

# Untersuchungen zur Stickstoff-, Phosphor- und Schwefelbelastung des Sickerwassers unter Dauergrünland

M. DIEPOLDER und S. RASCHBACHER

## Zusammenfassung

Bei unterschiedlich gedüngten Grünlandparzellen einer vierschnittigen Weidelgraswiese im Allgäuer Alpenvorland (730 m ü. NN, 1290 mm Niederschlag) bewegte sich die mit dem Sickerwasser ausgetragene jährliche N-Fracht in Abhängigkeit von der Düngung im fünfjährigen Mittel im Bereich von < 1 kg N/ha (ungedüngt) bis 4 kg N/ha. Die Höhe des jährlichen P-Austrags aus dem Wurzelraum erreichte eine Größenordnung von 0,3-0,4 kg P (0,7-0,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Die Schwefel-Austräge schwankten hingegen stark. Sie lagen bei fehlender oder organischer Düngung deutlich unter 10 kg S/ha und Jahr, stiegen jedoch bei überbilanzierter S-Düngung in leicht verfügbarer mineralischer Form auf ca. 50 kg S/ha und Jahr an.

## Summary

The results of field experiments of the Bavarian State Research Center for Agriculture (LfL) on differently fertilized grassland plots of a four-cuts ryegrass meadow in the Allgäu foothills of the Alps (730 m above sea level, 1290 mm precipitation) show - dependent on fertilization - an annual loss of nitrogen with percolation water varying from less than 1 to 4 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> and an annual loss of phosphorus of about 0.3-0.4 kg P ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. The intensely varying exports of sulphur were for no fertilisation or organic fertilisation less than 10 kg S ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. They increased up to a high level of about 50 kg S ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, when sulphur was given in an easily available mineral form in surplus of equilibrium between applied rates and plants' needs.

## Einleitung

Im Sinne einer nachhaltigen, bedarfsgerechten und verlustminimierenden Dün-

gung ist der Austragspfad über das Sickerwasser ein wichtiger Parameter. Hierzu werden die Ergebnisse eines Grünland-Düngungsversuchs auf einer Saugkerzenanlage im Allgäuer Alpenvorland vorgestellt und diskutiert.

## Material und Methoden

Der Exaktversuch am Spitalhof/Kempton (730 m ü. NN, 1290 mm Niederschlag, 7,0 °C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus schluffigem Lehm mit ca. 10 % organischer Substanz in 0-10 cm Tiefe) besteht aus einer Blockanlage mit vier Wiederholungen. Die Varianten wurden viermal pro Jahr beerntet.

Die fünf getesteten Varianten sind in *Tabelle 1* aufgeführt. Sie umfassen neben einer ungedüngten Kontrollparzelle (1) zwei Mineraldüngervarianten (2,3) mit differenzierter N-Zufuhr, eine Parzelle mit Gülledüngung (4) und ein mit Stallmist gedüngtes Versuchsglied (5). Zu berücksichtigen sind dabei vor allem beim Schwefel die unterschiedlichen Nährstoffformen und -mengen, die über die Düngung ausgebracht wurden. Dies betrifft insbesondere die Varianten 2 und 3, wo über die PK-Düngung (Superphosphat mit 12 % S, Kornkali mit 4 % S) nicht nur wesentlich mehr Schwefel als

bei den übrigen Varianten appliziert wurde, sondern die S-Zufuhr zudem in leichtlöslicher mineralischer Form erfolgte.

Mit keramischen Saugkerzen nach CZE-RATTZKI (1971) wurde unter den jeweiligen Parzellen in 60 cm und 120 cm Tiefe kontinuierlich Bodenwasser gewonnen. An die Saugkerzen wurde mehrmals täglich ein Unterdruck von 0,5 bar angelegt, wodurch das frei bewegliche Bodenwasser erfasst wurde. Begleitend dazu wurde im Leitungswasser des Spitalhofs der Nitrat-, Phosphor- und S-Gehalt gemessen.

Aus den Nährstoff-Konzentrationen wurden unter Berücksichtigung des Sickerwasseranfalls, welcher aufgrund von klimatischen Literaturangaben (MAIDL und BRUNNER, 1998) für die Region abgeschätzt wurde, die Frachten an Stickstoff, Phosphor und Schwefel für die jeweiligen Parzellen abgeleitet.

Die Auswertung zeigt das Mittel der fünf Untersuchungsjahre 2000 bis 2004. Die statistische Absicherung der Ergebnisse erfolgte mit dem SNK-Test. Unterschiedliche Kleinbuchstaben in den *Tabellen 2* und *3* bedeuten signifikante Unterschiede der Mittelwerte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

*Tabelle 1: Saugkerzenanlage Spitalhof/Kempton (Messzeitraum 2000 - 2004)*

	Art und Höhe der Düngung	Nährstoff-Zufuhr (kg/ha)	
		N / P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / K <sub>2</sub> O	S
1	Ohne Düngung (Kontrolle)	-	-
2	min. Düngung (KAS, Superphosphat, Kornkali)	200 (4 x 50) / 100 / 220	ca. 85 mineralisch *
3	min. Düngung (KAS, Superphosphat, Kornkali)	300 (4 x 75) / 100 / 220	ca. 85, mineralisch *
4	Gülle (4 x 25 m <sup>3</sup> , ca. 4,5% TS)	230 ** / 110 / 250	ca. 25, organisch
5	Stallmist (150 <sub>He.</sub> + 80 <sub>nach 1. S.</sub> dt/ha)	130 ** / 120 / 210	ca. 20, organisch *

\* Abgeleitet nach Literaturangaben; \*\* Gesamt-N

**Autoren:** Dr. Michael DIEPOLDER und Sven RASCHBACHER, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Vöttinger Straße 38, D-85354 FREISING, michael.diepolder@lfl.bayern.de

Tabelle 2: Konzentrationen und Frachten im Mittel der Jahre 2000 - 2004)

Vgl.	Probenzahl	Ø Konzentrationen im Bodenwasser (mg/l)						Ø Frachten (kg/ha x a <sup>-1</sup> )		
		NO <sub>3</sub>		P		S		N	P	S
1	750	0,39	d	0,06	a	0,68	c	0,6	0,4	4,3
2	745	2,11	b	0,05	a	8,49	a	3,0	0,3	53,5
3	725	3,08	a	0,07	a	7,72	b	4,4	0,4	48,6
4	710	1,30	c	0,04	a	0,65	c	1,8	0,3	4,1
5	750	1,70	bc	0,06	a	0,92	c	2,4	0,4	5,8
LW **	200	7,18		0,03		3,88		-	-	-

\* Abgeleitet nach geschätzter Sickerwassermenge (siehe Text) von 630 mm/ha u. Jahr; \*\* Leitungswasser des Spitalhofs/Kempten

Tabelle 3: Erträge, N-Entzüge und Nährstoffsalden (Mittel 2000 - 2004)

Vgl.	TM-Ertrag (dt/ha)		Energie-Ertrag (GJ NEL/ha)		N-Entzug (kg N/ha)		Saldo (kg/ha)		
							N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * (circa)	S * (circa)
1	57,1	d	35,8	d	99	d	-99	-55	-10
2	114,5	b	68,3	b	254	b	-54	-15	50
3	130,8	a	77,8	a	308	a	-8	-30	45
4	95,0	c	57,7	c	216	c	14	15	0
5	81,3	c	49,8	c	187	c	-57	40	0

\* P- Entzüge geschätzt (1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/dt TM), S-Entzüge kalkuliert nach DIEPOLDER (2004)

## Ergebnisse und Diskussion

**Nitrat/Stickstoff:** Bei einer N-Düngung von 300 kg N/ha (Vgl. 3) wurde etwa dieselbe Menge an Stickstoff von der Fläche abgefahren (siehe Tabelle 3). Die mittlere Nitratkonzentration unter dem Wurzelraum lag auch bei diesem hohen N-Düngungsniveau mit 3,08 mg NO<sub>3</sub>/l deutlich niedriger als der Nitratgehalt im Leitungswasser (siehe Tabelle 2). Die durchschnittliche jährliche N-Fracht betrug 4,4 kg N/ha. Der Einfluss unter-

schiedlicher N-Salden (N-Entzug minus N-Düngung) spiegelte sich im Nitratgehalt des Sickerwassers und demzufolge in der N-Fracht wieder. Jedoch kann bezüglich des N-Austrags und der Nitratkonzentration festgehalten werden, dass die Werte unabhängig von der Variante auf einem niedrigen Niveau lagen.

**Phosphor:** Die durchschnittliche P-Konzentration im Sickerwasser lag bei 0,04-0,07 mg P/l (Tabelle 2). Signifikante Unterschiede zwischen den Düngungs-

varianten waren nicht erkennbar. Für Intensivgrünland ließ sich in einer relativ niederschlagsreichen Region eine durch die Bodenmatrix ausgetragene jährliche P-Fracht von 0,3-0,4 kg P/ha (0,7-0,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) ableiten.

**Schwefel:** Im Gegensatz zu Stickstoff oder Phosphor bewegten sich die Schwefel-Konzentrationen im dränenden Bodenwasser und die errechneten ausgetragenen S-Frachten in einem weitaus größeren Rahmen (Tabelle 2). Sie erreichten in den Fällen, in denen über Mineraldünger (Var. 2 und 3) große Mengen an leicht verfügbarem Schwefel gedüngt wurden, welche deutlich höher als der (geschätzte) Entzug waren, eine Größenordnung (7,7-8,5 mg S/l bzw. 49-55 kg S/ha und Jahr). Diese betrug rund das Zehnfache der ungedüngten bzw. der organisch gedüngten Varianten.

## Literatur

- DIEPOLDER, M., 2004: Ergebnisse eines Schwefeldüngungsversuchs im intensiv genutzten Dauergrünland. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau Band 6, 2004, 209-212.
- CZERATZKI, W., 1971: Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforschung Völkenrode 21, 1971, 13-14.
- MAIDL, F.X. und H. BRUNNER, 1998: Strategien zur gewässerschonenden Landbewirtschaftung in Bayern. KTBL-Arbeitspapier 252, S. 230, KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag Münster.