

# Nitratbelastung unter Grünlandflächen – Versuchsergebnisse aus Bayern

Diepolder, M. und S. Raschbacher

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen  
Landbau und Bodenschutz

**Michael.Diepolder@LfL.bayern.de**

## Einleitung

Im Rahmen der Forschung zur N-Dynamik und zum vorbeugenden Grundwasserschutz untersucht die bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) seit rund 30 Jahren auch, inwieweit sich im Grünland unterschiedliche Intensitätsstufen der Bewirtschaftung auf den Nitratgehalt des Sickerwassers und damit auf das Potenzial von vertikalen N-Austrägen auswirken. Im Focus stehen dabei Fragen zu Art, Höhe und Terminierung der Düngung, vor allem eines fachgerechten Gülleeinsatzes. Nachfolgend werden einige Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert, welche in den vergangenen Jahrzehnten auf zwei Standorten in Südbayern mittels dort installierter Saugkerzenanlagen gewonnen wurden.

## Material und Methoden

Im Jahr 1978 wurde im Allgäuer Alpenvorland am Spitalhof in Kempten (730 m ü. NN, 1290 mm ø Jahresniederschlag, Bestand mit hohem Weidelgrasanteil über Parabraunerde aus uL) eine erste Saugkerzenanlage nach CZERATZKI (1971) errichtet, welche Mitte der 1990er Jahre renoviert wurde. In den Jahren 1986/87 wurde in Puch bei Fürstenfeldbruck (550 m ü. NN, 920 mm ø Jahresniederschlag, Parabraunerde aus tU) eine zweite, größere Anlage gebaut, die neben Grünlandparzellen auch solche mit Ackernutzung enthält. Bei beiden Anlagen wird das unter den Parzellen versickernde Bodenwasser durch dauerhaft im Boden installierte Keramik-Saugkerzen, an die mit einer automatisch gesteuerten Vakuumpumpe mehrmals am Tag ein Unterdruck von 0,5 bar angelegt wird, kontinuierlich aufgefangen. Bei den gegenwärtigen Anlagen sind die Saugkerzen in ca. 60 cm und 120/130 cm Bodentiefe eingebaut; bei der ersten Anlage am Spitalhof befanden sich die Kerzen in 20, 80 und 130 cm Tiefe. Detaillierte Einzelheiten zur Methodik bei der Gewinnung von Wasserproben finden sich bei RIESS (1993). In regelmäßigen Abständen (ca. 1-3 Wochen) werden bei den Proben die Nitratkonzentration, teilweise auch die Gehalte an Phosphor und Schwefel analysiert. Zur näherungsweisen Umrechnung auf mittlere jährliche Nährstofffrachten wird die mittlere jährliche Sickerwassermenge (ca. 630 l/m<sup>2</sup> am Spitalhof bzw. ca. 300 l/m<sup>2</sup> in Puch) nach klimatischen Literaturangaben geschätzt. Bei einigen Projekten wurde neben dem Nitratgehalt im Sickerwasser auch die Dynamik des mineralisierten Bodenstickstoffs ( $N_{\min} = \text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ ) in 0-10 bzw. in 10-30 cm Tiefe in teilweise hierfür eigens angelegten Parzellen gemessen.

## Ergebnisse und Diskussion

### Art und Höhe der Düngung

Untersuchungen von RIEDER (1988, 1996) am Spitalhof/Kempten beschäftigten sich mit der Frage, welchen Einfluss steigende Gülle- und mineralische N-Düngergaben auf den Nitratgehalt im oberflächennahen Bodenwasser (20-130 cm Tiefe) bei einem voralpinen Grünlandstandort mit 5 Schnittnutzungen haben können. Dies erfolgte sicher auch vor dem Hintergrund, dass mit dem Inkrafttreten der EG-Richtlinie Nr. 80/778/EWG vom 15. Juli 1980 ab August 1985 der bis dahin für die Bundesrepublik Deutschland gültige nationale Grenzwert von 90 mg Nitrat je Liter Trinkwasser aus Gründen der Vorsorge auf den EG-Wert von 50 mg NO<sub>3</sub>/l (= 11,3 mg NO<sub>3</sub>-N) abgesenkt wurde. Im Gegensatz dazu wurde in bestimmten Gebieten, vorzugsweise bei intensiver ackerbaulicher Bodennutzung,

eine kontinuierliche Zunahme des Nitratgehaltes im Trinkwasser festgestellt, wofür gemeinhin vor allem steigende Güllegaben als Ursache gesehen wurden (zit. bei RIEDER, 1988). Für leistungsfähiges Grünland mit intensiver Schnittnutzung lässt sich dies jedoch nicht bestätigen, wie aus folgenden Ergebnissen hervorgeht: So stellte RIEDER in seinen Untersuchungen fest, dass Gülledüngung mit jährlichen Gesamt-N-Gaben bis 300 kg/ha, unter den Standortbedingungen des Spitalhofs zu keiner Nitratbelastung des Sickerwasser führte (siehe Tab. 1). Er gelangt dabei wie auch andere Autoren (zit. bei RIEDER 1988/96) zu dem Schluss, dass bei Nährstoffgleichheit Rindergülle den Nitratgehalt anscheinend weitaus weniger als eine mineralische Stickstoffdüngung beeinflusst.

**Tab. 1:** Einfluss der Höhe der mineralischen N-Düngung und der Gülledüngung auf den N-Saldo und den Nitratgehalt im Sickerwasser am Spitalhof in Kempten (Mittelwerte 1983-1987; zit. bei RIEDER, 1996)

Var.	N-Zufuhr		N-Entzug	N-Saldo	Ø Nitratgehalt in Tiefe		
	Mineralisch <sup>1)</sup>	Gülle <sup>2)</sup>			20 cm	80 cm	130 cm
	kg N/ha		kg N/ha		mg/l		
1	100 (5x20)	-	345	-245	23	16	23
2	300 (5x60)	-	434	-134	91	100	107
3	-	160 (3x 53)	330	-170	3	3	4
4	-	320 (3x106)	329	-9	3	6	5
5	-	481 (3x160)	349	+132	8	16	20

1) Bei Variante 1 und 2 zusätzlich PK-Grunddüngung mit 160 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und 300 kg K<sub>2</sub>O/ha

2) Gülle mit ca. 4% TS; 2,1 kg Gesamt-N/m<sup>3</sup> zum 1., 3., 5. Aufwuchs; je 25, 50, 75 m<sup>3</sup>/ha bei Var. 3, 4, 5

Auch bei Untersuchungen an Lysimetern der österreichischen BAL-Gumpenstein (EDER, 2001, zit. bei GALLER, 2009) traten ebenfalls erst bei einem für die Praxis unrealistisch hohem Gülleeinsatz mit den Jahren zunehmende Nitratausträge auf. Ebenfalls wurden am Standort Puch im fünfjährigen Mittel (2003-2007) trotz eines sehr hohen und insgesamt stark überbilanzierten N-Aufwandes – es wurden jährlich mit ca. 3x25 m<sup>3</sup>/ha Gülle (7,5% TS) rund 330 kg Gesamt-N/ha ausgebracht, zuzüglich 60 kg N/ha über KAS – nur sehr niedrige Nitratwerte von 5 bzw. 8 mg/l im Sickerwasser unter Grünland gemessen. Dabei lagen die mittleren Gehalte bei derjenigen Variante, wo gezielt auf die Grasnarbe eine mechanische Belastung ausgeübt wurde, geringfügig, jedoch signifikant niedriger als bei der unbefahrenen Kontrollvariante (DIEPOLDER et al., 2009).

Somit ergeben sich bis dato aufgrund des vorliegenden Datenmaterials, in welchem auch weitere Ergebnisse Berücksichtigung finden, die am Spitalhof in den Jahren 2000-2004 gewonnen wurden (DIEPOLDER UND RASCHBACHER, 2011), keine Belege dafür, dass bei Anwendung der sogenannten „230er-Regelung“ im Intensivgrünland nach der gültigen Düngerverordnung mit einer Verschlechterung der Grundwasserqualität zu rechnen ist. Natürlich scheint es einsichtig, dass mit (sehr) hohem N-Einsatz auch bei Grünland mit intensiver Schnittnutzung und damit entsprechender Netto-N-Abfuhr von der Fläche die Gefahr von N-Austrägen signifikant ansteigt. Dies deutet sich auch in derzeit laufenden Versuchen in Puch und am Spitalhof bereits nach kurzer Laufzeit an (DIEPOLDER UND RASCHBACHER, unveröffentlicht). Die Frage dabei ist, in welcher Größenordnung dies der Fall ist und insbesondere, ab wann mit Problemen für den Grundwasserschutz zu rechnen ist. Hierbei dürfte in Gunstlagen der Spielraum bzw. die Grenze eines unproblematischen N-Einsatzes relativ hoch liegen. So bewegte sich in dem bereits oben erwähnten Versuch (DIEPOLDER UND RASCHBACHER, 2011) am Spitalhof die Differenz der mittleren Nitratgehalte im Sickerwasser trotz Unterschiede im N-Aufwand von bis zu 300 kg N/ha in einer Größenordnung von nur rund 1-3 mg Nitrat/l. Selbst bei 4x75 kg N/ha (KAS) lag ein noch ausgeglichener N-Saldo vor. Besonders bemerkenswert war jedoch, dass hier der mittlere Nitratgehalt mit nur 3,1 mg/l ein wesentlich geringeres Niveau aufwies, als dies RIEDER bei

mineralischer Düngung und in diesem Fall stark ausgeprägten Jahresschwankungen beobachten konnte. Auch weitere Versuchen am Spitalhof (siehe auch Tab. 2 und 3) und in Puch (DIEPOLDER, 2001; DIEPOLDER UND JAKOB, unv., DIEPOLDER ET AL., 2006) ergaben keine generellen Unterschiede der Nitratgehalte im Sickerwasser unter Grünland zwischen organischer und mineralischer Düngung.

Fragen zu Art und Höhe der N-Düngung umfassen auch unterschiedliche Nutzungsformen des Grünlands. Diesbezüglich ist allgemein bekannt, dass (intensive) Weidewirtschaft durch eine hohe punktuelle Nährstoffrückführung (Urinstellen, Kothaufen) teilweise zu erheblichen Stickstoffausträgen führen kann. An der LfL wurde versuchstechnisch bedingt nur in einem einzigen Projekt ein Weideversuch mit Erfassung der Nitratgehalte des Sickerwassers unter dem Hauptwurzelraum durchgeführt. Hier wurde von 2005-2007 am Spitalhof eine extensive Weideparzelle mit einer verhalten gedüngten Schnittparzelle verglichen. Bei beiden Varianten wurden bei nur 5% der Proben Konzentrationen von über 10 mg Nitrat/l gemessen, die Durchschnittsgehalte lagen unter 5 mg Nitrat /l. Dies werten DIEPOLDER UND RASCHBACHER (2008) als ein Indiz dafür, dass im Voralpenland eine kurzzeitige Beweidung von Grünlandflächen, z.B. als Vor- oder Nachweide, zu keinem erhöhten N-Austrag führen muss.

#### Terminierung der Gülledüngung und N-Dynamik

In den Jahren 1987-1994 wurden am Spitalhof untersucht, ob und inwieweit Güllegaben nach dem letzten Schnitt im Herbst gegenüber der Frühjahrsdüngung die N-Dynamik des Bodens und die Nitratkonzentration des Sickerwassers beeinflussen.

**Tab. 2:** Versuchsvarianten auf der Saugkerzenanlage am Spitalhof (1987-1994)

Var.	Düngerart und –zeitpunkt zu den Aufwüchsen			
	1	2	3	4
1	KAS <sup>1)</sup> im Frühjahr des Erntejahres + 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha; 210 kg K <sub>2</sub> O/ha	KAS <sup>1)</sup>	50 kg N/ha KAS	KAS <sup>1)</sup>
2	25 m <sup>3</sup> /ha Ri-Gülle <sup>2)</sup> im Frühjahr des Erntejahres	25 m <sup>3</sup> /ha Ri-Gülle <sup>2)</sup>		25 m <sup>3</sup> /ha Ri-Gülle <sup>2)</sup>
3	25 m <sup>3</sup> /ha Ri-Gülle <sup>2)</sup> am 10.10. im Herbst Vorjahr			
4	25 m <sup>3</sup> /ha Ri-Gülle <sup>2)</sup> am 02.11. im Herbst Vorjahr			
5	25 m <sup>3</sup> /ha Ri-Gülle <sup>2)</sup> am 20.11. im Herbst Vorjahr			25 m <sup>3</sup> /ha Ri-Gülle <sup>2)</sup>

3) Angepasst an Gesamt-N bei Varianten mit Gülledüngung

4) Rindergülle mit ø 3,7 % TS und 1,95 kg Gesamt-N/m<sup>3</sup>

**Tab. 3:** Versuchsergebnisse Spitalhof (Mittel 1987-1994)

Var.	TM-Ertrag		N-Aufnahme		Wasser- proben N	Nitratgehalte im Sickerwasser	
	1. Schnitt [dt TM/ha]	Σ Jahr	1. Schnitt [kg N/ha]	Σ Jahr		Ø	Q <sub>90%</sub> <sup>1)</sup>
1	33,0 a	125,4 a	77,2 a	316,6 a	827	8,2 a	23
2	33,4 a	118,2 a	73,0 a	285,4 a	906	9,2 a	20
3	32,9 a	122,5 a	70,7 a	300,1 a	953	9,1 a	24
4	30,9 a	123,2 a	65,6 a	290,1 a	966	7,7 a	19
5	31,2 a	124,8 a	69,7 a	298,0 a	621	8,9 a	24
Ø <sub>1-5</sub>	32,3	122,8	71,2	298,0	Σ 4273	8,6	
LW <sup>2)</sup>	-	-	-	-	220	6,9	13

1) 90%-Quantile 2) Leitungswasserproben am Spitalhof/Kempton

Eine für diesen Beitrag extra vorgenommene zusammenfassende Auswertung lässt in Übereinstimmung mit früheren Arbeiten (RIEDER, 1990, 1996; DIEPOLDER, 2000ab;

DIEPOLDER UND JAKOB, 2003) folgende Schlüsse zu: Bisher ergeben sich für südbayerische Standortverhältnisse keine Anhaltspunkte dafür, dass eine Gülledüngung im Herbst zu einem Anstieg der Nitratgehalte im Sickerwasser führt (siehe auch Tab. 1 und 2). Die auch in den Wintermonaten ausgeprägte Dynamik des mineralisierten Stickstoffs im Oberboden mit einem hohen Anteil an  $\text{NH}_4\text{-N}$  wird wesentlich von Jahrgangseffekten, dagegen kaum von Art und Höhe der N-Düngung beeinflusst. Auch kann von der Höhe des  $\text{N}_{\text{min}}$ -Wertes im Oberboden bei Dauergrünland nicht auf die Höhe der Nitratauswaschung unter dem Wurzelraum bzw. auf die Quantifizierung der mittleren Nitratkonzentration der jährlichen Grundwasserbildung sowie auch nicht auf den Ertrag und die N-Aufnahme geschlossen werden. Daher gilt die (punktuelle) Bestimmung des  $\text{N}_{\text{min}}$ -Wertes im Wurzelraum für den Bereich (intensiver) Grünlandwirtschaft als kein geeignetes Instrument zur Optimierung der N-Düngung und auch nicht für Kontrollmaßnahmen in Wasserschutzgebieten.

## Fazit

Bei sachgerecht bewirtschaftetem Wirtschaftsgrünland wird bei güllebetonter Düngung pro Jahr rund 2-12 kg N/ha als Nitrat aus dem Wurzelraum ausgetragen. Dies ist deutlich weniger bzw. nur ein Bruchteil im Vergleich zu Grünland mit Nutzungsaufgabe oder zu Ackerkulturen (EDER, 2000; DIEPOLDER ET AL., 2006, BUCHGRABER ET AL., 2010).

## Literatur

- BUCHGRABER, K., HERNDL, M., PEINTNER, J., 2010: Trinkwasser – Verminderte Qualität bei Nutzungsaufgabe. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 24, 28-29.
- CZERATZKI, 1971: Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforschung Völkenrode 21, 13-14.
- DIEPOLDER, M., 2000 a: Gülledüngung und Nitratgehalte im Bodenwasser. Jahresbericht der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 1999/2000, 82-83, Freising-München.
- DIEPOLDER, M., 2000 b: Auswirkung zeitlich gestaffelter Güllegaben im Herbst auf Ertrag, Qualität und mögliche Nitratbelastung des Sickerwassers bei Grünland. Schule und Beratung, Heft 09-10/00, IV-1-6. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- DIEPOLDER, M., 2001: Vergleichende Untersuchungen zum Nitratgehalt unter Dauergrünland. Informationen aus den laufenden Arbeiten der LBP Oktober bis Dezember 2001, 24-25, Freising-München.
- DIEPOLDER, M., JAKOB, B., 2003: Ergebnisse eines langjährigen Düngungsversuchs im Grünland mit unterschiedlichem Zeitpunkt der Gülleausbringung. Schule und Beratung, Heft 07/03, III-5-8. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- DIEPOLDER, M., PERETZKI, F., HEIGL, L., JAKOB, B., 2006: Nitrat- und Phosphorbelastung des Sickerwassers bei Acker- und Grünlandnutzung – Ergebnisse von zwei Saugkerzenanlagen in Bayern. Schule und Beratung, Heft 04/06, III-3-10. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S., 2008: Nitratkonzentration im Sickerwasser unter Dauergrünland bei Schnitt- bzw. extensiver Weidenutzung. Schule und Beratung, Heft 12/08, III-1-2. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S., BRANDHUBER, R., KREUTER, TH., 2009: Auswirkungen mechanischer Bodenbelastung auf Dauergrünland. Schule und Beratung, Heft 08-9/09, III-1-2. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- Diepolder, M., Raschbacher, S., 2011: Erträge, Futterqualität und Nährstoffgehalte des Sickerwassers bei unterschiedlicher Grünlanddüngung. Schule und Beratung, Heft 3-4/11, III-18-23. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- EDER, G. (2000): Stickstoffauswaschung schwankt stark. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 2, 34-35.
- GALLER, J. (2009): Wirtschaftsdünger – Anfall, Lagerung, Verwertung Umwelt. 63 S., Hsg. Landwirtschaftskammer Salzburg, siehe hierbei Zitate EDER S. 35. und Literatur S. 63.
- RIEDER, J.B., 1988: Mineraldüngung, Gülledüngung und Nitratkonzentration im oberflächennahen Bodenwasser eines voralpinen Grünlandstandortes. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, Heft 04/88, 405-419, ISSN 0375-8621.
- RIEDER, J.B., 1990:  $\text{N}_{\text{min}}$ -Vorrat während des Winters bei gestaffelten Güllegaben im Herbst. Schule und Beratung, Heft 3-4/90, III-1-3. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten.
- RIEDER, J.B., 1996: Gülledüngung, Nitratgehalt im Bodenwasser und  $\text{N}_{\text{min}}$ -Werte unter Dauergrünland. Schule und Beratung, Heft 07/96, IV-1-7. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- RIESS, F., 1993: Untersuchungen zur Nitratauswaschung nach mineralischer Düngung von Ackerland und Grünland mittels der Saugkerzenmethode. Dissertation TU München-Weihenstephan.