

Nutzungsintensität und Gülleinsatz bei Grünland

V Versuchsergebnisse zur Wirkung unterschiedlicher Kombinationen im Bayerischen Wald

von DR. MICHAEL DIEPOLDER und SVEN RASCHBACHER: **Im Rahmen der angewandten Grünlandforschung zum Ökologischen Landbau wurde mit zwei vierjährigen Versuchen am Lehr- Versuchs- und Fachzentrum Kringell geprüft, wie sich bei obergras- und kräuterreichen Grünlandbeständen mit vier bzw. fünf Schnittnutzungen pro Jahr ein unterschiedlicher Gülleinsatz (Menge und Verteilung) auf den Ertrag und die Futterqualität sowie die Nährstoffgehalte des Bodens auswirkt. Für den erzielten Jahresertrag war in erster Linie die insgesamt ausgebrachte Nährstoffmenge, hingegen kaum die Verteilung der Gülle innerhalb eines Jahres entscheidend. Insbesondere anhand des fünfschnittigen Teilversuchs ergaben sich Hinweise darauf, dass unter den gegebenen Standortbedingungen und bei Mineraldüngerverzicht eine sehr hohe Nutzungsintensität pflanzenbaulich sehr problematisch bzw. nicht nachhaltig ist.**

Beste Qualität und hohe Erträge vom Grünland sind tier-physiologisch und ökonomisch anzustrebende Ziele in der Milchviehhaltung. Betriebe mit hoher Grund- bzw. Grobfutterleistung wirtschaften im Mittel mit höherer Milchleistung, deutlich geringerem Kraftfuttereinsatz und einem höheren Gewinnbeitrag pro Kuh (DORFNER UND HOFFMANN, 2011). Seitens der Tierernährung werden für Spitzensilagen heute pro Kilogramm Trockenmasse Energiedichten möglichst von über 6,4 MJ NEL vom ersten Schnitt bzw. von über 6,1 MJ NEL in den Folgeschnitten sowie Rohproteingehalte von 160 – 180 Gramm bei 220 – 250 Gramm Rohfaser und weniger als 100 Gramm Rohasche gefordert. Der Ausgangspunkt für hohe Milchleistungen aus dem Grobfutter sind nachhaltig leistungsfähige Pflanzenbestände mit optimalem Nutzungszeitpunkt, vier bis fünf Schnitten pro Jahr in Gunstlagen sowie einer entsprechend angepassten Düngung und Pflege.

Eine intensive Bewirtschaftung des Dauergrünlandes verlangt Fingerspitzengefühl. Sie ist in der Realität auch eine Gratwanderung (DIEPOLDER, 2012), gerade wenn die natürlichen Gegebenheiten des Standortes eine Intensivierung einschränken. Für Betriebe, die nach den Vorgaben des Ökologischen Landbaus wirtschaften, bestehen zudem weitere Einschränkungen in der Produktionstech-

nik, wie dem Verzicht auf mineralischen Stickstoffdünger, schnelllösliches Phosphat oder chemischen Pflanzenschutz. Da zudem Kraftfutter in der Regel teurer als bei konventionellen Betrieben zugekauft werden muss, kommt der Optimierung des Futterbaues besondere Bedeutung zu.

Im Rahmen der angewandten Grünlandforschung zum Ökologischen Landbau wurde mittels zweier Versuche geprüft, wie sich unter den Standortbedingungen des vorde- ren Bayerischen Waldes unterschiedlicher Gülleinsatz (Menge und Verteilung) bei Grünland mit vier bzw. fünf Schnitten pro Jahr auf das Ertragsniveau und die Futterqualität sowie auf den Pflanzenbestand und die Nährstoffgehalte des Bodens auswirken. Daraus sollen Empfehlungen abgeleitet werden.

Variante	Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr					Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr					
	Gülle zu Aufwuchs (m ³ /ha)					Gülle zu Aufwuchs (m ³ /ha)					
	Gülle gesamt	1 im Herbst	2	3	4	Gülle gesamt	1 im Herbst	2	3	4	5
1	30	-	15	-	15	30	-	15	-	-	15
2	30	15	-	15	-	30	15	-	15	-	-
3	60 _v	15 _v	15 _v	15 _v	15 _v	60 _v	15 _v	15 _v	-	15 _v	15 _v
4	60	-	20	20	20	60	-	20	-	20	20
5	60	20	20	-	20	60	20	20	-	20	-

Etwas doppelter Nährstoffeinsatz bei den Varianten 4 und 5
Mittlere TS-Gehalte der Ausgangsgüllen (Var. 1, 2, 4, 5) bei einzelnen Terminen im Jahr zwischen ca. 6 – 9 Prozent TS
v = verdünnte Gülle (1 : 1)

☐ Tabelle 1: Düngungsvarianten der beiden Teilversuche mit vier bzw. fünf Schnitten pro Jahr

Variante	Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr				Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	87	41	145	26	95	45	151	24
2	100	46	153	23	93	43	150	26
3	94	42	135	23	96	42	139	24
4	187	86	284	48	170	83	285	46
5	177	86	306	50	175	83	303	50
Ø Versuch	129	60	205	34	126	59	206	34

▭ Tabelle 2: Ausgebrachte mittlere (2006/7-2010) Nährstoffmengen (jeweils in kg pro ha und Jahr)

Standort und Versuchsvarianten

Auf einer Wiese des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums (LVFZ) für Ökologischen Landbau Kringell der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden am Standort Hutthurn ein Grünlandversuchskonzept bestehend aus zwei direkt benachbarten Teilversuchen mit vier bzw. fünf jährlichen Schnittnutzungen angelegt. Die Trennung in zwei separate Teilversuche war aus versuchstechnischen Gründen erforderlich. Demzufolge wurden beide Teilversuche getrennt verrechnet. Die Interpretation der Ergebnisse folgt dennoch dem Ansatz eines Gesamtkonzeptes.

Der Versuchsstandort liegt im Landkreis Passau im sog. südlichen Vorwald des Bayerischen Waldes auf 450 m ü. NN. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt 850 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur 7,7 °C. Die obergras- und kräuterreiche Wiese steht auf Ranker mit sandigem Lehm bei 22 cm Krumentiefe. Prinzipiell ist der Standort ackerfähig (AZ 47). Eine Bodenprobe (0 – 10 cm) vor Versuchsbeginn (2006) ergab auf dem Schlag mittlere Gehalte von je knapp 10 mg CAL-Phosphat und CAL-Kali pro 100 g Boden sowie einen pH-Wert von 5,5. Der Boden war zu Versuchsbeginn nur schwach humos.

Beide (Teil-)Versuche umfassten jeweils fünf Varianten in vierfacher Wiederholung. Die Beschreibung der einzelnen Versuchsglieder sowie die Höhe der gedüngten Nährstoffe kann *Tabelle 1* und *Tabelle 2* entnommen werden.

Wie zu erkennen ist, wurde bei beiden Teilversuchen sowohl eine unterschiedliche Bemessung der Höhe der jährlich ausgebrachten Güllemenge als auch – bei vorgegebener Gesamtmenge – eine stark unterschiedliche Verteilung der Jahresgabe vorgenommen. Dabei wurde versucht, bei den Abstufungen der jährlichen Nährstoff-

zufuhr einen betrieblichen Nährstoffanfall in einer Größenordnung von in etwa einem GVE/ha (Var. 1 – 3) bzw. 2 GVE/ha (Var. 4 und 5) zu simulieren. Aufgrund der im Jahresverlauf stark schwankenden TS- bzw. Nährstoffgehalte der Gülle mussten bei vorgegebener Ausbringmenge (Kubikmeter) dabei gewisse Schwankungen in Kauf genommen werden, die jedoch wie vorgesehen eine Gruppierung innerhalb eines Teilversuches sowie einen Vergleich einzelner Varianten beider Teilversuche zuließen.

Die mittleren Erntetermine lagen beim vierschnittigen Teilversuch um den 10. Mai, 25. Juni, 15. August und 15. Oktober. Beim fünfschnittigen Teilversuch wurde der erste und der letzte Aufwuchs zum selben Zeitpunkt wie beim Vierschnittversuch genommen, die Ernte der dazwischenliegenden Nutzungen erfolgte um den 10. Juni, Mitte Juli sowie Ende August/Anfang September. Die Gülle wurde in der Regel kurz nach den jeweils vorangegangenen Ernten ausgebracht.

Zusammensetzung der Pflanzenbestände

Bei der in *Tabelle 3* aufgeführten Darstellung der Ergebnisse der botanischen Zusammensetzung der Pflanzenbestände wurden für beide Teilversuche die Varianten mit weitgehend ähnlicher Nährstoffversorgung (1 – 3 bzw. 4 – 5) zusammengefasst.

Für die Interpretation der Ergebnisse ist es wichtig zu wis-

	Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr			Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr		
	Ø Var. 1 – 3	Ø Var. 4 – 5	Ø Gesamt	Ø Var. 1 – 3	Ø Var. 4 – 5	Ø Gesamt
Artenzahl	15,3	16,5	15,8	15,0	16,6	15,6
Artenanteile	In % der Frischmasse 1. Aufwuchs			In % der Frischmasse 1. Aufwuchs		
- Wiesenfuchsschwanz	27	26	26	21	22	21
- Knautgras	18	18	18	18	13	16
- Deutsches Weidelgras	5	9	7	5	11	7
- Gemeine Rispe	3	5	4	5	3	4
Σ Gräser	54	60	56	51	53	52
- Löwenzahn	23	21	22	25	27	26
Σ Kräuter	27	26	26	34	37	35
- Luzerne	3	6	4	<1	1	<1
- Rotklee	13	7	10	11	7	9
- Weißklee	4	3	4	4	3	3
Σ Leguminosen	19	14,0	17	15	10	13
Ø Futterwertzahl nach KLAPP	6,3	6,3	6,3	6,0	6,0	6,0

▭ Tabelle 3: Botanische Zusammensetzung und mittlere Futterwertzahl der Pflanzenbestände im Jahr 2008

Variante	Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr			Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr		
	TM-Ertrag [dt/ha]	RP-Ertrag [kg RP/ha]	Energie-Ertrag [GJ/ha]	TM-Ertrag [dt/ha]	RP-Ertrag [kg RP/ha]	Energie-Ertrag [GJ/ha]
1	102,8 c	1 400 a	62,9 b	94,7 b	1 470 b	59,2 b
2	107,3 cb	1 450 a	64,6 ba	90,3 b	1 390 b	56,5 b
3	107,3 cb	1 420 a	65,0 ba	94,1 b	1 460 b	59,0 b
4	116,8 a	1 460 a	69,6 a	103,6 a	1 600 a	64,8 a
5	113,7 ab	1 490 a	68,6 ba	102,9 a	1 590 a	64,4 a
Mittel ₁₋₃	105,8	1 423	64,2	93,0	1 440	58,2
Mittel ₄₋₅	115,3	1 475	69,1	103,3	1 595	64,6
Mittel ₁₋₅	109,6	1 450	66,2	97,1	1 500	60,8

Unterschiedliche Kleinbuchstaben bedeuten signifikante Differenzen der Mittelwerte der Varianten bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von fünf Prozent.

▢ Tabelle 4: Trockenmasse-, Rohprotein- und Energieerträge (Mittel 2007 – 2010)

sen, dass es sich bei den Pflanzenbeständen nicht um langjährig etablierte Dauergrünlandbestände, sondern um die Entwicklung einer ca. im Jahre 1999 durchgeführten Neuansaat handelt. Darauf deutet nicht nur der vorhandene Luzerneanteil, sondern auch der relativ hohe Rotkleeanteil im Bestand sogar bei fünfmaliger Nutzung hin. Ein sehr hoher Besatz an Löwenzahn weist darüber hinaus darauf hin, dass die Neuansaat kein völliger Erfolg war, zudem aufgrund der betrieblichen Gegebenheiten (ökologischer Landbau) keine effektive chemische Bekämpfungsmöglichkeit zur Verfügung stand. Der insgesamt sehr hohe Kräuteranteil, welcher bei dem fünfjährigen Teilversuch deutlich über dem des vierschnittigen Versuches lag, trug maßgeblich zur Senkung des botanischen Futterwertes trotz eines relativ hohen Leguminosenanteils bei. Insgesamt lagen bei ca. 15 bis 16 gefundenen Pflanzenarten relativ artenarme, obergrasreiche Bestände mit Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras als Leitgrä-

ser vor, während Deutsches Weidelgras nur eine geringe Rolle spielte. Dabei bestätigt gerade der hohe Ertragsanteil von Wiesenfuchsschwanz Ergebnisse von KUHN et al. (2011), die im „Grünlandmonitoring Bayern“ feststellten, dass im Ostbayerischen Grenzgebirge der Wiesenfuchsschwanz noch stärker als bei allen anderen Naturräumen dominiert.

Die intensiver gedüngten Varianten (4 – 5) wiesen – wie zu vermuten war – deutlich geringere Leguminosenanteile im ersten Aufwuchs auf. Ein genereller Einfluss der gewählten Düngermenge auf die Leitgräser war nicht ersichtlich, wohl aber stieg der Ertragsanteil des Deutschen Weidelgrases etwas an.

Kurz zusammengefasst sind damit die Pflanzenbestände als sehr krautreich und hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit als nicht optimal zu beurteilen. Dies trifft insbesondere auf den fünfjährigen Teilversuch zu.

Erträge

Aus der Auswertung in *Tabelle 4* geht hervor, dass bei dem Teilversuch mit fünf Schnitten pro Jahr ein größerer Einfluss der Düngungshöhe auf den Trockenmasse-, Rohprotein- und Energieertrag gegeben war als bei dem vierschnittigen Teilversuch. Vor allem beim Trockenmasseertrag schien dabei nicht nur die Gesamtmenge der insgesamt pro Jahr über die Gülle ausgebrachten Nährstoffe, sondern im Falle der niedrigen Düngungsstufe (entsprechend ca. einem GV/ha) auch die Gülleverteilung eine Rolle zu spielen (*siehe Tabelle 5*).

Wie aus *Tabelle 4* zu ersehen ist, unterschieden sich bei dem fünfjährigen Teilversuch die mittleren pro Jahr erzielten Trockenmasse-, Rohprotein- und Energie-Erträge der Varianten 1 – 3 signifikant von den Werten der Varianten 4 – 5. Bei einem ca. doppelt so hohen Nährstoffeinsatz nahmen

Variante	Versuch 1					Versuch 2					
	Aufwuchs				Σ Jahr	Aufwuchs				Σ Jahr	
	1	2	3	4		1	2	3	4		5
1	26,2 b	<u>32,7</u> a	27,2 a	<u>16,7</u> c	102,8 c	26,1 a	<u>20,3</u> ab	17,1 ab	21,0 bc	<u>10,2</u> b	94,7 b
2	<u>28,6</u> ba	31,9 a	<u>30,5</u> a	16,2 c	107,3 cb	<u>25,8</u> a	17,8 c	<u>18,6</u> a	20,6 c	7,6 e	90,3 b
3	<u>26,8</u> b	<u>33,7</u> a	<u>29,9</u> a	<u>16,9</u> c	107,3 cb	<u>26,9</u> a	<u>19,2</u> bc	16,3 b	<u>22,3</u> b	<u>9,4</u> c	94,1 b
4	30,4 a	<u>35,0</u> a	<u>31,1</u> a	<u>20,4</u> c	116,8 a	28,2 a	<u>20,9</u> a	18,0 ab	<u>24,9</u> a	<u>11,6</u> a	103,6 a
5	<u>32,0</u> a	<u>33,5</u> a	29,0 a	<u>19,2</u> b	113,7 ab	<u>30,2</u> a	<u>21,3</u> a	17,9 ab	<u>24,9</u> a	8,7 d	102,9 a
Mittel ₁₋₅	28,8	33,4	29,5	17,9	109,6	27,4	19,9	17,6	22,7	9,5	97,1
% Jahr	26	30	27	16	100	28	20	18	23	10	100

Anmerkung: Aufwüchse, zu denen eine Düngung erfolgte, sind unterstrichen.
Unterschiedliche Kleinbuchstaben bedeuten signifikante Differenzen der Mittelwerte der Varianten bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von fünf Prozent.

▢ Tabelle 5: Mittlere Trockenmasse-Erträge (in dt/ha) der einzelnen Aufwüchse und im gesamten Futterjahr (Mittel 2007 – 2010)

die Erträge um ca. elf Prozent zu. Bei dem Teilversuch mit vier jährlichen Ernten war diese Abstufung nicht so ausgeprägt. Hier stiegen die TM- und Energie-Erträge mit Verdopplung der organischen Düngung nur um neun Prozent bzw. acht Prozent an, die Zunahme des RP-Ertrages von knapp vier Prozent war statistisch nicht mehr absicherbar.

Der Vergleich zwischen den mittleren TM-Erträgen der einzelnen Aufwüchse und den mittleren Jahreserträgen (Tabelle 5) zeigt allerdings auch, dass unterschiedliche Verteilungsmuster zwar (geringfügige) tendenzielle, teilweise auch signifikante Ertragsunterschiede bei einzelnen Schnitten bewirkten, diese sich jedoch nicht entsprechend im durchschnittlichen Jahresertrag niederschlugen. Dabei erstaunt besonders, dass entgegen der landläufigen Meinung eine kontinuierliche Düngung mit verdünnter Gülle (Variante 3) zu keinen signifikanten Mehrerträgen führte.

Insgesamt geht aus den Versuchsergebnissen hervor, dass bei gegebenem Nährstoffeinsatz die Frage der Verteilung wohl nur eine untergeordnete Rolle für den jährlichen Futterertrag spielt. In diesem Zusammenhang sei auch auf Ergebnisse von ELSÄSSER (2011) verwiesen, der in einem mehrjährigen Versuch bei insgesamt gleichen Nährstoffmengen keine wesentliche Auswirkung auf die mittleren Jahreserträge zwischen fünfmaliger Gülleausbringung mit kleinen Gaben und zweimaliger mit entsprechend größeren Einzelgaben feststellt und damit zu dem Schluss kommt, dass demnach die wohl günstigste Form, Gülle auf Grünland

auszubringen wohl diejenige ist, die möglichst wenige Applikationen erforderlich macht.

Weiterhin ist zu hinterfragen, ob unter den Rahmenbedingungen des Ökologischen Landbaues eine sehr hohe Nutzungsintensität (fünf Schnitte pro Jahr) auf dem Versuchsstandort von Vorteil war. Dazu ist anzumerken, dass der Ertragsanteil des letzten Schnittes mit rund zehn Prozent (acht bis elf Prozent) am gesamten Jahresertrag ausgesprochen gering ausfiel (Tabelle 5). Weiterhin fällt der merklich höhere Krautbesatz des fünfschnittigen Teilversuches ins Auge (Tabelle 3). Dies lässt auf ein nur eingeschränktes Leistungsvermögen des Bestandes schließen. Tatsächlich wurden bei fünfmaliger Nutzung auch weniger Trockenmasse und Energie als bei viermaliger Nutzung erzielt. Das mittlere Ertragsniveau von 97 dt TM/ha bei fünfmaliger Nutzung lag deutlich unter dem Ertragsniveau von rund 115 – 125 dt TM/ha, welches in den Empfehlungen zur Bemessung der Düngung (LfL, 2011a) bei leistungsfähigen und ausgeglichen gedüngten Grünlandbeständen bei verlustloser Ernte (Brutto-Ertrag) unterstellt wird. Prozentual lag damit Ertrag bei dem fünfmaligen Versuch um ca. 15 – 22 Prozent unter dem Niveau der Faustzahlen. Bei dem Teilversuch mit vier jährlichen Schnitten hingegen war diese Diskrepanz zu den Faustzahlen nicht feststellbar. Hier wurden im Durchschnitt knapp 110 dt/ha pro Jahr geerntet, wobei dieser Wert sogar etwas über dem Kalkulationswert nach Faustzahlen (85 – 190 dt TM/ha Netto-Ertrag, entsprechend 97 – 102 dt TM/ha Bruttoertrag) liegt.

		Versuch 1					Versuch 2					
		Aufwuchs und Ø Schnitttermin				Ø Jahr	Aufwuchs und Ø Schnitttermin					Ø Jahr
		1	2	3	4		1	2	3	4	5	
		10.5.	26.6.	14.8.	17.10		10.5.	11.6.	10.7.	31.8.	17.10	
Rohprotein	[g/kg TM]	129	118	137	155	132	132	155	161	160	198	155
Rohfaser		213	249	232	197	231	201	220	215	210	156	208
Rohasche		79	94	117	131	101	82	107	105	116	140	104
Energie	[MJ NEL/kg TM]	6,67	5,82	5,80	5,98	6,04	6,77	6,02	6,08	6,03	6,35	6,26
Phosphor	[g/kg TM]	3,5	3,9	4,6	4,9	4,1	3,7	4,8	5,0	5,3	5,5	4,7
Kalium		28	26	26	29	27	28	30	25	31	30	29
Schwefel		2,1	2,3	2,4	2,7	2,3	2,0	2,6	2,6	2,7	3,0	2,5
Magnesium		2,1	2,7	3,3	3,3	2,8	2,4	3,0	3,6	3,7	3,7	3,2
Kalzium		6,8	9,3	11,3	11,0	9,2	8,0	10,1	13,1	13,0	12,6	10,8
Natrium ¹⁾		0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
N:S		9,8	8,2	9,1	9,2	9,2	10,6	9,5	9,9	9,5	10,6	9,9

¹⁾ Bei Natrium wegen fehlender Werte in 2007 Mittel der Jahre 2008 – 2010; sonst 2007 – 2010
 Zielwerte für Futterration bei 20 – 40 kg Milchleistung pro Tag nach Gruber Futterwerttabelle (LfL, 2011B);
 Alle Angaben in g/kg TM: RP: 145 – 165; P: 3,3 – 4,0; K: 10; S, 2,0; Mg: 1,6; Ca: 5,3 – 6,4; Na: 1,4 – 1,5

☐ Tabelle 6: Mittlere Gehalte von Rohprotein, Rohfaser, Rohasche, Energiedichte und Mineralstoffgehalte der einzelnen Schnitte sowie im gesamten Futterjahr unter Berücksichtigung der Ertragsanteile der einzelnen Schnitte

Insgesamt ist damit festzuhalten, dass auf dem Standort Kringell gerade unter den Rahmenbedingungen des Ökologischen Landbaus eine Nutzungsintensität mit fünf Schnitten pro Jahr deutliche Ertragseinbußen gegenüber den Faustzahlen hingenommen werden mussten. Gleiches stellten KÖHLER et al. (LfL, mündl. Mitteilung) bei Praxisschlägen auf dem gleichen Standort fest. Das zeigt, dass bei der Verwendung von Ertragsschätzungen mittels Faustzahlen betriebs- bzw. schlagspezifische Anpassungen notwendig sind.

Futteranalysen

Die Tabellen 6 – 10 enthalten Werte zu den Rohprotein-, Rohfaser-, Rohasche- Energie- und Mineralstoffgehalten der einzelnen Aufwüchse sowie gemittelte Jahreswerte. Hierbei sind in Tabelle 6 für beide Versuche die Mittelwerte der einzelnen Varianten 1 – 5 zu Gesamtmittelwerten zusammengefasst, um einen schnellen Überblick über die generelle Entwicklung der Inhaltsstoffe im Jahresverlauf zu ermöglichen. Darüberhinaus ergab die Auswertung, dass der Phosphor- und Magnesiumgehalt vor allem von der Düngungshöhe (ein GV und zwei GV) und weniger von der Gülleverteilung beeinflusst wurde. Deshalb wird für diese Parameter lediglich der Einfluss der Düngungshöhe dargestellt. Interessant ist auch, dass die Düngungshöhe kaum Auswirkungen auf den Rohproteingehalt hatte. Zur Veranschaulichung dieser Zusammenhänge werden in den Tabellen 7 – 9 die Varianten mit ähnlicher Düngungshöhe (ein GV und zwei GV) zusammengefasst. Beim Kalium- und Natriumgehalt sind dagegen zusätzlich alle Einzelvarianten aufgeführt (Tabelle 10 und 11), da hier zumindest teilweise bei einzelnen Schnitten Effekte unterschiedlicher Gülleverteilung festgestellt wurden. Die wichtigsten Ergebnisse sind im nachfolgenden Text zusammengefasst.

Vergleicht man die Gesamtmittel beider Versuche (Tabelle 6, Ø Jahr), so fällt auf, dass bei fünfmaliger Nutzung rohfaserer, rohproteinreicherer und damit energiereicherer Futter als bei viermaliger Nutzung geerntet wurde. Der durchschnittliche Rohproteingehalt stieg um 23 g/kg TM, der Energiegehalt um 0,22 MJ NEL an. Ebenfalls lagen die mittleren Phosphor- Magnesium und Kalziumgehalte deutlich höher als bei viermaliger Nutzung. Wie aus Tabelle 6 auch zu ersehen ist, variierten in beiden Teilversuchen die Inhaltsstoffe meist stark im Jahresverlauf. Dabei fallen vor allem die meist niedrigeren Konzentrationen beim ersten Schnitt im Vergleich zu den Folgeschnitten auf. Eine Ausnahme ist die

	Versuch 1					Versuch 2					
	Aufwuchs				Ø Jahr	Aufwuchs				Ø Jahr	
N-Düngung <small>Gülle-Gesamt-N</small>	1	2	3	4		1	2	3	4	5	
Ca. 85 – 100 kg /ha	132	122	139	157	135	132	154	160	162	196	155
Ca. 170 – 185 kg /ha	125	113	135	150	128	132	156	161	158	202	154

Tabelle 7: Mittlere Rohprotein-Gehalte (in g RP/kg TM) der einzelnen Aufwüchse bei niedriger und hoher Güllemenge

Energiekonzentration, wo der erste Aufwuchs in Übereinstimmung mit anderen Versuchen und Praxisergebnissen den höchsten Wert zeigt. Während die Folgeschnitte bei fünf Nutzungen über 6,0 MJ NEL/kg TM aufwiesen, war dies bei vier genommenen Schnitten pro Jahr nicht der Fall. Bei beiden Teilversuchen erzielte der Herbstaufwuchs den zweithöchsten Energie- sowie den höchsten Rohproteingehalt. Allerdings fallen gerade hier die sehr hohen Rohaschegehalte auf, welche auf eine Verschmutzung des Futters aufgrund ungünstiger Witterungs- bzw. Erntebedingungen hinweisen.

Bemerkenswert ist bei beiden Teilversuchen weiterhin der niedrige Rohproteingehalt von rund 13 Prozent des ersten Schnitts, welcher im Mittel des Versuchszeitraums etwa um den 10. Mai erfolgte. Bei dem vierschnittigen Teilversuch fiel der Proteingehalt beim zweiten Aufwuchs auf ca. zwölf Prozent ab, was vor allem im Zusammenhang mit der langen Standzeit (ca. sieben Wochen) bzw. dem vergleichsweise hohen Rohfasergehalt zu sehen ist. Interessant ist zudem die Tatsache, dass ein höherer Gülleeinsatz im Jahr generell zu keiner Steigerung der Proteingehalte führte, was aus Tabelle 7 zu ersehen ist. Bei allen Schnitten lag das N/S-Verhältnis niedriger als 12 : 1 (Tabelle 6, unten), demnach wies kein Aufwuchs Schwefelmangel auf.

Vergleicht man die Inhaltsstoffe der Grünlandaufwüchse mit den Empfehlungen für Gesamt-Futtermischungen in der Milchviehhaltung (siehe Tabelle 6, Legende) so bestätigt sich auch in diesen Untersuchungen der Sachverhalt, dass einerseits die Kaliumgehalte im Futter weit über, andererseits die Natriumgehalte weit unter den tierischen Be-

	Versuch 1					Versuch 2					
	Aufwuchs				Ø Jahr	Aufwuchs				Ø Jahr	
P-Düngung <small>Gülle</small>	1	2	3	4		1	2	3	4	5	
Ca. 40 – 45 kg P ₂ O ₅ /ha	3,4	3,9	4,5	4,9	4,07	3,7	4,8	5,0	5,3	5,4	4,70
Ca. 85 kg P ₂ O ₅ /ha	3,6	4,0	4,8	5,0	4,25	3,7	4,9	5,1	5,4	5,7	4,75
Mg-Düngung <small>Gülle</small>	1	2	3	4		1	2	3	4	5	
Ca. 25 kg MgO/ha	2,2	2,8	3,5	3,5	2,87	2,4	3,0	3,6	3,8	3,7	3,20
Ca. 45 – 50 kg MgO/ha	2,0	2,5	3,1	3,0	2,55	2,4	2,9	3,5	3,6	3,7	3,15

Tabelle 8: Mittlere P-Gehalte [in g P/kg TM] und Mittlere Mg-Gehalte (in g Mg/kg TM) der einzelnen Aufwüchse bei niedriger und hoher Güllemenge

Variante	Versuch 1					Versuch 2					
	Aufwuchs				Ø Jahr	Aufwuchs				Ø Jahr	
	1	2	3	4		1	2	3	4		5
1	27,6	<u>25,0</u>	23,6	<u>28,7</u>	26,1	28,2	<u>31,1</u>	25,5	27,6	<u>30,0</u>	28,7
2	<u>26,3</u>	<u>22,8</u>	25,5	24,9	24,9	<u>27,4</u>	26,5	<u>25,4</u>	29,2	27,0	27,7
3	26,8	24,0	24,6	26,9	25,6	<u>27,6</u>	<u>28,3</u>	23,6	<u>29,1</u>	<u>30,2</u>	28,1
4	29,7	<u>27,8</u>	<u>29,9</u>	<u>32,5</u>	29,9	29,6	<u>32,2</u>	26,2	<u>34,2</u>	<u>33,4</u>	31,4
5	<u>30,2</u>	<u>29,3</u>	28,4	<u>31,1</u>	29,8	<u>28,8</u>	<u>32,7</u>	26,2	<u>33,2</u>	31,1	30,8
Mittel ₁₋₃	26,9	23,9	24,6	26,8	25,5	27,7	28,6	24,8	28,6	29,1	28,2
Mittel ₄₋₅	30,0	28,6	29,1	31,8	29,9	29,2	32,4	26,2	33,7	32,2	31,1

Unterstrichene Zahlen: Gülledüngung zu diesem Aufwuchs

▢ Tabelle 9 : Mittlere K-Gehalte (in g K/kg TM) der einzelnen Varianten und Aufwüchse (2007 – 2010)

darfnsnormen (LFL, 2011B) liegen. Auch die Rohproteingehalte insbesondere des ersten Schnittes bei beiden Versuchen sowie der beiden Folgeaufwüchse bei viermaliger Schnittfrequenz lagen unter den Bedarfsnormen.

Im Gegensatz zu den Rohprotein-, Magnesium- und Natriumgehalten, wo mit höherem Gülleeinsatz keine Zunahme bzw. sogar eine merkliche Abnahme (Na) der Konzentrationen im Futter feststellbar war, reagierten die P-Gehalte tendenziell leicht, dagegen die K-Gehalte stark positiv auf höheren Gülleeinsatz (vergl. Tabelle 7 – 10).

Die Tabellen 9 und 11 dokumentierten neben dem Einfluss der Bewirtschaftungsintensität (Schnitthäufigkeit und Düngung) auch den teilweise vorhandenen Einfluss unterschiedlicher Nährstoffverteilung zu einzelnen Schnitten auf den Kaliumgehalt (Tabelle 9) bzw. Natriumgehalt (Tabelle 10) der Aufwüchse. So ergeben sich beim Kaliumgehalt Spannweiten von ca. 23 – 33 g K/kg TM und bei Natriumgehalt Spannweiten von 0,20-0,83 g Na/kg TM.

Insgesamt bestätigt die Variation selbst der mittleren Nährstoffgehalte (Einzeljahre sind nicht aufgeführt!) den Sinn bzw. die Notwendigkeit von regelmäßigen Futteruntersuchungen in der leistungsorientierten Milchviehhaltung.

Nährstoffsaldi

In Tabelle 11 wird die mittlere Zufuhr an Stickstoff, Phosphor und Kali der mittleren Abfuhr gegenübergestellt, wobei Einzelvarianten mit gleicher bzw. ähnlicher jährlicher Güllegabe (Var. 1 – 3 bzw. 4 und 5) zusammengefasst wurden. Wie schon auf den ersten Blick an den durchwegs negativen Saldi zu erkennen, ist wurden bei beiden Versu-

chen insbesondere bei niedriger (ein GVE) aber selbst auch bei hoher (zwei GVE) Düngungsintensität weitaus mehr Nährstoffe durch das Erntegut von der Fläche abgefahren als durch die jährlichen Güllegaben zugeführt wurden.

Bezüglich der Nährstoffabfuhr ist zu bemerken, dass diese unter Versuchsbedingungen, also bei weitgehend verlustloser Ernte stattfand. Für einen Vergleich mit den Faustzahlen der bayerischen Düngebedarfsermittlung für Grünland (LFL, 2011 A), müssen daher die dort ausgewiesenen Nettowerte mit dem Faktor 1,14 multipliziert werden. Nach den bayerischen Faustzahlen liegt die bei verlustloser Ernte veranschlagte Abfuhr an Nähr-

stoffen bei viermaliger Schnittnutzung bei rund 245 – 280 kg N, 85 – 100 kg P₂O₅ und 275 – 305 kg K₂O, bei fünf Schnitten pro Jahr dagegen bei rund 325 – 350 kg N, 100 – 125 kg P₂O₅ und 340 – 375 kg K₂O. Ein Vergleich mit den Werten in Tabelle 11 zeigt, dass bei viermaliger Nutzung und niedrigem Düngungsniveau die im Versuch erzielten Entzüge für Stickstoff etwas unter und bei Kali etwas über den Werten nach Faustzahlen lagen. Auch bei höherem Düngungsniveau blieb der gemessene N-Entzug noch etwas unter den Faustzahlen während der P-Entzug bereits etwas und der K-Entzug wesentlich höher war als veranschlagt. Bei fünfmaliger Nutzung kam es gerade beim N-Entzug zu einer starken Diskrepanz zwischen kalkulierten und gemessenen Werten. Die Ursache hierfür dürfte neben den Standortbedingungen (Boden und suboptimale Pflanzenbestände) vor allem im relativ niedrigen N-Düngungsniveau zu sehen sein. So ergibt sich nach Faustzahlen bei Wiesen mit höhe-

Variante	Versuch 1					Versuch 2					
	Aufwuchs				Ø Jahr	Aufwuchs				Ø Jahr	
	1	2	3	4		1	2	3	4		5
1	0,50	<u>0,50</u>	0,43	<u>0,57</u>	0,49	0,43	<u>0,47</u>	0,47	0,67	<u>0,63</u>	0,52
2	<u>0,40</u>	0,53	<u>0,50</u>	0,83	0,52	<u>0,60</u>	0,70	<u>0,50</u>	0,73	0,63	0,64
3	<u>0,37</u>	<u>0,50</u>	<u>0,47</u>	<u>0,63</u>	0,47	<u>0,43</u>	<u>0,57</u>	0,53	<u>0,63</u>	<u>0,67</u>	0,54
4	0,20	<u>0,27</u>	<u>0,33</u>	<u>0,33</u>	0,27	0,40	<u>0,50</u>	0,47	<u>0,40</u>	<u>0,50</u>	0,45
5	<u>0,20</u>	<u>0,27</u>	0,23	<u>0,27</u>	0,23	<u>0,47</u>	<u>0,40</u>	0,43	<u>0,50</u>	0,53	0,47
Mittel ₁₋₃	0,42	0,51	0,47	0,68	0,49	0,49	0,58	0,50	0,68	0,64	0,57
Mittel ₄₋₅	0,20	0,27	0,28	0,30	0,25	0,44	0,45	0,45	0,45	0,52	0,46

Unterstrichene Zahlen: Gülledüngung zu diesem Aufwuchs

▢ Tabelle 10: Mittlere Na-Gehalte (in g Na/kg TM) der einzelnen Varianten und Aufwüchse (hier: 2008 – 2010)

rem Leguminosenanteil (siehe Tabelle 3) eine empfohlene N-Düngung von rund 195 – 230 kg N/ha bei weitgehend verlustloser Ernte, die sich bei fünf Schnitten pro Jahr auf rund 275 – 300 kg N/ha erhöht. Hiervon liegt die N-Zufuhr über die im Versuch gegebene Gülle in Höhe von rund 95 kg N/ha (ein GVE) bzw. rund 175 – 180 kg N/ha (zwei GVE) mehr oder weniger weit entfernt.

Bodenuntersuchung

Die in Tabelle 12 dargestellten Ergebnisse lassen sich wie folgt beschreiben:

Aus den Untersuchungen geht ein für Grünlandoberböden relativ niedriger Humus- und Gesamtstickstoffgehalt des Oberbodens hervor. Dies dürfte vor allem dadurch zu erklären sein, dass die Wiese erst sieben Jahre zuvor angesät wurde und der Standort (vermutlich) vorher als Acker genutzt wurde, während Dauergrünlandnarben in der Regel oft wesentlich höhere Vorräte an Humus und Stickstoff im Oberboden aufweisen (DIEPOLDER et al., 2004). Tendenziell hatten die Humus- bzw. Stickstoffgehalte bei Versuchsende viereinhalb Jahre später leicht zugenommen, wobei sich diesbezüglich ein positiver Einfluss eines höheren Gülleeinsatzes abzeichnete. Mehr Gülle schien auch ein zu starkes Absinken der pflanzenverfügbaren Phosphat- und Kaligehalte im Boden zu bremsen. Allerdings sollten diese Tendenzen aufgrund der natürlichen Schwankungen von Analysenwerten bei unterschiedlichen Probenahmeverfahren nicht überinterpretiert werden. Festzuhalten bleibt allerdings, dass bei Versuchsende vor allem die Phosphatgehalte auf ein sehr niedriges Niveau abgefallen waren, wobei sich die Werte im Grenzbereich des unteren Bereichs der Gehaltsklasse B hin zu Gehaltsklasse A befanden – mit Ausnahme der höher gedüngten Varianten bei viermaliger Nutzung. So geben auch diese Teilergebnisse in Verbindung mit den vorher diskutierten stark negativen Nährstoffsaldi einen Hinweis darauf dass gerade bei niedriger Rückführung durch Wirtschaftsdünger und Verzicht auf Mineraldüngereinsatz eine fünfmalige Nutzung nicht nachhaltig ist.

Fazit und Ausblick

Aus den Ergebnissen lässt sich für die Praxis ableiten, dass bei ähnlichen Rahmenbedingungen im Falle eines geringen Wirtschaftsdüngereinsatzes, entsprechend einer Nährstoffmenge von rund ein GVE/ha, selbst eine viermalige Nutzung und schon gar nicht eine fünfmalige Schnittnutzung als

Gülmengende		Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr			Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ca. 1 GVE/ha (Ø Var. 1 – 3)	Zufuhr	94	43	144	95	43	147
	Abfuhr	-228	-99	-324	-230	-100	-315
	Saldo	-134	-56	-180	-135	-57	-168
ca. 2 GVE/ha (Ø Var. 4 – 5)	Zufuhr	182	86	295	173	83	294
	Abfuhr	-236	-112	-414	-255	-112	-385
	Saldo	-54	-26	-119	-82	-29	-91

☐ Tabelle 11: Nährstoffsaldo [in kg pro ha und Jahr] für Stickstoff, Phosphat und Kali (Mittel 2007 – 2010)

„nachhaltig“ zu bezeichnen ist. Bei einer Verdoppelung der Nährstoffzufuhr erwies sich die Fünfschnittnutzung aus pflanzenbaulicher Sicht als problematisch und kann daher für humusarme junge Grünlandstandorte mit weniger leistungsfähigen Grasnarben kaum empfohlen werden. Dies darf aber nicht dahingehend interpretiert werden, dass sich generell hohe Nutzungsintensitäten bei Mineraldüngerverzicht ausschließen, worauf u.a. auch Untersuchungen von DIEPOLDER UND RASCHBACHER (2010) auf einem Standort im Allgäu hindeuten. Ebenfalls geht aus beiden Versuchen in Übereinstimmung mit ersten Folgerungen von Grünlanderhebungen in der Praxis (DIEPOLDER et al., 2012) hervor, dass Faustzahlen den tatsächlichen Standortgegebenheiten weiter angepasst werden sollten.

Literaturangaben bei den Autoren.

**DR. MICHAEL DIEPOLDER
SVEN RASCHBACHER**

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHEN LANDBAU, AGRARÖKOLOGIE UND BODENKULTUR
michael.diepolder@lfl.bayern.de
sven.raschbacher@lfl.bayern.de

Parameter		2006	2010			
		Mittel	Versuch 1		Versuch 2	
			1 GVE/ha	2 GVE/ha	1 GVE/ha	2 GVE/ha
Humus	[% TM]	2,15	2,8	3,0	2,9	3,2
Gesamt-N	[% TM]	0,12	0,16	0,17	0,17	0,19
C/N		10,6	10,0	10,4	9,6	9,6
pH _{CaCl2}		5,5	5,7	6,0	5,6	6,0
P ₂ O ₅ (CAL)	[mg/100 g Boden]	9,1	5,0	7,5	4,7	5,5
K ₂ O (CAL)	[mg/100 g Boden]	7,9	7,0	11,5	7,0	8,0

☐ Tabelle 12: Mittlere Nährstoffgehalte in 0 – 10 cm Bodentiefe bei Versuchsbeginn (April 2006) und bei Versuchsende (Nov. 2010)