

Futterwert und Stickstoffbilanz von Silomais in gras- und klee grasbasierten Fruchtfolgen

T.Kalmlage ¹⁾, M. Kayser, ¹⁾ und J.Isselstein, ²⁾

¹⁾Universität Göttingen -Außenstelle Vechta-, Driverstr. 22, 49377 Vechta

²⁾Universität Göttingen -Department für Nutzpflanzenwissenschaften-, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

Einleitung und Problemstellung

Die Bedeutung des Maisanbaus nimmt in der landwirtschaftlichen Praxis stetig zu. Den produktionstechnischen und ökonomischen Vorteilen von Mais stehen verschiedene negative Einflüsse auf die Umwelt gegenüber. Bereits seit den 80er Jahren wird dem Maisanbau im Vergleich zu anderen Feldfrüchten eine verstärkte Nitratbelastung des Grundwassers zugeschrieben (KELM et al., 2007, BOBE et al., 2003; REMY, 1991).

Die Stickstoffernährung des Maises spielt im Hinblick auf das Nitrat austragsrisiko eine wichtige Rolle. Über die Gestaltung der Fruchtfolge und die N-Düngung kann das Austragsrisiko beim Maisanbau reduziert werden (KALMLAGE et al., 2008; STAUFFER et al., 2005), es kann aber der Ertrag und die Qualität beeinflusst werden. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zu prüfen, ob durch die Wahl von klee gras- und grasbasierten Fruchtfolgabschnitten der Futterwert des Silomaises beeinflusst wird. Die Qualität des angebaute Maises ist dabei ein wichtiger Faktor zur Beurteilung der Eignung solcher Anbauverfahren.

Material und Methoden

Im Rahmen eines Feldversuchs wurden zwei Ackergras/Düngungssysteme im Fruchtfolgeabschnitt ‚Einjähriges Feldgras/Silomais‘ vergleichend geprüft. Der Versuch wurde an zwei Standorten mit je drei Wiederholungen durchgeführt. Bei Standort 1 handelt es sich um einen Plaggenesch aus lehmigem Sand. Standort 2 ist ein schwach schluffiger, anthropogener Sandboden, der ab einer Tiefe von ca. 70 cm aus reinem Sand besteht.

In der ersten Variante wurde Rotklee im Gemenge mit Weidelgräsern ohne eine Stickstoffdüngung angebaut, der folgende Mais erhielt eine reduzierte Stickstoffdüngung (N23). In der zweiten Variante wurde mit Stickstoff gedüngtes (360 kg N/ha) Welsches Weidelgras angebaut und der nachfolgende Silomais wurde standortsüblich mit Stickstoff gedüngt (N180). Die Klee gras- und Grasparzellen (96 m²) wurden im Jahr 2006 viermal beerntet. Im Frühjahr 2007 erfolgte der Umbruch der Parzellen und es wurde Mais nachgebaut (Tab. 1). Der Mais wurde Anfang Oktober als ganze Pflanze geerntet.

Tabelle 1: Übersicht des Versuchsablaufs, der Ansaatmengen und N-Düngung.

Versuchsanlage Herbst 2005	im	Ackergras	
		45 kg/ha mit 29% Rotklee	45 kg/ha ohne Rotklee
1. Jahr (2006)		0 kg N/ha	360 kg N/ha
2. Jahr (2007)		Umbruch und Ansaat Silomais	
		23 kg N/ha*	180 kg N/ha

*Unterfuß bei Saat

Die Pflanzenproben wurden bei 60 °C getrocknet und auf 1 mm vermahlen. Die Nährstoffgehalte des Pflanzenmaterials wurde mittels Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) geschätzt und die Bestimmung des Rohaschegehalts erfolgte nach der VDLUFA-Methode (VDLUFA-Methodenbuch Bd. III, Kap. 8.1).

Auf beiden Versuchsstandorten wurde zur Beprobung des oberflächennahen Sickerwassers eine Saugkerzenanlage eingesetzt. Die Sickerwassermenge wurde mit dem Wasserhaushaltsmodell „Simpel - Version 2“ nach HÖRMANN (1998) berechnet. Der Nitrataustrag wurde als Produkt aus Sickerwassermenge und Nitratkonzentration ermittelt.

Als Maß für den Futterwert wurde die metabolische Energie (ME) nach den Empfehlungen der GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (UNIVERSITÄT HOHENHEIM – DOKUMENTATIONSSTELLE (HRSG.), 1997) berechnet. Hierbei wurde im Falle beider Varianten auf die tabellierten Verdaulichkeitskoeffizienten von XF und XL für Silomais Ende der Teigreife zurückgegriffen, da zum Erntezeitpunkt keinerlei phänologische Unterschiede feststellbar waren.

Alle Werte, wenn nicht anders gekennzeichnet, sind Mittelwerte der Wiederholungen mit Standardfehler des Mittelwerts jeweils für den klee-grasbasierten (N0 bzw. N23) und den grasbasierten (N360 bzw. N180) Fruchtfolgeabschnitt.

Ergebnisse und Diskussion

Statistische Auswertungen der Daten zeigten Standorteffekte auf die Erträge für den ersten Fruchtfolgeabschnitt Gras bzw. Klee-gras, im zweiten Fruchtfolgeabschnitt Silomais spielten Standortunterschiede keine Rolle. Die Ernteerträge des ungedüngten Klee-grases waren deutlich geringer als die der gedüngten Grasvariante. (Tab. 2). Die Kleeanteile des Klee-grases betragen während der Vegetationsperiode an beiden Standorten im Mittel 25 %. Die N-Erträge waren im gedüngten Gras deutlich höher als im Klee-gras (Tab. 4).

Die Trockenmasseerträge der beiden Maisvarianten im Versuchsjahr 2007/08 unterschieden sich im Mittel nur wenig. Die intensiv gedüngte Variante (N180) hatte etwas höhere N-Erträge (Tab. 4). Dennoch lieferte das Klee-gras als Vorfrucht so viel Stickstoff, dass die Erträge des ungedüngten Silomais denen des gedüngten Fruchtfolgeabschnitts entsprachen.

Tab. 2: Übersicht der Trockenmasseerträge der Fruchtfolgevarianten; Mittelwerte mit Standardfehler.

	TM [dt/ha]			
	2006 Ackergras		2007 Silomais	
	N0	N360	N23	N180
Standort 1	87 ±3	133 ±6	181 ±2	177 ±5
Standort 2	72 ±2	108 ±5	172 ±10	174 ±13

Die Unterschiede in den Gehalten an metabolischer Energie (ME) der beiden Silomaisvarianten waren nicht signifikant (Tab. 3). Die Erträge der metabolischen Energie pro Hektar zeigen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten der Fruchtfolgeabschnitte. An Standort 2 wurden im Mittel etwas höhere Werte berechnet als an Standort 1. Der Stärkegehalt war in der klee-grasbasierten Fruchtfolge signifikant höher (Tab. 3).

Tab. 3: Stärkegehalt und metabolische Energie (ME, MJ/kg TS, bzw. GJ/ha) des Silomaises im Herbst 2007; Mittelwerte mit Standardfehler.

	ME [MJ/kg]		Stärkegehalt [%]		ME [GJ/ha]	
	N23	N180	N23	N180	N23	N180
Standort 1	10,6 ±0,0	10,2 ±0,3	24,3 ±0,8	21,2 ±1,5	191 ±2	180 ±10
Standort 2	10,7 ±0,1	10,8 ±0,3	23,9 ±1,0	22,5 ±1,5	185 ±12	188 ±8

Für eine vereinfachte Stickstoffbilanzierung (Tab. 4) der beiden Versuchsvarianten wurde die Differenz aus N-Input (Düngung + Deposition) und N-Output (N-Ertrag) gebildet. Der atmosphärische Eintrag von ca. 35 kg N/ha und Jahr (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND KLIMASCHUTZ, 2006) ist in allen Versuchsgliedern gleich und wurde als N-Deposition mit in die Bilanzierung aufgenommen. Daraus ergibt sich bei einem positiven Wert der einfachen Bilanz ein Stickstoffüberschuss, 0 bedeutet eine ausgeglichene und ein Ergebnis niedriger als Null eine negative Stickstoffbilanz. Eine negative Bilanz führt zu dem Schluss, dass Stickstoff aus anderen Quellen (Bodenmineralisation, symbiotische N₂-Fixierung der Leguminosen) von den Pflanzen genutzt wird. In einem zweiten Schritt wurde die vereinfachte Bilanz um die N-Auswaschung erweitert. Die N-Auswaschung wird dabei als Stickstoffüberschuss betrachtet und zu dem Ergebnis der vereinfachten Bilanz addiert.

Die ungedüngte Ackergras-Mais-Fruchtfolge hatte in beiden Fruchtfolgegliedern eine negative Stickstoffbilanz (Tab. 4), so dass Stickstoff aus nicht quantifizierten Quellen genutzt wurde. Im Jahr 2006 wurde das Gras ohne Klee mit einer Gabe von 360 kg N/ha offensichtlich überdüngt; infolge einer Sommertrockenheit im Jahr 2006, die auf dem sandigeren Standort 2 besonders deutlich ausfiel war die Ertragsleistung wasserlimitiert. Die positive

N-Bilanz im hoch gedüngten Silomais 2007 ist v.a. allem auf die hohe N-Auswaschung zurückzuführen, die offensichtlich mit einer starken N-Mineralisation des Bodens als Folge des Umbruchs des hoch gedüngten Ackergrases zusammenhängt.

Tab. 4: Stickstoffbilanzierung der einzelnen Fruchtfolgeglieder.

Mittel der Standorte	2006		2007	
	Ackergras		Silomais	
	N0	N360	N23	N180
N-Input (Düngung+Deposition)	35	395	58	215
N-Output (N-Ertrag)	154	263	179	185
Einfache Bilanz	-119	132	-121	30
N-Auswaschung	6,5	58	60	130
Erweiterte Bilanz	-113	190	-62	160

[kg/ha]

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass nach dem Umbruch von Gras und Klee gras die Stickstoffdüngung zu Mais deutlich vermindert werden kann, ohne dass es gravierende Ertragseinbußen gibt. Betrachtet man die Biomasseleistung des Fruchtfolgeabschnittes ‚Feldgras/Silomais‘ so war die gedüngte Variante der ungedüngten Klee grasvariante jedoch deutlich überlegen. Im Hinblick auf die Futterqualität muss in dem klee basierten System nicht mit Einbußen gerechnet werden.

Durch den Anbau von Klee gras und stark reduziert gedüngtem Silomais konnte die Nitratbelastung des Sickerwassers um zwei Drittel gegenüber der üblich intensiv gedüngten Variante vermindert werden. Die Umbruche ffekte und die Ernterückstände des Ackergrases sorgten offensichtlich für eine ausreichende Stickstoffversorgung. Eine N-Düngung in üblicher Höhe wird dagegen oftmals zu einer N-Übersorgung und somit zu einer potentiell höheren Nitrat auswaschung führen.

Literatur

BOBE, J., WACHENDORF, M., BÜCHTER, M. und F. TAUBE (2003): Vergleich der Nitratkonzentrationen im Grund- und Sickerwasser bei variierter Düngungsintensität im Dauergrünland und in einer Maismonokultur – Erste Ergebnisse. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften Bd. 15, S. 190-193.

HÖRMANN, G. (1998): Speichermodelle zum Bodenwasserhaushalt – Simpel Version 2, Kiel. http://www.hydrology.uni-kiel.de:9673/Hydrology/Members/schorsch/Simpel/index_html/view, letzter Zugriff 23.09.2008.

KALMLAGE, T., KAYSER M. und J. ISSELSTEIN (2008): Silomaisanbau in einer Fruchtfolge mit Ackergras (mit und ohne Rotklee) – Möglichkeiten zur Minderung des Nitrat austrag

Sektion Futterqualität und Fütterung

im Maisanbau. In: Effiziente Nutzung von Grünland als Ressource für die Milch- und Fleischproduktion. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Bd. 9, S. 67-70.

KELM, M., TAUBE, F., HÜWING, H., KEMPER, N. und H. NEUMANN (2007): Ergebnisse des Projektes COMPASS, 2. Auflage, Kiel.

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND KLIMASCHUTZ (HRSG.) (2006): Deposition - Quellen und Einträge, http://www.umwelt.niedersachsen.de/master/C24142165_N23066340_L20_D0_I598.html, letzter Zugriff am 01.12.2008.

REMY, D. (1991): Hydrochemische Untersuchungen im Bereich der Grundwasseroberfläche in einem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Raum im Ostmünsterland. In: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Osnabrück 1989), Bd. XIX/III, S. 385-391, Osnabrück.

STAUFFER, W. und E. SPIESS (2005): Einfluss unterschiedlicher Nutzung und Düngung auf Sickerwassermenge und Nitratauswaschung. In: 11. Gumpensteiner Lysimetertagung, 5. und 6. April 2005, S. 213-216, Gumpenstein.

UNIVERSITÄT HOHENHEIM – DOKUMENTATIONSSTELLE (HRSG.)(1997): DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer, Frankfurt am Main.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (HRSG.): VDLUFA-Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. 4. Ergänzungslieferung (1997).