

Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 15, 83–86 (2003)

Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte

Drey mann, S., Loges, R., Taube, F.*

Einleitung

Unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus werden marktfähige Kulturarten (z.B. Backweizen, Speisehafer) in bevorzugter Fruchtfolgestellung direkt nach Leguminosen angebaut, um mit dem durch Leguminosen fixierten N ein hohes Ertrags- und Qualitätsniveau zu erzielen. In Norddeutschland sind häufig Rotklee/Gras-Gemenge die Haupt-N-Quelle der Fruchtfolgen. Der schlaggebundene N-Transfer von den Klee gras-Beständen zur Folgefrucht ist durch das kühl-humide Klima nur eingeschränkt möglich, da N in Form von Nitrat auswaschungsgefährdet ist. Besonders der Anbau von Winterweizen steht aufgrund des Klee gras-Umbruchs im Herbst in Verbindung mit einem hohen NO₃-N-Auswaschungsrisiko, das beim Klee gras-(KG)-Umbruch im Frühjahr vergleichsweise gering ist (RUHE et al., 2003). Je nach Betriebsausrichtung variiert jedoch die Nutzungsform von Klee gras-Beständen (futterbauliche Schnitt- vs. ackerbauliche Mulchnutzung), die den N-Pool der Fläche und die Ertragsleistung der KG-Folgefrucht beeinflusst. Untersuchungen zur N-Auswaschung in Abhängigkeit von der KG-Nutzung liegen in der Literatur kaum vor. In diesem Zusammenhang wird anhand eines mehrjährigen Feldversuches auf dem Versuchsgut für Ökologischen Landbau und extensive Landnutzungssysteme der CAU Kiel (Lindhof) die Bedeutung von KG-Nutzung und Umbruchzeitpunkt auf die N-Auswaschung in der ersten und zweiten Sickerwasserperiode nach dem KG-Nutzungsjahr sowie auf die Ertragsleistung der KG-Folgefrüchte Winterweizen, Sommerweizen und Hafer unter Berücksichtigung einer variierten Umbruchart und Flüssigmistgabe geprüft.

Material und Methoden

Der Untersuchung liegen drei Feldversuche zu Grunde, die im Zeitraum 1999 - 2003 mit dem Fruchtfolgeglied Klee gras/Getreide in dreifacher Wiederholung durchgeführt wurden (Bodenart IS-sL, Bodenpunkte Ø 43, im Mittel von 1980-2002: Ø Jahresniederschlagssumme 785 mm, Ø Jahrestemperatur 8,7 °C). In Tab. 1 sind die Versuchsfaktoren zur Untersuchung der Klee gras- und Folgefruchtbestände und in Tab. 2 die zur Untersuchung der Nitrat-N-Auswaschung zusammengestellt.

Tab. 1: Versuchsfaktoren zur Untersuchung der Klee gras- und Folgefruchtbestände

	Faktor	Faktorstufe
Klee gras-perioden 1999 und 2001	Klee gras-nutzung	3-Schnitte, 2-Schnitte + 1x Mulchen, 3x Mulchen
	Umbruch-art	Pflug („heiler Umbruch“), Fräse + Pflug
Folgefrucht-perioden 2000 und 2002	Folgefrucht-art	Winterweizen (Herbstumbruch), Sommerweizen (Frühjahrs umbr.) Hafer (Frühjahrs umbruch)
	Organische Düngung	0kg N ha ⁻¹ 75kg N ha ⁻¹

* Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; Kontakt: www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de; sondrey@email.uni-kiel.de

Tab. 2: Versuchsfaktoren zur Untersuchung der Nitrat-N-Auswaschung

Sickerwasserperiode (SWP)	Faktor	Faktorstufe
1. SWP nach dem KG-Nutzungsjahr (2001/02 und 2002/03)	Kleegras- nutzung	3-Schnitte, 2-Schnitte + 1x Mulchen, 3x Mulchen
	Umbruch- zeitpunkt	Herbst mit Winterweizen, intaktes Klee gras
2. SWP nach dem KG-Nutzungsjahr (2000/01 und 2002/03)	Kleegras- Nutzung	3-Schnitte, / , 3x Mulchen
	Umbruch- zeitpunkt	Herbst mit Winterweizen, intaktes Klee gras
	Zwischen- frucht	ohne Gelbsenf, mit Gelbsenf

Die organische Düngung zum Getreide erfolgte mit Rindergülle ($2,5 \text{ kg N m}^{-3}$) mittels Schlepplschläuchen. In der KG-Periode wurden TM-Ertrag und KG-Ernterückstände und in der Folgefruchtperiode Korn-Ertrag, Korn-Rp-Gehalt und Korn-N-Entzug erfasst. Der Boden- N_{\min} wurde zum KG-Umbruch, zu Vegetationsende und -beginn sowie nach der Getreideernte ermittelt. Die Messung der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Auswaschung erfolgte mit keramischen Saugkerzen. Die statistische Auswertung wurde mittels F-Test durchgeführt; für Wechselwirkungen wurde die Option „slice“ in SAS verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Das 3-Schnitt genutzte Klee gras erzielte einen TM-Ertrag von 120 dt ha^{-1} und die 2-Schnitt/1x Mulch genutzten Bestände 90 dt TM ha^{-1} und damit 75 % des TM-Ertrages der rein futterbaulichen Nutzung (ohne Abb.). Während der geerntete N-Ertrag beim 3-Schnittsystem 370 kg N ha^{-1} und bei der 2-Schnitt/1x Mulch-Nutzung 280 kg N ha^{-1} betrug, erzielte der als Gründüngung 3x gemulchte Bestand keinen erntbaren TM- und N-Ertrag. In Tab. 3 wird die N-Menge der zum KG-Umbruch auf der Fläche ermittelten KG-Ernterückstände in Abhängigkeit von der KG-Nutzung dargestellt. KG-Residuen von rein futterbaulich genutzten Beständen setzen sich aus KG-Stoppeln, Wurzeln und dem Restaufwuchs zusammen, während KG-Residuen mulchgenutzter Bestände zusätzlich mit Mulchmaterial angereichert sind. In dem 3x gemulchten KG wurde als Summe der vier Aufwüchse eine potenziell erntbare Spross-N-Menge von 390 kg N ha^{-1} festgestellt. Obwohl sich während der Vegetation nutzungsbedingt große N-Mengen-Unterschiede auf der Fläche ergaben, hatte die Variation der KG-Nutzung zum Zeitpunkt des Herbst- bzw. Frühjahrs-Umbruchs keinen Einfluss auf die N-Menge der KG-Residuen. Die Ursache ist u.a. im Zyklieren von N zu finden, da durch das Mulchen schnell umsetzbares KG-Material erzeugt wird, dessen N während der Vegetation freigesetzt wird und zum Umbruch nicht mehr nachweisbar ist (HEUWINKEL et al. 2002). Im folgenden bewirkte die Variation der KG-Nutzung ebenfalls kein Effekt auf den Kornertrag der drei Getreidearten (Tab. 3).

Im Mittel der KG-Nutzung lag das Ertragsniveau von Winterweizen mit $48,4 \text{ dt ha}^{-1}$ nur gering über dem von Sommerweizen ($46,6 \text{ dt ha}^{-1}$). Hafer erzielte die höchste Ertragsleistung sowohl hinsichtlich des Kornertrags als auch hinsichtlich des Korn-N-Entzugs. Für den Parameter Korn-N-Entzug konnte sowohl beim Winterweizen als auch beim Hafer ein höherer N-Entzug nach 3x gemulchtem gegenüber 3-Schnitt genutztem KG abgesichert werden. Im Vergleich zum Winterweizen lag der Korn-N-Entzug von Sommerweizen insgesamt auf einem höheren Niveau, bedingt durch den höheren Rp-Gehalt (vgl. Tab. 4). Der Einsatz von Rindergülle hatte einen deutlich positiven Effekt auf den Ertrag von Winterweizen, während das Ertragsniveau von Sommerweizen und Hafer nicht bzw. nur gering durch die organische Düngung erhöht werden konnte (Tab. 4). Winterweizen erzielte durch die Gülleapplikation den

höchsten Mehr-Korn-N-Entzug gegenüber der Kontrolle. Durch die Klee gras-Stoppelbearbeitung zum Umbruch erzielte Sommerweizen einen höheren Korn-Ertrag, der zu einem höheren Korn-N-Entzug führte (Tab. 5).

Tab. 3: Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Menge in den Klee gras-(KG)-Ernterückständen sowie auf die Getreide-Ertragsleistung im 2-jährigen Mittel

Klee gras-Nutzung	KG-Ernterückstände (N-Menge) kg N ha ⁻¹		Kornertrag dt ha ⁻¹			Korn-N-Entzug kg N ha ⁻¹		
	Herbst	Frühjahr	WW	SW	H	WW	SW	H
3-Schnitte	148,57	122,36	45,96	46,44	56,07	66,81 ^b	78,43	86,40 ^b
2-S.+ 1x M.	150,48	137,56	48,88	47,00	59,42	71,51 ^{ab}	78,78	93,82 ^{ab}
3x Mulchen	140,40	123,11	50,42	46,22	59,94	75,80 ^a	77,92	96,26 ^a
SE	4,49	4,49	2,06	2,06	2,06	3,73	3,73	3,73
Pr / sig.	ns	ns	ns	ns	ns	0,0448	ns	0,0217

2-S.+ 1x M.= 2-Schnitte, 1x Mulchen; SE= Standardfehler, Pr = Probability, ns= nicht signifikant, Irrtumswahrscheinlichkeit Pr > 5% = ns, verschiedene Buchstaben kennzeichnen sign. Unterschiede

Tab. 4: Einfluss der organischen Düngung auf den Kornertrag (14% Kornfeuchte), den Rp-Gehalt und den Korn-N-Entzug im 2-jährigen Mittel

Organ. Düngung	Korn-Ertrag dt ha ⁻¹			Rp-Gehalt %			Korn-N-Entzug kg N ha ⁻¹		
	WW	SW	H	WW	SW	H	WW	SW	H
0kg N ha ⁻¹	45,49	45,82	57,52	9,70	11,34	11,27	66,33	76,18	88,52
75kgN ha ⁻¹	51,35	47,28	59,44	9,94	11,63	11,74	76,41	80,57	95,79
SE	1,84 /	1,84 /	1,84 /	0,10 /	0,10 /	0,10 /	3,33 /	3,33 /	3,33 /
Pr / sig.	< 0,0001	ns	0,0421	0,0251	0,0067	<0,0001	<0,0001	0,0106	0,0001

SE= Standardfehler, Pr = Probability, ns= nicht signifikant, Irrtumswahrscheinlichkeit Pr > 5% = ns

Tab. 5: Einfluss der Umbruchart auf den Kornertrag (14% Kornfeuchte), den Rp-Gehalt und den Korn-N-Entzug im 2-jährigen Mittel

Umbruch-art	Kornertrag dt ha ⁻¹			Rp-Gehalt %			Korn-N-Entzug kg N ha ⁻¹		
	WW	SW	H	WW	SW	H	WW	SW	H
Pflug	49,12	44,61	57,96	9,83	11,54	11,53	72,45	75,62	91,54
Fräse + Pfl.	47,72	48,50	59,00	9,81	11,43	11,49	70,29	81,13	92,78
SE	1,86	1,86	1,86	0,10	0,10	0,10	3,38	3,38	3,38
Pr / sig.	ns	0,0024	ns	ns	ns	ns	ns	0,0153	ns

Fräse + Pfl. = Fräse und Pflug; Irrtumswahrscheinlichkeit Pr > 5% = ns

Abb. 1 zeigt die Nitrat-N-Fracht im Sickerwasser in der ersten Sickerwasserperiode (SWP) nach dem KG-Nutzungsjahr und Abb. 2 die Nitrat-N-Fracht im Sickerwasser in der zweiten SWP nach dem KG-Nutzungsjahr. In der ersten SWP gingen sowohl von der KG-Nutzung als auch vom Umbruchzeitpunkt starke Effekte auf die NO₃-N-Fracht im Sickerwasser aus. Im Mittel über die KG-Nutzungssysteme wurden nach KG-Herbstumbruch unter Winterweizen 16 kg NO₃-N ha⁻¹ mehr im Sickerwasser nachgewiesen als unter einem intakten KG-Bestand. Der Einfluss der KG-Nutzung auf die NO₃-N-Fracht im Sickerwasser wird sowohl unter intaktem als auch unter umgebrochenem Klee gras deutlich. Unter intaktem KG wurde nach 3x Mulchen eine um 10 kg ha⁻¹ signifikant höhere NO₃-N-Fracht im Sickerwasser festgestellt als unter 3-Schnittnutzung. Die NO₃-N-Fracht unter der kombinierten Schnitt/Mulch-Nutzung lag auf mittlerem Niveau. Der KG-Umbruch im Herbst erhöhte die NO₃-N-Auswaschung unter der kombinierten Nutzung auf das Auswaschungs-Niveau der 3x gemulchten Variante. Mit 17 kg NO₃-N ha⁻¹ lag die N-Auswaschung nach 3-Schnitt um 12 kg niedriger als unter mulchgenutzten Beständen. In der

zweiten SWP nach dem KG-Nutzungsjahr kehrte sich die Wirkung des KG-Umbruchzeitpunktes auf die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Fracht um. Im Vergleich zum Herbstumbruch wurde nach Frühjahrsumbruch mehr $\text{NO}_3\text{-N}$ im Sickerwasser nachgewiesen. In den Varianten ohne Gelbsenf war die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Fracht nach Sommerweizen (= KG-Frühjahrsumbr.) signifikant um $6 \text{ kg NO}_3\text{-N ha}^{-1}$ höher als nach Winterweizen (= KG-Herbstumbr.). Dieser Effekt zeigte sich auch unter Gelbsenf. Im Mittel über den Umbruchzeitpunkt konnte durch den Anbau von Gelbsenf nach der KG-Folgefrucht die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Auswaschung in der darauf folgenden SWP um $15 \text{ kg NO}_3\text{-N ha}^{-1}$ gesenkt werden. **Fazit:** KG-Schnittnutzung in Verbindung mit einem Frühjahrsumbruch kann das N-Verlust-Risiko durch $\text{NO}_3\text{-N}$ -Auswaschung sehr gering gehalten und durch den Anbau einer Getreidesommerung kann ein hohes Ertragsniveau bei gleichzeitig hohen Qualitäten erreicht werden. Nach der KG-Folgefrucht leisten Zwischenfrüchte einen großen Beitrag zur Vermeidung unnötiger N-Verluste durch Auswaschung.

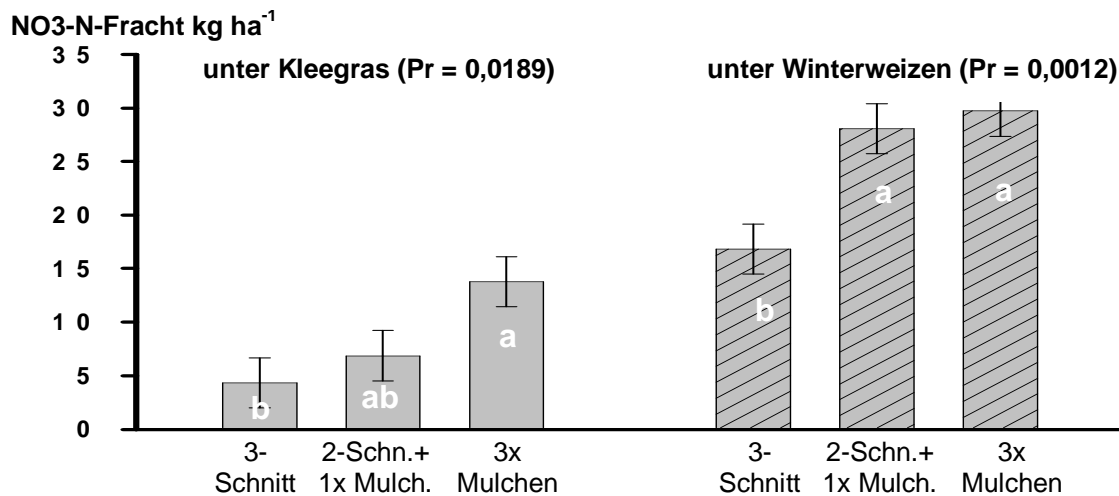


Abb. 1: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Fracht in der 1. SWP nach dem Klee gras-Nutzungsjahr

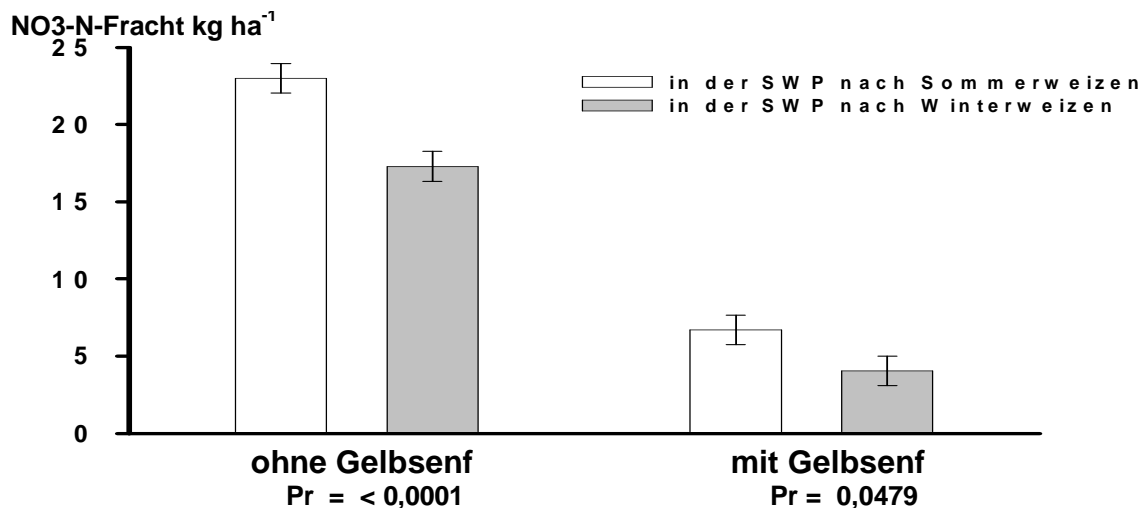


Abb. 2: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Fracht in der 2. SWP nach dem Klee gras-Nutzungsjahr

Literatur

- Heuwinkel, H., Kaiser, M., Schmidhalter, U., R. Gutser, 2002: Mulchen von Klee gras vermindert den N-Gewinn: Ausmaß und Ursachen, VDLUFA-Tagung, Leipzig, 24-25
- Ruhe, I., Loges, R., F. Taube, 2003: N-Flüsse in verschiedenen Fruchtfolgen des ökologischen Landbaues (Conbale) in: Beitr. zur 7. Wiss. Tagung zum Ökologischen Landbau, Wien, 97-100