

Grünlanddüngung und Gewässerschutz

Neue Versuchsergebnisse zur Nährstoffbelastung des Sickerwassers

von DR. MICHAEL DIEPOLDER und SVEN RASCHBACHER: **Bei zwei Düngungsversuchen im Allgäuer Alpenvorland und im Oberbayerischen Altmoränen-Hügelland wurden in den Jahren 2008 – 2010 mit dort fest installierten Saugkerzenanlagen die Nitrat-, Phosphor- und Schwefelkonzentrationen des Bodenwassers unter Dauergrünlandparzellen gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass bei fachgerechter intensiver Grünlandwirtschaft die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser und damit die N-Frachten sehr niedrig und auf gleichem Niveau wie bei extensiver Bewirtschaftung liegen können. Sie zeigen allerdings auch, dass bei einer (stark) überhöhten N- und S-Düngung die Gefahr von Austrägen signifikant und deutlich ansteigt. Zwischen beiden Standorten bestanden teilweise deutliche Unterschiede in der mittleren Höhe der Nährstoffkonzentrationen sowie im Jahresverlauf.**

Einleitung

Mit dem Inkrafttreten der EG-Richtlinie Nr. 80/778/EWG vom 15. Juli 1980 wurde 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_3/l (= 11,3 mg $\text{NO}_3\text{-N}$) abgesenkt. Die bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) untersucht im Rahmen der Forschung zur N-Dynamik und zum vorbeugenden Grundwasserschutz seit rund 30 Jahren, 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. Die in den vergangenen Jahrzehnten auf zwei Standorten in Südbayern mittels dort installierter Saugkerzenanlagen gewonnenen Versuchsergebnisse wurden von DIEPOLDER und RASCHBACHER (2011 b) im Rahmen der Internationalen Tagung zur Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland zusammengefasst und diskutiert. Als Fazit konnte festgehalten werden, dass die mittlere Nitratkonzentration im dränenden Bodenwasser bei sachgerecht bewirtschaftetem Wirtschaftsgrünland und güllebetonter Düngung in einem niedrigen Bereich von ca. 1 – 9 mg NO_3/l liegt. Dies entspricht einem geschätzten mittleren N-Austrag aus dem Wurzelraum von rund 2 – 12 kg N/ha pro Jahr und ist damit im Einklang mit anderen Arbeiten (EDER, 2000; DIEPOLDER et al., 2006; BUCHGRABER et al., 2010) deutlich weniger, bzw. nur ein Bruchteil, als bei Grünland mit Nutzungsaufgabe oder bei Ackerkulturen. Ebenfalls ergaben sich bisher

für südbayerische Standortverhältnisse keine Anhaltspunkte dafür, dass eine moderate Gülledüngung im Herbst nach dem letzten Schnitt im Vergleich zu einer Frühjahrsdüngung vor dem ersten Schnitt zu einem Anstieg der Nitratgehalte im Sickerwasser führt. Im ersten Teil des vorliegenden Beitrags werden nun Ergebnisse eines noch laufenden und bisher unveröffentlichten Versuchsvorhabens vorgestellt und diskutiert. In diesem wird u. a. die N-Düngung bewusst über die fachliche Empfehlung (LFL, 2011) hinaus gesteigert.

Material und Methoden

Die Versuche stehen im Allgäuer Alpenvorland am Spitalhof in Kempten (730 m ü. NN, 1 290 mm ø Jahresniederschlag, Parabraunerde aus schluffigem Lehm, Grünlandbestand mit Deutschem Weidelgras als Leitgras) sowie in Puch bei Fürstenfeldbruck (550 m ü. NN, 920 mm ø Jahresniederschlag, Parabraunerde aus stark tonigem Schluff; Leitgras ist ebenfalls Deutsches Weidelgras).

In *Tabelle 1* sind die jeweiligen Versuchsvarianten und die gedüngten Nährstoffmengen aufgeführt. In Puch wird jedes Versuchsglied in dreifacher Wiederholung, dagegen am Spitalhof aus versuchstechnischen Gründen nur in zweifacher Wiederholung geprüft. Wie zudem aus *Tabelle 1* zu entnehmen ist, liegt somit zwar kein identischer Versuchsaufbau vor, jedoch ist beiden Versuchen folgender Kernansatz gemeinsam: Ausgehend von Variante 2 mit ausschließlicher Gülledüngung, bei der die Höhe des organischen N-Einsatzes in Anlehnung an die „170er“-Regelung (Puch) bzw. „230er-Regelung“ (Spitalhof) der bundesdeutschen Düngeverordnung (DÜV, BUNDESGESETZBLATT, 2007) erfolgt,

Variante	Schnitte (n a ⁻¹)	Ø Nährstoffzufuhr ¹⁾					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO	
(kg ha ⁻¹ a ⁻¹)							
Standort: Spitalhof/Kempten							
1	Ohne N-Düngung	3	0	75	255	71	38
2	„230 kg N/ha aus Viehhaltung“	5	225	91	315	~ 45	~ 65
3	Wie 2 plus 90 kg N/ha (KAS) ²⁾	5	315	91	315	~ 45	~ 65
4	Wie 2 plus 230 kg N/ha (KAS) ²⁾	5	455	91	315	~ 45	~ 65
Standort: Puch							
1	Ohne N-Düngung	3	0	90	225	70	30
2	„170 kg N/ha aus Viehhaltung“	4	176	90	209	~ 20	~ 80
3	Wie 2 plus 183 kg N/ha (KAS) ²⁾	4	359	90	209	~ 20	~ 80

Spitalhof/Kempten:
¹⁾ Gesamt-Nährstoffzufuhr: Bei Var. 1 als mineralische PK-Düngung (S und Mg als Begleitstoffe) in drei Teilgaben pro Jahr; bei Var. 2 – 4 als Gülledüngung mit jährlich vier Gaben à ca. 25 m³/ha (Ø 4,1 % TS) zum 2., 4. und 5. Aufwuchs sowie im Herbst nach dem letzten Schnitt; S- und MgO-Zufuhr über Gülle geschätzt. Bei Var. 3 und 4 zusätzliche mineralische N-Düngung als KAS.
²⁾ 90 kg N/ha zum 3. Aufwuchs; bei Var. 4 zusätzlich 4 x 35 kg N/ha kurz nach den einzelnen Güllegaben.

Puch
¹⁾ Gesamt-Nährstoffzufuhr: Bei Var. 1 als mineralische PK-Düngung (S und Mg als Begleitstoffe) in drei Teilgaben pro Jahr; bei Var. 2 und 3 als Gülledüngung mit jährlich drei Gaben à 16 – 22 m³/ha (Ø 7,0 % TS) zum 2. und 4. Aufwuchs sowie im Herbst nach dem letzten Schnitt; S- und MgO-Zufuhr über Gülle geschätzt.
²⁾ Bei Var. 3 zusätzlich 180 kg N/ha in drei – vier Teilgaben à 45 – 95 kg N/ha als KAS.

☐ Tabelle 1: Versuchsvarianten und Nährstoffzufuhr

wird die N-Zufuhr bei Variante 3 und 4 am Spitalhof bzw. bei Variante 3 in Puch mit Kalkammonsalpeter (KAS) weiter gesteigert. Dabei ist vorgesehen, dass die insgesamt ausgebrachte N-Menge bei Variante 3 in Puch bzw. bei Variante 4 am Spitalhof die fachliche Empfehlung (LFL, 2011) deutlich überschreitet. Mit Variante 1, die durch eine mineralische PK-, jedoch fehlende N-Düngung sowie durch eine reduzierte Nutzungsintensität charakterisiert ist, sollen Effekte einer „reduzierten“ gegenüber einer intensiven Bewirtschaftungsintensität untersucht werden. Verwiesen sei auch darauf, dass bei Variante 1 im Zusammenhang mit der PK-Düngung im Vergleich zu den anderen Versuchsgliedern mit Abstand die höchsten Schwefelgaben verabreicht wurden, die deutlich über einer geschätzten S-Abfuhr von rund 20 – 35 kg S/ha mit dem Erntegut liegen.

Die Versuche befinden sich über Saugkerzenanlagen nach CZERATZKI (1971). Bei diesen 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. Die Saugkerzen sind in ca. 60 cm und 120 – 130 cm Bodentiefe eingebaut. Pro Variante stehen in diesem Versuchsvorhaben insgesamt acht Saugkerzen am Spitalhof und 20 – 24 Saugkerzen in Puch zur Wassergewinnung zur Verfügung. In regelmäßigen Abständen (ca. 1 – 3 Wochen) werden bei den Proben die Nitratkonzentration sowie die Gehalte an Phosphor und Schwefel analysiert. Zur näherungsweise Umrechnung auf mittlere jährliche Nährstofffrachten wird die mittlere jährliche Sickerwassermenge (ca. 630 l/m² am Spitalhof bzw. ca. 300 l/m² in Puch) nach klimatischen Literaturangaben geschätzt.

Die Verrechnung der Daten erfolgte mit SAS, wobei die Mittelwerte der Erträge und Nährstoffkonzentrationen unter Anwendung einer Grenzdifferenz von 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit (GD 5 %) verglichen werden.

Unterschiedliche Kleinbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Varianten.

Ergebnisse und Diskussion

Die in *Tabelle 2* aufgeführten Daten zu den Pflanzenbeständen und Erträgen sowie die in *Abbildung 1* dargestellten Beziehungen zwischen der Höhe der N-Düngung und der N-Aufnahme durch die oberirdische Biomasse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Standorten und den Varianten.

Ort Variante	Ø Artenanteile im 1. Aufwuchs ¹⁾			Erträge			
	Gräser	Kräuter	Klee	TM	Rohprotein		
(dt/ha)							
(kg RP/ha)							
Spitalhof							
1 (0 N)	63	29	8	102,6	b	1428	c
2 (225 N)	60	32	8	97,3	b	1630	bc
3 (315 N)	59	36	5	102,8	b	1697	b
4 (455 N)	74	23	3	120,2	a	2092	a
Puch							
1 (0 N)	79	20	1	58,7	b	660	b
2 (176 N)	83	16	1	73,4	b	936	b
3 (359 N)	90	9	1	104,4	a	1581	a

¹⁾ Spitalhof: Mittelwert der Bestandsaufnahmen 2008-2010; Puch: Mittelwert der Bestandsaufnahmen 2008/09

☐ Tabelle 2: Bestandszusammensetzung und Erträge (Mittel 2008 – 2010)

Der Vergleich der TM- und Rohprotein-Erträge der in beiden Versuchen „extensiv“ bewirtschafteten Variante 1 mit drei Schnitten und unterlassener N-Düngung lässt auf wesentlich bessere Standortvoraussetzungen am Spitalhof schließen. So lagen im Untersuchungszeitraum die TM-Erträge um ca. 75 % und die Rohprotein-Erträge um 116 % höher als in Puch. In Puch konnte sich trotz jährlicher PK-Düngung der Klee nicht etablieren. Bemerkenswert ist, dass selbst bei völlig unterlassener N-Düngung am Spitalhof im Mittel rund 230 kg N/ha in die oberirdische Biomasse eingelagert werden konnten, während in Puch das Niveau bei rund 105 kg N/ha lag. Die Ursachen hierfür dürften neben dem bereits erwähnten höheren Kleeanteil, dem humusreicheren alten Grünlandboden am Spitalhof u. U. auch in der Nachwirkung von vorherigen Düngungsversuchen zu suchen sein. Jedenfalls weisen gerade die am Spitalhof erzielten Resultate darauf hin, dass im Falle regelmäßiger PK-Düngung auch bei ausgesetzter N-Düngung bei mittlerer Nutzungsintensität zumindest für eine gewisse Zeit ein hohes Ertragsniveau ohne nachteilige Veränderung des Pflanzenbestands möglich ist. Wird jedoch auch die PK-Düngung ausgesetzt, so ist mit einem starken Ertragsabfall und einer nachteiligen Veränderung der Pflanzenbestände zu rechnen. Dies belegen Untersuchungen von DIEPOLDER und RASCHBACHER (2011 a) in einem früheren Versuch (2000 – 2004) auf demselben Teilschlag, wo bei gleicher Nutzungsintensität, jedoch mehrjährig völlig fehlender Düngung der Kräuteranteil auf rund 55 % angestiegen war, während der Gräseranteil auf 33 % abgenommen und das Ertragsniveau auf 57 dt TM/ha gesunken war.

Völlig unterschiedlich fiel auf beiden Standorten auch die Reaktion auf eine Erhöhung der Bewirtschaftungsintensität (Steigerung der Schnittzahl, Güllendüngung) aus, was anhand des Vergleichs der Varianten 1 und 2 ersichtlich wird. In Puch konnte bei vier Nutzungen und 176 kg Gülle-N pro Jahr bei Variante 2 der TM-Ertrag um 25 % bzw. der Rohprotein-Ertrag um ca. 42 % gegenüber Variante 1 zumindest tendenziell – wengleich nicht statistisch absicherbar – angehoben werden. Dagegen wurde am Spitalhof bei fünf Schnitten und 225 kg Gülle-N pro Jahr bei der Biomasse keine Steigerung und nur eine wesentlich geringere Erhöhung (14 %) des Rohproteinertrags festgestellt. Obwohl bei

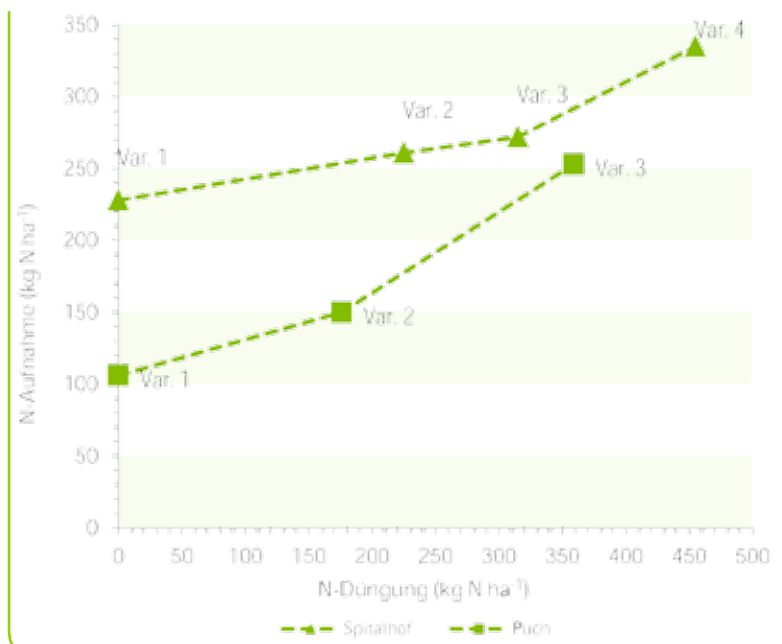


Abbildung 1: Beziehung zwischen der N-Düngung und der N-Aufnahme durch die oberirdische Biomasse an den Standorten Spitalhof und Puch

diesem Vergleich auch die unterschiedlichen Niveaus der Realerträge zu berücksichtigen sind, erstaunt dennoch die schlechte Umsetzung des Gülle-Stickstoffs am Spitalhof in diesem Versuch. Zwar ist gemeinhin bekannt, dass für die Sicherung hoher Erträge und Futterqualität bei Intensivierung der Schnittnutzung auch eine entsprechende Anpassung der Düngung vorgenommen werden

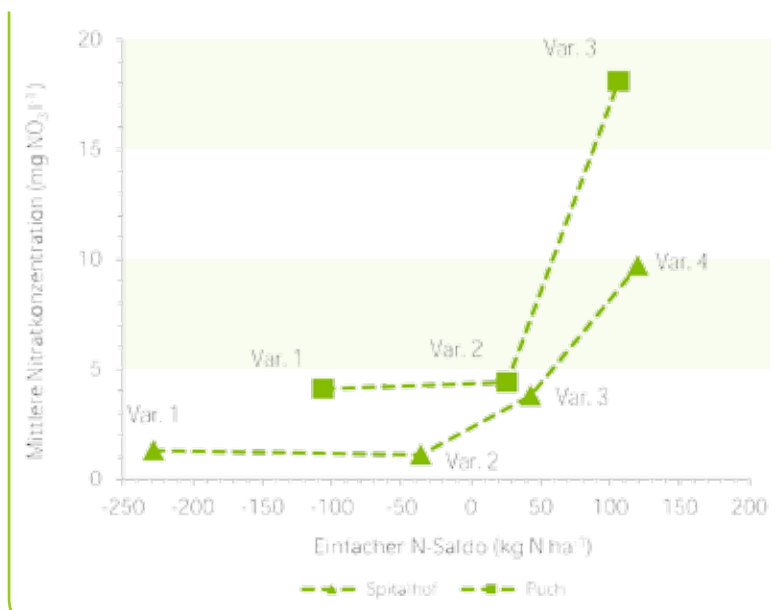


Abbildung 2: Beziehung zwischen dem einfachen N-Saldo (N-Düngung minus N-Abfuhr) und der mittleren Nitratkonzentration im aufgefangenen Bodenwasser

muss. Dennoch kann für das Ertragsverhalten von Variante 2 am Spitalhof keine völlig schlüssige Erklärung gegeben werden. Die Höhe der in mehreren Teilgaben aufgebrauchten gesamten Güllegabe sowie der niedrige TS-Gehalt der Gülle (4,1 % TS) hätte ein anderes Ergebnis erwarten lassen. Auch wurden am Spitalhof auf den Parzellen eines Versuchs auf einem anderen Teilschlag bei gleichfalls fünf Schnitten pro Jahr, jedoch niedrigerem Gülleeinsatz im langjährigen Mittel rund 113 dt TM/ha bzw. 1 950 kg Rohprotein geerntet (DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2010; DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2011 c). Daher bleibt nur zu vermuten, dass die Ursachen für die vergleichsweise niedrige Nährstoffumsetzung der Gülle in einer Kombination von bereits sehr hohen N-Nachlieferungsraten durch den Standort, ggf. einer nicht ganz optimalen Gülleverteilung (sommer-/herbstbetonte Düngung) und ggf. weiteren unbekanntem Bodeneigenschaften des Versuchsfeldes gelegen haben.

Zu erwähnen ist ferner, dass bei Variante 2 in Puch bereits rund 25 kg N/ha mehr Stickstoff über Gülle auf die Parzellen gelangte als durch das Erntegut im Jahresmittel abgefahren wurde, was auch den *Abbildungen 1* und *2* zu entnehmen ist. Am Spitalhof dagegen wurde trotz höherem Gülleeinsatz bei Variante 2 jährlich um ca. 35 kg N/ha mehr abgefahren als zugeführt. In beiden Fällen lagen die Nitratkonzentrationen im aufgefangenen Bodenwasser jedoch auf gleicher Höhe wie bei Variante 1 mit reduzierter Bewirtschaftungsintensität (siehe auch *Tabelle 3*). Festzuhalten bleibt auch, dass trotz der suboptimalen N-Verwertung der eingesetzten Gülle die gegebenen 230 kg N/ha über den Wirtschaftsdünger am Spitalhof zu keiner Gefährdung des Grundwassers führten, was frühere Resultate am gleichen Standort (DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2011 a) bestätigen.

Bei Variante 3 am Spitalhof wurde zusätzlich zum dritten Aufwuchs 90 kg N/ha als Kalkammonsalpeter gedüngt. Diese Gabe trug jedoch weder bei dem Trockenmasse-, noch beim Rohproteinерtrag (siehe *Tabelle 2*) zu einer signifikanten Steigerung bei. Die errechnete N-Verwertung des mineralischen Stickstoffs war mit 12 % ausgesprochen niedrig, was auch aus *Abbildung 1* hervorgeht. Diese Düngung erhöhte daher den N-Saldo bzw. die N-Bilanz beträchtlich und führte im aufgenommenen Bodenwasser zu einer zwar geringfügigen, jedoch signifikanten Zunahme der mittleren Nitratkonzentration sowie der Nitratspitzen

(90 %-Quantile, *Tabelle 3*). Eine alleinige und hohe N-Düngung zum dritten Aufwuchs erwies sich in diesem Versuch als sehr ungünstige Düngungsstrategie. Dies gerade deswegen, weil die bei Variante 4 verabreichten zusätzlichen mineralischen N-Gaben kurz nach den einzelnen Güllegaben den TM-Ertrag um 17 % und den Rohproteinерtrag um 23 % anhoben. Somit führte eine anders verteilte, jedoch insgesamt höhere N-Düngung nochmals zu einem kräftigen Anstieg der N-Aufnahme (*Abbildung 1*).

In beiden Versuchen führte der jeweils höchste N-Einsatz signifikant zu den höchsten Erträgen. In Puch weisen die Realerträge zwar ein deutlich niedrigeres Niveau als am Spitalhof auf (*Tabelle 2*); relativ gesehen konnte jedoch durch den Mineraldüngereinsatz ein größerer Einfluss auf den Ertragsanstieg als am Spitalhof genommen werden.

Sowohl bei Variante 4 am Spitalhof als auch bei Variante 3 in Puch lag das Niveau der N-Düngung um ca. 100 – 120 kg N/ha über der N-Abfuhr durch das Erntegut, was aus *Abbildung 2* hervorgeht. Wenn man in einem erweiterten Bilanzansatz zusätzlich Nährstoffverluste bei der Gülleausbringung sowie die N-Nachlieferung durch Leguminosen mit einbezieht (*Tabelle 3, links*), ergeben sich um rund 20 – 30 kg N/ha geringere jährliche N-Überhänge, die jedoch mit 92 bzw. 79 kg N/ha immer noch als sehr hoch zu bezeichnen sind. *Tabelle 3* zeigt, dass mit diesen Bilanzüberhängen ein signifikanter und ausgeprägter Anstieg der mittleren Nitratkonzentration im aufgefangenen Bodenwasser einherging. Ebenfalls nahm die Wahrscheinlichkeit sehr hoher Nitratwerte stark zu, was aus den 90 %-Quantilen hervorgeht.

Hingewiesen sei auch darauf, dass bei Variante 1, wo

Ort Variante	N-Bilanz ²⁾ (kg N/ha)	Nährstoffkonzentrationen ¹⁾					
		Ø Nitrat		Q _{90%}	Ø P		Ø S
				(mg/l)			
Spitalhof							
1 (0 N)	-196	1,3	c	2,87	0,07	a	1,7 a
2 (225 N)	-44	1,1	c	2,07	0,06	a	0,3 b
3 (315 N)	23	3,8	b	11,18	0,05	a	0,4 b
4 (455 N)	92	8,7	a	21,90	0,04	a	0,5 b
Puch							
1 (0 N)	-102	4,1	b	7,7	0,33	a	8,6 a
2 (176 N)	-1	4,4	b	12,2	0,32	a	2,3 b
3 (359 N)	79	18,1	a	43,5	0,32	a	2,7 b

¹⁾ Angefallene/untersuchte Wasserproben bei den einzelnen Varianten/Untersuchungsparametern; Spitalhof: ca. 355 – 365 (1, 2, 4), 295 (3); Puch: ca. 490 – 505 (1), ca. 380 – 390 (2), ca. 370 – 385 (3)

²⁾ N-Bilanz = N-Zufuhr minus N-Abfuhr unter Berücksichtigung von N-Verlusten bei Gülledüngung in Anlehnung an die Düngerverordnung (DüV) sowie N-Lieferung durch den Kleeanteil; N-Bilanz = [(Gesamt-N_{Gülle} × 0,824 + N_{KAS} + 4 kg N/ha × % Klee) – N-Abfuhr]

☐ *Tabelle 3*: N-Bilanz und Nährstoffkonzentrationen im aufgefangenen Bodenwasser

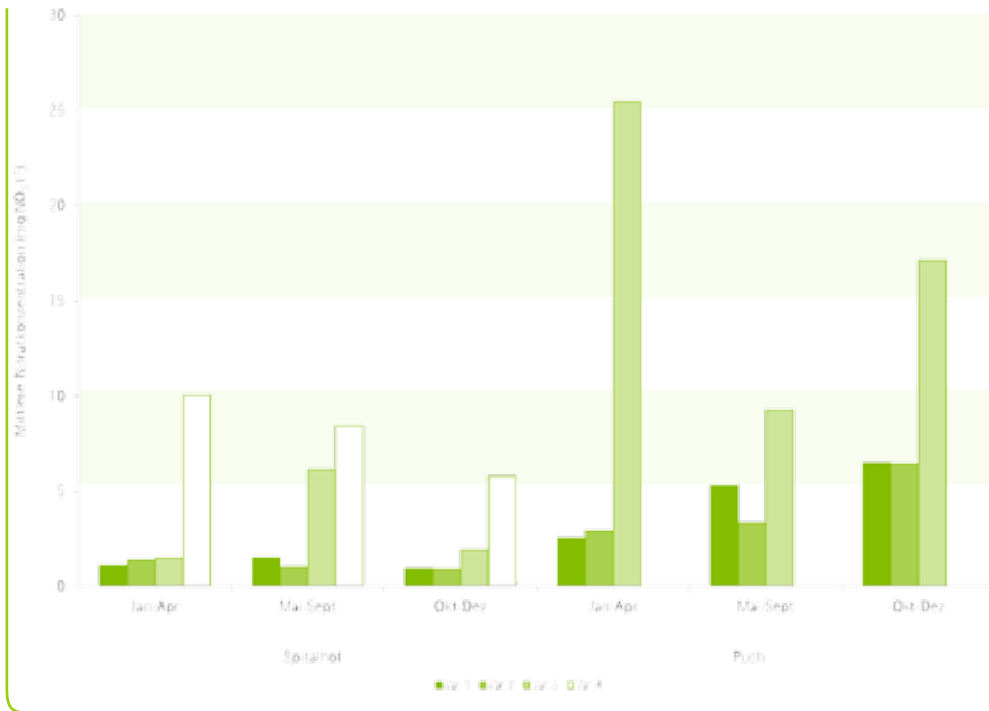


Abbildung 3: Mittlere Nitratkonzentrationen im Jahresverlauf

über die mineralische Grunddüngung jährlich erhebliche Schwefelmengen von rund 70 kg S/ha in Form von Sulfat zugeführt wurden, die S-Konzentrationen um rund das Drei- bis Vierfache gegenüber den anderen Varianten ohne mineralischen Schwefeleinsatz anstiegen.

Erkennbar ist zudem der Einfluss des Standortes auf die Nitrat-, Phosphor- und Schwefelkonzentrationen im aufgefangenen Bodenwasser (Tabelle 3 rechts sowie Abbildung 3 und 4), was maßgeblich auf die unterschiedlichen Sickerwassermengen zurückzuführen sein dürfte.

In Abbildung 3 sind die mittleren Nitratkonzentrationen, in Abbildung 4 die mittleren Schwefelkonzentrationen im Sickerwasser jeweils für einzelne Jahresabschnitte dargestellt. Es zeigt sich, dass eine stark überhöhte N- bzw. S-Düngung in allen Zeiträumen zu erhöhten Nährstoffkonzentrationen im Sickerwasser führte.

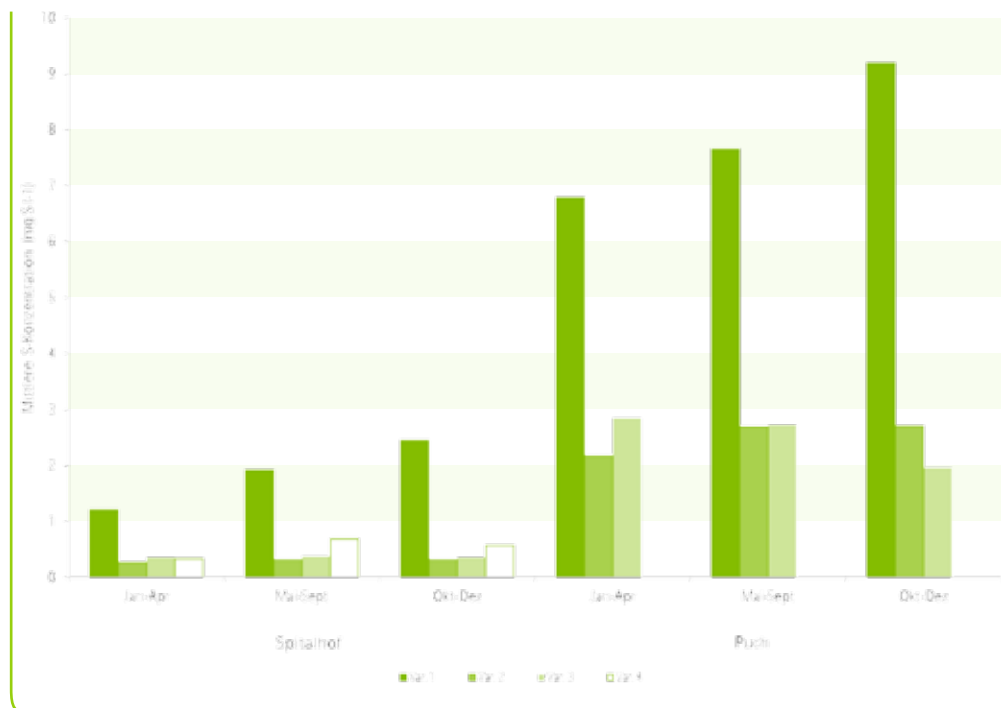


Abbildung 4: Mittlere Schwefelkonzentration im Jahresverlauf

Dabei lag die mittlere Nitratkonzentration der Variante 4 am Spitalhof bzw. der Variante 3 in Puch in den Monaten Januar bis April stets höher als im übrigen Jahr. Am Spitalhof führte eine relativ ineffektive mineralische N-Düngung von 90 kg N/ha zum dritten Aufwuchs (Variante 3) zu einem Anstieg des mittleren Nitratgehaltes im Zeitraum Mai bis September. Die Schwefelgehalte im aufgefangenen Bodenwasser reagierten im Jahresverlauf anders. Hier stiegen die Werte von Variante 1 auf beiden Standorten im Jahresverlauf tendenziell an. Dies kann dahingehend interpretiert werden, dass mit der PK-Düngung mehrmals im

Jahr Schwefel in Sulfatform ausgebracht wurde und zusätzlich zu dieser bereits über der Nährstoffabfuhr liegenden S-Düngung im Jahresverlauf noch Schwefel aus der Humusmineralisierung hinzukam.

Für eine möglichst exakte Umrechnung der Nährstoff-

konzentrationen in jährliche Nährstofffrachten wäre eine zeitlich eng aufgelöste Zuordnung des tatsächlichen Sickerwasseranfalles mit entsprechenden Konzentrationswerten erforderlich. Daher kann die Multiplikation von mittleren Nährstoffkonzentrationen mit langjährigen standortbezogenen Sickerwasserabschätzungen mit mehr oder weniger großen Fehlern behaftet sein. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung sei dennoch als grobe Frachtabschätzung festgestellt, dass mit Ausnahme der ungünstigsten Düngungsstrategie der mittlere jährliche N-Austrag aus dem Wurzelraum auf beiden Standorten in einem Bereich von rund 2 – 5 kg N/ha, dagegen bei stark überbilanzierter Düngung bei 12 kg N/ha lag. Die Höhe der mittleren P-Austräge dürfte pro Jahr bei 0,2 – 1,0 kg P (0,5 – 2,3 kg P₂O₅) und die Höhe der S-Austräge bei 2 – 10 kg S/ha (Spitalhof) bzw. 10 – 25 kg S/ha (Puch) anzusetzen sein.

Schlussfolgerung und Ausblick

Die vorliegenden Ergebnisse lassen darauf schließen, dass im Wirtschaftsr Grünland bei fachgerechter Bemessung der Düngung mit keiner negativen Beeinträchtigung des Grundwassers zu rechnen ist, hingegen eine deutlich über der Nährstoffabfuhr liegende N-Düngung zu einem signifikanten Anstieg der Nitratkonzentration im Sickerwasser führen kann. Gleiches trifft für die Schwefeldüngung zu. Daher sollte die vorherrschende Meinung, dass es unter Grünland kaum zu Nährstoffausträgen kommt, differenziert gesehen werden, zumal es auch Hinweise darauf gibt, dass in intensiv bewirtschafteten grünlandbasierten Regionen hohe Nitratgehalte in Wassergewinnungsanlagen nicht auszuschließen sind. Hier ist weiterer Forschungsbedarf gegeben, in dem auch ungünstigere Standort- und Bewirtschaftungsverhältnisse (Bodenart, Gründigkeit, Niederschlagsverteilung, überhöhte Düngung im Herbst und vor Vegetationsbeginn) als in den bisherigen Versuchen Berücksichtigung finden sollten.

Danksagung

Den Autoren ist es ein Anliegen, für die Versuchsdurchführung, Laboranalysen und Datenaufbereitung den Kolleginnen/Kollegen des LVFZ Spitalhof/Kempton, der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) sowie dem Sachgebiet Versuchswesen und Biometrie herzlich zu danken.

Literatur

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL):
Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland – Gelbes Heft, 9. unveränderte Auflage 2011, 99. S., 2011.

BUCHGRABER, K., HERNDL, M. und PEINTNER, J.: Trinkwasser – Verminderte Qualität bei Nutzungsaufgabe. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 24, 28 – 29, 2010.

BUNDESGESETZBLATT: Bekanntmachung der Neufassung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I, ausgegeben zu Bonn am 5. März 2007, 221 – 240, 2007.

CZERATZKI, W.: Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforschung Völkenrode 21, 13 – 14, 1971.

DIEPOLDER, M., PERETZKI, F., HEIGL, L. und JAKOB, B.: Nitrat- und Phosphorbelastung des Sickerwassers bei Acker- und Grünlandnutzung – Ergebnisse von zwei Saugkerzenanlagen in Bayern. „Schule und Beratung“, Heft 4/06, III-3 ff. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 2006.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S.: Leistungsfähiges Grünland und Verzicht auf mineralische Düngung – sind hohe Erträge und Futterqualitäten möglich? „Schule und Beratung“, Heft 3-4/10, III-13 ff. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2010.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S.: Erträge, Futterqualität und Nährstoffgehalte des Sickerwassers bei unterschiedlicher Grünlanddüngung. „Schule und Beratung“, Heft 3-4/11, III-18 ff. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2011 a.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S.: Nitratbelastung unter Grünlandflächen – Versuchsergebnisse aus Bayern. In: Tagungsband Internationale Tagung „Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland, 190 – 194, Hsg. Elsässer, Diepolder, Huguenin-Eli, Pötsch, Nußbaum, Meßner, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, 2011 b.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S.: Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität – Güllegaben und Nutzungshäufigkeit – bei einem Standort im Allgäuer Alpenvorland. In: Tagungsband Internationale Tagung „Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland, 81 – 85, Hsg. Elsässer, Diepolder, Huguenin-Eli, Pötsch, Nußbaum, Meßner, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, 2011 c.

EDER, G.: Stickstoffauswaschung schwankt stark. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 2, 34 – 35, 2000.

DR. MICHAEL DIEPOLDER

SVEN RASCHBACHER

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT
INSTITUT FÜR AGRARÖKOLOGIE, ÖKOLOGISCHEN LANDBAU
UND BODENSCHUTZ

michael.diepolder@lfl.bayern.de

sven.raschbacher@lfl.bayern.de