

# Erträge, Futterqualität und Nährstoffgehalte des Sickerwassers bei unterschiedlicher Grünlanddüngung

## Versuchsergebnisse

von Dr. Michael Diepolder und Sven Raschbacher

Ergebnisse eines fünfjährigen Düngungsversuchs im Allgäuer Alpenvorland zeigen, dass durch einen N-Einsatz in Höhe von 4 x 75 kg N/ha Hektarerträge von 131 dt TM, 77 820 MJ NEL und 1 926 kg Rohprotein erzielt wurden. Bei ausgeglichener N-Bilanz lagen der Nitratgehalt des Sickerwassers mit durchschnittlich 3 mg NO<sub>3</sub>/l sowie die kalkulierte jährliche N-Fracht aus dem Wurzelraum in Höhe von 4,4 kg N/ha auf sehr niedrigem Niveau. Eine Gülle-Düngung in Höhe von 230 kg N/ha blieb ohne Gefährdung des Grundwassers.

### Einleitung

Ziel einer optimalen Düngung im Wirtschaftsgrünland ist es, den Ertrag und die Qualität des Futters nachhaltig zu sichern bzw. zu verbessern, Nährstoffe effizient einzusetzen und Umweltbelastungen zu vermeiden. Bei intensiver Schnittnutzung werden in Gunstlagen hohe Nährstoffmengen abgefahren, was in der Bemessung der Düngung entsprechend zu berücksichtigen ist (LFL, 2007). Unter dem Aspekt des Grundwasserschutzes ist von Interesse, ob und inwieweit mit einem – pflanzenbaulich gerechtfertigten – hohen Düngereinsatz auch das Risiko von Stoffausträgen mit dem Sickerwasser zunimmt. Im Fokus steht dabei der Stickstoff bzw. das Nitrat. Werden intensiv genutzte Grünlandflächen nur wenig oder gar nicht mit Stickstoff versorgt, gilt es, Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Pflanzenbestände einerseits und den Gewässerschutz andererseits zu quantifizieren bzw. gegeneinander abzuwägen.

Die nachfolgend dargestellten Versuchsergebnisse sollen die oben angeführten Zusammenhänge näher beleuchten. Sie können zudem auch Hinweise darauf geben, ob Stickstoffgaben über Gülle in Höhe der sogenannten „230er-Regelung“ nach der Düngeverordnung (DÜV, BUNDESGESETZBLATT, 2007) bei Intensivgrünland zu einer Verschlechterung der Nitratbelastung des Grundwassers führen. Vor allem unter diesem aktuellen Aspekt wurde ein schon etwas länger abgeschlossener fünfjähriger (2000–2004) Grünlanddüngungsversuch, aus dem bereits von DIEPOLDER et al. (2006) Teilergebnisse zur

Quantifizierung der Schwefelbelastung des Sickerwassers veröffentlicht wurden, nochmals umfassend ausgewertet.

### Material und Methoden

#### Versuchsvarianten

Der Versuch, welcher im Allgäuer Alpenvorland am Spitalhof/Kempton, dem Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Milchviehhaltung und Grünlandwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) durchgeführt wurde, umfasste fünf Varianten in vierfacher Wiederholung. Die Beschreibung der einzelnen Versuchsglieder sowie die Höhe der gedüngten Nährstoffe kann *Tabelle 1* entnommen werden. Hierbei ist – gleichfalls wie in den *Tabellen 2* und *3* – die Variante 4 mit einer N-Aufbringung über Gülle in Höhe von 230 kg N Gesamt/ha hervor-

gehoben. Ebenfalls ist zu vermerken, dass mit Ausnahme der ungedüngten Kontrolle 1 alle vier gedüngten Varianten sich kaum in der Höhe der Phosphor- und Kalizufuhr, jedoch deutlich in der Höhe der N-Zufuhr unterscheiden.

Die Varianten 2 – 5 wurden viermal im Jahr geschnitten, wobei der erste Aufwuchs im Mittel am 12. Mai geerntet wurde. Bei der ungedüngten Variante 1 wurde der erste Schnitt am 17. Mai genommen, insgesamt wurde nur dreimal geschnitten.

#### Standort

Der Standort liegt 730 m über NN, hat 1 290 mm mittleren Jahresniederschlag und eine Jahresdurchschnittstemperatur von 7,0 °C. Schluffiger Lehm bildet das Ausgangsgestein für eine Parabraunerde

**Tabelle 1:** *Versuchsvarianten und gedüngte Nährstoffe*

Variante	Beschreibung	Gedüngte Nährstoffe (kg/ha)			
		N <sub>gesamt</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
1	Ohne Düngung (Kontrolle)	0	0	0	0
2	Mineralische Düngung (4 x KAS, Superphosphat, Kornkali)	200 (4 x 50)	100	220	85 <sup>1)</sup> min.
3		300 (4 x 75)	100	220	85 <sup>1)</sup> min.
4	Gülle mit Ø 4,3 % TS (4 x 25 m <sup>3</sup> /ha)	230	110	230	25 org.
5	Stallmist mit Ø 24 % TS (150 dt/ha Herbst + 80 dt/ha nach 1. Schnitt)	125	105	220	20 <sup>1)</sup> org.

<sup>1)</sup> Abgeleitet nach Literaturangaben (Werte sind daher als „ca.“ zu verstehen)

als Bodentyp. Der Pflanzenbestand war als ein grasreicher Grünlandbestand in Form einer nativen Weidelgraswiese zu charakterisieren.

**Bodenuntersuchung**

In den Jahren 2000, 2001 und 2004 wurden von allen Varianten Bodenproben im Hauptwurzelraum (0 – 10 cm) genommen. Im Mittel lag der Humusgehalt bei 6,4 % und das C/N-Verhältnis betrug 9,4 : 1. Bei einem pH-Wert von 6,2 war eine hohe Kalkversorgung gegeben, dagegen lag der mittlere Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphat (8,5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> CAL/100 g Boden) und Kali (9,8 mg K<sub>2</sub>O CAL/100 g Boden) etwas unter dem anzustrebenden Bereich.

**Untersuchte Parameter und statistische Methoden**

Jeweils am Anfang und Ende des Versuchs wurde bei einer Wiederholung kurz vor der Ernte des ersten Aufwuchses die botanische Bestandszusammensetzung der Varianten ermittelt. Hierbei wurden alle Pflanzenarten bestimmt und ihr Anteil in der Frischmasse des ersten Aufwuchses geschätzt.

Bei allen Aufwüchsen wurden die Trockenmasse-Erträge sowie die Rohprotein-, Rohfaser-, und Rohaschegehalte

gemessen. Der Energiegehalt wurde aus den Rohnährstoffen berechnet.

Das versickernde Bodenwasser wurde mittels dauerhaft im Boden installierten Keramik-Saugkerzen (insgesamt pro Variante vier Kerzen in 60 cm Tiefe und vier Kerzen in 120 cm Tiefe), an die mehrmals am Tag ein leichter Unterdruck von 0,5 bar angelegt wurde, kontinuierlich aufgefangen. Etwa alle zwei bis drei Wochen wurden die Wasserproben auf die enthaltenen Nitrat-, Phosphor- und Schwefelkonzentrationen untersucht. Begleitend dazu wurden als Vergleich diese Nährstoffe auch im Leitungswasser des Spitalhofs bestimmt. Eine Messung der Sickerwassermenge unter den Grünlandparzellen war jedoch nicht möglich, da am Spitalhof eine reine Saugkerzenanlage ohne Lysimeter vorliegt. Zur groben Quantifizierung von Nährstofffrachten wurde daher die durchschnittliche jährliche Sickerwassermenge nach klimatischen Literaturangaben für die Region (MAIDL und BRUNNER, 1998; zit. bei DIEPOLDER et al., 2006) auf rund 630 l/m<sup>2</sup> geschätzt.

Die statistische Verrechnung der mittleren jährlichen Trockenmasse-, Energie- und Rohproteinträge sowie der

Nährstoffkonzentrationen in den Wasserproben erfolgte mit dem Statistikpaket SAS unter Anwendung des SNK-Tests. Unterschiedliche Kleinbuchstaben in den *Abbildungen 2 – 4* sowie in den *Tabellen 2 und 3* bedeuten signifikante Differenzen der Mittelwerte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

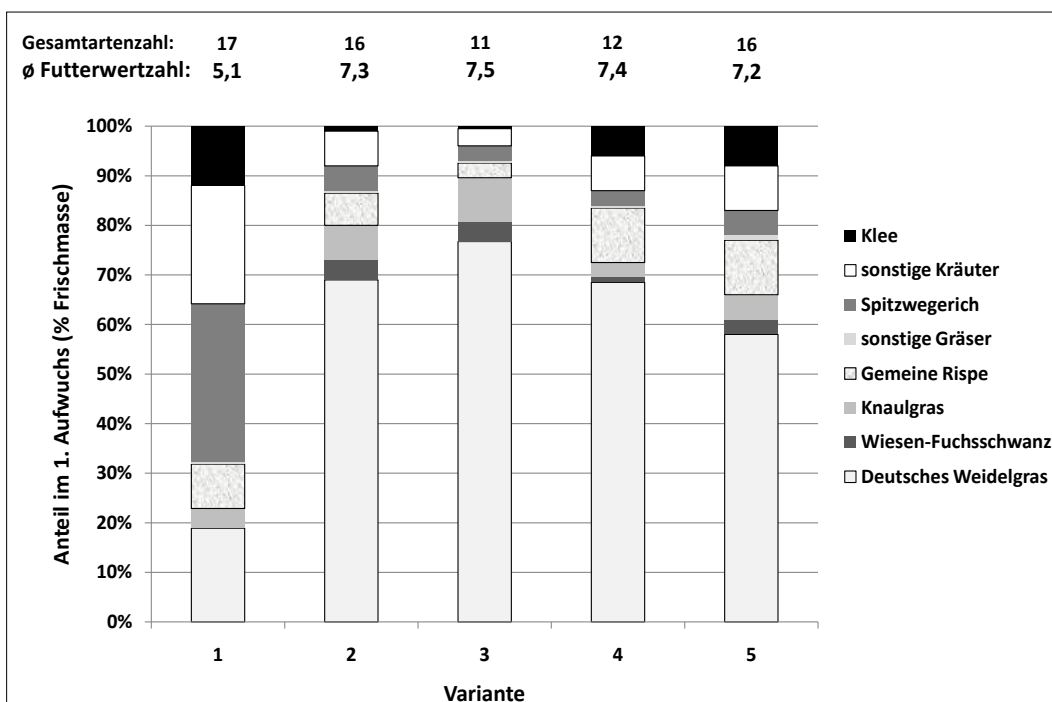
**Ergebnisse und Diskussion  
Pflanzenbestände**

In der *Abbildung 1* sind die Ergebnisse der botanischen Bestandsaufnahmen dargestellt. Die fünf Varianten unterschieden sich teilweise in ihrer Artenzahl, vor allem aber in ihrem Artenanteil in der Frischmasse und damit in der mittleren Futterwertzahl.

Die ungedüngte Kontrollvariante 1 wies mit Abstand die niedrigste Futterwertzahl auf. Die Ursache dafür ist ein niedriger Anteil an Deutschem Weidelgras und anderen wertvollen Gräsern bzw. ein sehr hoher Kräuteranteil von 56 %. Dabei bildete Spitzwegerich mit 32 % den Hauptteil. Ebenfalls war der Anteil übriger Kräuter wie Löwenzahn, Scharfer Hahnenfuß, Ehrenpreisarten und Stumpfbältriger Ampfer weitaus höher als in den gedüngten Parzellen. Demgegenüber erreichte die Variante 3 mit der höchsten N-Düngung mit einem

Grasanteil von 94 % bzw. einem Anteil an Deutschem Weidelgras von 77 % den aus pflanzenbaulicher Sicht hochwertigsten Pflanzenbestand. Allerdings war hier der Klee fast völlig aus dem Bestand verschwunden. Auch die zweite Mineraldüngervariante im Versuch (2) wies kaum Klee auf. Dies war bei den rein organisch gedüngten Varianten 4 und 5 nicht der Fall, jedoch blieb der Kleeanteil deutlich unter 10 %. Während bei der ausschließlich mit Gülle gedüngten Variante 4 der Anteil an Deutschem Wei-

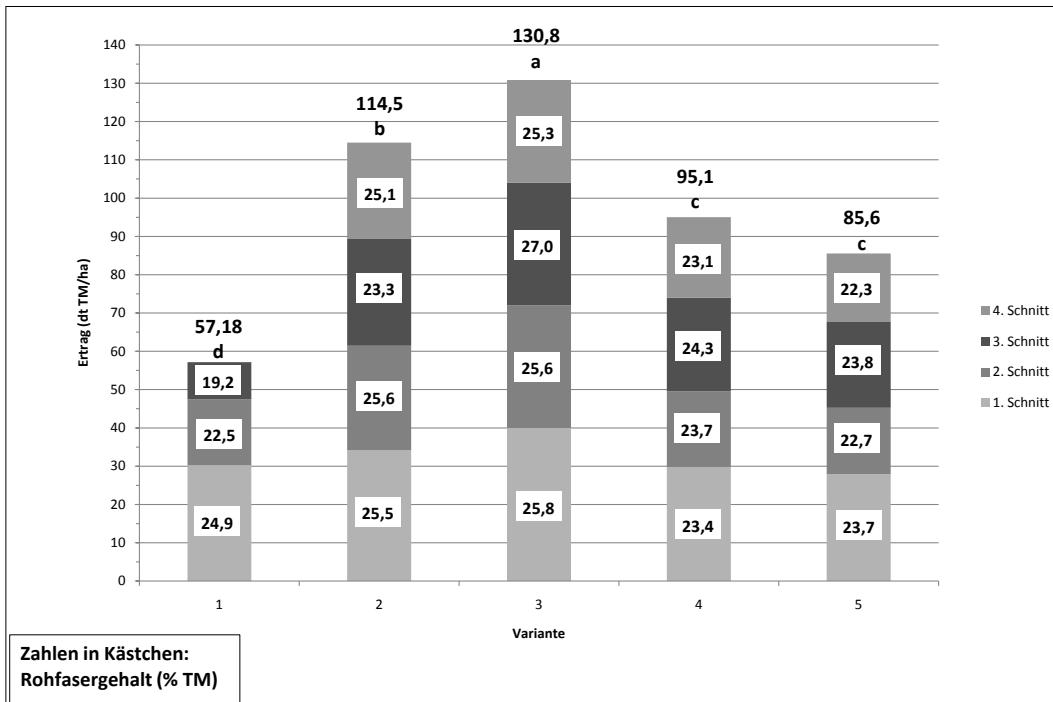
**Abbildung 1: Botanische Zusammensetzung und mittlere Futterwertzahlen\***



\* (Mittel 1999, 2000, 2004)

Beratung und Bildung

**Abbildung 2: Trockenmasse-Erträge und Rohfasergehalte\***



bildung 2) noch unter den Werten der mineralisch gedüngten Varianten, bei denen der erste Aufwuchs mehr als einen Monat früher geerntet wurde.

Bei gleicher Nutzungsintensität (vier Schnitte im Jahr) bestand zwischen den gedüngten Varianten 2 – 5 eine erhebliche Spannweite in den Erträgen, wie man aus den *Abbildungen 2–4* ersehen kann. Da sich die P- und K-Düngung auf ähnlichem Niveau bewegte, sind diese Unterschiede auf Art und Höhe der N-Düngung zurückzuführen.

Es überrascht das relativ schlechte Abschneiden der Güllevariante 4, bei der trotz eines jährlichen Einsatzes von 100 m<sup>3</sup>/ha Gülle, entsprechend einer organischen N-Düngung von 230 kg N/ha nur 95 dt TM/ha erreicht wurden. Dies waren knapp 20 dt TM/ha weniger als bei Variante 2, bei welcher die gesamte N-Zufuhr (mi-

Zahlen in Kästchen: Rohfasergehalt (% TM)

delgras mit knapp 70 % ähnlich hoch wie bei der NPK-Variante 2 lag, fiel dieser bei der Stallmistvariante 5 auf unter 60 % ab.

**Erträge und Futterqualität**

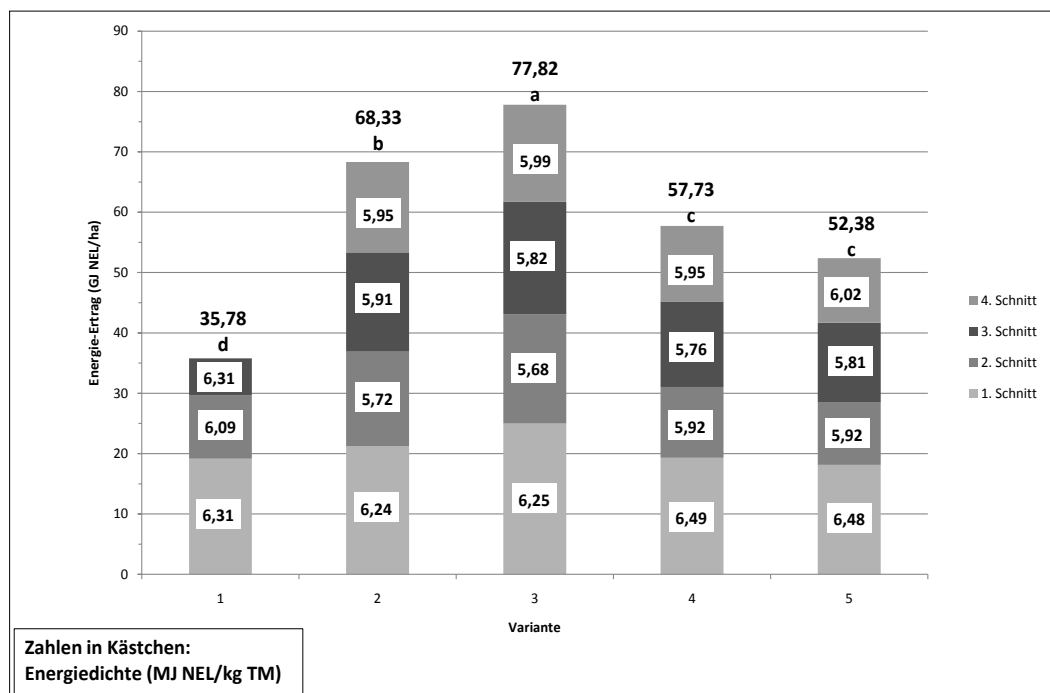
Bei der ungedüngten Kontrollvariante lag das Mittel der Erträge pro Hektar und Jahr bei 57 dt TM, knapp 36 GJ NEL und ca. 620 kg Rohprotein. Letzterer Wert bedeutet, dass über Boden- und Luftstickstoff alleine jährlich knapp 100 kg N/ha in Biomasse umgewandelt wurden. Damit konnte auch in diesem Versuch die aus anderen Forschungsvorhaben am Spitalhof bekannte gute natürliche Standortbonität bestätigt werden.

Darüber hinaus ist bei Variante 1 bemerkenswert, dass der bei drei Schnitten pro Jahr spät genommene erste Aufwuchs einen hohen (rechnerisch ermittelten)

Energiegehalt (*Abbildung 3*) von über 6,3 MJ NEL/kg TM aufwies. Dies lag nicht am Proteingehalt, welcher erwartungsgemäß mit 8,7 % in der TM sehr niedrig war, sondern daran, dass der sehr hohe Krautanteil den Rohfasergehalt nicht stark ansteigen ließ. Dieser lag gegen Junimitte mit 24,9 % (*siehe Ab-*

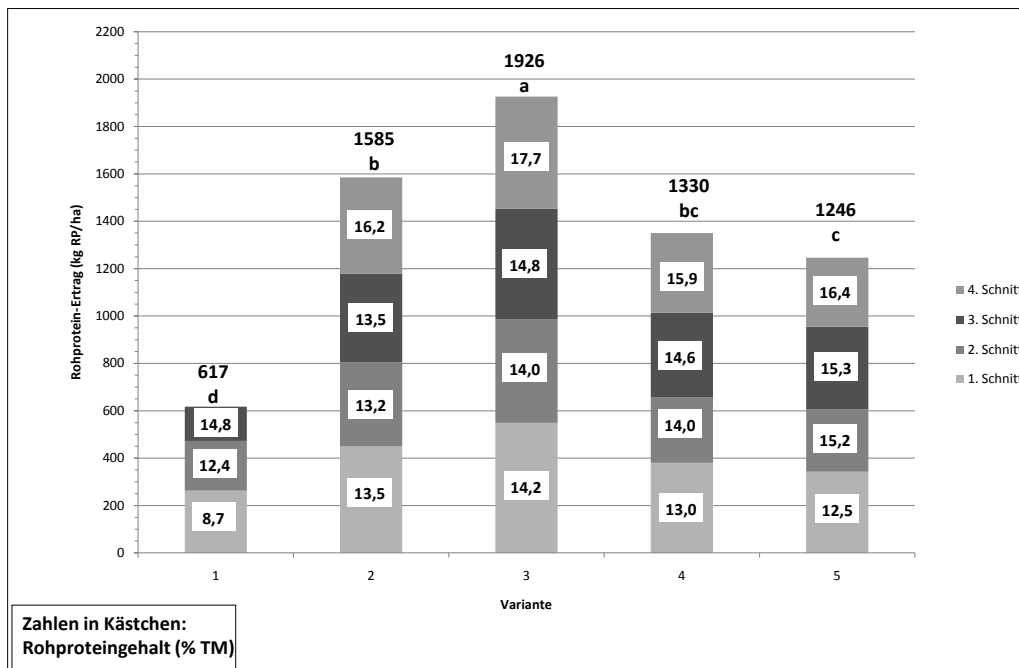
bildung 2) noch unter den Werten der mineralisch gedüngten Varianten, bei denen der erste Aufwuchs mehr als einen Monat früher geerntet wurde.

**Abbildung 3: Energie-Erträge und Energiekonzentrationen\***



Zahlen in Kästchen: Energiedichte (MJ NEL/kg TM)

\*(Mittel 2000 – 2004)

**Abbildung 4:** Rohprotein-Erträge und Rohproteingehalte\*

\* (Mittel 2000 – 2004)

neralische bzw. anrechenbare organische N-Düngung plus Klee-N; siehe auch Tabelle 2) ähnlich hoch war. Gegenüber der wesentlich niedriger gedüngten Stallmistvariante 5 brachte die Güllevariante 4 lediglich einen Mehrertrag von 10 dt TM/ha. Dagegen wurden in anderen Versuchen am gleichen Standort bei Gülledüngung trotz niedrigerer Gesamtgaben Erträge in Höhe von ca. 105 – 115 dt TM/ha im mehrjährigen Mittel erzielt (DIEPOLDER und SCHRÖPEL, 2002; SCHRÖPEL und DIEPOLDER, 2003; DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2010). Hierfür kann keine völlig schlüssige Erklärung gegeben werden. Möglicherweise könnte für die vergleichsweise schlechte Güllewirkung der Umstand eine Rolle gespielt haben, dass die Gülleapplikation in diesem Versuch mit der Gießkanne erfolgen musste und im Vergleich zur maschinellen Versuchstechnik keine optimale Verteilgenauigkeit auf den kleinen Parzellen erreicht wurde.

Gegenüber der ungedüngten Kontrolle (1) mit drei Schnitten konnte bei der viermal pro Jahr genutzten Stallmistvariante 5 trotz stark unterbilanzierter N-Zufuhr der TM-Ertrag um 50 %, der Energie-Ertrag um ca. 45 % und der Rohprotein-Ertrag um ca. 100 % gesteigert werden. Hinzugefügt sei, dass

auch bei der Stallmistvariante 5 auf den kleinen Parzellen durch die Ausbringung per Hand keine völlig optimale Verteilung erzielt wurde, so dass nach Rückmeldung des Versuchsanstellers noch im Sommeraufwuchs Stallmistreste der Frühjahrsdüngung zu sehen waren.

Wie den Abbildungen 2 – 4 (siehe Werte in den Kästchen) zu entnehmen ist, hatte die Strategie der N-Düngung bei den Varianten 2 – 5 auf die analytische Futterqualität einzelner Schnitte einen gewissen Einfluss, der jedoch nicht dahingehend interpretiert werden sollte, dass mit einer ertragsschwachen N-Düngung auch generell niedrige Eiweiß- und Energiegehalte verbunden sind. So lassen sich unter Berücksichtigung der Schnitterträge bei den Versuchsgliedern 4 bzw. 5 für das gesamte Jahr mittlere Rohprotein- und Energiegehalte von 14,0 % und 6,07 MJ NEL/kg TM bzw. 14,6 % und 6,12 MJ NEL/kg TM ableiten. Bei den vergleichsweise ertragsstarken- und rohfaserreichereren- Mineraldüngervarianten 2 und 3 war dagegen die mittlere Energiedichte mit ca. 5,95 MJ NEL/kg TM tendenziell niedriger. Interessant ist zudem der Vergleich der Rohproteinwerte der Mineraldüngervarianten. Dieser lag bei Variante 2 (200 kg N/ha) bei 13,8 % damit in der Tendenz gleichfalls niedriger

als bei den Varianten 4 und 5. Bei Variante 3 (300 kg N/ha) stieg er dagegen auf 14,7 % an. Somit wurde durch eine Erhöhung der N-Düngung um 100 kg N/ha der TM- und Energieertrag um 14 %, jedoch der Rohproteinertrag um 23 % gesteigert (Variante 3 vs. 2). Der Vergleich der Erträge und Rohproteingehalte von Variante 2 mit den Varianten 4 bzw. 5 und mit Variante 3 bestärkt die Feststellung aus einem anderen Versuch am Standort (DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2010), dass im Bereich unterbilanzierter Düngung leicht verfügbarer

Stickstoff in erster Linie zu einer Zunahme an Biomasse führt.

Ergänzend sei noch vermerkt, dass die K-Düngung aller Varianten deutlich unter der veranschlagten Nährstoffabfuhr von ca. 320 – 330 K<sub>2</sub>O/ha lag, welche unter den gegebenen Standort- und Nutzungsbedingungen zu erwarten wäre (LFL, 2007). Vermutlich wurde damit unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus anderen Versuchen (DIEPOLDER, 2000 und SCHÄUFELE, 2004) gerade bei den sehr ertragreichen Varianten 2 und 3 auf weitere 5 – 6 dt TM/ha Ertragszuwachs verzichtet.

#### Nährstoffgehalte im Sickerwasser

In Tabelle 2 sind für die einzelnen Varianten die Ergebnisse der N-Bilanzierung den Mittel- bzw. Extremwerten (90 %- und 99 %-Quantile) der im Sickerwasser unter den Grünlandparzellen gemessenen Nitratkonzentrationen gegenübergestellt.

Erkennbar ist, dass zwischen den fünf Varianten teilweise zwar erhebliche Unterschiede im N-Saldo bestanden, jedoch keine Düngungsstufe eine positive N-Bilanz erreichte. Dies trifft sowohl für Variante 3 mit relativ hoher Mineraldüngung als auch für die „230er“-Variante 4 mit der vorher geschilderten suboptimalen N-Umsetzung in diesem Versuch zu.

**Tabelle 2: N-Bilanzen und Nitratkonzentrationen im Sickerwasser\***

Variante	N-Bilanzierung					Nitrat im Sickerwasser		
	Düngung	Verlust Ausbringung Org. Dg. <sup>1)</sup>	N über Klee <sup>2)</sup>	Abfuhr	Saldo	Probenzahl	Ø Nitratgehalt <sup>3)</sup>	90 %- bzw. 99 %-Quantilen <sup>4)</sup>
	kg N/ha					n	mg NO <sub>3</sub> /l	
1	0	0	48	-99	-51	748	0,39 d	0,64/3,90
2	200	0	8	-254	-46	737	2,10 b	4,48/29,79
3	300	0	2	-308	-6	723	3,09 a	7,17/46,79
4	<b>230</b>	<b>-40</b>	<b>24</b>	<b>-216</b>	<b>-2</b>	<b>708</b>	<b>1,30 c</b>	<b>1,24/20,08</b>
5	125	-18	32	-199	-60	756	1,70 bc	3,06/22,49
					<b>LW<sup>5)</sup></b>	200	7,18	11,86/16,80

\* (Mittel 2000 – 2004)  
<sup>1)</sup> Anrechnung von Nährstoffverlusten in Anlehnung an Düngeverordnung (DüV)  
<sup>2)</sup> Berechnung: Kleeanteil (%) im 1. Aufwuchs x 4 kg N/ha pro % Klee  
<sup>3)</sup> Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant verschiedenen Mittelwerte bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit  
<sup>4)</sup> Bedeutet: 10 % bzw. 1 % der Proben liegen über dem Wert  
<sup>5)</sup> Leitungswasserproben am Spitalhof/Kempton zum Vergleich

Der mittlere Stickstoffgehalt der 3 672 Sickerwasserproben des Gesamtversuchs betrug 0,386 mg NO<sub>3</sub>-N/l, was einer Nitratkonzentration von ca. 1,7 mg NO<sub>3</sub>/l entspricht. Somit wies das Sickerwasser unter den Grünlandparzellen einen wesentlich geringeren Nitratgehalt als das Leitungswasser am Spitalhof (7,2 mg NO<sub>3</sub>/l) auf, wobei zudem der maximal zulässige Nitratgehalt im Trinkwasser (50 mg NO<sub>3</sub>/l laut Trinkwasserverordnung) um rund das Dreißigfache unterschritten wurde. Unter Annahme eines mittleren jährlichen Sickerwasseranfalls unter Grünland von durchschnittlich ca. 630 mm (bzw. knapp 50 % der mittleren Niederschlagshöhe) lässt sich damit die N-Fracht in das Grundwasser aus dem Düngungsversuch auf rund 2,4 kg N/ha und Jahr quantifizieren.

Trotz des insgesamt sehr niedrigen Niveaus der Nitratbelastung im Sickerwasser war dennoch hinsichtlich der Höhe der ausgebrachten N-Düngung zumindest teilweise (vergleiche Var. 1, 2, und 3) ein signifikanter Einfluss auf die mittlere Nitratkonzentration ableitbar. Dies trifft auch für gewisse „Nitratspitzen“ zu, was an den 90 %- bzw. 99 %-Quantilen ablesbar ist. So lag beispielsweise bei Variante 3 mit

einer N-Düngung von 300 kg N/ha der mittlere Nitratgehalt mit ca. 3 mg NO<sub>3</sub>/l bzw. die mittlere jährliche N-Fracht mit ca. 4,4 kg N/ha insgesamt fast um das Achtfache höher als bei der ungedüngten Variante. Zudem wurden bei 10 % der Proben von Variante 3 Werte von ca. 7 mg NO<sub>3</sub>/l und bei 1 % der Proben Werte von ca. 46 mg NO<sub>3</sub>/l überschritten. Gegenüber den Mineraldüngervarianten 2 und 3 wies die „230er“-Güllevariante 4 einen signifikant niedrigeren Nitratgehalt auf.

Interessant ist, dass sich aus den N-Salden im Gegensatz zur Höhe der N-Düngung überhaupt keine Beziehung zum Nitratgehalt des Sickerwassers ableiten ließ. Diesbezüglich ist jedoch

zu bemerken, dass bei keiner Variante ein positiver N-Saldo vorhanden war.

Begleitend zum Nitratgehalt wurden die Phosphor- und Schwefelkonzentrationen in den Wasserproben mit analysiert. Die Ergebnisse zeigt *Tabelle 3*.

Im Gegensatz zum Nitratgehalt unterschieden sich die Phosphorkonzentrationen des Sickerwassers nicht voneinander. Der mittlere P-Gehalt der 3 665 untersuchten Wasserproben des Gesamtversuchs lag bei 56 Mikrogramm P/l (0,056 mg P/l) und damit etwas höher als die P-Konzentration im Leitungswasser (0,03 mg P/l). Geschätzt erreichte der mittlere jährliche P-Austrag des Grünlandversuchs damit eine Grö-

**Tabelle 3: Phosphor- und Schwefelkonzentrationen im Sickerwasser\***

	Probenzahl	Ø Phosphorgehalt	90 % bzw. 99 %-Quantilen	Probenzahl	Ø Schwefelgehalt	90 % bzw. 99 %-Quantilen
Variante	n	mg P/l		n	mg S/l	
1	749	0,06 a	0,11/1,03	752	0,68 c	0,99/5,47
2	740	0,05 a	0,09/0,94	742	8,48 a	18,79/38,75
3	723	0,07 a	0,07/0,96	729	7,71 b	17,41/34,05
4	<b>706</b>	<b>0,04 a</b>	<b>0,08/0,52</b>	<b>707</b>	<b>0,66 c</b>	<b>1,08/2,66</b>
5	747	0,06 a	0,13/0,62	748	0,92 c	1,60/4,31
LW	200	0,03	0,04/0,36	200	3,88	5,73/9,03

\* (Mittel 2000 – 2004)



Benordnung von rund 0,35 kg P/ha bzw. 0,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

Es stellt sich angesichts der sehr niedrigen Nitratgehalte bzw. N-Frachten die Frage, ob Saugkerzenanlagen generell geeignet sind, negative Beeinträchtigungen des Sickerwassers durch Düngungsmaßnahmen aufzuzeigen. Dass dies der Fall ist, zeigt die Betrachtung der Schwefelgehalte des Sickerwassers der einzelnen Varianten, welche signifikant und in einem weiten Bereich streuten. Diesbezüglich stellten bereits DIEPOLDER et al. (2006) in einer ersten Auswertung der Versuchsdaten fest, dass zwischen Art und Höhe der S-Zufuhr, dem Ertragspotenzial bzw. dem S-Entzug und der Auswaschungsgefährdung von Schwefel ein enger Zusammenhang besteht. So lassen sich die jährlichen Schwefelausträge aus dem Wurzelraum bei fehlender (Variante 1) oder organischer Düngung (Varianten 4 und 5) auf deutlich unter 10 kg/ha quantifizieren. Sie steigen jedoch im Falle hoher Schwefelgaben bei den Varianten 2 und 3, wo die S-Zufuhr als leicht lösliches Sulfat über PK-Düngung in Höhe von ca. 85 kg S/ha erfolgte, auf ca. 53 kg S/ha (2) bzw. ca. 49 kg S/ha (3) an. Dabei erklärt eine erhebliche Überdüngung der beiden Varianten – der Entzug wird nach Literatur auf ca. 35–40 kg S/ha geschätzt – die hohen S-Frachten.

### Fazit und Ausblick

Weder bei einem N-Einsatz von 230 kg N/ha über Gülle noch bei hohem, jedoch nicht überbilanzierten mineralischem Stickstoffaufwand konnte eine bedenkliche Zunahme des Nitratgehaltes im Sickerwasser festgestellt werden.

Ziel eines gegenwärtigen Forschungsprojekts (Rahmenplanversuch 485 der LfL, ab 2008) an diesem und einem weiteren Standort in Bayern ist es herauszufinden, ab welcher N-Düngung sich bei intensiver Schnittnutzung negative Effekte auf den Nitratgehalt des Sickerwassers unter Dauergrünland bemerkbar machen.

### 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.

### Literaturhinweise

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland „Gelbes Heft“. 8. überarbeitete Auflage, 98 Seiten, Teil Grünland, Seite 73, 2007.  
 BUNDESGESETZBLATT: Bekanntmachung der Neufassung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I, ausgegeben zu Bonn am 5. März 2007, S. 221 – 240, Bonn, 2007.  
 DIEPOLDER, M.: Grünlandbewirtschaftung – Langzeitversuche als unverzichtbare Informationsquelle. In: 100 Jahre Forschung für Landwirte und Verbraucher, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP), S. 98 – 106, Freising, 2000.  
 DIEPOLDER, M., SCHRÖPEL, R.: Ergebnisse eines Stickstoffsteigerungsversuchs auf einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäuer Alpenvorland. „Schule und Beratung“, Heft 4/02, S. IV-3 bis IV-7, Hsg: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München, 2002.  
 DIEPOLDER, M., JAKOB, B., HEIGL, L.: Untersuchungen zur Schwefelbelastung des Sickerwassers unter Dauergrünland. In: Die Zukunft von Praxis und Forschung in

Grünland und Futterbau, Tagungsband der 50. Jahrestagung der AGGF, S. 170 – 173, LfL-Schriftenreihe 17/2006, Freising, 2006.  
 DIEPOLDER, M. und RASCHBACHER, S.: Leistungsfähiges Grünland und Verzicht auf Mineraldüngung – Sind nachhaltig hohe Erträge und Futterqualitäten möglich? „Schule und Beratung“, Heft 3-4/10, S. III-13 bis III-19; Hsg.: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 2010.  
 SCHÄUFELE, M.: Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität auf weidelgrasreichem Dauergrünland – Ergebnisse eines bayerischen Langzeitversuchs. Diplomarbeit an der FH Weihenstephan, 97 S., Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft, Studiengang Landwirtschaft, Weihenstephan, 2004.  
 SCHRÖPEL, R., DIEPOLDER, M.: Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf einer Weidelgras-Weißkleeeweide im Allgäuer Alpenvorland. „Schule und Beratung“, Heft 11/03, S. III-13 bis III-15, Hsg: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München, 2003.

*Dr. Michael Diepolder, Landwirtschafts-oberrat, und Sven Raschbacher, Landwirtschaftsamtman, beide Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Lange Point 12, 85354 Freising*



## Buchbesprechung

### Bodentypen – Nutzung, Gefährdung, Schutz

#### *aid-Heft mit Tipps zur nachhaltigen Bodennutzung*

68 Seiten, Bestell-Nr. 61-1572, ISBN 978-3-8308-0957-9, Preis: 3,00 EUR (Rabatte ab zehn Heften), zzgl. einer Versandkostenpauschale von 3,00 EUR gegen Rechnung

Durch den Bau von Straßen und Wohn- und Gewerbegebieten verliert Deutschland jeden Tag circa 110 Hektar land- und forstwirtschaftlich nutzbare Böden. Die Fruchtbarkeit der verbleibenden Böden ist teilweise durch Schadstoffeinträge, Versauerung, Verdichtung und Erosion beeinträchtigt. Um den Boden vor weiteren Schäden zu bewahren und seine Funktion als Produktionsgrundlage für Nahrungsmittel zu sichern, sind Kenntnisse über seine Eigenschaften und seine

Beschaffenheit eine Grundvoraussetzung.

Ausgehend von der Entstehung stellt das aktualisierte aid-Heft ihre wichtigsten Kenndaten vor. Farbfotos von Bodenprofilen veranschaulichen 22 ausgewählte Bodentypen verschiedener Landschaften Deutschlands. Landwirte und Berater erfahren, für welche Art der Bewirtschaftung der jeweilige Typ am besten geeignet ist und wo er seine Stärken und Schwächen hat. Außerdem erhalten sie darauf abgestimmte Tipps zur Bodenbearbeitung und zur Düngung.

### Bestellung

aid infodienst e. V., Vertrieb, Postfach 16 27, 53006 Bonn, Telefon: 0180 3849900, Telefax: 0228 8499-200, E-Mail: [Bestellung@aid.de](mailto:Bestellung@aid.de), Internet: [www.aid-medienshop.de](http://www.aid-medienshop.de) (aid)