hierbei die Reduktion von Nährstoffeinträgen in aquatische Ökosysteme insbesondere hinsichtlich des Stickstoffs. Zum anderen gewinnt in jüngerer Zeit zusätzlich der Einfluss der futterbaulichen Nutzung auf den Klimawandel an Bedeutung. Als funktionelle Einheit dient in diesem Fall die je produzierte Futtereinheit induzierte Belastung mit klimarelevanten Gasen (GHG).

Die Futtererzeugung steht am Anfang der Produktionskette zur Erzeugung tierischer Produkte und stellt ökonomisch wie ökologisch eine wesentliche Einflussgröße für die Bewertung der Ressourceneffizienz von Produktionssystemen in der Milch- und Fleischherzeugung dar.

N-Verwertung und N-Austräge

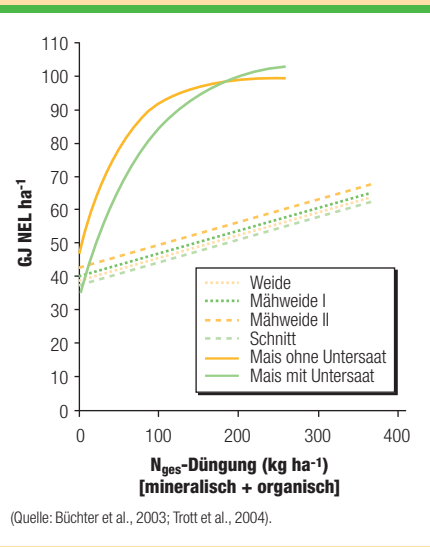
Im N-Projekt Karkendamm der Universität Kiel wurden über fünf Jahre die Leistungen und ökologischen Effekte verschiedener Grünlandnutzungssysteme (Weide; Mähweide; Schnitt) und Silomaisanbausysteme (Monokultur mit/ohne Untersaaten; Fruchtfolgen) auf einem sandigen Boden der schleswig-holsteinischen Geest über einen weiten Intensitätsgradienten der N-Düngung durchgeführt. Die daraus abgeleiteten Produktionsfunktionen mit der im Futterbau relevanten Zielgröße Nettoenergieertrag zeigt die Abbildung 1 mit dem Ergebnis, dass der Silomais allen Grünlandnutzungssystemen deutlich überlegen ist und insbesondere die N-Verwertungseffizienz im Bereich zwischen 0 und 150 kg N/ha zugunsten des Maises ausfällt. Als ein Indikator für die optimale N-Versorgung des Silomaises konnte der Rohproteingehalt zur Siloreife identifiziert werden mit dem Ergebnis, dass 7 Prozent Rohprotein zur Silorei-



Silomais oder Grünlandnutzungssysteme? Klimarelevanz im Futterbau

Friedhelm Taube und

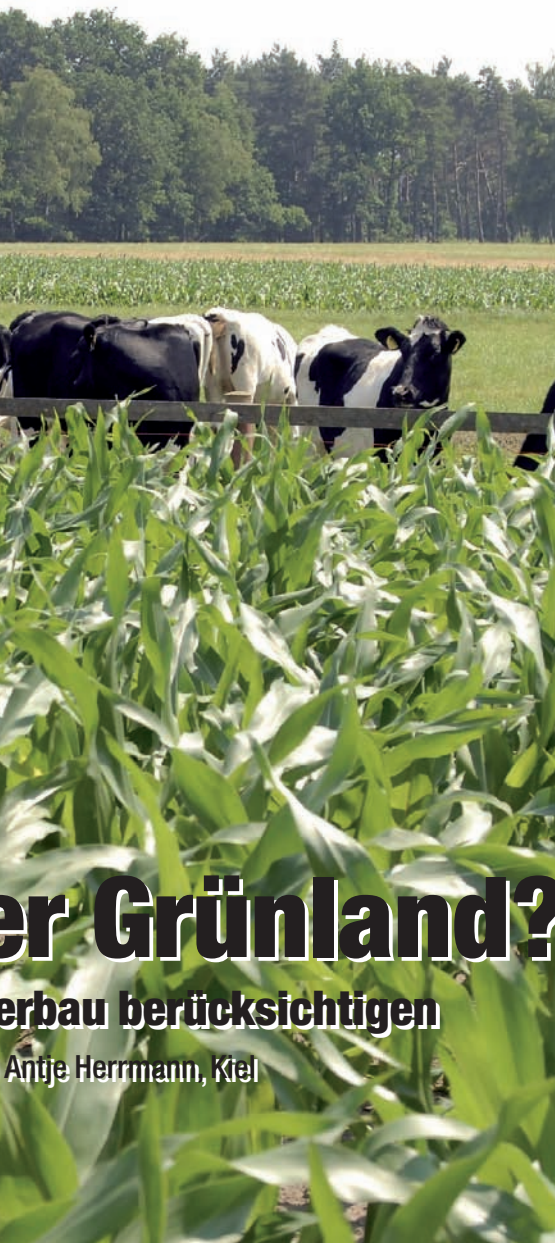
Abb. 1: Netto-Energieertrag von Grünlandnutzungssystemen und Maismonokultur (mit/ohne Untersaat) in Abhängigkeit des N-Inputs



fe ausreichend sind, um einen maximalen Ertrag zu realisieren. Dieser Wert wurde durch die Auswertung von neun weiteren N-Steigerungsversuchen in Nordwestdeutschland bestätigt.

Für die Grünlandnutzungen sind über den gesamten N-Intensitätsbereich gleichbleibend geringe Grenzerträge dokumentiert, die einerseits aus hohen N-Fixierungsleistungen des Weißklee von 60 bis 180 kg N/ha ohne jegliche zusätzliche N-Düngung und andererseits durch temporären Trockenstress der hohen N-Düngungsvarianten verursacht werden.

Mittels keramischer Saugkerzen wurden die Nitratausträge aus den geprüften Varianten im Winterhalbjahr bestimmt. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Nitrat-Stickstoffausträge zum einen bezogen auf die Fläche (ha) und zum an-



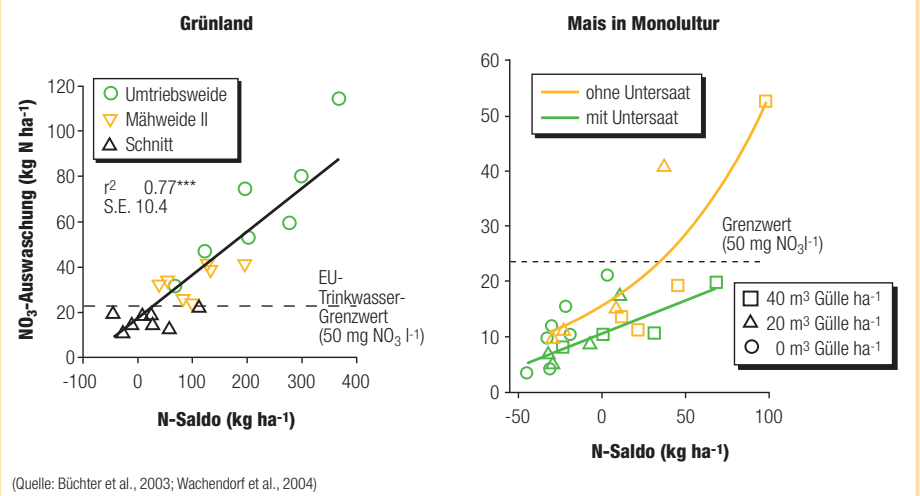
er Grünland?

erbau berücksichtigen

Antje Herrmann, Kiel

(Foto: agrarpress)

Abb. 2: Nitratfracht für Grünlandnutzungssysteme und Maismonokultur in Abhängigkeit des N-Saldos



(Quelle: Büchter et al., 2003; Wachendorf et al., 2004)

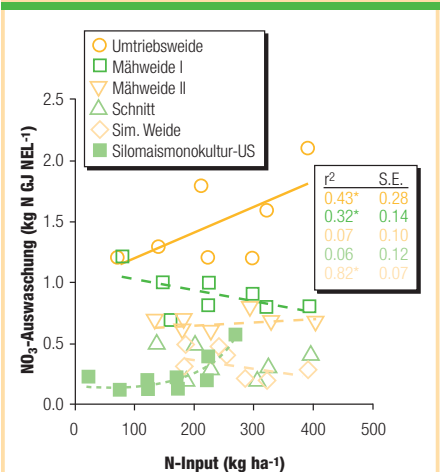
züglichkeit des Maisanbaus bei optimaler Düngungsintensität aufgrund der höheren Erträge deutlich gegenüber der funktionellen Einheit Fläche an. Eine energetische Einheit Futter für die Milcherzeugung von der Weide trägt somit als „ökologischen Rucksack“ für den Bereich Nitratfracht eine um den Faktor 5 bis 8 höhere Belastung im Vergleich zu optimal versorgtem Silomais. Würde man die ökologische Bewertung der verschiedenen Futterproduktionssysteme auf die potenzielle Gewässerbelastung beschränken, würde die Bewertung eindeutig zulasten der Weide, insbesondere der Intensivweide ausfallen. Wird jedoch als zusätzlich Indikator die CO₂-Emission bzw. die Energieeffi-

deren bezogen auf die produzierte Einheit Ertrag (MJ NEL) von ausgewählten Varianten. Bezogen auf die Fläche wird für den Mais deutlich, dass die N-Verluste bei optimaler N-Düngung (ausgeglichenem N-Bilanzsaldo) marginal sind und erst mit deutlich positivem N-Bilanzsaldo ansteigen. Werden Untersaaten eingesetzt, sind diese in der Lage, den überschüssigen Stickstoff weitgehend aufzunehmen und N-Austräge zu gewährleisten, die den Nitratgrenzwert für Trinkwasser nicht überschreiten.

Unter Dauergrünland ist die Nutzungsform von größerer Bedeutung für die N-Verluste über das Sickerwasser als die N-Düngungshöhe, wobei insbesondere die intensive Weidenutzung aufgrund der punktuellen Rückführung der Exkremente Probleme verursacht, während

Schnittnutzungssysteme vergleichsweise unproblematisch sind. Im Bereich dieser Weide-Exkrementflecken sinkt die N-Verwertung der mineralischen Düngung auf unter 20 Prozent ab, was einen erheblichen Anstieg der Nitratfrachten zur Folge hat. Daraus resultiert für die Weidenutzung eine maximal akzeptable N-Düngungsintensität von etwa 100 kg/ha, wenn der Trinkwassergrenzwert unter den gegebenen Standortverhältnissen nicht überschritten werden soll. Die Richtwerte für die Düngung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein wurden auf Basis dieser Ergebnisse in der aktuellen Ausgabe deutlich nach unten korrigiert. Wird als Bezugsgröße (funktionelle Einheit) nicht die Fläche, sondern die Produkteinheit (MJ NEL) gewählt, steigt die relative Vor-

Abb. 3: Produktbezogene Nitratfracht für Grünlandnutzungssysteme und Maismonokultur (ohne Untersaat) in Abhängigkeit des N-Inputs



(N-Input = Mineral-N + Gülle-N + N-Fixierung + Deposition; kg N ha⁻¹). (Quelle: Büchter et al., 2002; Wachendorf et al., 2002).

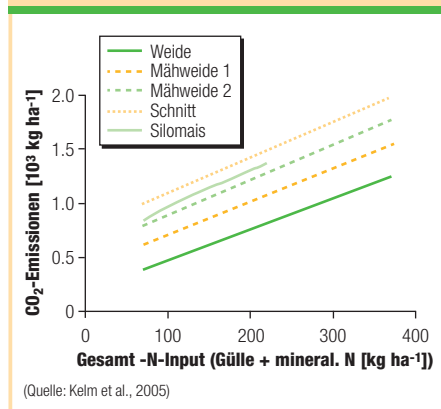
zienz vor dem Hintergrund der Klimarelevanz hinzugezogen, ergibt sich ein völlig anderes Bild.

CO₂- und N₂O-Emissionen

Zur Berechnung der CO₂-Emissionen wurden entsprechend der OECD Standards sämtliche Bewirtschaftungsmaßnahmen mit dem dazu gehörigen Energieverbrauch bzw. den daraus resultierenden CO₂-Emissionen belastet und wiederum zum einen auf die Fläche und zum anderen auf die Produkteinheit (spezifische CO₂-Emissionen) bezogen. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die entsprechenden Zusammenhänge und verdeutlichen, dass sich nun die relative Vorzüglichkeit der Produktionssysteme zugunsten der Weide umkehrt. Sowohl die absoluten Emissionen je ha als auch die spezifischen Emissionen („ökologischer Rucksack“ für CO₂-Emissionen je Einheit Futterenergie) weisen low-input Systeme auf der Weide als optimal aus, während hoch intensive Schnittsysteme mit vier Schnitten vom Grünland die höchsten Emissionen verursachen.

Unter Grünlandnutzung wurden zusätzlich die N₂O-Emissionen (Lachgas) ermittelt, da diesen aufgrund der hohen Klimarelevanz im Vergleich zum CO₂ eine erhebliche Bedeutung zukommt, während die Methanemissionen nicht systematisch ermittelt wurden, da diese primär durch die Nutztiere verursacht werden und somit beim Vergleich von Futterbausystemen eine untergeordnete Relevanz haben. Bezüglich der Lachgasemissionen konnten keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit der N-Düngungsintensität abgesichert werden, vielmehr

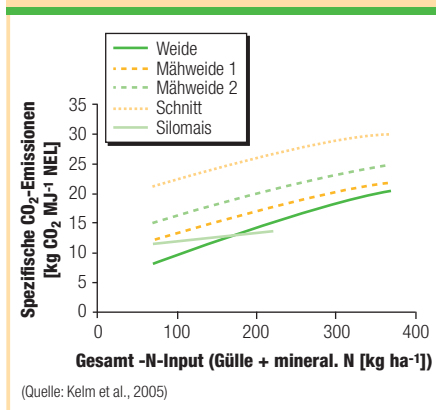
Abb. 4: Aus der Produktion von Grünlandnutzungssystemen und Maismonokultur resultierende, flächenbezogene CO₂-Emissionen in Abhängigkeit des N-Inputs



Schnittnutzung auf Grünland

(Werkfoto)

Abb. 5: Aus der Produktion von Grünlandnutzungssystemen und Maismonokultur resultierende spezifische CO₂-Emissionen in Abhängigkeit des N-Inputs



variierten diese Emissionen in einem Bereich von 3 bis 5 kg N/ha, was zeigt, dass die bodenbürtigen Emissionen und nicht die Emissionen aus der N-Düngung unter langjährig intensiv bewirtschafteten Grünlandbeständen eine wesentliche Rolle spielen.

In den vorliegenden Analysen wurden die Veränderungen der Bodenkohlenstoffgehalte im Boden aufgrund der relativ kurzen Laufzeit der Projekte nicht berücksichtigt. Langfristig stellt jedoch das Alter des Grünlandes durch seine Funktion als Kohlenstoffsенке eine zentrale Stellgröße für die Emissionen klimarelevanter Gase dar. Umgekehrt zeigen mehrere internationale Studien, dass Silomaisanbau in Monokultur immer mit einem Verlust an organischer Bodensubstanz verbunden ist, d. h. in unseren Analysen haben wir durch die Nichtberücksichtigung der C-Bindung im Boden die Emissionen unter Dauergrünland tendenziell überschätzt und diejenigen unter Mais eher unterschätzt. Wird Acker in Grünland umgewan-

delt, fungieren Grünlandböden je nach Standort über Jahrzehnte als Senke für CO₂ (auf Mineralböden in der Größenordnung von circa 1 t CO₂/ha/Jahr), während der in den letzten Jahren in Deutschland deutlich zunehmende Grünlandumbruch den nachfolgenden Ackerbau mit erheblichen Emissionen klimarelevanter Gase belastet. Entsprechende Analysen aus den USA zeigen, dass die Berücksichtigung dieser Zusammenhänge zu einer deutlichen Verschiebung der Vorzüglichkeit von Produktionssystemen zugunsten insbesondere der Weidenutzung führt.

Fazit

Zusammenfassend zeigen unsere Ergebnisse, dass auf fakultativen Grünlandstandorten, also ackerfähigen Böden, bei einer ganzheitlichen Betrachtungsweise hinsichtlich der Erträge, der Nährstoffverluste über Sickerwasser und der Emissionen („carbon footprint“) der Maisanbau nach den Kriterien der guten fachlichen Praxis (Anbau in Fruchtfolge!) und die Weidenutzung auf dem Grünland mit geringer N-Zufuhr die günstigsten Optionen darstellen. Um optimierte Futterproduktionssysteme für die Erzeugung von Nahrungsmittel tierischer Herkunft zu entwickeln, ist als Forschungsbedarf eine vollständige Erfassung des „carbon footprints“ der Milch- und Fleischproduktion unter Berücksichtigung der oben genannten Zusammenhänge für unseren Klimaraum abzuleiten. Eine Thematik, mit der sich die Kieler Agrarwissenschaftler derzeit beschäftigen.

Prof. Dr. Friedhelm Taube und PD Dr. Antje Herrmann, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24118 Kiel, Tel.: 0431-880-2134, Fax: 0431-880-4568, E-Mail: ftaube@email.uni-kiel.de