

Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung – Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung

Site-related grassland management – possibilities and limits

Michael Diepolder^{1*}

Zusammenfassung

Beste Qualität und hohe Erträge vom Grünland sind ökonomische und tierphysiologisch gerechtfertigte Ziele in der Milchviehhaltung. Ausgangspunkt hierfür 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, gerade wenn die natürlichen Gegebenheiten des Standortes eine Intensivierung einschränken. Eine reduzierte Bewirtschaftungsintensität ist dort gerechtfertigt und zweckmäßig, wo sie standorttypisch ist bzw. dort, wo andere Ziele der Grünlandwirtschaft klar im Vordergrund stehen. Jungvieh, niedrileistende oder trockenstehende Kühe haben geringere Anforderungen an die Futterqualität. Das Idealbild wäre eine abgestufte bzw. „duale“ Grünlandnutzung (extensiv und intensiv nebeneinander) innerhalb einer Region unter Berücksichtigung der gegebenen Standortverhältnisse sowie einer einzelbetrieblich sinnvollen Inanspruchnahme von (erfolgsorientierten) staatlich gestützten Agrarumweltmaßnahmen. Daraus ergeben sich Ansätze zur Sicherung der „Multifunktionalität der Grünlandwirtschaft“ aus gesamtgesellschaftlicher Sicht.

Schlagwörter: Futterqualität, Ertrag, Nährstoffbedarf, Pflanzenbestand

Abstract

Best quality and high yields in grassland management are economically and animal-physiologically justifiable aims in dairy farming. Starting point are therefore a sustainably productive crop with an optimized cutting date, four or five cuts per year in advantaged areas as well as an appropriate fertilization and fostering. An intensive management of permanent grassland needs a lot of intuition. Indeed it can be a tightrope walk, especially if the natural conditions of the site restrict intensification. A reduced intensity of cultivation is justifiable and advisable, where it is typical for the location and where, respectively, there are other goals of grassland management clearly coming to the fore. Young cattle, low-performing or dry cows make lower demands on forage quality. The ideal would be a graded or dual usage of grassland (extensive and intensive side by side) within a region with respect to the given conditions of site as well as a useful availment of (success-oriented) federally supported agrarian environmental measures for the distinct farms. Hence there arise approaches for the preservation of a “multi-functionality of grassland management” from a common social view.

Keywords: Forage quality, yield, nutrient requirement, botanical composition

1. Einleitung

Der Grünlandwirtschaft kommt in Regionen, wo Ackerbau nur einschränkt möglich ist, eine Schlüsselrolle für die tierische Veredelung, damit für das direkte Einkommen der Landwirte und der vor- und nachgelagerten Bereiche zu. Ihre Bedeutung reicht jedoch weit darüber hinaus (Multifunktionalität). So ist Dauergrünland eine prägende Kulturlandschaft im Alpen-, Voralpen- und Mittelgebirgsraum, ebenso in Flusstälern. Grünland trägt wesentlich zur Artenvielfalt, zum Gewässer- und Erosionsschutz sowie zur Naherholung bzw. touristischen Attraktivität einer Region bei (HUTTER et al. 2002, DIEPOLDER 2006).

Die Grünlandwirtschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten stark gewandelt, der Grad der Intensivierung hat vielerorts zugenommen. Für das österreichische Grünland stellen BUCHGRABER und GINDL (2004) aufgrund der großen

topografischen und klimatischen Unterschiede eine Aufteilung in zwei stark unterschiedliche Bewirtschaftungsrichtungen fest. Der weitaus geringere Teil (ca. 20 %) der Fläche wird als Intensivgrünland mit vier und mehr Schnitten pro Jahr, hohem Tierbesatz und höherer Milchleistung (> 7.000 kg/Laktation) genutzt und beschränkt sich auf Flächen im Alpenvorland sowie Tal- und Beckenlagen. Für Bayern dürfte der Anteil der Flächen mit vorwiegend vier und mehr Nutzungen pro Jahr bei rund 45 % (DIEPOLDER 2006) und damit deutlich höher liegen.

In diesem Beitrag wird als Schwerpunkt auf die Bedeutung und die produktionstechnischen Anforderungen einer intensiven Grünlandwirtschaft in Gunstlagen eingegangen. Darüber hinaus soll jedoch auch eine Diskussionsgrundlage geschaffen werden, ob und inwiefern sich Grenzen einer zunehmenden Intensivierung des Dauergrünlandes

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Vöttinger Straße 38, D-85354 Freising

* Ansprechpartner: Dr. Michael Diepolder, email: michael.diepolder@ifl.bayern.de



abzeichnen. Darauf weisen aktuelle umfangreiche Bestandaufnahmen in Bayern (KUHN et al. 2011) sowie auch populärwissenschaftliche Veröffentlichungen (z.B. HUTTER et al. 2002) hin.

2. Material und Methoden

Als Basis für die nachstehenden Ausführungen werden für den tierischen Bereich Kennzahlen aus Futterwerttabellen (LfL 2011b), Betriebszweigauswertungen (DORFNER und HOFFMANN 2011) sowie Ergebnisse aus bayerischen Grassilageproben zitiert. Für den pflanzenbaulichen Bereich werden neben einigen Kennzahlen zur fachgerechten Bemessung der Düngung (LfL 2011a) Versuchsergebnisse aufgeführt, die vorwiegend am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Spitalhof/Kempton gewonnen wurden. Dieser Standort auf 700 m Höhe steht mit 1.290 mm durchschnittlichen Jahresniederschlägen, einem Temperaturmittel von 7,0° C, einer nativen weidelgrasreichen Grasnarbe über Parabraunerde aus schluffigem Lehm für bayerische Gunstlagen mit Möglichkeit intensiver Grünlandnutzung von vier bis fünf Schnitten pro Jahr. Zur Diskussion über die Artenzusammensetzung des bayerischen Grünlands, damit auch über Möglichkeiten und Grenzen der Grünlandintensivierung werden Ergebnisse aus stichprobenartigen Erhebungen in Oberbayern (DIEPOLDER et al. 2004), dem bayernweiten Grünlandmonitoring der Jahre 2002 – 2008 (KUHN et al. 2011) sowie zusammengefasste Rückmeldungen aus der Officialberatung zitiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Bedeutung hoher Futterqualität

Wird vom wirtschaftseigenen Futter mehr Milch erzeugt, so schafft dies dem Betrieb mehr Nährstoffspielräume und senkt notwendige Nährstoffimporte durch Kraftfutter. Mehr Protein durch heimisches Eiweiß bedeutet zudem mehr Unabhängigkeit von Soja aus Übersee.

Auch zeigen Betriebszweigauswertungen, dass Milchviehbetriebe mit hoher Grund- bzw. Grobfutterleistung im Mittel mit höherer Milchleistung, deutlich geringerem Kraftfuttereinsatz und einem höheren Gewinnbeitrag pro Kuh wirtschaften (siehe *Tabelle 1*). Zudem bestätigen die Ergebnisse des Milchreports Bayern (DORFNER und HOFFMANN 2011), dass Systeme mit hoher Grobfutterleistung nicht nur ökonomischer sondern auch flächeneffizienter arbeiten.

Aufgrund des hohen Energie- und Proteinbedarfs von Milchkühen vor allem zu Beginn der Laktation sind die Anforderungen an die

Futteraufnahme und die Nährstoffkonzentration wesentlich höher als bei Trockenstehern, Kalbinnen und Mutterkühen (siehe *Tabelle 2*). Um Kraftfutter effektiv und tierphysiologisch optimal einsetzen zu können, werden für die Milchviehhaltung in Grünlandgebieten hohe Anforderungen an die Qualität von Grassilagen und/oder Heu gestellt. *Tabelle 3* zeigt am Beispiel von zwei unterschiedlichen Grassilagen deren Auswirkungen auf die Grobfutterleistung und den erforderlichen Kraftfuttereinsatz. Zu ersehen ist, dass bei einer 700 kg schweren Milchkuh mit 30 kg Leistung die Verfütterung einer Silage von 5,5 MJ NEL/kg TM nicht

Tabelle 1: Ausgewählte Kennzahlen aus bayerischen Betriebszweigauswertungen 2009/2010 (DORFNER und HOFFMANN 2011)

	Klasse Grobfutterleistung (kg/Kuh)		
	1.500 - 2.500	2.500 - 3.500	3.500 - 4.500
Anzahl Betriebe	54	85	81
Ø Herdengröße	66	64	58
Ø Milchleistung (kg ECM/Kuh)	7.611	7.723	7.747
Ø Grobfutterleistung (kg ECM/Kuh)	2.082	3.020	3.872
Ø Kraftfuttereinsatz (g/kg ECM)	330	281	234
Direktkostenfreie Leistung (Euro/Kuh)	1.379	1.440	1.502

ECM: Energy Corrected Milk

Tabelle 2: Praktische Orientierungswerte zum Energie- und Proteinbedarf bei Rindern (nach LfL 2011b, Gruber Futterwerttabelle)

	Futteraufnahme (kg TM/Tag)	NEL (MJ/ kg TM)	ME (MJ/ kg TM)	(n)XP (g/kg TM)
Frühlaktation	21	7,1	–	165
Altmelkend	17	6,5	–	150
Trockenstehend	11	5,6	–	125
Kalbinnen > 1 Jahr	8 – 9	5,6	9,8	110
Mutterkühe	12	5,8	–	110

Tabelle 3: Kalkulationsbeispiele zur Energie- und Proteinversorgung von Rindern bei zwei Grassilagequalitäten (nach LfL 2011b, Gruber Futterwerttabelle)

1. Milchkuh (700 kg LG)	„Extensiv“		„Intensiv“	
	NEL (MJ)	XP (g)	NEL (MJ)	XP (g)
Inhaltswerte (je kg TM)	5,5	120	6,5	160
TM aus Grobfutter (kg)		11,0		13,0
Versorgung	60,5	1.320	84,5	2.080
Bedarf Erhaltung	39,9	470	39,9	470
Grobfutterleistung (kg Milch)	6,3	9,6	13,4	18,1
Kraftfutterbedarf bei 30 kg Milch (7,0 NEL/kg FM)		11,2		7,8
Kraftfutter-Anteil (% der TM)		47		35
Anmerkung: Der Kraftfutteranteil in der Gesamtration sollte 40 % der TM nicht überschreiten				
2. Kalbinnen (400 kg LG) *				
TM aus Grobfutter (kg)		8,5		9,0
Bedarf	48,0	935	48,0	935
Versorgung	47,0	1.020	59,0	1.440
Anmerkung: * Energiebewertung bei Kalbinnen vereinfacht (offiziell mit MJ ME)				
3. Trockenstehende Kühe				
TM aus Grobfutter (kg)		11,0		12,0
Bedarf	62,0	1.375	62,0	1.375
Versorgung	60,5	1.320	78,0	1.929
4. Mutterkühe (650 kg LG, 10 kg Milch)				
TM aus Grobfutter (kg)		12,0		13,0
Bedarf	70,0	1.320	70,0	1.320
Versorgung	66,0	1.440	84,5	2.080

Grau unterlegte Zahlen zeigen in *Tabelle 3* ungünstige Werte an.

nur einen zu hohen Kraftfutterbedarf (Pansenphysiologie) in der Ration erfordert, sondern die aus dem wirtschaftseigenen Futter erzielte Milchleistung im Vergleich mit einer um 1 MJ NEL/kg TM energiereicheren Silage um über 50 % zurückgeht. Andererseits wäre eine „extensive“ Silage völlig ausreichend zur bedarfsgerechten Versorgung von Kalbinnen, Mutterkühen und trockenstehenden Kühen, während bei der ausschließlichen Verfütterung der energie- und proteinreichen „Intensivsilage“ eine deutliche Überversorgung vorliegen würde.

3.2 Reserven

Zweifelsohne hat sich die Grünlandwirtschaft in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Rückmeldungen aus der Beratungspraxis und Futteranalysen zeigen, dass eine gemeinsame Diskussion zwischen Pflanzen- und Tierernährung sinnvoll und notwendig ist, um weitere Reserven der Effizienzsteigerung auszuloten und um mögliche Grenzen zu erkennen.

Seitens der Tierernährung werden für Spitzensilagen heute pro Kilogramm Trockenmasse gefordert: 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, 220 – 250 Gramm Rohfaser und weniger als 100 Gramm Rohasche. Dies wird, zumindest teilweise, durchaus in der Praxis auch erreicht, wie die Analysen bayerischer Grassilagen in *Tabelle 4* zeigen. In diesen Untersuchungen sind die herausragende Bedeutung eines optimalen ersten Schnittes und der starke

Einfluss des Einzeljahres ersichtlich. Vor allem aber deutet der Vergleich der Mittelwerte des oberen und unteren Viertels, u.a. eine Differenz der Energiedichte von rund 1,0 MJ NEL/kg TM, darauf hin, dass durchaus noch Reserven vorhanden sein könnten und damit noch „mehr Milch aus Gras/Grünland“ möglich wäre. Diese Reserven umfassen den weiten Bereich des Pflanzenbaus, der Ernte-, Silier- und Entnahmetechnik und sind auch Ansatz fachübergreifender Forschungsprojekte (KÖHLER et al. 2011, LfL 2012). Reserven deuten sich gerade aus pflanzenbaulich-produktionstechnischer Sicht an. So ergaben Rückmeldungen bayerischer Pflanzenbauberater vor einigen Jahren folgende Einschätzung zu Auswirkungen veränderter Grünlandbewirtschaftung, die sich knapp wie folgt zusammenfassen lassen (DIEPOLDER 2010):

- Negative Bestandsveränderungen (Gemeine Risppe, Ampfer- und Hahnenfußarten, Einwanderung von Ackerunkräutern)
- Narbenlücken, Mäuse, Bodenverdichtungen
- Ausbleiben von bodendeckenden (wertvollen) Gräsern, lückige Grasnarben
- Sichtbare Fahrspuren mit wertlosen Pflanzenarten, Waserpfützenbildung
- Steigende Grünlandsanierungskosten

Als (vermutete) vielschichtige Ursachen wurden hierfür schwerpunktmäßig genannt:

- Zunehmender Druck zur Intensivierung (Futterqualität)
- Oft nicht standortangepasste Intensivierung aber auch „spontane“ Extensivierung

- Termindruck, überbetriebliche Ernte, schwerere Maschinen, höhere Transportgewichte, Befahren des Grünlands bei feuchten Böden/Nässe, Bodenverdichtung, oft wenig narbenschonender Einsatz der Technik
- Mangelnde Pflege der Grasnarbe; notwendige Über-/Nachsaaten unterbleiben
- Unausgeglichene Düngung, nicht optimales Gülle-Management
- Fehlender rechtzeitiger Pflanzenschutz, Bindung durch Förderprogramme
- Zunehmende Witterungsextreme

Auch erste Ergebnisse eines Ertrags- und Nährstoffmonitorings auf ca. 120 bayerischen Praxisflächen (LfL 2012) sowie exakte einzelbetriebliche Ertragsanalysen auf Staatsbetrieben (KÖHLER et al. 2011) weisen auf bestehende pflanzenbauliche Reserven hin. Diese sollten allerdings stets standortbezogen diskutiert werden.

3.3 Produktionstechnische

Möglichkeiten und Grenzen

In *Tabelle 5* wird anhand von zehnjährigen Ergebnissen der Einfluss von Standort und Schnittfrequenz für zwei unterschiedliche Wiesentypen/Regionen dargestellt.

Ersichtlich ist einerseits für beide Standorte die bekannte Tatsache, dass mit ansteigender

Tabelle 4: Futterqualitäten bayerischer Grassilagen in den Jahren 2010 und 2011 (SCHUSTER et al. 2010 und 2011; sowie LKV-Futtermittellabor Grub)

Angaben pro kg TM	Erster Schnitt Durchschnitt			Mittel Folgeschnitte Durchschnitt		
	Bayern	+ 25 %	- 25 %	Bayern	+ 25 %	- 25 %
2011						
Rohasche (g)	77	71	85	101	90	113
Rohfaser (g)	214	196	239	234	221	248
Rohprotein (g)	156	157	153	147	154	135
Energie (MJ NEL)	6,83	7,32	6,20	6,21	6,69	5,69
2010						
Rohasche (g)	94	89	102	107	102	114
Rohfaser (g)	254	231	277	235	222	250
Rohprotein (g)	157	170	142	170	184	155
Energie (MJ NEL)	5,88	6,37	5,35	5,80	6,22	5,34

Grau unterlegte Werte: Vergleich oberes/unteres Viertel der Proben

Tabelle 5: Einfluss von Standort und Schnittfrequenz auf Ertrags- und Qualitätsparameter (Mittelwerte aus je 10 Versuchsjahren; DIEPOLDER 2000)

Standort	Spitalhof/Kempten Allgäuer Alpenvorland 1.290 mm mittlere Niederschlagshöhe			Bernhardswend/Franken Westl. Tonkeupergebiet 740 mm mittlere Niederschlagshöhe		
	Native Weidelgraswiese			Wiesenfuchsschwanzwiese		
Schnitte pro Jahr	3	4	5	3	4	5
TM-Ertrag (dt/ha)	118,3	126,3	131,5	107,1	111,1	113,5
N-Aufnahme (kg N/ha)	247	342	405	219	274	331
Rohfasergehalt (g/kg TM)	233	211	201	302	280	257
Rohproteingehalt (g/kg TM)	130	168	191	128	155	183
Energiedichte (MJ NEL/kg TM)	6,02	6,29	6,41	5,62	5,78	6,00

Mittlere Düngung in kg/ha N/P₂O₅/K₂O: Bei den 3-Schnittvarianten 105/120/200; bei den 4-Schnittvarianten: 200/145/240, bei den 5-Schnittvarianten: 300/160/300

Bewirtschaftungsintensität (Schnittzahl und Düngung) das Ertragsniveau und die Futterqualität zunehmen. Andererseits ist erkennbar, dass innerhalb einer Intensitätsstufe (z.B. bei vier Schnitten pro Jahr, mit ähnlichen Schnittzeitpunkten beider Versuche, grau unterlegt in *Tabelle 5*) der Rohprotein- und Energiegehalt auf dem weidelgrasreichen Standort im Allgäuer Alpenvorland weit über den Werten des trockeneren, obergrasreichen fränkischen Standortes lagen. Bei diesem wurden im Versuch selbst bei fünf Schnitten pro Jahr (kaum praxisüblich in der Region) nicht die Energiedichten erzielt wie bei vier Nutzungen auf dem Kemptener Standort. Auch aus den Analysen bayerischer Grassilagen (SCHUSTER et al. 2010 und 2011) lässt sich eine gewisse Regionalisierung der Futterqualität ablesen, mit dem Trend, dass in Gunstlagen des Voralpenlandes meist höhere Energiedichten als in den trockeneren, obergrasreicheren nordbayerischen Regionen erzielt werden. Ergänzend sei hinzugefügt, dass die praxisübliche Schnittfrequenz in vielen Teilen Nordbayerns bei drei bis vier Nutzungen pro Jahr, dagegen in den Gunstlagen des Allgäuer und oberbayerischen Voralpenlandes bei vier bis fünf (teilweise 6) Nutzungen liegt. Im o.g. sowie einem weiteren Versuch führte auf dem Kemptener Standort eine willkürliche „Extensivierung“, d.h. eine mit drei Schnitten pro Jahr suboptimale Nutzungsintensität, zu einer aus futterwirtschaftlicher Sicht nachteiligen Verschiebung des Pflanzenbestandes mit Abnahme des Deutschen Weidelgrases, respektive starker Zunahme der Kräuter, vor allem Bärenklau und Spitzwegerich. Dagegen blieben die Pflanzenbestände bei vier- bis fünfmaliger Nutzung über die Jahre hinweg relativ stabil. Aus *Tabelle 5* ist auch zu entnehmen, dass beim N-Entzug starke Unterschiede zwischen beiden Standorten bestanden. Dies ist ein Beleg dafür, dass zur Bemessung der Düngung nicht nur die die Nutzungsfrequenz sondern auch die Ausprägung des Pflanzenbestandes bzw. die Ertragslage berücksichtigt werden muss.

Anhand von Versuchsergebnissen und Praxiserhebungen finden sich konkrete Hinweise, dass die festgestellten großen Streuungen in der Leistungsfähigkeit von Grünlandbeständen selbst bei ähnlicher Nutzungsintensität (KÖHLER et al. 2011, LfL 2012) sich neben natürlichen Standortverhältnissen (Höhenlage, Niederschlagsmenge, -verteilung, Pflanzengesellschaft) auch auf eine unterschiedliche Nährstoffversorgung zurückführen lassen. Eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen ist eine wesentliche Voraussetzung für stabile, leistungsfähige und qualitativ hochwertige Grünlandbestände. Basis hierfür ist eine regelmäßige Nährstoffrückführung durch Wirtschaftsdünger. Eine mineralische N-Düngung ist selbst im Intensivgrünland nicht generell erforderlich. Sie ist jedoch aus pflanzenbaulicher und ökonomischer Sicht durchaus sinnvoll, wenn ihr Einsatz mit „Fingerspitzengefühl“, also unter Berücksichtigung von Standortverhältnissen, Pflanzenbestand, sowie auf Grundlage von realistisch zu erzielenden Erträgen und

Qualitäten erfolgt (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010b).

Ein extremes Beispiel für eine nichtangepasste Nährstoffversorgung zeigt *Tabelle 6*. Bemerkenswert sind dabei weniger der (erwartet) starke Ertragsrückgang im Falle fehlender Düngung trotz intensiver Nutzung und die aus futterbaulicher Sicht negative Umschichtung des Pflanzenbestandes, insbesondere der starke Rückgang des Deutschen Weidelgrases, sondern vielmehr die Tatsache, dass sich dies gerade nicht in der Futteranalyse – wie zu vermuten gewesen wäre – entsprechend widerspiegelt. So lag insbesondere die aus den Rohnährstoffen abgeleitete mittlere Energiedichte bei der ungedüngten Variante (rohfasernarm, da krautreich) sogar höher als bei der gedüngten Variante.

Dies mag unterstreichen, dass es über die – zweifelsohne wichtige – Analyse von Laborwerten hinaus, für den Landwirt auch sinnvoll und notwendig ist, den Zustand des Pflanzenbestandes selbst „per Auge“ zu beurteilen, gemäß dem Motto: „Mal runter vom Schlepper und rein in die Wiese!“ In *Abbildung 1* sind ausgewählte Beispiele zur Höhe der empfohlenen N-Düngung bei unterschiedlichen Grünlandbeständen dargestellt. *Tabelle 7* verdeutlicht, dass bei einer intensiven Schnittnutzung und einem Ertragsniveau in Gunstlagen von über ca. 90 dt TM/ha sehr hohe

Tabelle 6: Vergleich von Ertrag, N-Aufnahme, Futterqualität und Pflanzenbestand auf einem Weidelgrasstandort mit vier Nutzungen pro Jahr ohne und mit Düngung (Standort Spitalhof/ Kempten; Mittel 1992 – 2000; SCHRÖPEL und DIEPOLDER 2003, DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010b)

Parameter	Ohne Düngung	4 × 20 m ³ Gülle (4,2 % TM)
Ertrag (dt TM/ha)	63	114
N-Aufnahme (kg N/ha)	135	270
Rohfasergehalt (g/kg TM)	194	226
Rohproteingehalt (g/kg TM)	133	147
Energiedichte (MJ NEL/kg TM)	6,5	6,2
Gräser (% im 1. Aufwuchs)	75	37
- Deutsches Weidelgras	71	28
Kräuter	16	59
- Spitzwegerich	3	26
- Löwenzahn	7	16
Klee	9	4
Ø Futterwertzahl ¹⁾	7,4	5,2

¹⁾Futterwertzahl: von -1 (giftig) bis +8 (in jeder Hinsicht vollwertig)

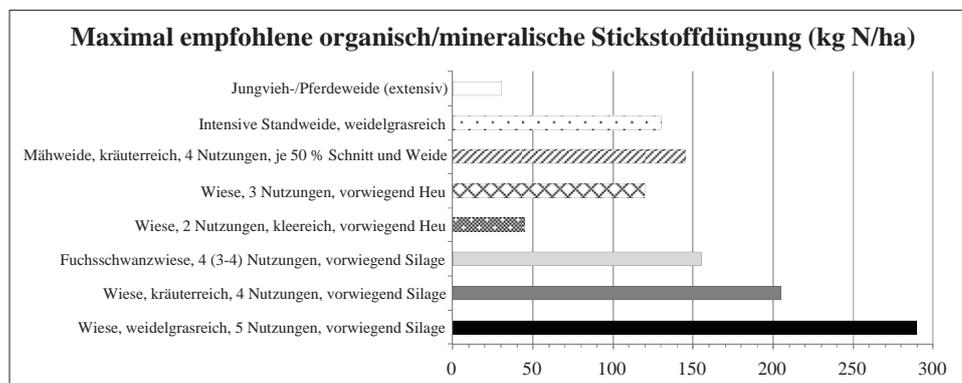


Abbildung 1: Ausgewählte Beispiele zur Höhe der empfohlenen Stickstoffdüngung bei unterschiedlichen Grünlandbeständen (nach LfL 2011 (Gelbes Heft), DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010c)

N- Mengen vom Grünland abgefahren werden. Selbst bei hohen Viehdichten unter Berücksichtigung nationaler fachrechtlicher Vorgaben („170er-Regelung“) bleibt eine mehr oder minder große Differenz zwischen der N-Abfuhr und der N-Rückführung über wirtschaftseigene Dünger, die eine ergänzende mineralische Düngung aus fachlicher Sicht empfehlenswert macht. Darüber hinaus zeigt *Tabelle 8*, dass ein Betrieb, der unter Ausschöpfung der „170er-Regelung“ wirtschaftet und dabei sein Grünland insgesamt sehr intensiv nutzt (> 4 Schnitte/Jahr), auch Gefahr laufen kann, dass die optimale P-Versorgung seiner Flächen langfristig abnimmt. Dies weist darauf hin, dass es für einen Betrieb oder eine Region wichtig ist, sich über eine abgestufte Nutzungsintensität des Grünlands Gedanken zu machen, sofern aus betrieblichen Erwägungen nicht an den Einsatz mineralischer Düngemittel gedacht wird oder dieser nur beschränkt möglich ist. Da ein nicht unerheblicher Anteil

österreichischer (aber auch bayerischer) Grünlandflächen eine niedrige bzw. sehr niedrige P-Versorgung des Bodens aufweisen (BUCHGRABER 2007, PÖTSCH und BAUMGARTEN 2010, BOHNER 2011, GALLER 2011), sollten sich viele Betriebsleiter Gedanken machen, ob durch ihre langjährige Düngungspraxis – neben Stickstoff – auch langfristig nicht wesentlich mehr Phosphor durch Milch, Fleisch und ggf. Heuverkauf „das Hoftor verlässt“, als durch Kraftfutter und Düngemittel importiert wird (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011a).

Nicht zwingend sind jedoch bei Gunstlagen (hohe) Mineraldüngergaben zur Ertrags- und Qualitätssicherung erforderlich. So zeigen die Ergebnisse eines Langzeitversuchs zur Auswirkung unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität (*Tabelle 9*), dass in Gunstlagen auch ohne Mineraldüngereinsatz und demnach teilweise stark unterbilanzierter Düngung durchaus langfristig stabile Grünlandbestände mit

hohem Ertragsniveau realisierbar sind, wobei im Versuch das Standortpotenzial zu ca. 80 % ausgeschöpft wurde (vergleiche *Tabelle 10*). Ebenfalls ist zu ersehen, dass eine signifikante Verbesserung der Futterqualität nicht direkt über die Höhe der Düngung sondern durch eine standortoptimale Nutzung erreicht wird. Zu erkennen ist auch anhand der Steigerung der Trockenmasse-, Energie- und Rohprotein-Erträge der „Wert“ eines optimalen Güllemanagements. Es ist auch ersichtlich, dass eine Erhöhung der Nutzungsintensität ohne Anpassung der Nährstoffzufuhr (hier Gülledüngung) Mindererträge in Höhe von ca. 4 – 9 dt TM/ha zur Folge hatte.

Die in *Tabelle 10* zusammengefassten Ergebnisse eines Stickstoffsteigerungsversuches zeigen, dass bei entsprechend hoher N-Düngung Rohproteinerträge von weit über 2.000 kg/ha möglich waren. Dies jedoch wurde fast ausschließlich über eine Steigerung des TM-Ertrags und kaum über eine Erhöhung des Rohprotein-gehaltes bewirkt. Auch die Energiedichte blieb von der Höhe der N-Düngung unbeeinflusst. Mit diesem Versuch wurde gezeigt, dass in Gunstlagen des Grünlandes bei 4 – 5 Schnittnutzungen N-Entzüge von ca. 350 kg N/ha erreicht werden können. Selbst eine mineralische Ergänzungsdüngung in Höhe von 4 × 40 kg N/ha über die Güllegaben hinaus führte noch zu keinem positiven N-Saldo. Allerdings war in

Tabelle 7: Berechnung der mineralischen N-Düngung anhand von zwei Beispielen (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010c)

Wiesentyp (vorwiegend Silagenutzung)	4 – 5 Schnitte (kleearm)	3 Schnitte (kleereich)
Ertrag [abgefahren] (dt TM/ha)	90 – 110	70 – 80
Rohproteingehalt (% in TM)	16 – 18	13 – 15
Stickstoff [abgefahren] (kg N/ha)	230 – 320	145 – 190
N-Nachlieferung [Boden/Klee]	30	50
a) N-Düngebedarf	200 – 290	95 – 140
Gülle-N von ca. 1,8 Rinder-GV (kg/ha)		170
b) davon pflanzenverfügbar		130 – 140
Differenz a – b = Höhe der mineralischen empfohlenen Ergänzungsdüngung (kg N/ha)	60 – 160	–

Tabelle 8: Phosphat- und Kali-Abfuhr von Grünland mit Schnittnutzung im Vergleich zu PK-Zufuhr bei Gülledüngung in Höhe von 170 kg Gesamt-N (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011a)

Schnitte/Jahr	Ertrag (dt/ha)	Abfuhr	
		P ₂ O ₅ (kg/ha) ¹⁾	K ₂ O (kg/ha) ¹⁾
3	75	50 – 70	180 – 220
4	90	60 – 90	215 – 270
5	110	75 – 110	265 – 330
	Gülle_{170N/ha} (ca. 70 m ³ /ha bei 5 % TM)	Nährstoffzufuhr	
		65 – 70	245 – 265

¹⁾ Erklärung der Spannweiten bei der Nährstoffabfuhr von Phosphat und Kali: Bei der Bemessung der Untergrenze wurden in Anlehnung an für das Pflanzenwachstum ausreichende Gehalte von 3,0 g P/kg TM bzw. 20 g K/kg TM (GREINER et al. 2010) unterstellt, die Obergrenzen stellt die Nährstoffabfuhr nach Faustzahlen (Lfl. 2011) dar.

Tabelle 9: Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität (Schnitthäufigkeit und Gülledüngung) auf Erträge, N-Saldo und Futterqualität bei einem weidelgrasreichen Standort im Allgäuer Alpenvorland (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2010a und 2011b)

Variante	Schnitte	Güllegaben à 20 m ³	Erträge			N-Saldo (kg N/ha)	Futterqualitätsparameter (gewichtete Jahresmittel)			Ø Futterwert- zahl
			TM (dt/ha)	Energie (MJ NEL/ha)	Rohprotein (kg/ha)		Rohfaser (g/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	Energie (MJ NEL/kg TM)	
1	3	2	104,7 bc	64.225 cd	1.292 e	-112	245 a	124 c	6,13 c	6,3
2	3	3	114,9 a	69.818 abc	1.422 d	-86	249 a	124 c	6,07 c	6,6
3	4	2	97,2 c	61.623 d	1.489 d	-141	216 cd	153 b	6,35 b	7,0
4	4	3	105,8 bc	66.708 bc	1.617 c	-119	221 bc	153 b	6,31 b	7,2
5	4	4	116,5 a	72.860 a	1.792 b	-103	226 b	154 b	6,26 b	7,2
6	5	3	99,9 c	64.955 cd	1.789 b	-150	200 e	179 a	6,50 a	7,2
7	5	4	112,7 ab	71.483 ab	1.951 a	-123	212 d	173 a	6,34 b	7,2

Pro Gabe (20 m³/ha bei ø 4,2 % TM) ca. 45 kg N/ha, 21 kg P₂O₅/ha und 52 kg K₂O/ha

Tabelle 10: Ergebnisse eines N-Steigerungsversuchs zu Grünland mit 4 – 5 Schnitten pro Jahr (Spitalhof/Kempten; Mittel 1995 – 2000; DIEPOLDER und SCHRÖPEL 2002)

Parameter	Düngung (zu Aufwuchs) ¹⁾				
	Nur Gülle (1, 2, 3, 4)	+ 1 × 40 N/ha (2)	+ 2 × 40 N/ha (2, 3)	+ 3 × 40 N/ha (1, 2, 3)	+ 4 × 40 N/ha (1, 2, 3, 4)
TM-Ertrag (dt/ha)	105	114	121	127	140
Rohprotein (kg/ha)	1.612	1.756	1.856	2.012	2.212
N-Aufnahme (kg/ha)	258	281	297	322	354
Rohprotein (g/kg TM)	155	155	155	159	160
Rohfaser (g/kg TM)	216	221	227	226	230
Energie (MJ NEL/kg TM)	6,18	6,15	6,14	6,16	6,11
Gräser (%)	76	82	83	84	84
Klee (%)	8	4	5	5	3

¹⁾ GÜLLEDÜNG bei allen Varianten in Höhe von 4 × 20 m³ Gülle (4,4 % TM); dies entspricht 190 kg/ha Gülle-N_{gesamt}

diesem Fall der Klee fast völlig aus dem sehr grasreichen Bestand verschwunden.

Können hohe Stickstoffgaben jedoch nicht von entsprechend leistungsfähigen Pflanzenbeständen aufgenommen werden, so steigt die Gefahr, dass bei einer (stark) überbilanzierten N-Düngung auch unter Grünland erhöhte Nitratkonzentrationen im Sickerwasser auftreten. Dies geht aus neueren Untersuchungen von DIEPOLDER und RASCHBACHER (2012) hervor, während die N-Austräge unter Dauergrünland ansonsten meist sehr niedrig sind (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2011c).

Wie aus punktuellen Erhebungen auf Grünlandbetrieben im südlichen Oberbayern mit mindestens vier Nutzungen pro Jahr (DIEPOLDER et al. 2004) sowie aus dem flächen-deckenden „Grünlandmonitoring Bayern“ mit über 6.100

Bestandsaufnahmen (KUHN et al. 2011, siehe *Tabelle 11*) eindeutig hervorgeht, ist die vielschnittverträgliche Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) nicht nur eine sehr häufig in den Beständen gefundene Grünlandpflanze sondern erreicht leider auch hohe Ertragsanteile im Futter. Sie ist nicht nur in Intensiv-Regionen wie dem Moränen- oder Molassehügelland neben Weidelgrasarten (*Lolium perenne*, *Lolium x hybridum*), Wiesen-Fuchsschwanz

(*Festuca pratensis*) und Knaulgras (*Dactylis glomerata*) eine Grasart mit überdurchschnittlich hohen Ertragsanteilen sondern steht in Hinblick auf ihren mittleren Ertragsanteil auch im bayerischen Durchschnitt (*Tabelle 11*) nach dem Wiesenfuchsschwanz an zweiter Stelle. Die Gemeine Rispe liegt nach neuesten Untersuchungen von HARTMANN et al. (2011) erheblich unter der Ertragsleistung von Deutschem Weidelgras (ca. 50 %). Zudem mindert sie – gerade bei höheren Anteilen – den Futterwert (Schmackhaftigkeit). Daher kann in der Sanierung von Grünlandbeständen mit langjährig hohen Anteilen (über ca. 15 – 20 %) an Gemeiner Rispe ein beträchtliches Potenzial zur Verbesserung von leistungsorientiertem Grünland gesehen werden. Tatsächlich jedoch ist in der Praxis eine dauerhaft erfolgreiche Sanierung mit mechanisch/chemischer Bekämpfung und

Tabelle 11: Auszüge aus der Vegetation (v.a. ausgewählte Gräser) **des bayerischen Grünlandes nach Bestandsaufnahmen in den Jahren 2002 – 2008; Gesamt-Bayern und Naturräume** (KUHN et al. 2011)

	Bayern	Alpen	Moränen- gürtel ¹⁾	Molasse hügelland ¹⁾	Ostbayerisches Grenzgebirge ²⁾	Fränkisch- Schwäbische Alb ³⁾	Keuper-Lias- Land	Mainfränkische Platten ⁴⁾	Spessart- Rhön ⁵⁾
Anzahl Aufnahme	6.108	179	1.078	1.601	961	559	1.010	402	291
Ø Artenzahl / Aufnahme	19,4	29,4	18,2	16,3	19,9	20,4	20,8	20,6	23,8
Ertragsanteile ausgewählter Arten (%)									
Wiesen-Fuchsschwanz	12,3	3,1	7,7	13,6	15,9	12,8	15,4	10,0	8,2
Gemeine Rispe	8,7	3,6	12,2	11,3	8,0	6,8	6,1	5,5	4,0
Knaulgras	7,8	7,9	9,0	7,6	8,5	9,8	6,2	6,5	5,1
Bastard-Weidelgras	7,7	0,8	6,9	14,5	3,5	4,6	6,9	4,9	4,1
Deutsches Weidelgras	7,5	2,5	13,4	7,5	6,8	6,2	5,6	4,7	4,3
Wiesen-Rispe	5,1	1,1	4,6	5,6	5,8	7,3	5,6	3,1	1,6
Glatthafer	3,7	0,5	0,4	1,9	2,9	4,9	5,0	15,3	6,9
Goldhafer	3,7	4,7	3,6	2,6	4,1	7,0	3,0	3,9	3,4
Wiesen-Schwengel	3,0	3,6	2,1	1,9	2,2	3,5	3,8	5,8	5,6
Wiesen-Lieschgras	1,2	0,7	0,8	1,2	1,6	1,3	1,1	1,3	1,4
Kriech-Quecke	2,4	0,5	1,3	2,6	2,0	1,9	3,5	4,6	2,7
Wolliges Honiggras	1,9	0,2	0,7	1,3	1,6	1,1	3,5	2,0	6,5
Rot-Schwengel	1,6	4,8	0,8	0,4	2,2	1,3	2,1	2,2	4,3
Wiesen-Löwenzahn	3,5	2,2	3,4	4,1	3,8	4,2	2,9	2,3	2,3
Stumpfbf. Ampfer	0,7	0,5	1,2	1,1	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1
Weißklee	5,6	4,7	9,0	7,8	5,6	2,7	3,1	1,3	2,8
Rotklee	1,3	2,6	1,5	0,8	1,6	1,4	1,1	1,4	2,2
Σ Arten mit hohem Futterwert	74,0	47,7	77,9	81,5	73,6	74,6	68,6	69,4	60,2
Σ Landwirtschaftlich unerwünschte Arten	16,2	8,1	19,0	19,4	15,0	14,4	13,7	13,3	10,8

¹⁾ Hohe Nutzungsintensität ²⁾ Silikatgestein ³⁾ meist kalkhaltige Böden, sehr viele Flächen mit Agrarumweltmaßnahmen ⁴⁾ warm-trockenes Klima, kalkreiche Böden, wenig Niederschläge, sehr viele Flächen mit Agrarumweltmaßnahmen ⁵⁾ niedrigste Erträge und Nutzungsintensität, sehr extensive Grünlandbewirtschaftung
grau unterlegt: Auffallend erhöht gegenüber bayerischem Durchschnitt

Einsatz standortangepassten Nachsaatmischungen keineswegs einfach, da sie nicht nur produktionstechnisches Fingerspitzengefühl verlangt, sondern auch sehr von dem Gelingen einer Nachsaat/Neuansaat abhängig ist (Witterungsrisiko) abhängt.

3.4 Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung – Ausblick

Generell ist festzuhalten, dass für eine intensive und dabei nachhaltige Grünlandwirtschaft entsprechende Standortverhältnisse (Höhenlage, Niederschlagsverhältnisse) sowie das Vorhandensein bzw. die erfolgreiche Etablierung von leistungsfähigen, vielschnittverträglichen und hochwertigen Gräsern (v.a. Deutsches Weidelgras und Wiesenrispe) vorauszusetzen sind. Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras sind zwar auch sehr leistungsfähige Gräser, die jedoch als sog. Obergräser schneller verholzen und nicht den Futterwert der vorgenannten Arten erreichen. Wiesenlieschgras ist sehr hochwertig und vielschnittverträglich, erreicht aber im Grünlandbestand aufgrund seiner schwachen Konkurrenzkraft nur sehr geringe mittlere Ertragsanteile (Tabelle 11). Werden dagegen Glatt- bzw. Goldhaferwiesen intensiver gedüngt und genutzt, so entwickelt sich das kampfkraftigere Knaulgras. Dieses steht übrigens in Bezug auf seinen mittleren Ertragsanteil in Bayern nach dem Wiesenfuchsschwanz und der Gemeinen Rispe noch vor den Weidelgräsern und der Wiesenrispe an dritter Stelle. GALLER (2002) weist darauf hin, dass eine Intensivierung von Glatt- und Goldhaferwiesen zu verstärkter Lückenbildung bzw. Krautbesatz führen kann, sofern es nicht gelingt, die rasenbildende Wiesenrispe (*Poa patensis*) zu etablieren. Dies jedoch ist mit Nachsaatverfahren aufgrund ihrer schwachen Konkurrenzkraft in der Jugendentwicklung nicht einfach.

Damit wird klar, dass eine intensive Grünlandwirtschaft nicht nur die Ansprüche einer leistungsorientierten raufutterbasierten Milchviehfütterung sondern auch die pflanzenbaulichen Möglichkeiten und Grenzen des jeweiligen Standortes berücksichtigen sollte. Dabei zeigt das bayerische Grünlandmonitoring auch, dass Wirtschaftsgrünland zum Einen je nach Naturraum bzw. Nutzungsintensität sehr unterschiedlich ausgeprägt ist und zum Anderen keineswegs vorwiegend „Weidelgrasgrünland“ ist, sondern maßgeblich vom – intensivierungselastischen – Wiesenfuchsschwanz geprägt wird (siehe Tabelle 11). Dessen Dominanz in vielen Landesteilen legt nahe, dass das Deutsche Weidelgras nur in bestimmten Regionen als (erfolgreicher) Hauptbestandsbildner im Dauergrünland angestrebt werden sollte. Ebenfalls bestätigten die Untersuchungen von KUHN et al. (2011) die Beobachtung, dass eine Intensitätssteigerung auch durchaus unerwünschte Folgen haben kann. So ergab sich ein deutlicher Zusammenhang (Tabelle 11, unten) zwischen Beständen mit hohem Futterwert und hoher Nutzungsintensität mit einem erhöhten Ertragsanteil von Gemeiner Rispe, Ampferarten und anderen – aus produktionstechnischer Sicht – nicht erwünschten Arten. Somit könnte nach KUHN et al. (2011) an einigen Standorten eine etwas geringe Nutzungsintensität auch ökonomisch sinnvoll sein, da der Pflegeaufwand zur Bestandserhaltung sinkt.

Das bayerische Grünland ist mit ca. 800 gefundenen Pflanzenarten, davon ca. 150 Gräser, 600 Kräuter und 50 Leguminosen, in seiner Gesamtheit sehr artenreich. Im

Mittel wurden pro Bestandaufnahme (25 m²) 19,4 Arten (Spannweite 3 – 58) ermittelt, mit starken Unterschieden zwischen Standort- und Nutzungsgegebenheiten. Je geneigter die Fläche und je schlechter der Standort bzw. je geringer die Bewirtschaftungsintensität, desto niedriger ist der Anteil an Süßgräsern und der Ertrag, desto kräuter- und artenreicher ist der Pflanzenbestand. Weitreichende Agrarumweltmaßnahmen führen zu einer gewissen Erhöhung der botanischen Diversität. Rund 20 % der bayerischen Bestandaufnahmen waren mit mehr als 24 Arten als artenreich zu bezeichnen. KUHN et al. (2011) bestätigten, dass die botanische Diversität bei einer mäßigen Nutzung am höchsten ist und in gewissem Umfang auch eine Kombination von artenreichen Beständen und einem zufriedenstellendem Ertrag möglich ist.

Für die Grünlandnutzung spielt die Verfütterung an Wiederkäuer, in erster Linie dabei an Milchvieh, die wichtigste Rolle in Österreich und Bayern. Daher wird ein flächendeckendes, tragfähiges Netz von Milchviehbetrieben benötigt. Da natürliche Standortgegebenheiten vielerorts eine Intensivierung des Grünlandes einschränken und auch im Einzelbetrieb nicht nur Futter mit höchsten Qualitäten eingesetzt wird, sowie unter Berücksichtigung einer aus gesamtgesellschaftlicher Sicht gewünschten nachhaltigen „Multifunktionalität“ des Dauergrünlandes scheint ein breit gefächerter Dialog über eine regional und einzelbetrieblich abgestufte Bewirtschaftungsintensität bzw. „duale Grünlandnutzung“ (extensiv und intensiv nebeneinander) wünschenswert. Agrarumweltmaßnahmen, die auch idealerweise erfolgsorientierte Komponenten beinhalten, sowie die – auch ideelle – Honorierung von besonders artenreichen Grünlandbeständen können eine Brücke zwischen unterschiedlichen Anforderungen an die heutige Grünlandwirtschaft schlagen.

4. Danksagungen

Dem Autor ist es ein Anliegen, allen an den Projekten Beteiligten herzlich zu danken; stellvertretend für viele seien an dieser Stelle namentlich genannt: Sven Raschbacher und Dr. Gisbert Kuhn vom Institut für Agrarökologie, Martin Mayr vom LVFZ Spitalhof und Martin Moosmeyer vom Institut für Tierernährung der LfL.

5. Literatur

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2011a: Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland – Gelbes Heft, 9. unveränderte Auflage 2011.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2011b: Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. 34. Auflage, LfL Information.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2012: Jahresbericht 2011 des Instituts für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz (IAB). Siehe unter www.lfl.bayern.de/publikationen/.
- BOHNER, A., 2010: Phosphorgehalte und Phosphorverfügbarkeit in Grünlandböden unter besonderer Berücksichtigung des Biolandbaues. Vortrag bei den Hefterhofer Umweltgesprächen „Phosphorbilanz im Biolandbau“ am 25.02.2010 an der Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg.
- BUCHGRABER, K., 2007: Phosphorversorgung beim Grünland. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 5/2007, 14-15.

- BUCHGRABER, K. und G. GINDL, 2007: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung 2., völlig neu bearbeitete Auflage. Leopold Stocker Verlag Graz-Stuttgart.
- DIEPOLDER, M., 2000: Grünlandbewirtschaftung – Langzeitversuche als unverzichtbare Informationsquelle. Festschrift der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau „100 Jahre Forschung für Landwirte und Verbraucher“, 98-106.
- DIEPOLDER, M. und R. SCHRÖPEL, 2002: Ergebnisse eines Stickstoffsteigerungsversuchs auf einer weidelgrasreichen Wiese im Allgäuer Alpenland. Schule und Beratung, Heft 4/02, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, IV-3-7.
- DIEPOLDER, M., B. JAKOB und R. SCHWERTFIRM, 2004: Monitoring im Intensiv-Grünland, Teil 1: Pflanzenbestände. Schule und Beratung, Heft 9/04, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, II-22-26.
- DIEPOLDER, M., 2006: Aspekte der Grünlandnutzung in Bayern. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 31 „Gräser und Grasland“, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München – ISSN 0938-5851 – ISBN 3-89937-070-8, 93-110.
- DIEPOLDER, M., 2010: Welchen Einfluss haben Standort, Nutzungsintensität und Düngung auf Ertrag und Qualität im Grünland? Vortrag bei der Veranstaltungsreihe „Diskutieren Sie mit“ der Landwirtschaftskammer Vorarlberg in Hohenems, Dezember 2010; unter www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/26776/a_hohenems_diepolder_12_2010.pdf
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2010a: Leistungsfähiges Grünland und Verzicht auf mineralische Düngung – sind hohe Erträge und Futterqualitäten möglich? Schule und Beratung, Heft 3-4/10, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, III-13-19.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2010b: Stickstoffdüngung im Grünland. Allgäuer Bauernblatt 78. Jahrgang, Heft 18, 06.05.2010, 35-37.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2010c: Wie viel Stickstoff ist nötig? Allgäuer Bauernblatt 78. Jahrgang, Heft 19, 12.05.2010, 39-41.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011a: Düngung im Grünland. Allgäuer Bauernblatt 79. Jahrgang, Heft 05, 03.02.2011, 26-29.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011b: Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität – Güllegaben und Nutzungshäufigkeit – bei einem Standort im Allgäuer Alpenvorland. Tagungsband Internationale Tagung „Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland“, Hsg. Elsäßer, Diepolder, Huguenin-Eli, Pötsch, Nußbaum und Meßner, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, 81-85.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2011c: Nitratbelastung unter Grünlandflächen – Versuchsergebnisse aus Bayern. Tagungsband Internationale Tagung „Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland“, Hsg. Elsäßer, Diepolder, Huguenin-Eli, Pötsch, Nußbaum, Meßner, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, 190-194.
- DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2012: Grünlanddüngung und Gewässerschutz – Versuchsergebnisse aus Bayern. Bericht über „Wirkungen von Maßnahmen zum Boden- und Gewässerschutz“, 3. Umweltökologische Symposium, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-Irdning, 65-71.
- DORFNER, G. und G. HOFFMANN, 2011: Milchreport Bayern 2010 – Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion 2009/10. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL-Information.
- GALLER, J., 2002: Grünlandwirtschaft heute – Ein Praxisratgeber. Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg (Hsg.), ISBN 3-902325-00-3, 132 S.
- GALLER, J., 2010: Geschichte der Phosphordüngung. Vortrag bei den Hefterhofer Umweltgesprächen „Phosphorbilanz im Biolandbau“ am 25.02.2010 an der Kammer für Land- und Forstwirtschaft Salzburg.
- GREINER, B., R. SCHUPPENIES, F. HERTWIG, H. HOCHBERG und G. RIEHL, 2010: Ergebnisse aus zwölfjährigen Phosphor- und Kaliumdüngungsversuchen auf Grünland. VDLUFA-Kongressband, Kiel 2010, 157-168.
- HARTMANN, S., H. HOCHBERG, G. RIEHL und W. WURTH, 2011: Measuring the loss of dry matter yield effected by rough-stalked meadow grass (*poa trivialis*). Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, edited by E.M. Pötsch, B. Krautzer and A. Hopkins; siehe auch unter www.EGF2011.at, 241-243.
- HUTTER, C.P., G. BRIEMLE und C. FINK, 2002: Wiesen, Weiden und anderes Grünland – Biotope erkennen, bestimmen, schützen. Hirzel Verlag, Stuttgart, ISBN 3-7776-1190-5.
- KÖHLER, B., H. SPIEKERS, M. DIEPOLDER und S. THURNER, 2011: Ertragserfassung als Voraussetzung für eine effiziente Grünlandnutzung, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Band 12. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, ISBN 978-3-00-035393-2; auch unter www.aggf.uni-bonn.de/, 92-98.
- KUHN, G., S. HEINZ und F. MAYER, 2011: Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002 – 2008. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Hsg.) 3/2011, ISSN 1611-4159, 161 S.
- PÖTSCH, E.M. und M. BAUMGARTEN, 2010: Phosphorproblematik im Grünland. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 18/2010, 30-31.
- SCHRÖPEL, R. und M. DIEPOLDER, 2003: Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf einer Weidelgras-Weißklee-Weide im Allgäuer Alpenvorland. Schule und Beratung, Heft 11/03, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, III-13-15.
- SCHUSTER, H., M. MOOSMEYER und M. SCHUSTER, 2010: Durchwachsen wie das Wetter – Grassilage-Qualität 2010: Erster Schnitt mit niedrigen Energiegehalten. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 45, 12.11.2010, 34.
- SCHUSTER, H., M. MOOSMEYER und M. SCHUSTER, 2011: 2011 – ein außergewöhnliches Jahr – Grassilagequalität 2011: viel Energie aber wenig Eiweiß und Struktur. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 44, 04.11.2011, 22-23.