

Nitratauswaschung unter intensiv und extensiv genutztem Grasland

Volker Prasuhn^{1*}, Ernst Spiess¹ und Clay Humphrys¹

Zusammenfassung

Auf 4 Lysimetern der Lysimeteranlage Eschikon-Lindau wurde zwischen 2008 und 2011 die Nitratauswaschung unter einer intensiv und einer extensiv genutzten Wiese untersucht. Die Nitratkonzentration im Sickerwasser lag bei der intensiv genutzten Wiese im Mittel bei 1,7 mg/l NO_3^- , bei der extensiv genutzten Wiese bei 0,4 mg/l NO_3^- . Die ausgewaschenen Nitratfrachten waren mit durchschnittlich 1,2 kg N/ha/Jahr bei der intensiv genutzten Wiese und 0,2 kg N/ha/Jahr bei der extensiv genutzten Wiese sehr niedrig. Das Reduktionspotential von 1,0 kg N/ha/Jahr bei der Extensivierung von Grasland ist im Vergleich zu demjenigen im Acker- und Gemüsebau gering.

Schlagwörter: Nitrat, Auswaschung, Grasland, Düngung, Sickerwassermenge

Summary

On 4 lysimeters of the lysimeter station at Eschikon-Lindau (near Zurich) nitrate leaching from intensively and extensively managed grassland was studied between 2008 and 2011. Mean nitrate concentration was as high as 1.7 mg NO_3^- /l under intensively managed grassland and amounted to 0.4 mg/l NO_3^- under extensively managed grassland. Amounts of nitrate leached were very low with 1.2 kg N/ha/yr under intensively managed grassland and 0.2 kg N/ha/yr under extensively managed grassland. The reduction potential of 1.0 kg N/ha/yr through extensification of grassland was small compared to that in arable farming and vegetable growing.

Keywords: nitrate, leaching, grassland, fertilization, seepage water

Einleitung

Der Einfluss der Düngungs- und Nutzungsintensität von Grasland auf die Nitratauswaschung ist bisher nicht vollständig geklärt. Zwar herrscht einhellige Meinung, dass das Nitratauswaschungsrisiko unter Grasland bei standortgerechter Bewirtschaftung und sachgemässer Düngung im Vergleich zum Ackerbau generell niedrig ist. Lysimeterversuche haben gezeigt, dass nur bei exzessiver Stickstoff (-über)düngung mit erhöhten Nitratauswaschungsverlusten zu rechnen ist (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011, BOHNER und EDER 2011, FURRER und STAUFFER 1981, STAUFFER und SPIESS 2005). In der Schweiz werden aber im Rahmen der Ökologisierung der Landwirtschaft Extensivierungen von Grasland finanziell gefördert und in speziellen Nitratprojekten (z.B. nach Gewässerschutzgesetz Art. 62a) als eine mögliche Massnahme zur Verminderung der Nitratauswaschung vorgeschlagen. Inwieweit Extensivierungen von Grasland zu einer solchen Reduktion beitragen können, ist bisher nicht geklärt.

Material und Methoden

Lysimeterversuche wurden auf der 1976 gebauten Lysimeteranlage (BLUM 1980, PRASUHN et al. 2011) am Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich in Eschikon-Lindau (Kanton Zürich) von 2008 bis 2011 durchgeführt. Die Lysimeteranlage umfasst vier identische Lysimeter von 2 m Durchmesser bzw. 3,14 m² Oberfläche und 2,3 m Tiefe (*Abbildung 1*). Die Böden stammen vom Versuchsgelände in Eschikon-Lindau und wurden unter Wahrung des Bodenprofils 1976 von Hand eingefüllt und rückverdichtet. Nach

über 30 Jahren ungestörter Graslandnutzung ist ein Einfluss der Einfüllung weitgehend auszuschliessen. Unter einem skelettreichen Moränenlehm (toniger Lehm mit 31% Ton, 36% Schluff, 33% Sand) von 1,1 m Mächtigkeit befinden sich eine Schicht aus 20 cm Sand, dann eine Filtermatte und anschliessend gewaschene Steine (30-50 mm Durchmesser). Der Oberboden (0-10 cm) hatte zu Versuchsbeginn einen Gehalt an organischer Substanz von 3,4 % mit 1,98 % C_{org} und 0,27 % N_{tot} . Die Nährstoffversorgung war eher gering bei einer P-Testzahl (CO_2 -Methode) von 3,3 (entspricht Übergangsbereich von Versorgungsklasse C zu B) und einer K-Testzahl von 0,4 (entspricht Versorgungsklasse B). Der pH-Wert (H_2O) lag bei 5,7.

Der bestehende Grasbestand wurde Ende August 2007 mit Roundup abgespritzt. Der Boden wurde anschliessend nur in den obersten 10 cm bearbeitet, um eine Neuansaat zu ermöglichen, die Stickstoffmineralisierung aber möglichst wenig zu fördern. Auf zwei Lysimetern wurde eine Standardmischung 450 mit Blumen (*Salvia*) als extensive Wiese angesät. Sie erhielt keine Stickstoffdüngung und wurde jedes Jahr 2-mal geschnitten (1. Schnitt jeweils nach dem 15. Juni), das Schnittgut wurde abgeführt. Auf den beiden anderen Lysimetern wurde eine Standardmischung 440 (ohne Knäulgras) als intensive Wiese angesät. Dieser Bestand wurde jährlich 4-mal geerntet und nach jedem Schnitt mit Gülle (30 kg N/ha) gedüngt (im Jahr 2011 nur noch zwei Schnitte und Güllendüngungen). Im Jahr 2008 fanden wegen der Neuansaat nur provisorische Messungen statt. Nachdem Ende Winter 2008 die Nitratkonzentrationen ausgeglichen waren, begann die nachfolgend ausgewertete Versuchsdauer über drei Kalenderjahre. Zur Auswertung wurden jeweils

¹ Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 ZÜRICH

* Ansprechpartner: Dr. Volker Prasuhn, volker.prasuhn@art.admin.ch





Abbildung 1: Lysimeter mit extensiv genutzter Wiese (links) und intensiv genutzter Wiese (Mitte) sowie Lysimeterkeller mit Kippwaage für die Sickerwassermessung (rechts).

Tabelle 1: Niederschlag, Sickerwassermenge und Evapotranspiration der Jahre 2009-2011 für die Lysimeter mit intensiver und extensiver Wiese (Mittelwert von 2 Lysimetern).

	Niederschlag	Sickerwasser		Verdunstung	
	(mm)	intensive Wiese (mm)	extensive Wiese (mm)	intensive Wiese (mm)	extensive Wiese (mm)
2009	988	322	430	666	558
2010	1040	586	696	454	345
2011	828	295	333	533	495
Mittel	952	401	486	551	466

die Mittelwerte der beiden Wiederholungen verwendet. Sickerwassermessung und Wasserprobenahme erfolgten alle 4-5 Wochen. Alle Daten wurden auf kalendarische Monatswerte umgerechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Der mittlere Jahresniederschlag der benachbarten kantonalen Messstation Nürensdorf lag 2009-2011 bei 952 mm (Tabelle 1). Die jährliche mittlere Evapotranspiration betrug auf den Lysimetern mit intensiv genutzter Wiese 533 mm. Von 1984-86 wurde unter Rasennutzung bei denselben Lysimetern eine niedrigere mittlere Evapotranspiration von 469 mm bei 1049 mm Niederschlag gemessen (BGS 1989). GURTZ et al. (2006) haben auf einem baugleichen Lysimeter im Rietholzbachgebiet (1576 mm Niederschlag) unter intensiver Graslandnutzung eine leicht höhere Evapotranspiration (560 mm) über den Zeitraum von 1976-2005 gemessen. Auch auf einem baugleichen Lysimeter in Basel-Binningen wurde zwischen 1977 und 1986 bei geringeren Niederschlägen (870 mm) unter Dauerwiese mit 570 mm Evapotranspiration ein leicht höherer Durchschnittswert gemessen (BGS 1989). Bei der extensiv genutzten Wiese in Eschikon-Lindau lag die Evapotranspiration 2009-2011 mit 466 mm deutlich niedriger und in der Grössenordnung der Rasennutzung von 1984-1986. Die Sickerwassermenge war 2009-2011 entsprechend bei der intensiv genutzten Wiese mit 401 mm (42% des Niederschlags) niedriger als bei der extensiv genutzten Wiese mit 486 mm (51% des Niederschlags). 1984-1986 war deutlich feuchter und hatte entsprechend höhere Sickerwassermengen (580 mm). Mit 55% war der Anteil der Sickerwassermenge am Niederschlag damals etwas grösser. Die extensive Wiese

hatte 2009-2011 eine im Mittel um 85 mm bzw. rund 20 % höhere jährliche Sickerwassermenge als die intensive Wiese und trug damit stärker zur Grundwasserneubildung bei. Die grössten Unterschiede resultierten in den Sommermonaten durch die geringere Transpiration der extensiv genutzten Wiese. Die Sickerwasserbildung überwog im Winterhalbjahr, aber in allen Monaten fand Sickerwasserbildung statt und im feuchten Mai/Juni 2010 gab es sogar erhebliche Sickerwassermengen (Abbildung 2).

Die Nitratkonzentration lag bei der intensiv genutzten Wiese im Mittel bei 1,7 mg NO₃/l, der monatliche Maximalwert betrug 11,4 mg NO₃/l (Juli 2011 bei geringer Sickerwassermenge). Diese niedrigen Werte liegen im Bereich der Messungen vergleichbarer Studien (BOHNER und EDER 2011: 0,3-3,7 mg NO₃/l; DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011: 1-3 mg NO₃/l; EDER 2001: 0,57-4,93 mg NO₃/l). Die Nitratkonzentration im Sickerwasser der extensiv genutzten Wiese war mit durchschnittlich 0,4 mg NO₃/l deutlich niedriger. Hier lag die Nitratkonzentration in zahlreichen Monaten unter der Nachweisgrenze.

Die ausgewaschenen Nitratfrachten waren mit durchschnittlich 1,2 kg N/ha/Jahr bei der intensiv genutzten Wiese und 0,2 kg N/ha/Jahr bei der extensiv genutzten Wiese sehr niedrig. Sie liegen damit im unteren Bereich der Werte in anderen Studien: DIEPOLDER und RASCHBACHER (2011): 2-12 kg N/ha/Jahr; BOHNER und EDER (2011): 1-10 kg N/ha/Jahr; STAUFFER und SPIESS (2005): 13-14 kg N/ha/Jahr; FURRER und STAUFFER (1981): 1 kg N/ha/Jahr. Beides, die höhere Sickerwassermenge und die niedrigere Nitratkonzentration im Sickerwasser, führt zu einer deutlich niedrigeren Nitratfracht der extensiv genutzten Wiese gegenüber der intensiv genutzten Wiese. Die

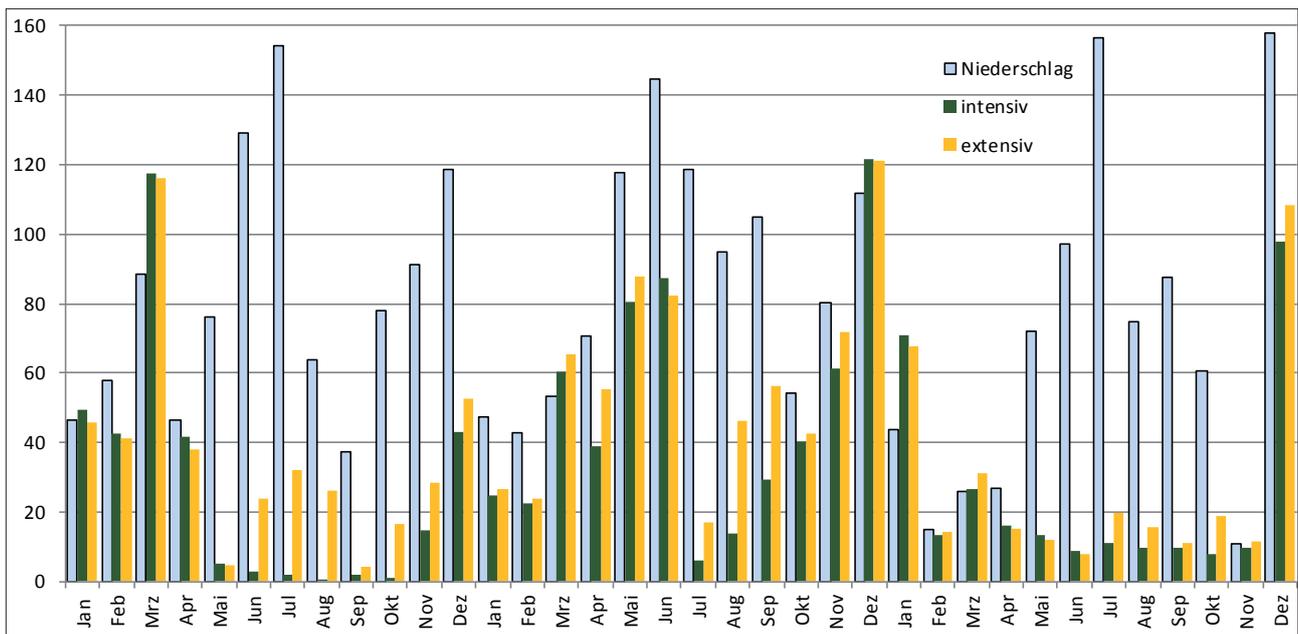


Abbildung 2: Monatliche Niederschlags- und Sickerwassermengen unter der intensiv und extensiv genutzten Wiese für die Jahre 2009-2011 (mm).

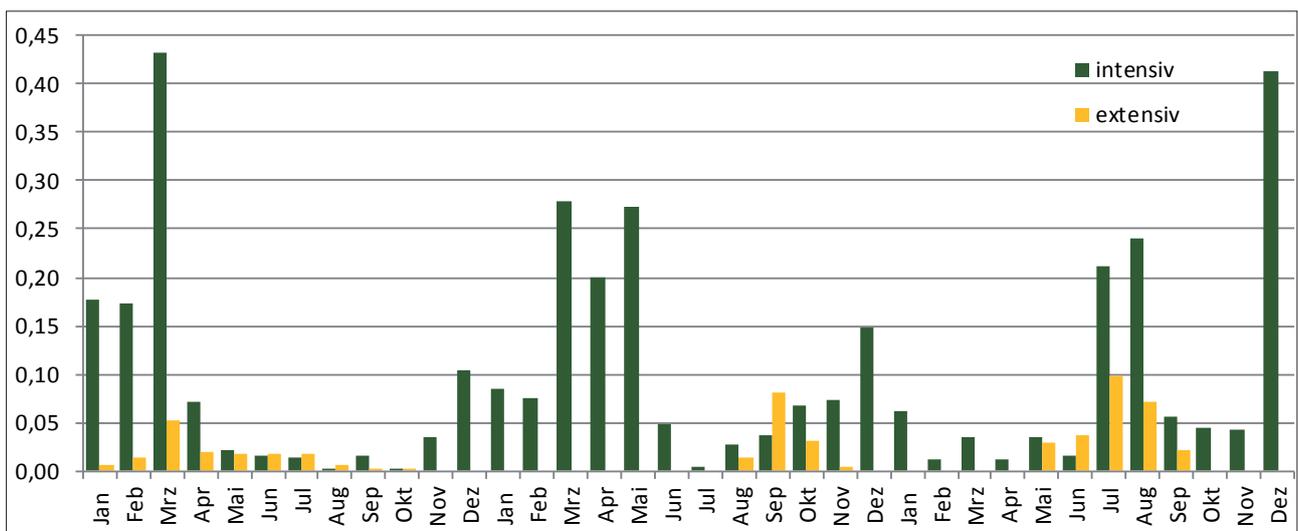


Abbildung 3: Monatlich ausgewaschene Nitratfrachten unter der intensiv und extensiv genutzten Wiese für die Jahre 2009-2011 (kg/ha N).

höchsten Auswaschungsverluste traten erwartungsgemäß im Winterhalbjahr auf, aber auch im Mai 2010 und Juli/August 2011 wurden überdurchschnittliche Nitratmengen ausgewaschen (Abbildung 3). Die ausgewaschenen Ammoniumfrachten waren in beiden Verfahren mit $<0,1$ kg/ha/Jahr N vernachlässigbar klein.

Fazit: Unter extensiv genutzter Wiese wurde in einem Lysimeterversuch mit einem Lehmboden eine deutlich geringere Nitrat auswaschung als unter intensiv genutzter Wiese gefunden. Die ausgewaschene Nitratmenge war allerdings auch unter der intensiv genutzten Wiese auf einem sehr niedrigen Niveau. Das Reduktionspotential von 1 kg N/ha/Jahr bei der Extensivierung von Grasland ist im Vergleich zu möglichen Reduktionen im Acker- und Gemüsebau gering.

Literatur

- BGS (= Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz), 1989: Lysimeterdaten von schweizerischen Messstationen. BGS-Dokument 4, 123 S.
- BOHNER, A. und G. EDER, 2011: Auswirkung steigender Gaben von Rindergülle auf den Nährstoffaustrag mit dem Sickerwasser im Grünland – eine Zusammenfassung verschiedener Untersuchungsergebnisse. Gülle11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. LAZBW Aulendorf, 245-249.
- BLUM, H., 1980: Kurz- und langfristige Variation der Sickerwasserbildung, der Gewichtsänderung und der Evapotranspiration von vier identischen wägbaren Lysimetern. Jb. Schweiz. Naturforsch. Ges., Wiss. Teil Nr. 1, 67-71.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011: Nitratbelastung unter Grünlandflächen – Versuchsergebnisse aus Bayern. Gülle11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. LAZBW Aulendorf, 190-194.

- EDER, G., 2001: Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumauswaschung bei Wirtschaftsdüngeranwendung im Grün- und Ackerland. Bericht 9. Gumpensteiner Lysimetertagung, BAL Gumpenstein, 61-66.
- FURRER, O.J. und W. STAUFFER, 1981: Einfluss von Schweinegülle und Hühnermist auf Pflanzen, Boden und Sickerwasser in Lysimeterversuchen. Bericht 7. Arbeitstagung "Fragen der Güllerei", BAL Gumpenstein, 659-675.
- GURTZ, J., S. BADERTSCHER, C. MILZOW, U. MOSER, K. SCHROFF, R. STOECKLI, I. VÖLKESCH und M. ZINGG, 2006: Auswertung der Messreihen der meteorologischen und hydrologischen Variablen im Forschungsgebiet Rietholzbach für den 30-jährigen Beobachtungszeitraum 1976–2005 mit besonderer Berücksichtigung des Trockensommers 2003. Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich, 103 S.
- PRASUHN, V., E. SPIESS, C. HUMPHRYS und C. VÖGELIALBISSER, 2001: Lysimeterforschung an ART – dem Nitrat auf der Spur. Bulletin BGS 32, 85-90.
- STAUFFER, W. und E. SPIESS, 2005: Einfluss unterschiedlicher Nutzung und Düngung auf Sickerwassermenge und Nitratauswaschung. Bericht 11. Gumpensteiner Lysimetertagung, BAL Gumpenstein, 213-215.