

# Gülleausbringung im Winter - eine Gefahr für das Grundwasser?

Volker Prasuhn<sup>1\*</sup>, Ernst Spiess<sup>1</sup> und Clay Humphrys<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Da in der Schweiz keine generelle Sperrfrist für Gülleausbringung im Winter existiert, ist es möglich, im Winter zu güllen und dadurch möglicherweise das Grundwasser zu belasten. Auf drei Lysimetern mit Klee-graswiese der Lysimeteranlage Zürich-Reckenholz wurde im Winter 2009 eine Güllegabe mit 30 kg NH<sub>4</sub>-N/ha gegeben und mit drei Kontrollverfahren verglichen. Ein unmittelbarer Effekt der Gülleausbringung auf die Nitratkonzentration im Sickerwasser durch Makroporenfluss konnte nicht festgestellt werden. Die ausgewaschene Nitratfracht über zwei Jahre war insgesamt niedrig. Sie war mit durchschnittlich 2,4 kg N/ha/Jahr in den im Winter begüllten Lysimetern etwas höher gegenüber 2,0 kg N/ha/Jahr in den Kontrollvarianten, war dort aber aufgrund der Heterogenität von Boden und Aufwuchs im Ansaatjahr auch schon vor der Gülleapplikation leicht erhöht.

*Schlagwörter:* Gülle, Nitrat, Auswaschung, Grasland, Winter

## Summary

As there is no general ban on slurry application in winter in Switzerland, spreading slurry is possible during winter season and can lead to groundwater pollution. On three lysimeters of the lysimeter facility at Zurich-Reckenholz a slurry dressing of 30 kg NH<sub>4</sub>-N/ha was applied to a grass-clover sward in winter and compared with a control treatment. Immediately after slurry application an effect through macropore flow on nitrate concentration of seepage water could not be observed. The amount of nitrate leached was low averaged over the two years. It was slightly higher on lysimeters with slurry applied in winter (2.4 kg N/ha/year) than on control plots (2.0 kg N/ha/year). But because of the heterogeneity in soil properties and grass growth in the seeding year this tendency could already be observed before slurry application.

*Keywords:* manure, nitrate, leaching, grassland, winter

## Einleitung

In der Schweiz existiert keine generell gesetzlich festgeschriebene Sperrfrist für Gülleausbringung im Winter. Gesetzlich verboten ist allerdings die Gülleausbringung bei schneebedecktem, gefrorenem oder wassergesättigtem Boden bzw. zu Zeiten, in denen die Pflanzen den Stickstoff nicht aufnehmen können. Während das Ausbringungsverbot bei schneebedecktem, gefrorenem oder wassergesättigtem Boden unbestritten ist, gibt der Begriff der „Vegetationsruhe“ immer wieder Anlass zu Diskussionen und lässt Ermessens- und Interpretationsspielraum zu (CHASSOT et al. 2011). So wird verschiedentlich immer wieder geäussert, dass eine Gülleausbringung auf Grasland bei guten Bodenbedingungen im Winter – solche Verhältnisse gibt es während kürzerer oder längerer Zeitfenster nahezu jeden Winter – wenig Risiken, aber diverse Vorteile hätte (gute Ertragswirkung, weniger Ammoniakverluste, geringere Phosphorabschwemmung als bei Ausbringung im Frühjahr bei ungünstigen Bodenverhältnissen, erhöhter Handlungsspielraum für Landwirte, etc.) (MEIER und ZBINDEN 2002, THOMET 2011). Bezüglich des Nitratauswaschungsrisikos nach einer Güllegabe während der winterlichen Vegetationsruhe liegen bisher wenige Versuchsergebnisse vor.

## Material und Methoden

Auf der Lysimeteranlage in Zürich-Reckenholz (monolithische Lysimeter, 1,5 m tief, 1 m<sup>2</sup> Oberfläche, sandig-lehmige

Braunerde) (PRASUHN et al. 2009) wurde auf sechs Lysimetern ein Versuch zum Einfluss einer Güllendüngung im Winter durchgeführt. Am 23.04.2009 erfolgte die Bodenbearbeitung und Ansaat einer Klee-gras-mischung (SM330), am 06.10.2011 wurden die Klee-gras-wiesen wieder umgebrochen und dieser Versuch beendet. Alle sechs Lysimeter erhielten die gleiche Jahresmenge an Wirtschaftsdüngern (90 kg NH<sub>4</sub>-N/ha im Ansaatjahr 2009, verteilt auf drei Gaben; 150 kg NH<sub>4</sub>-N/ha im Jahr 2010, verteilt auf fünf Gaben; 90 kg NH<sub>4</sub>-N/ha im Jahr 2011, verteilt auf drei Gaben). Im Jahr 2010 erfolgte die Gülleapplikation nur bei drei Lysimetern zu praxisüblichen Terminen (19.3.; 30.4.; 21.6.; 30.7.; 6.9.; je 30 kg N/ha), auf drei anderen Lysimetern wurde eine (Fettdruck) der fünf Güllgaben im Winter ausgebracht (9.2.; 19.3.; 30.4.; 21.6.; 6.9.; je 30 kg N/ha); mit dem 09.02.2010 ergab sich erst relativ spät ein geeignetes Zeitfenster für eine gesetzlich zulässige Gülleausbringung. 2009 erfolgten vier Schnitte, 2010 fünf Schnitte und 2011 vier Schnitte. Das Schnittgut wurde abgeführt und der Trockensubstanzertrag (TS) und der N-Entzug bestimmt. Die Sickerwassermessung erfolgte automatisch über Kippwaagen von 100 ml, die Wasserprobenahme für die Analytik erfolgte alle 14 Tage.

## Ergebnisse und Diskussion

Ein unmittelbarer Effekt der Gülleausbringung auf die Nitratkonzentration durch direkten Makroporenfluss bis in

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope, Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstraße 191, CH-8046 ZÜRICH

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



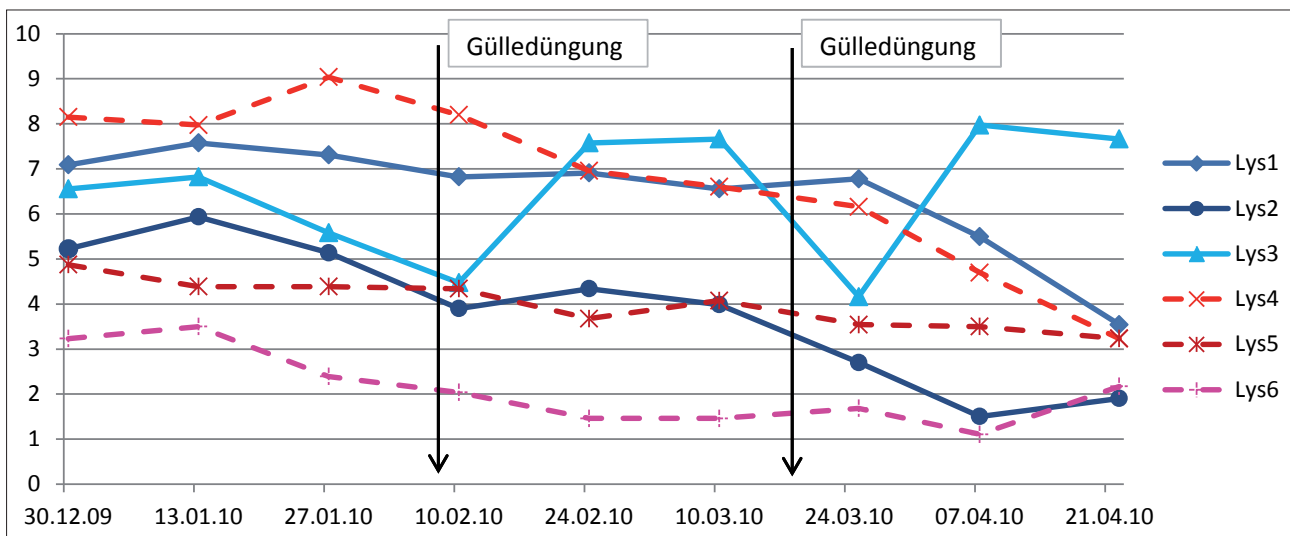


Abbildung 1: Nitratkonzentrationen (mg NO<sub>3</sub>/l) im Sickerwasser der sechs Lysimeter unter Kleegraswiese. Die erste Güllegabe am 9.2.10 erfolgte nur auf die Lysimeter 1-3, die zweite Güllegabe am 19.3.10 auf alle sechs Lysimeter.

150 cm Tiefe ist nicht nachweisbar. In der Wasserprobe vom 10.02.2010 – also ein Tag nach der Gülleapplikation – ist in keinem der drei Lysimeter ein Anstieg der Nitratkonzentration sichtbar (Abbildung 1). Die Nitratkonzentrationen in allen sechs Lysimetern lagen mit 3,9 bis 8,2 mg NO<sub>3</sub>/l sowohl am 10.02.12 als auch in den Vorwochen (2,4 bis 9,0 mg NO<sub>3</sub>/l) relativ niedrig. 14 Tage später ist in allen drei Lysimetern mit Gülleapplikation (Lys 1-3) ein leichter bis deutlicher Anstieg der Nitratkonzentration sichtbar (+0,1; +0,4 und +3,1 mg NO<sub>3</sub>/l) während bei den ungegüllten Lysimetern (Lys 4-6) die Nitratkonzentrationen leicht abnahmen (-0,6; -0,7 und -1,1 mg NO<sub>3</sub>/l). Die zusätzlich ausgewaschene Nitratfracht zwischen dem 10. und 24.02.12 ist allerdings bei der gegüllten Variante im Mittel nur 100 g N/ha höher als bei der ungegüllten Variante und damit für die Jahresfracht vernachlässigbar. Bei der zweiten Güllegabe am 19.03.12, bei der alle sechs Lysimeter gegüllt wurden, ist ebenfalls kein markanter Anstieg der Nitratkonzentration bei der nachfolgenden Probenahme am 24.03.12 messbar. Lysimeter Nr. 3 zeigt 14 Tage später - wie schon nach der ersten Gülleapplikation - einen deutlichen Konzentrationsanstieg. Nur bei Lysimeter Nr. 3 scheint eine gewisse Gülleauswaschung - eventuell durch Makroporenfluss in tiefere Bodenschichten - stattzufinden.

Der erste Schnitt nach der Gülledüngung im Winter führte mit durchschnittlich 57 dt TS/ha gegenüber der ungegüllten Variante mit 45 dt TS/ha zu einem 27% höheren Ertrag. Allerdings war der Ertrag im Vorjahr (2009) auf diesen Lysimetern im Mittel auch schon um 17% höher, was auf eine bessere Entwicklung der Kleegraswiese nach der Ansaat zurückzuführen ist. Somit relativiert sich der Ertragszuwachs nach der Winter-Gülledüngung etwas, bestätigt aber Resultate von MEIER und ZBINDEN (2002).

Um einen möglichen längerfristigen Einfluss der Gülledüngung im Winter beurteilen zu können, wurde die Periode Okt. 2009 - Sept. 2010 und Okt. 2010 - Sept. 2011 zusätzlich analysiert. Das Ansaatjahr (Apr. 2009 - Sept. 2009) bleibt hier weitgehend unberücksichtigt. Ertrag und N-Entzug

Tabelle 1: Erträge und N-Entzüge über zwei Messjahre (Okt. 2009 - Sept. 2011) für die Lysimeter mit (Lys 1-3) und ohne Güllegabe am 9.2.2010 (Lys 4-6) (jeweils Mittelwerte von drei Wiederholungen).

	Ertrag (dt TS/ha)		Entzug (kg N/ha)	
	Lys 1-3	Lys 4-6	Lys 1-3	Lys 4-6
2009/10	190	179	507	433
2010/11	130	128	264	243
<b>Mittel</b>	<b>160</b>	<b>154</b>	<b>386</b>	<b>338</b>

waren bei den Lysimetern mit Wintergülledüngung im Mittel etwas höher (Tabelle 1), was aber hauptsächlich auf eine unterschiedliche Bestandsentwicklung im Ansaatjahr 2009 zurückzuführen ist und nur teilweise der Gülledüngung im Winter anzurechnen ist. Die Erträge und N-Entzüge waren 2009/10 überdurchschnittlich, wobei die sehr hohen N-Entzüge zu einem grossen Teil aus der biologischen N-Fixierung stammen. Ertrag und N-Entzug waren im trockenen Jahr 2010/11 erheblich geringer. Die Sickerwassermenge war in beiden Jahren mit rund 30% des Niederschlages relativ gering (Tabelle 2). Die etwas geringere Sickerwassermenge unter den Lysimetern 1-3 ist auf den höheren Ertrag und die damit höhere Verdunstung dieser Lysimeter zurückzuführen. Die mittleren Nitratkonzentrationen sind mit rund 3 mg NO<sub>3</sub>/l insgesamt niedrig. Vor allem im Trockenjahr 2010/11 waren die Werte mit rund 1 mg NO<sub>3</sub>/l für eine intensiv genutzte Wiese niedrig, aber im Bereich anderer Lysimetermessungen (vgl. PRASUHN et al. 2013). Auch die ausgewaschenen Nitratfrachten sind mit 2,4 bzw. 2,0 kg N/ha/Jahr niedrig, aber leicht höher als im Lysimeterversuch am Standort Eschikon-Lindau (PRASUHN et al. 2013). Die beiden untersuchten Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich der N-Auswaschung nur geringfügig und die Unterschiede sind kaum auf die Gülledüngung im Winter 2009/10 zurückzuführen, da schon vor dieser Gülleapplikation bei den Lysimetern 1-3 die Nitratkonzentrationen und -frachten höher waren und den grössten Teil der Unterschiede ausmachten.

**Tabelle 2: Niederschlag, Sickerwasser und Nitratkonzentrationen und -frachten über zwei Messjahre (Okt. 2009 - Sept. 2011) für die Lysimeter mit (Lys 1-3) und ohne Güllegabe am 9.2.2010 (Lys 4-6) (jeweils Mittelwerte von drei Wiederholungen).**

	Niederschlag (mm)	Sickerwasser (mm)		Nitratkonzentration (mg NO <sub>3</sub> /l)		Nitratfracht (kg N/ha)	
		Lys 1-3	Lys 4-6	Lys 1-3	Lys 4-6	Lys 1-3	Lys 4-6
2009/10	1031	301	328	5.1	4.2	4.0	3.4
2010/11	858	256	257	1.4	1.2	0.8	0.7
<b>Mittel</b>	<b>945</b>	<b>279</b>	<b>293</b>	<b>3.2</b>	<b>2.7</b>	<b>2.4</b>	<b>2.0</b>

Auch andere Studien konnten keinen oder nur einen geringen Einfluss einer Gülledüngung im Winter auf die Höhe der Nitratwaschung nachweisen: DIEPOLDER und RASCHBACHER (2011) fanden in Südbayern keine Anhaltspunkte dafür, dass eine Gülledüngung im Spätherbst zu einem Anstieg der N-Gehalte im Sickerwasser führt. STAUFFER und ENGGIST (1990) hatten bei einem zweijährigen Versuch auf Kleinlysimetern in Bern-Liebefeld (0,5 m<sup>2</sup> Oberfläche, 0,9 m Tiefe) eine leicht höhere Nitratwaschung bei Gülledüngung zwischen September und Dezember (rund 5 kg N/ha/Jahr) als bei Gülledüngung zwischen Januar bis März (rund 3 kg N/ha/Jahr N) gemessen. BERENDONK (2011) fand in einem Versuch in Nordrhein-Westfalen über drei Jahre mit verschiedenen Gülleapplikationsterminen zum ersten Aufwuchs nur einen geringen Einfluss auf die N-Ausnutzung des Güllestoffs. ZIMMERMANN et al. (1997) berichten über eine verminderte N-Effizienz bei Gülledüngung im Früh- oder Spätwinter. Versuche von MEIER und ZBINDEN (2002) zeigten dagegen, dass eine Güllegabe in den Wintermonaten einen positiven Einfluss auf den Ertrag des ersten Aufwuchses hatte. SMITH et al. (2002) berichten über einen Feldversuch in UK, dass sich die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser bei einer Gülleapplikation im Dezember oder Januar in den meisten Fällen nicht signifikant von der der ungegüllten Kontrollplots unterschieden und dass sie in 10 von 15 Versuchen signifikant niedriger waren als bei einer Gülleapplikation im September, Oktober oder November. SMITH et al. (2002) betonen auch, dass die Niederschlagsmenge nach der Gülleapplikation der wichtigste Faktor für die Höhe der Stickstoffauswaschung war.

Fazit: Eine Güllegabe im Winter auf eine Klee graswiese hatte keine negativen Auswirkungen auf die Nitratkonzentration und -fracht im Sickerwasser und einen leichten positiven Effekt auf den Ertrag. Verallgemeinern lassen sich diese Aussagen jedoch nicht, da die Witterungsbedingungen bei und nach der Gülleapplikation entscheidend für das Auswaschungsrisiko sind und hier nur eine Situation getestet werden konnte. Das Problem der Gülleausbringung im Winter liegt zudem weniger bei der Nitratwaschung

ins Grundwasser als beim Risiko einer Ammoniak- und Phosphorabschwemmung durch Oberflächenabfluss in Oberflächengewässer oder Drainagen (PRASUHN 2010). Der Einsatz von Hofdüngern im Winter ist und bleibt riskant.

## Literatur

- BERENDONK, C., 2011: Stickstoffwirkung der Gülledüngung auf dem Dauergrünland in Abhängigkeit vom Ausbringungstermin im Herbst, Winter und Frühjahr. Gülle11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. LAZBW Aulendorf, 164-166.
- CHASSOT, G., R. MURALT und H.U. GUJER, 2011: Die Vegetationsruhe – Die Lösung für einen besseren Vollzug in der Schweiz? Gülle11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. LAZBW Aulendorf, 333-337.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011: Nitratbelastung unter Grünlandflächen – Versuchsergebnisse aus Bayern. Gülle11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. LAZBW Aulendorf, 190-194.
- MEIER, P. und M. ZBINDEN, 2002: Stickstoff wirkt auch im Winter. Die Grüne Nr. 4, 10-13.
- PRASUHN, V., 2010: Phosphorabschwemmung von Graslandflächen in der Schweiz - Eintragspfade und Massnahmen zur Verminderung. 2. Umweltökologisches Symposium Irdning (A), 73-78.
- PRASUHN, V., E. SPIESS und M. SEYFARTH, 2009: Die neue Lysimeteranlage Zürich-Reckenholz. Bericht 13. Gumpensteiner Lysimeter-tagung, Irdning, 11-16.
- PRASUHN, V., E. SPIESS und C. HUMPHRYS, 2013: Nitratwaschung unter intensiv und extensiv genutztem Grasland. Bericht 15. Gumpensteiner Lysimeter-tagung, Irdning, dieser Band.
- SMITH, K.A., C.P. BECKWITH, A.G. CHALMERS and D.R. JACKSON, 2002: Nitrate leaching following autumn and winter application of animal manures to grassland. Soil Use Management 18, 428-434.
- STAUFFER, W. und A. ENGGIST, 1990: Einfluss von Gülleausbringetermin, Kultur und Wiesenumbruch auf die Nitratwaschung in einem Lysimeter-versuch. Landw. Schweiz 3, 373-379.
- THOMET, P., 2011: Plädoyer für die Gülleausbringung auf Grünland während der Wintermonate. Gülle11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. LAZBW Aulendorf, 313-316.
- ZIMMERMANN, M., B. KOCH, W. KESSLER und J.-M. BESSON, 1997: Der Güllezeitpunkt entscheidet über die N-Wirkung. Agrarforschung 4/3, 133-136.