

Ergebnisse eines P-Düngungsversuchs zu Grünland im Allgäuer Alpenvorland

Diepolder, M. und Raschbacher, S.
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL),
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB)
Lange Point 12, 85354 Freising
michael.diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung

Phosphor ist für die Pflanze und das Tier ein lebenswichtiges Element. Im 2003 angelegten Langzeitversuch wird untersucht, welchen Einfluss eine Düngung mit unterschiedlichen Phosphatformen und Phosphatmengen auf den CAL-Phosphatgehalt des Bodens, die Qualität des Pflanzenbestands (Futterwertzahl), den Trockenmasse-Ertrag und den mittleren P-Gehalt im Futter hat, speziell wenn die Bodenuntersuchung zu Versuchsbeginn nur eine niedrige Phosphatversorgung (Gehaltsklasse B) aufweist.

Ebenfalls soll der Versuch dazu beitragen, bestehende Faustzahlen (Wendland *et al.* 2012) zur Kalkulation der P-Abfuhr bzw. der P-Düngung von Wirtschaftsgrünland in niederschlagsreichen Gunstlagen zu überprüfen bzw. weiter zu optimieren.

Material und Methoden

Der Versuch wird im Allgäuer Alpenvorland am Spitalhof/Kempton (730 m über NN; mittlerer jährlicher Niederschlag 1.300 mm) auf einer natürlichen Weidelgraswiese mit vier Schnitten durchgeführt. Als Bodentyp liegt eine Braunerde-Parabraunerde vor, Bodenart ist schluffiger Lehm. Der Humusgehalt in 0–10 cm Tiefe beträgt 7,3 %, der pH-Wert liegt mit 4,9 im sehr sauren Bereich (im Unterboden pH 5,3–5,5).

Die 8 Varianten, welche im Exaktversuch vierfach wiederholt sind, zeigt Tabelle 1. Neben einer Kontrollvariante ohne P-Düngung (1) und einer Güllevariante (8) erfolgte bei sechs weiteren Versuchsgliedern (2–7) die Düngung ausschließlich mineralisch.

Tabelle 1: Düngevarianten [Nährstoffangaben in kg/ha]

Variante		P ₂ O ₅	N	K ₂ O
1	Ohne P-Düngung (Kontrolle)	0		
2	Superphosphat	50	4 x 50 als KAS	300 zum 1. Aufw. als Kornkai
3	zum 1. Aufwuchs	100		
4	Novaphosphat	50		
5	zum 1. Aufwuchs	100		
6	Weicherdiges Rohphosphat	50		
7	zum 1. Aufwuchs	100		
8	4x25 m ³ Gülle (4,6 % TS, Prallteller)	4 x 25	4 x 63	4 x 68

Es werden drei P-Düngerarten mit unterschiedlichem Aufschluss bzw. unterschiedlicher Löslichkeit in je zwei P-Stufen geprüft. Dabei beträgt die Düngung der reduzierten Stufe (50 kg P₂O₅/ha) die Hälfte der für diesen Standort vor Versuchsbeginn nach Faustzahlen veranschlagten P-Abfuhr.

Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse des ersten Versuchszeitraums 2003–2009 dargestellt und diskutiert.

Qualität der Pflanzenbestände

Alle P-gedüngten Varianten wiesen einen etwas höheren Grasanteil (Tabelle 2) und damit auch eine etwas höhere Futterwertzahl (Tabelle 3) als die Variante, bei der langjährig kein Phosphat gedüngt wurde auf.

Die theoretisch maximale Futterwertzahl eines Bestandes von 8,0 wird in der Praxis im Dauergrünland kaum erreicht. Die mittleren Futterwertzahlen (Tabelle 3) aller acht Varianten (FWZ 6,7–7,0) zeigen somit pflanzenbaulich hochwertige Bestände.

Zwischen den P-gedüngten Varianten zeichneten sich bisher keine eindeutigen Trends in der Bestandszusammensetzung und damit in der Futterwertzahl ab. Eine gewisse Ausnahme bildete hierbei die Güllevariante, die etwas mehr Klee (6 %) gegenüber den übrigen Varianten (1–2 % Klee) aufwies.

Tabelle 2: Botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände (nach Klapp und Stählin 1936) in Abhängigkeit von der Höhe der P-Düngung; Mittel der Jahre 2003, 2006, 2010

	Artenzahl	Prozent in der Frischmasse 1. Aufwuchs				
		Deutsches Weidelgr.	Gem. Rispe	Σ Gräser	Σ Kräuter	Σ Leguminosen
P ₀	15,4	59	8	72	26	2
P ₅₀ [Ø Var. 2, 4, 6]	16,2	63	9	77	22	1
P ₁₀₀ [Ø Var 3., 5, 7]	15,7	64	8	78	20	2
P _{Gülle}	14,8	57	11	74	20	6

Tabelle 3: Mittlere Futterwertzahl (FWZ) der Varianten, Trockenmasse-Ertrag, und mittlerer Rohprotein (XP)- und P-Gehalte im Aufwuchs

Variante		Ø FWZ ¹⁾	TM-Ertrag ²⁾ (dt TM/ha)	Ø XP ³⁾ (g/kg TM)	Ø P ³⁾
1	Kontrolle	6,74	101,6	163	2,95
2	P ₅₀ Super	6,97	110,4	156	3,85
3	P ₁₀₀ Super	6,99	112,9	156	4,16
4	P ₅₀ Nova	6,90	110,1	154	3,43
5	P ₁₀₀ Nova	6,99	112,0	151	3,82
6	P ₅₀ w. Roh	6,82	109,5	159	3,41
7	P ₁₀₀ w. Roh	6,95	111,5	153	3,58
8	P ₁₀₀ Gülle	6,92	109,6	165	3,72

¹⁾ Mittel aus Bonituren von 3 Jahren, Futterwertzahl nach Klapp *et al.* 1953

²⁾ Mittel aus 7 Jahren; GD_{5%} = 4,7 dt/ha

³⁾ Mittel aus 6 Untersuchungsjahren, Ertragsanteile der Schnitte berücksichtigt

Trockenmasse-Erträge

Gegenüber einer mineralischen P-Düngung im Bereich der P-Abfuhr (P₁₀₀) führte fehlende P-Düngung (P₀) zu signifikanten Einbußen beim TM-Ertrag in Höhe von 10–11 dt TM/ha (Tabelle 3) was im Mittel rund 9 Prozent Minderertrag entspricht.

Ab dem vierten Versuchsjahr (2006) wurden die Ertragseinbußen bei fehlender P-Düngung besonders deutlich, wobei sich jedoch im Untersuchungszeitraum kein Trend zu kontinuierlich ansteigenden Ertragsdifferenzen zwischen der ungedüngten Kontrolle (P₀) und den mit Phosphor gedüngten Varianten abzeichnete (Abbildung 1).

Auch führte im Untersuchungszeitraum eine stark reduzierte P-Düngung (ca. 50 % der P-Abfuhr) gegenüber einer P-Düngung im Bereich der P-Abfuhr nicht zu signifikanten Mindererträgen, die Ertragseinbußen lagen mit nur ca. 2 dt TM/ha weit unter einem Signifikanzbereich von knapp 5 dt TM/ha (Tabelle 3). Während des gesamten Untersuchungszeitraums lagen die TM-Erträge der beiden stark unterschiedlichen P-Düngungsniveaus bemerkenswert eng zusammen (Abbildung 1).

Zwischen den unterschiedlichen P-Düngerformen (Superphosphat, Novaphos, Rohphosphat) bestanden ebenfalls keine signifikanten Ertragsunterschiede. Im Versuch wurden auf dem relativ sauren Standort (pH etwas unter 5,0 in 0–10 cm Tiefe) mit weicherdigem Rohphosphat (Var. 6 und 7) die gleichen TM-Erträgen erzielt wie bei chemisch teil- (Var. 4 und 5) bzw. vollaufgeschlossenem (Var. 2 und 3) Phosphat.

Trotz einer deutlichen Unterschreitung des für diese Bodenart nach Faustzahlen angegebenen optimalen pH-Bereichs (5,6–5,9) zeigten alle Varianten hochwertige Pflanzenbestände und Erträge.

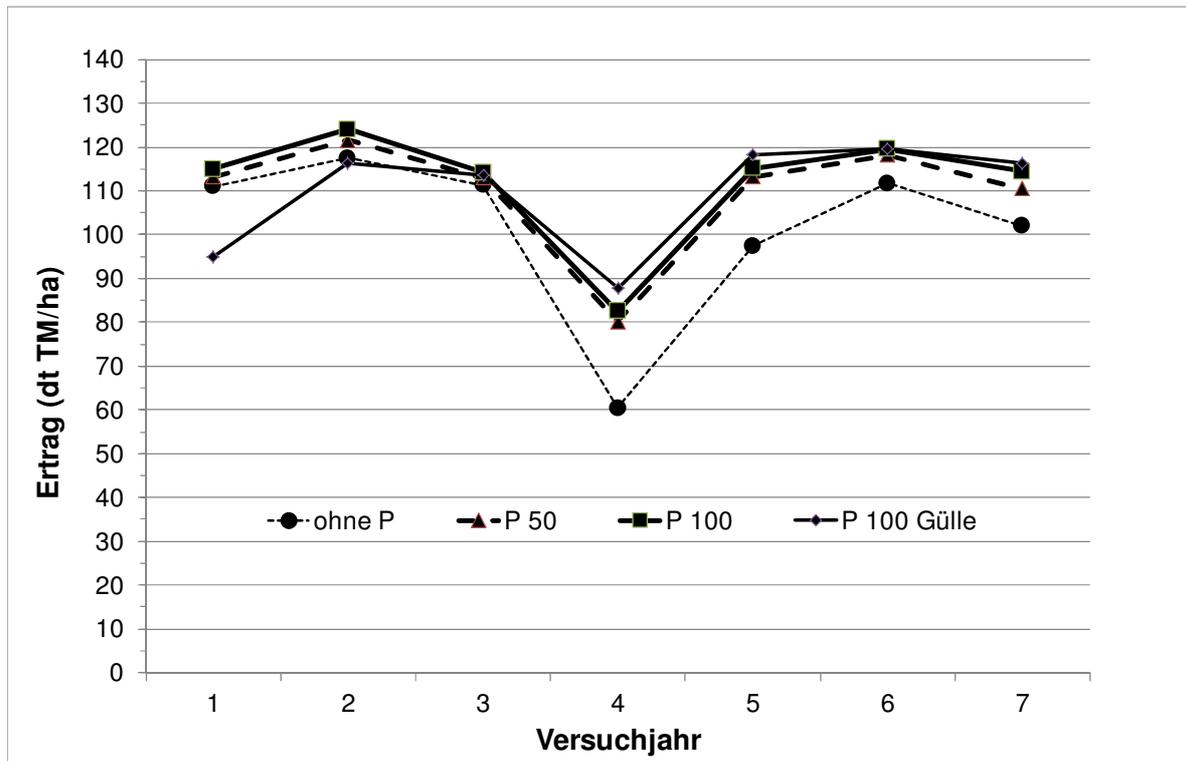


Abbildung 1: Entwicklung der TM-Erträge bei unterschiedlicher Höhe der P-Düngung ($P_{50} = \emptyset$ Varianten 2, 4, 6; $P_{100} = \emptyset$ Varianten 3, 5, 7; zudem P_{100} über Gülle)

Mittlere Rohprotein- und Phosphorgehalte

Bei mineralischer P-Düngung (Var. 2–6) wurde der mittlere Rohproteingehalt weder von der Art des P-Düngers noch von der P-Menge beeinflusst. In der Tendenz wiesen die ungedüngte, ertragsschwächere Kontrollvariante (Konzentrationseffekt) und die etwas kleereichere Güllevariante leicht höhere Rohproteingehalte auf (Tabelle 3).

Bei fehlender P-Düngung wurden knapp 3,0 g P/kg TM im Futter erreicht. Dagegen lagen bei den P-gedüngten Varianten die mittleren P-Gehalte im Futter bei 3,4–4,2 g/kg TM (Tabelle 3, rechts).

Im Trend stiegen die P-Gehalte im Futter mit zunehmender Höhe der P-Düngung sowie zunehmender Wasserlöslichkeit des P-Düngers an. Allerdings bewegten sich dabei die Unterschiede in einem relativ engen Bereich. So brachte eine Verdopplung der P-Düngung nur eine Anhebung der mittleren P-Gehalte um 0,2–0,4 g P/kg TM. Bei der Variante mit Gülledüngung wurden 3,7 g/kg TM gemessen.

Aus pflanzenbaulicher und futterbaulicher Sicht (Milchviehfütterung) sind P-Gehalte von rund 3,0 g/kg TM ausreichend. Somit führte im bisherigen Untersuchungszeitraum eine stark reduzierte P-Düngung (Var. 2, 4, 6) weder zu relevanten Ertrags- noch zu relevanten Qualitätseinbußen.

P-Abfuhr und Phosphatgehalte im Boden

Im siebenjährigen Durchschnitt wurde im Versuchsmittel (hier ohne die Kontrollvariante) bei einem Ertragsniveau von 111 dt TM/ha bei verlustloser Ernte und vier Schnitten pro Jahr eine mittlere P-Abfuhr in Höhe von 41 kg P/ha bzw. rund 95 kg P_2O_5 erreicht.

Erhebliche P-Mengen können am Spitalhof vom Boden selbst nachgeliefert werden, dies zeigt die Kontrollvariante (1) ohne P-Düngung, bei der mit dem Futter durchschnittlich rund 70 kg P₂O₅ (30 kg P/ha) mit dem Erntegut abgefahren wurden (Tabelle 4).

Tabelle 4: Kalkulierte P-Abfuhr¹⁾ und mittlere CAL-Phosphatgehalte in 0–5, 5–10 und 10–20 cm Tiefe²⁾

Variante	P-Abfuhr _{kalkuliert} (kg P ₂ O ₅ /dt TM)	CAL-Phosphatgehalt _{Boden} (mg P ₂ O ₅ /100 g B.)		
		0–5 cm	5–10 cm	10–20 cm
1 Kontrolle	69	7	5	4
2 P ₅₀ Super	97	11	7	4
3 P ₁₀₀ Super	108	14	9	5
4 P ₅₀ Nova	86	9	6	4
5 P ₁₀₀ Nova	98	12	7	4
6 P ₅₀ w. Roh	86	9	5	3
7 P ₁₀₀ w. Roh	91	11	6	4
8 P ₁₀₀ Gülle	93	11	7	4

¹⁾ Kalkuliert aus mittlerem Ertrag und mittlerem P-Gehalt,

²⁾ Mittel aus 12 Bodenprobennahmen im 7-jährigen Untersuchungszeitraum

Auch Rohphosphat wurde auf dem sauren Boden im Vergleich zur Kontrollvariante in P-Ertrag umgesetzt, wenngleich nicht ganz die Werte von voll- bzw. teilaufgeschlossenem P-Düngern erreicht wurden (Tabelle 4). Bei einer Verdoppelung der P-Düngung um 50 kg P₂O₅/ha auf Höhe der ungefähren P-Abfuhr wurden nur rund 5–12 kg mehr Phosphat abgefahren.

Höhe und Form der P-Düngung wirkten sich auf die mittleren CAL-Gehalte im Oberboden, speziell in 0–5 cm Tiefe aus. Ab 10 cm Tiefe wurden keine Unterschiede mehr gemessen (Tabelle 4). Selbst bei fehlender bzw. stark reduzierter P-Düngung ließ sich bisher kein Trend weiter abnehmender P-Gehalte des Bodens im Oberboden feststellen.

Schlussfolgerungen

Auch bei niedriger P-Versorgung des Bodens (Gehaltsklasse B) können in weidelgrasreichen Gunstlagen hohe Erträge sowie für die Pflanzen- bzw. Tierernährung optimale P-Gehalte erzielt werden. Dies auch, wenn die jährlich zugeführte P-Düngung deutlich unter der mehrjährigen P-Abfuhr durch das Erntegut liegt.

Hinweis: Ein weiterer bayerischer P-Düngungsversuch auf einem anderen Standort ist im gleichen Tagungsband enthalten.

Literatur

- Klapp, E. und Stählin, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes, *Buch*, Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- Klapp, E., Boeker, P., König, F. und Stählin, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Verlag Schaper, Hannover. Das Grünland 5: 2 S.
- Wendland, M., Diepolder, M. und Capriel, P. (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. 10. unveränderte Auflage 2012 (mit aktualisiertem Anhang). *LfL-Information*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weihenstephan.