

Zur Bedeutung punktueller N-Einträge für unterschiedlich intensive Weidesysteme

M. Kayser¹, H.-P. König¹, B. Landwehr¹ und J. Isselstein²

¹Forschungs- und Studienzentrum Weser-Ems, Universität Göttingen, Driverstraße 22, 49377 Vechta; Email: Manfred.Kayser@agr.uni-goettingen.de

²Graslandwissenschaft, Dept. für Nutzpflanzenwissenschaften, Universität Göttingen, Von-Siebold Str. 8, 37075 Göttingen

Einleitung und Problemstellung

Die N-Effizienz von Weideverfahren hängt nicht zuletzt von den N-Verlusten an konzentrierten Eintragsstellen wie Harnflecken, Tränke- und Fütterungsbereichen ab. Dabei haben die Eintragsstellen je nach Intensität der Beweidung und Höhe der N-Düngung eine unterschiedliche Bedeutung für das Gesamtsystem. Vorge stellt werden Harnflecken und funktionale Bereiche bei der extensiven Winterweide, die mit Werten intensiverer Sommerbeweidung und unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen ergänzt und verglichen werden. Dadurch sind Schlüsse auf die Folgen für die Umwelt und die Entwicklung der Grasnarbe möglich.

Material und Methoden

Die hier vorgestellten Ergebnisse stammen aus verschiedenen Versuchen, die in KÖNIG (2002), LANDWEHR (2002) und KAYSER (2003) näher beschrieben sind. Es handelte sich dabei um simulierte Harnflecken mit künstlichem Harn, die an drei Terminen im Winter auf einer Weide (KÖNIG, 2002), oder an 6 Terminen von Mai bis Oktober im Parzellenmaßstab angelegt wurden (LANDWEHR, 2002); im dritten Fall wurde Kuhharn im Sommer und Herbst auf kleine Lysimeter ausgebracht (KAYSER, 2003). Auf der Winterweide wurden die Harnflecken in zeitlichem Abstand von von 2 Stunden, 2 Wochen und dann regelmäßig alle 4 Wochen auf N_{min} beprobt. Im folgenden Frühjahr und Sommer wurden die Beprobungsflächen an drei Terminen geschnitten und der Trockenmasseertrag und N-Ertrag bestimmt. Parallel wurden auf den mit zwei unterschiedlichen Besatzstärken (1 und 2 Tiere/ha; dreifache Wiederholung) beweideten Flächen die N_{min}-Gehalte an den Futterplätzen und Tränken und der Weide untersucht. Auf dem Parzellenversuch war eine Saugkerzenanlage zur Gewinnung des Sickerwassers im Winterhalbjahr installiert. In den Kleinlysimetern konnte das Sickerwasser direkt gewonnen werden. Wie im Feldversuch wurden die Erträge durch regelmäßige Schnitte bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Zeitpunkt der Entstehung von punktuellen Einträgen

Bei Beweidung treten punktuelle Belastungen durch Stickstoff unter Harnflecken auf der Weidefläche auf aber ebenso im Bereich der Tränken, Futterstellen und Wege. Zeitpunkt der Entstehung der N-Einträge sowie die Besatzstärke sind entscheidende Faktoren für die Gesamtbelastung des Systems. Im Laufe der Weidesaison werden je Kuh etwa 1000 m² mit Harnflecken bedeckt, das entspricht je nach Besatzstärke einem Anteil von 15-30% der Fläche. Die Nitrat Auswaschung bei Weidenutzung lässt sich recht gut anhand der zu erwartenden Harnausscheidungen der Tiere abschätzen. Neben der Aufnahme von N in die Pflanze und der N-Auswaschung sind NH₃-Verflüchtigung, Denitrifikation und mikrobielle N-Immobilisation weitere Verlustpfade bzw. Senken für die N-Ausscheidungen.

Tabelle 1 zeigt einige Effekte des konzentrierten N an simulierten Harnflecken. Die Harnflecken wurden durch Schneiden genutzt, wobei die Ausnutzung des Stickstoffs potentiell überschätzt wird, da Meidung durch die Weidetiere und auch Beeinträchtigungen von Narbe und Wurzeln nicht berücksichtigt werden.

Tab. 1: Die Ausnutzung und Folgeeffekte von N in simulierten Harnflecken angelegt von Mai bis Februar. Parzellenversuch; Mittel aus 2 Jahren, Saugkerzen (LANDWEHR, 2002); Winterweide; einjährige Daten; Nmin <60 cm verlagert, wird als Verlust angenommen (KÖNIG, 2002). ANR ist die scheinbare N-Ausnutzung.

Termin Harnfleck	Nmin (0-90 cm)			Harn-N ausgewaschen [§]	ANR	ANR (folg. Frühjahr)
	Herbst (Okt.) [kg/ha]	Winter (9. Febr.) [kg/ha]	Frühjahr (März/April) [kg/ha]			
Parzellenversuch:	Input 160 kg N + 600 kg Harn-N					(1. Schnitt)
Kontrolle	21		32			
Mai	69		75	3	41	
Juni	104		43	7	36	
Juli	119		38	9	31	
August	181		44	30	18	
September	338		63	45	10	7
Oktober	465		178	45	5	11
Winterweide:	Input 0 N + 600 kg N Harn N					(3 Schnitte)
Kontrolle	18	20	24			
November (23.)	158 [#]	451	211	61		13
Januar (4.)		605	360	42		16
Februar (22.)		216 [#]	548	5-10		21

[§] bezogen auf eine Sickerwassermenge von 280 mm im Winterhalbjahr

[#] am Tag der Ausbringung

Sowohl bei den Nmin-Werten, dem Anteil des im Winter ausgewaschenen Harn-N und bei der Ausnutzung durch verstärktes Pflanzenwachstum lassen sich zwei zeitliche Trennungslinien ausmachen (Tab. 1). Die N-Ausnutzung durch die Pflanzen liegt von Mai bis Juli auf einem Niveau von 40-30% und fällt ab August auf deutlich unter 20% ab, verbunden mit dann auch wesentlich höheren Auswaschungsverlusten. Der Anteil des im folgenden Winter ausgewaschenen Harn-N liegt bei Harnflecken vom Mai-Juli bei etwa 5-10% und bei Harnflecken vom August-November bei 35-60%. Ab Januar werden die Auswaschungsverluste nach einer Harnapplikation wieder geringer und die N-Ausnutzung ist deutlich erhöht. Die niedrige Effizienz des im Oktober und No-

vember ausgebrachten Harn-N kann nur zu einem geringen Teil durch Aufnahme in die Pflanzen im Frühjahr kompensiert werden.

Bei der Winterweide können eingestreute Funktionsbereiche als temporäre N-Speicher angesehen werden. In den Untersuchungen von KÖNIG (2002) mit Besatzstärken von 1 bzw. 2 Rindern/ha kam es unter Mistmatten an Futterstellen zu hohen Nmin-Gehalten von bis zu 900 kg N/ha im Boden (im Mittel 300-500 kg N/ha), die vorwiegend als NH₄ vorlagen und erst nach Räumung der Futterstellen in Form von Nitrat verlagert wurden. Die Belastung der Tränkeplätze war mit 120 kg N/ha deutlich geringer, der Nitratanteil lag hier allerdings bei 55%. Weide und unbeweidete Kontrolle wiesen Werte von etwa 25 kg N/ha auf. Untersuchungen des Grundwassers (1.5-2 m) zeigten die höchsten Nitratkonzentrationen unter den Tränken (65 mg NO₃-N/l) und Futterstellen (49 mg/l) und sehr niedrige Werte für die Weidebereiche (1.5 mg/l). Für die Weidefläche wurde der potentiell ausgewaschene Harn-N auf 4-5 kg N/ha für die höhere und niedrige Besatzstärke errechnet, wobei dann 3-7% der Fläche mit Harnstellen bedeckt sind. Die Tiere der höheren Besatzstärke nahmen mehr Zufutter auf; das angebotene Futter hatte eine niedrigere Energiekonzentration und geringere N-Gehalte als das zur Verfügung stehende Weidegras.

Einflüsse der Weidenarbe auf N unter Harnflecken

Neben dem Zeitpunkt der Entstehung haben auch Düngung und Bearbeitung sowie Dichte und Zusammensetzung der Narbe einen Einfluss auf die N-Effizienz und die N-Verluste unter Harnflecken.

Tab. 2: Verbleib des Harn-N nach Applikation im Sommer und Herbst im Aufwuchs während der Vegetationsperiode, im Sickerwasser, im Aufwuchs des folgenden Frühjahrs (2 Schnitte) und in Wurzeln und dem heißwasserlöslichen Anteil des Bodenstickstoffs (HWN); Kleinlysimeter (KAYSER, 2003). Angaben zu gasförmigen Verlusten von Harn-N aus der Literatur.

Harnfleck	Düngung	N Ertrag [%]	N Auswaschung [§] [%]	N Ertrag im folg. Frühjahr [%]	Wurzeln, HWN [%]	Gasförmige Verluste [%]
Juli	0 N	42	3.2	3	4.3	
	0 N+Weißklee	20	5.2	10	1.6	
	KAS 320 kg N	32	2.7	7	2.3	NH ₃ : 4 -20%
Oktober	0 N		19.2	13	4.3	N ₂ O: 1.5 - 10%
	0 N+Weißklee		13.7	12	11.3	
	KAS 320 kg N		8.5	13	7.9	

[§] Sickerwassermenge mit 180 mm relativ niedrig; bei 280 mm lägen die Anteile an Harn-N bei 4.3 – 28.0 %

Der geringere Einbau von Harn-N aus im Herbst entstandenen Harnflecken in Pflanzenmasse wird zum Teil durch Immobilisation im Boden und in Wurzeln kompensiert, führt aber dennoch zu deutlich höheren Auswaschungsverlusten gegenüber Harnflecken vom Sommer (Tab. 2). Generell können die, hier nicht untersuchten, gasförmigen Verluste je nach Witterung, Besatzstärke und N-Düngung erheblich sein. Grundsätzlich sind auch im Sommer N-Verluste mit dem Sickerwasser möglich. Gerade unter sehr lockeren Narben (0 N) und bei sehr hohen Anteilen an Weißklee, mit einer gegenüber Gras geringeren Wurzeldichte und einer gröberen Wurzelarchitektur, kann es zu verstärktem Makroporenfluß kommen. Weißklee gras (>40% Klee) zeigte eine gegenüber den gedüngten (KAS 320) und lockeren Narben (0 N) geringere Ausnutzung des Harn-N im Sommer. Die lockeren Narben konnten auf das N-Angebot im Sommer

noch mit verstärktem Pflanzwachstum reagieren, das war im Herbst nicht mehr der Fall und führte zu erhöhten N-Verlusten. In Klee-gras-basierten Systemen mit geringer N Düngung ist die N Dynamik durch selbstregulierende Abläufe (LOISEAU *et al.*, 2001) und räumliche und zeitliche Variation der Kleegehalte geprägt. Zu den Faktoren, die die N₂-Fixierung beeinflussen, gehören unter anderem die Konkurrenz durch Gräser und der Gehalt an mineralischem N im Boden. Unter Harnflecken werden diese Mechanismen überlastet und es kommt je nach Kleeanteil und Besatzstärke zu einer erhöhten N-Auswaschung. Dennoch kann man in der Regel bei moderat gedüngten Klee-grasbeständen mit mittleren Kleeanteilen von einer N- Auswaschung ausgehen, die geringer ist als in hoch mit mineralischem N versorgten Beständen (KLEMPPT, 1997). Bei intensiver Beweidung von Klee-grasbeständen kehrt mehr N über Exkreta in den Kreislauf zurück, während bei extensiver Weide, die Senezenz von Wurzel- und Pflanzenteilen und die Mineralisation die größere Rolle im N-Kreislauf spielen.

Schlussfolgerungen

Bei Beweidung treten punktuelle Belastungen durch Stickstoff unter Harnflecken auf aber ebenso an Tränken, Futterstellen und Wegen. Zeitpunkt der Entstehung der Harnflecken sowie die Besatzstärke und N-Düngung sind entscheidende Faktoren für die Gesamtbelastung des Systems. So können bei extensiver Winterrassenhaltung zwar punktuell hohe Verluste entstehen, die aber in ihrer Summe von geringerer Bedeutung sind oder, wie an Futterstellen, in Mistmatten konserviert werden können. In intensiveren Weidesystemen führt in der zweiten Hälfte der Weidesaison eine Beweidung zu einer geringeren Effizienz des Harn-N und einer höheren N-Auswaschung, was durch eine entsprechend hohe Intensität der Nutzung im Frühjahr und Frühsommer ausgeglichen und durch eingeschobene Schnittnutzungen verbessert werden kann.

Literatur

- KAYSER, M. (2003): Nitrogen and potassium leaching from grassland: the effect of fertilizer regime and application of cattle urine. Göttinger Agrarwissenschaftliche Berichte. Band 14. excelsior p.s.
- KLEMPPT, L. (1997): Ermittlungen zum Nitrataustrag aus Dauergrünland unter Weidenutzung auf flussmarsch unter besonderer Berücksichtigung von Exkrementstellen. Dissertation, Gesamthochschule Kassel.
- KÖNIG, H.-P. (2002): Stickstoffumsatz und Nmin-Anreicherung auf Grünland während des Winters bei ganzjähriger Außenhaltung von Fleischrindern. Dissertation, Universität Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- LANDWEHR, B. (2002): Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Mähweiden in Abhängigkeit von der Stickstoffversorgung und dem Weidenutzungsanteil mit besonderer Betrachtung der N-Dynamik an Harneintragsstellen. Dissertation, Universität Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- LOISEAU, P., CARRERE, P., LAFARGE, M., DELPY, R., DUBLANCHET, J. (2001): Effect of soil-N and urine-N on nitrate leaching under pure grass, pure clover and mixed grass/clover swards. European Journal of Agronomy 14, 113-1121.