

Untersuchungen zu Phosphorgehalten von Grünlandaufwüchsen auf bayerischen Praxisflächen

M. DIEPOLDER, S. RASCHBACHER

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

michael.diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung

Im Entwurf zur Novellierung der Düngeverordnung (BMEL, 2015) sind Stickstoff und Phosphor zentrale Nährstoffe. Während bei Stickstoff Bedarfswerte bundesweit abgestimmt wurden und im Entwurf enthalten sind, trifft dies für Phosphor nicht zu. Auch besteht derzeit in Fachgruppen über die Höhe des zu veranschlagenden spezifischen Entzuges (g P/kg TM) kein bundeseinheitlicher Konsens. Regionale Versuchs- und Monitoringdaten bilden daher eine wertvolle fachliche Basis für ggf. künftige Diskussionen.

In dieser Publikation werden als Schwerpunkt die Ergebnisse einer Auswertung zu P-Gehalten von 537 vollständigen Jahresernten bzw. 2000 Grünlandaufwüchsen vorgestellt, die im Rahmen eines sechsjährigen (2009-2014) Monitorings (HEINZ *et al.*, 2016; DIEPOLDER *et al.* im Tagungsband) von insgesamt 150 Flächen auf bayerischen Praxisbetrieben gewonnen wurden.

Material und Methoden

Auf den nach geographischer Lage, Nutzungsintensität und Wiesentyp ausgewählten Flächen wurden mittels genau definierter Schnittproben (7 x 1 m² pro Schlag, Abgrenzung der Fläche durch tragbare Rahmen, Schnitt mit elektrischer Rasenkantenschere mit Höhenbegrenzung, Schnitthöhe 5-6 cm, Schnittzeitpunkt max. 2-3 Tage vor der Beerntung durch den Landwirt) die Frisch- und Trockenmasse-Erträge aller Aufwüchse erhoben. Pro Aufwuchs und Fläche wurden in einer Mischprobe die Mineralstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) im getrockneten Grüngut nach Methoden der VDLUFA nasschemisch bestimmt.

Auf jeder Fläche wurde einmal im Projektzeitraum im Frühjahr vor der ersten Düngung eine Bodenprobe in 0-10 cm Tiefe entnommen. Alle Proben wurden nach der gleichen Methode entnommen und auf Humusgehalt, Gesamt-N-Gehalt, pH-Wert (CaCl₂), sowie den Gehalten an CAL-P₂O₅, CAL-K₂O und Mg (CaCl₂) analysiert.

Die Daten wurden auf Plausibilität geprüft und unvollständige Datensätze von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. In Anlehnung an Literaturangaben (AMBERGER, 1996; GREINER *et al.*, 2010, VOIGTLÄNDER und JAKOB, 1987; LFL, 2015; RIEDER 1983) wurde zudem versucht, die P-Gehalte in Hinblick auf pflanzenbaulich/tierische Bedarfsnormen zu klassifizieren.

Ergebnisse und Diskussion

Die mittleren Phosphor-Gehalte lagen in Abhängigkeit von Nutzungsintensitätsstufe und Aufwuchs in einem weiten Bereich von ca. 2,3 bis 5,0 g P/kg TM (Tab. 1). Dabei wurden in der Regel in der zweiten Vegetationshälfte deutlich höhere mittlere P-Gehalte als im Frühjahr gemessen.

Generell nahmen die mittleren P-Konzentrationen mit zunehmender Nutzungsintensität (Schnitte pro Jahr) zu, wobei der Anstieg der Jahresmittel bis zu einer Intensität von fünf Schnitten signifikant war (Tab. 1).

In Futterrationen für Milchkühe werden bei Trockenstehern P-Gehalte von 2,5 g P/kg TM, bei Milchleistungen von 20 bzw. 40 kg/Tag dagegen P-Gehalte von 3,3 bzw. 4,0 g P/kg TM in der Gesamtration empfohlen (LFL, 2015). Vor diesem Hintergrund geht aus Tabelle 1 hervor, dass zumindest der obere Wert im Durchschnitt der Drei- und Vierschnittflächen häufig noch nicht erreicht wird. Die P-Gehalte bei drei und viermaliger Schnittnutzung (3,47 bzw. 3,87 g P/kg TM) liegen aber auf dem Niveau der Jahresmittel bayerischer Grassilagen, welche sich meist in einem Bereich von 3,3-3,6 g P/kg TM bewegen (DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2013).

Mit Ausnahme des ersten Aufwuchses von Ein- und Zweischnittwiesen wurden im Mittel P-Konzentrationen von 3,0 g P/kg TM stets überschritten (Tab. 1). Ab dreimaliger Nutzung erreichten die durchschnittlichen P-Gehalte im getrockneten Grüngut der im Spätsommer oder Herbst geernteten Schnitte sogar meist Werte über 4,0 g P/kg TM.

Unterstellt man in Anlehnung an AMBERGER (1996) eine P-Konzentration unter 2 g P/kg TM als Mangelsituation, bzw. nach GREINER et al. (2010) und VOIGTLÄNDER und JAKOB (1987) einen P-Gehalt ab etwa 3 g P/kg TM als Schwellenwert für eine optimale pflanzenbauliche Bedarfsnorm, so lässt sich anhand der Daten in Tabelle 1 kein Hinweis auf eine unzureichende P-Versorgung bei einer bestimmten Intensitätsstufe ableiten.

Selbst bei identischer Nutzungsintensität streuten die Einzelwerte generell stark um die jeweiligen Mittelwerte (Tab.1). Bildet man die Variationskoeffizienten der Mittelwerte der einzelnen Nutzungsintensitäten (Standardabweichung relativ zum jeweiligen Mittel), stellt man fest, dass diese mit steigender Nutzungsintensität immer kleiner werden, während die Mittelwerte mit steigender Nutzungsintensität zunehmen.

Ein Teil der Streuung der P-Gehalte um die Mittelwerte einer Nutzungsintensitätsklasse ließ sich – zumindest bei Vierschnittwiesen – sowohl auf unterschiedliche Grünlandanbauggebiete als auch auf unterschiedliche Wiesentypen zurückführen. Hinsichtlich der Wiesentypen fielen Wiesen mit hohem Anteil an Wiesenfuchsschwanz durch signifikant niedrigere P-Gehalte, aber auch niedrigere P-Abfuhr gegenüber Wiesen mit höherem Weidelgras- bzw. Kräuteranteil auf. Damit werden u.a. frühere bayerische Untersuchungen (RIEDER 1983, 1985) auf Basis von mineralisch gedüngten Exaktversuchen bestätigt, aus denen hervorgeht, dass neben der Nutzungshäufigkeit auch der Wiesentyp Einfluss auf den Ertrag, die Futterqualität und die Nährstoffabfuhr hat.

Tabelle 1: P-Gehalte [in g/kg Trockenmasse (TM)] im Jahresverlauf und im nach Ertragsanteil der Aufwüchse gewichteten Jahresmittel bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands (Mittel 2009-2014; ± Standardabweichung ¹⁾)

Aufwuchs	Nutzungsintensität (Schnitte a-1)											
	1		2		3		4		5		6	
1.	2,28	± 0,85	2,72	± 0,85	3,22	± 0,96	3,70	± 0,82	4,02	± 1,00	3,92	± 0,85
2.			3,33	± 1,18	3,48	± 0,85	3,69	± 0,80	4,03	± 0,78	4,56	± 0,83
3.					4,13	± 1,23	4,10	± 0,95	4,07	± 0,81	4,08	± 0,93
4.							4,42	± 1,01	4,46	± 0,91	4,47	± 0,70
5.									4,80	± 1,07	4,62	± 0,93
6.											5,00	± 1,08
Δ A. 1-6	-		0,61		0,91		0,73		0,78		1,08	
Ø	2,28	± 0,85 e	2,88	± 0,90 d	3,47	± 0,76 c	3,87	± 0,67 b	4,20	± 0,65 a	4,32	± 0,57 a
n 2)	18		62		131		176		122		28	

1) Unterschiedliche Buchstaben unter der Standardabweichung bedeuten signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen (SNK-Test bei Δ =0,05)

2) Anzahl (n) bedeutet die Anzahl der vollständigen Schnittproben in den sechs Jahren 2009-2014; so lagen z.B. bei Vierschnittwiesen 176 vollständige Ertragserfassungen im Untersuchungszeitraum vor.

Tabelle 2: N- und P-Gehalte [in g/kg TM] im ersten Aufwuchs von Grünlandbeständen in Abhängigkeit vom Schnittdatum – hier: Grünland mit drei bis sechs Schnitten pro Jahr (Mittel 2009-2014; ± Standardabweichung)

	Schnittzeitraum 1. Aufwuchs											
	20.-30. April		1.-10. Mai		11.-20. Mai		21.-31. Mai		1.-10. Juni		11.-20. Juni	
n	29		160		163		44		36		20	
N-Gehalt	27,0	± 3,7	26,3	± 4,2	24,1	± 5,3	22,9	± 4,6	17,5	± 3,9	18,3	± 7,1
P-Gehalt	3,65	± 0,77	4,02	± 0,94	3,70	± 0,86	3,54	± 0,91	2,74	± 0,71	2,86	± 0,98
N:P	7,6	± 1,8	6,8	± 1,4	6,7	± 1,4	6,7	± 1,3	6,6	± 1,4	6,5	± 1,2

Im Bereich mittelintensiver bis sehr intensiver Schnittnutzung (d.h. 3-6 Aufwüchse pro Jahr) wurden beim ersten Schnitt im Mittel etwa 3,2 bis 4,0 g P/ha im Futter gemessen (Tab. 1). P-Gehalte von über 4 g P/kg TM standen dabei in engem Zusammenhang mit einem Schnitt in der ersten Maidekade (Tab. 2). In diesem

Zeitraum wurden auch Rohproteingehalte ($XP = N \times 6,25$) von rund 165 g/kg TM gemessen. Anfang Juni sind dagegen die P-Konzentrationen auf deutlich weit unter 3,0 g P/kg TM bzw. die Rohproteingehalte unter 110 g XP/kg TM abgesunken. Das N:P-Verhältnis wiederum blieb über einen langen Zeitraum hinweg ähnlich (Tab. 2).

Die Pflanzenanalysen weisen auf eine gute Versorgung des bayerischen Grünlands mit Phosphor hin. Rund 82 % der untersuchten, kurz vor dem jeweiligen Schnitt genommenen 2000 Aufwüchse erreichten Konzentrationen von über 3,0 g P/kg TM und zeigen damit eine optimale bis hohe P-Versorgung an (Tab. 3). Nur bei insgesamt etwa 2 % der Proben lag ein ausgesprochener P-Mangel vor, dies jedoch fast nur bei den Ein- bis Zweischnittwiesen. Möglicherweise wird ein Großteil dieser Wiesen selten oder nie gedüngt. Andererseits erreichten die Aufwüchse von Grünlandbeständen mit fünf und sechs Schnittnutzungen pro Jahr in mehr als der Hälfte bzw. knapp zwei Drittel der Fälle P-Gehalte über 4,0 g P/kg TM (Tab. 3).

Tabelle 3: Eingruppierung der P-Gehalte bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten

Nutzungsintensität (Schnitte a ⁻¹)	Proben (n)	Anteil in Prozent der Proben (gerundet)			
		≤ 2,0 g P/kg TM „Mangel“	2,0 – 3,0 g P/kg TM „niedrig“	> 3,0 - ≤ 4,0 g P/kg TM „optimal“	> 4,0 g P/kg TM „hoch“
1	18	44	44	6	6
2	122	16	37	29	18
3	390	3	28	37	31
4	694	0	14	41	44
5	609	0	8	34	58
6	167	1	4	30	65
Mittel		2	16	36	46
(Σ Proben)	(2000)	(846)	(316)	(724)	(914)

Tabelle 4: P-Gehaltsklassen in Abhängigkeit der P-Versorgung des Bodens bei Grünlandbeständen mit 3-6 Schnitten pro Jahr (1838 Proben)

P-Gehalt Boden (mg CAL-P ₂ O ₅ pro 100 g Boden)	Anteil in Prozent der Gesamtprobenzahl (gerundet)				Summe
	≤ 2,0 g P/kg TM „Mangel“	2,0 – 3,0 g P/kg TM „niedrig“	> 3,0 - ≤ 4,0 g P/kg TM „optimal“	> 4,0 g P/kg TM „hoch“	
< 5	< 1	2	2	1	5
5 - < 10	< 1	7	14	11	32
10 - < 15	< 1	4	12	17	32
15 - < 20	< 1	1	5	6	11
20 - < 25	0	< 1	2	6	8
≥ 25	0	< 1	3	8	11
Summe	1	14	37	48	100

Im Bereich einer mittel- bis hochintensiven Nutzung, d.h. im Bereich von drei bis sechs Schnitten pro Jahr, erreichten insgesamt rund 37 % aller Aufwüchse P-Konzentrationen zwischen 3,0 und 4,0 g P/kg TM, bei weiteren 48 % liegen die P-Gehalte sogar darüber; nur rund 15 % der Aufwüchse lassen bei P-Gehalten unter 3,0 g/kg TM vermuten, dass hier die P-Versorgung während des Wachstums suboptimal war (Tab. 4).

Die offensichtlich nach Pflanzenanalyse gute P-Versorgung ist auch deshalb bemerkenswert, da dies in einem gewissen Widerspruch mit den P-Gehaltswerten des Bodens steht. So lagen die Phosphatgehalte bei etwa der Hälfte der im Projekt untersuchten Flächen unterhalb der Versorgungsklasse „C“ (10-20 mg

CAL-P₂O₅/100 g Boden). Auch gesamt-bayerische Auswertungen von Bodenuntersuchungsergebnissen (LfL, 2015) zeigen einen ähnlich hohen Anteil von Proben unterhalb der Versorgungsklasse „C“.

Bei den drei- bis sechsmal pro Jahr geschnittenen Projektflächen wiesen mehr als zwei Drittel der Böden eine Bodenversorgung unter 15 mg CAL-P₂O₅, jedoch überwiegend optimale bis hohe P-Gehalte im Pflanzenmaterial auf; ein (klarer) Trend, dass optimal-hohe P-Gehalte von Grünlandaufwüchsen an entsprechende P_{CAL}-Gehalte im Oberboden gekoppelt waren, ließ sich nicht ersehen (Tab. 4). Auch bei den TM-Erträgen (hier nicht eigens dargestellt) zeigte sich keine klare Beziehung zur P_{CAL}-Versorgung des Bodens.

Schlussfolgerungen

Für die Ableitung von Faustzahlen ist eine Abstufung mittlerer P-Gehalte nach der Nutzungsintensität gerechtfertigt. Eine große Streuung der Nährstoffgehalte sowie der Erträge bei gleicher Nutzungsintensität ist aber auch ein deutlicher Hinweis, dass Faustzahlen einzelbetriebliche Gegebenheiten und Jahreseffekte nur näherungsweise widerspiegeln können und demnach regelmäßige Ertrags- und Futteranalysen der Betriebe nicht ersetzen können. Hierbei ist gerade eine realistische Einschätzung der geernteten und vom Tier verwerteten Erträge eine große Herausforderung für die Zukunft – dies auch im Zusammenhang mit den Vorgaben des Entwurfs der neuen Düngeverordnung (BMEL, 2015).

Auf der Basis von Pflanzenanalysen weist das bayerische Grünland weitestgehend eine gute P-Versorgung auf. Dies steht in gewissem Kontrast zu den Ergebnissen der Bodenanalysen. Daraus ergeben sich Anhaltspunkte zu einer Diskussion über eine fachlich begründete Anpassung der P-Gehaltsklassen (VDLUFA, 2015) von Böden.

Die Ergebnisse des sechsjährigen Projekts sind ein Beitrag zur Validierung von bayerischen Faustzahlen und auch Diskussionsgrundlage für eine ggf. künftig länderübergreifende Abstimmung zu Fragen der Grünlanddüngung.

Literatur

AMBERGER, A. (1996): Pflanzenernährung, 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

BMEL (2015): Verordnungsentwurf des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen, Stand 16.12.2015.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S. (2013): Phosphor im Grünland – Ergebnisse vom Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen und von Düngungsversuchen. Tagungsband des 18. Alpenländischen Expertenforums 2013, 17-24. Lehr und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

GREINER, B., SCHUPPENIES, R., HERTWIG, F., HOCHBERG, H., RIEHL, G. (2010): Ergebnisse aus zwölfjährigen Phosphor- und Kaliumdüngungsversuchen auf Grünland. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 66, 157-158, Kongressband 2010 Kiel, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

HEINZ S., RASCHBACHER S., DIEPOLDER, M., KUHN G. (2016): Erweitertes Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen. Abschlussbericht an das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, März 2016 (unveröffentlicht). 1-107.

LfL, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2014): Bodenuntersuchung pH-Wert, Phosphat, Kali, Magnesium 2008-2013, Bayern-Übersicht untergliedert nach Regierungsbezirken – Grünland. Internetbeitrag <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032397/index.php>.

LfL, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2015): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Schafe, Ziegen. 38. Auflage 2015. LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

RIEDER, J. B. (1983): Dauergrünland. BLV-Verlagsgesellschaft München.

RIEDER, J. B. (1985): Der Einfluss steigender Düngung und steigender Nutzungshäufigkeit auf Ertrag und Qualität unterschiedlicher Grünlandbestände in Bayern – Bericht über das Versuchsvorhaben, 1-67. In: Pflanzenbauversuche in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP/Hsg.), Freising.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (2015): Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung – Anpassung der Richtwerte für die Gehaltsklassen ist geboten und notwendig. Positionspapier des VDLUFA, 1-9.

VOIGTLÄNDER, G., JAKOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Verlag Stuttgart.