P-DÜNGUNG: WIE HOCH SOLLTE SIE SEIN?

Dr. Michael Diepolder und Sven Raschbacher · Freising

Phosphor (P) ist für Pflanze und Tier ein lebenswichtiges Element und steht aktuell im Fokus von Gewässerschutz und Düngeverordnung. Zwei Düngungsversuche haben gezeigt, 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.

Die Bodenuntersuchung zu Versuchsbeginn wies nur eine Phosphatversorgung von deutlich unter 10 mg CAL-P_2O_5 pro 100 g Boden auf.

Ein Versuch wird seit 2003 im Allgäuer Alpenvorland am Spitalhof/Kempten (730 m über NN; mittlerer jährlicher Niederschlag 1.300 mm) auf einer natürlichen weidelgrasbetonten Wiese mit vier Schnitten durchgeführt. Als Bodentyp liegt eine Braunerde-Parabraunerde auf einer würmeiszeitlichen Jungmoräne vor, Bodenart ist schluffiger Lehm. Der Humusgehalt in 0–10 cm Tiefe beträgt 7,3 %, der pH $CaCl_2$-Wert liegt mit 4,9 im sehr sauren Bereich (im Unterboden pH 5,3–5,5). Zu Versuchsbeginn lagen die Nährstoffgehalte des Bodens bei 7 mg P_2O_{5CAL}, bzw. 12 mg K_2O_{CAL} pro 100 g Boden.

Tab. 1: Düngevarianten im Langzeitversuch (Nährstoffangaben in kg/ha)

Variante	P_2O_5	N	K_2O
1 Ohne P-Düngung (Kontrolle)	0	4 x 50 als KAS	300 zum 1. Aufwuchs als Kornkali
2 Superphosphat	50		
3 zum 1. Aufwuchs	100		
4 Teilaufgeschlossenes Phosphat[1)]	50		
5 zum 1. Aufwuchs	100		
6 Weicherdiges Rohphosphat[1)]	50		
7 zum 1. Aufwuchs	100		
8[2)] 4 x 25 m³/ha Rindergülle (4,6 % TS, Prallteller)	4 x 25	4 x 63	4 x 68

1) Am Spitalhof „Novaphos", in Maierhofen; „Novaphos" und „Cederan"
2) Güllevariante 8: Nur am Standort Spitalhof

Tab. 2: Botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände in Abhängigkeit von der Höhe der P-Düngung

			Anteil in der Frischmasse 1. Aufwuchs													
	Artenzahl		Dt. Weidelgras		Gemeine Rispe		Wiesenfuchs-schwanz		Knaulgras		Summe Gräser		Summe Kräuter		Summe Leguminosen	
Variante	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M
P_0	15	25	59	<1	8	<1	<1	14	<1	8	72	44	26	48	2	8
P_{50}	16	23	63	<1	9	<1	<1	24	<1	10	77	56	22	37	1	7
P_{100}	16	21	64	<1	8	<1	<1	29	<1	11	78	61	20	32	2	7
$P_{Gülle}$	15	–	57	–	11	–	<1	–	<1	–	74	–	20	–	8	–

Spitalhof (S): Mittel der Jahre 2003, 2006, 2010; Maierhofen (M): Mittel 2003, 2005, 2007, 2010; in Maierhofen keine Gülle (–)

Der zweite Versuch wurde von 2003 bis 2010 in Maierhofen im westlichen Vorwald des Bayerischen Waldes im Landkreis Straubing (450 m über NN; mittlerer jährlicher Niederschlag 850 mm) auf einer Wiesenfuchsschwanzwiese mit i. d. R. vier Schnitten pro Jahr durchgeführt. Aufgrund von Trockenschäden des Versuchs im Jahr 2003 wurde dieses bei der Auswertung der Erträge, XP- und P-Gehalte von der Verrechnung ausgeschlossen. Als Bodentyp liegt ein Ranker auf Tiefengestein vor, Bodenart ist sandiger Lehm. Zu Versuchsbeginn lagen in 0–10 cm Tiefe ein Humusgehalt von 3,5 %, ein pH $CaCl_2$-Wert von ca. 5,0 sowie pro 100 g Boden Nährstoffgehalte von 5 mg P_2O_5 CAL, 8 mg K_2O CAL und 16 mg Mg $CaCl_2$ vor.

So sah die Düngung aus

Neben einer Kontrollvariante (1) ohne P-Düngung und einer Güllevariante (8; nur Allgäuer Standort Spitalhof) erfolgte die P-Düngung bei sechs weiteren Versuchsgliedern (2–7) ausschließlich mineralisch (Tab. 1). Es wurden drei P-Düngerarten (Super-P, teilaufgeschlossenes P, weicherdiges Rohphosphat) mit unterschiedlichem Aufschluss bzw. unterschiedlicher Löslichkeit in je zwei P-Stufen geprüft (Tab. 1). Dabei beträgt die Düngung der reduzierten Stufe (50 kg P_2O_5/ha) rund zwei Drittel der Menge an P, die gemäß Faustzahlen von der Fläche abgefahren werden.

Effekte auf Pflanzen und Futter

Die botanische Ausprägung der Pflanzenbestände unterscheidet sich auf beiden Standorten deutlich voneinander. Dies betrifft sowohl die Artenzahl als auch die Anteile an Gräsern, Kräutern und Leguminosen in der Frischmasse (Tab. 2).

Die Höhe der P-Düngung beeinflusste die Artenzahl, den Gräser- bzw. Kräuteranteil und den Anteil des Leitgrases in der Frischmasse in Maierhofen stärker als am Spitalhof (Tab. 2). Die nur am Spitalhof vorhandene Güllevariante weist einen gegenüber den Varianten mit rein mineralischer Düngung etwas höheren Leguminosen- sowie einen leicht geringeren Gräseranteil auf.

Aus futterbaulich-botanischer Sicht liegt am Spitalhof ein gegenüber Maierhofen hochwertigerer Pflanzenbestand vor, dies geht aus dem Vergleich der mittleren Futterwertzahlen (Ø FWZ, Tab. 3) hervor. Auf beiden Standorten hatte fehlende P-Düngung (P0) eine niedrigere FWZ gegenüber den P-gedüngten Varianten zur Folge. Während jedoch am Spitalhof unterschiedliche P-Mengen bzw. P-Formen kaum zu einer Differenzierung der FWZ führten, war in Maierhofen zumindest im Trend bei zwei P-Formen ein leichter Anstieg der FZW von P_{50} zu P_{100} erkennbar (Tab. 3). Beide Standorte zeigen insgesamt ein sehr hohes Ertragsniveau (Tab. 3) bei hochwertigen Pflanzenbeständen – trotz der

Tab. 3: Mittlere Futterwertzahl (FWZ), Trockenmasse-Ertrag, mittlerer Rohprotein (XP)- und P-Gehalt im Aufwuchs

Variante	Ø FWZ[1)]		TM-Ertrag[2)] (dt TM/ha)		Ø XP[3)] (g/kg TM)		Ø P[3)] (g/kg TM)	
	S	M	S	M	S	M	S	M
1 Kontrolle	6,7	5,8	102	98	163	149	3,0	2,4
2 P_{50} Super-P	7,0	5,9	110	113	156	148	3,9	3,1
3 P_{100} Super-P	7,0	6,3	112	117	156	143	4,2	3,5
4 P_{50} teilaufg. P	6,9	6,3	110	113	154	143	3,4	3,1
5 P_{100} teilaufg. P	7,0	6,3	112	122	151	146	3,8	3,3
6 P_{50} weicherd. Roh-P	6,8	6,0	110	118	159	147	3,4	3,0
7 P_{100} weicherd. Roh-P	7,0	6,3	112	118	153	146	3,6	3,0
8 P_{100} Gülle	6,9	–	110	–	165	–	3,7	–

1) Futterwertzahl: 1 = sehr gering, 8 = sehr hoch; Mehrjährige Bonituren im ersten Aufwuchs, Mittel von 3 (S) bzw. 4 (M) Jahren
2) Mittel aus 7 (S, M) Jahren; Grenzdifferenz (GD 5 %) = knapp 5 dt/ha
3) Mittel aus 6 (S) bzw 7 (M) Jahren, Ertragsanteile der Schnitte berücksichtigt

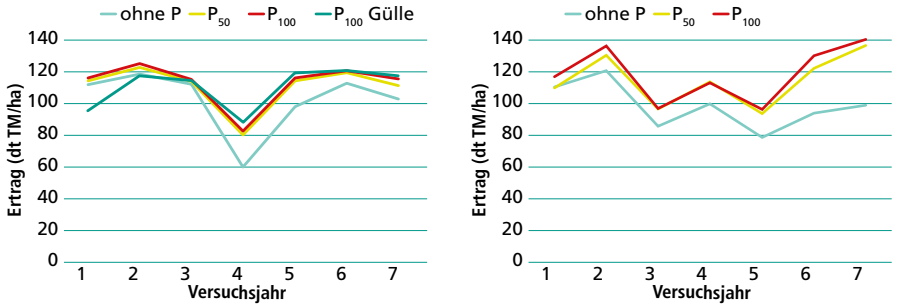
Bestellen Sie die neue
DSV Ökosaatgut Broschüre unter
www.dsv-saaten.de

sehr sauren Bodenverhältnisse um ca. pH 5,0. An beiden Orten schwankten die TM-Erträge zwischen den einzelnen Jahren stark (Abb. 1, 2), wobei fehlende P-Düngung meist zu deutlichen Ertragseinbußen führte. Die Differenz zwischen P_0 und $P_{gedüngt}$ fiel in Maierhofen höher als am Spitalhof aus und nahm zudem auf dem Standort im Bayer. Wald im Zeitverlauf eher zu (Abb. 1, 2). Zwischen P_{50} und P_{100} zeigten sich dagegen keine (Abb. 1) bzw. nur geringfügige (Abb. 2) Ertragsunterschiede.

Am Spitalhof waren bei den P-gedüngten Varianten (Var. 2–8) weder hinsichtlich der P-Menge noch der P-Form signifikante Ertragsunterschiede zu beobachten (Tab. 3). Im siebenjährigen Mittel lag der TM-Ertrag bei fehlender P-Düngung (P_0) um durchschnittlich 9 % niedriger als bei einer Düngung mit 100 kg P_2O_5/ha (P_{100}). Dieser Unterschied war in Maierhofen mit rund 17 % fast doppelt so hoch. Zudem wurden auf diesem Standort bei voll- bzw. teilaufgeschlossenem Phosphat bei der höheren Düngerstufe signifikant höhere TM-Erträge erzielt (Tab. 3), was jedoch nicht für Rohphosphat zutraf.

Auf der Weidelgraswiese am Spitalhof wurden bei gleicher Nutzungsintensität und weitgehend ähnlichen TM-Erträgen höhere Rohprotein- und P-Gehalte als auf der Wiesenfuchsschwanzwiese in Maierhofen gemessen (Tab. 3). Dies ist ein Hinweis darauf, dass aus rein fachlicher Sicht auch der Wiesentyp idealerweise bei der Düngebedarfsermittlung im Grünland Berücksichtigung finden sollte, wie es u.a. in Bayern bis 2017 der Fall war.

Abb. 1, 2: Entwicklungen der TM-Erträge bei unterschiedlicher Höhe der P-Düngung



(P_{50} = Ø Varianten 2, 4, 6; P_{100} = Ø Varianten 3, 5, 7; zudem P_{100} über Gülle) an den Standorten Spitalhof (Abb. 1, links) und Maierhofen (Abb. 2, rechts)

Während sich auf beiden Standorten kein direkter Zusammenhang zwischen der P-Versorgung und dem Rohproteingehalt ableiten lässt, zeigen sich teilweise deutliche Effekte der Art und Höhe der P-Düngung auf den mittleren P-Gehalt im Futter: Dieser lag auf beiden Standorten bei Kontrollvariante 1 (P_0) deutlich unter dem Wert der P-gedüngten Varianten. In Maierhofen wurde im Falle fehlender P-Düngung ein hinsichtlich Pflanzen- und Tierernährung gewünschter Richtwert von ca. 3,0 g P/kg TM deutlich unterschritten (Tab. 3).

Bei den gedüngten Varianten zeigt sich am Spitalhof im Trend eine Zunahme des P-Gehalts in Abhängigkeit von der P-Düngungshöhe und der Wasserlöslichkeit des P-Düngers. Dabei liegen die mittleren P-Gehalte der Aufwüchse bei ca. 3,4–4,2 g P/kg TM (Tab. 3). Auch der Standort Maierhofen zeigt bei einer Spannweite von ca. 3,0–3,5 g P/kg TM im Trend eine Zunahme der P-Gehalte in Abhängigkeit von Wasserlöslichkeit des P-Düngers und der gedüngten P-Menge – letzteres allerdings nicht beim Einsatz von Rohphosphat. Insgesamt ergibt sich damit zwischen P_{50} und P_{100} ein eng begrenzter Effekt (<0,2–0,4 g P/kg TM) der P-Menge auf den P-Gehalt. Auf beiden Standorten wurde bei sauren Bodenverhältnissen (pH ca. 5,0) auch weicherdiges Rohphosphat in P-Ertrag umgesetzt. Allerdings zeigte sich hier bei der höheren Düngungsstufe gegenüber reduzierter Düngung nur eine sehr niedrige bzw. überhaupt keine P-Umsetzung, woraus gerade in Maierhofen ein deutlicher P-Überhang von 20 kg P_2O_5 bei der höheren Düngungsstufe resultierte.

FÜR DAUERGRÜNLAND IST EINE ABSENKUNG DER UNTERGRENZE DER GEHALTSKLASSE „C" GERECHTFERTIGT.

Fazit

Auch bei einer P-Versorgung des Bodens unter 10 mg P_2O_5 CAL/100 g Boden (0–10 cm Tiefe) lassen sich im Dauergrünland hohe TM-Erträge sowie für die Pflanzen- und Tierernährung optimale P-Gehalte erzielen. Dies ist auch dann der Fall, wenn die jährlich zugeführte P-Düngung mehrjährig deutlich unter der P-Abfuhr durch das Erntegut liegt.

Die bayerischen Versuchsergebnisse ergänzen mitteldeutsche Untersuchungen. Sie geben einen Hinweis darauf, dass für Dauergrünland eine Absenkung der Untergrenze der Gehaltsklasse „C" gerechtfertigt ist.

Dr. Michael Diepolder
LfL Freising, Institut für Agrarökologie