



Auswirkung der Düngung auf P-Gehaltswerte im Boden und Futter sowie P-Bilanzen von Grünlandflächen



Themen- und/oder Problembereiche

- Bedeutung des Phosphors für Pflanze, Tier und Mensch
- Niedrige Phosphorgehaltswerte im (österreichischen) Grünland
- Mangelnde Wirksamkeit weicherdiger Rohphosphate bei höheren pH-Werten im Boden
- Eingeschränkte Auswahl an Phosphordüngern für biologisch wirtschaftende bzw. ÖPUL-Verzichtsbetriebe
- Analysenmethodik, „pflanzenverfügbarer“ P, Gehaltsklassenschema, Zuschlagssystem, P-Düngeempfehlungen, P-/P₂O₅-Angaben
- Niedrige Phosphorgehaltswerte im Grundfutter (Rationsgestaltung, Kraftfuttereinsatz, Bedarfswerte ...)
- Erschöpfung der weltweiten Rohphosphatreserven ⇒ Einsatz bzw. Recycling anorganischer und organischer Abfallstoffe (z.B. Pflanzenaschen, Klärschlamm ...)

Material & Methodik

- Langzeitversuche am LFZ Raumberg-Gumpenstein:
 - ⇒ Nährstoffmangelversuch 432 - Anlagejahr 1961 mineralische Düngungsvarianten (NPK), 3-Schnitte/Jahr bis 1997 Thomasphosphat – seither Hyperphosphat
 - ⇒ Ertragsdynamischer Wirtschaftsdüngerversuch 484 – Anlagejahr 1967 mit mineralischen und organischen Düngungsvarianten bis 1993 Thomasphosphat – seither Hyperphosphat
- Feldstudien/Grundfüttererhebungen in Österreich:
 - ⇒ MaB-Projekt (ÖAW) zum Thema „Landschaft und Landwirtschaft im Wandel – das Grünland im Berggebiet Österreichs (1997-2001)
 - ⇒ Österreichweite Silageprojekte (2003/2005/2007/2009)
 - ⇒ Österreichweite Heuprojekte (2010 und 2012)
 - ⇒ Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum

Ertrags- und P-Bilanzierungsdaten - Nährstoffmangelversuch (Ø 1961- 2010)

Einheit	N ₀ P ₀ K ₀	N ₀ P ₂ K ₀	N ₁ P ₀ K ₀	N ₁ P ₂ K ₀	N ₀ P ₀ K ₂	N ₀ P ₁ K ₂	N ₀ P ₂ K ₂	N ₁ P ₀ K ₂	N ₁ P ₁ K ₂	N ₁ P ₂ K ₂
TM-Bruttoertrag dt/ha	29,1	28,7	42,9	42,8	45,3	65,1	69,2	73,3	88,4	93,3
Leguminosen Gew.-%	7,7	3,6	0,6	0,4	14,7	20,6	20,4	2,5	3,4	3,4
P-Zufuhr kg/ha	0	52,3	0	52,3	0	26,3	52,3	0	26,2	52,3
P-Entzug kg/ha	11,9	13,4	14,7	18,2	17,4	25,5	28,5	22,4	29,4	33,2
P-Bilanz kg/ha	-11,9	38,9	-14,7	34,1	-17,4	0,8	23,8	-22,4	-3,2	19,1

N₀ = kein Stickstoff; N₁ = 60 kg N/ha und Jahr
P₀ = kein Phosphor; P₁ = 60 kg Phosphat/ha und Jahr; P₂ = 120 kg Phosphat/ha und Jahr
K₀ = kein Kalium; K₁ = 240 kg Kali/ha und Jahr

- ⇒ positiver Effekt der P-Düngung auf Ertrag (44-53% bzw. 21 und 27%) und Leguminosenanteil nur in Kombination mit Kalium!
- ⇒ relativ geringer Effekt (~ 5%) der hohen P-Versorgung (P₂)
- ⇒ P₁-Varianten bilanzieren ausgeglichen, P₂-Varianten führen zu einem positiven Saldo insbesondere bei fehlender Kaliumzufuhr
- ⇒ beachtliche, langfristige P-Nachlieferung des Bodens

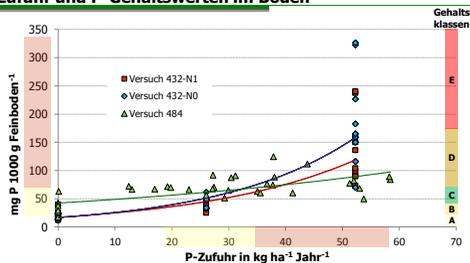
Ertrags- und P-Bilanzierungsdaten - Ertragsdynamischer Wirtschaftsdüngerversuch (Ø 1967- 2012)

Einheit	N ₀ P ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₁	N ₁ P ₁ K ₁	N ₂ P ₁ K ₁	N ₃ P ₁ K ₁	Rindergülle 1:0,25	Harngülle 1:1	Rottemist + Jauche
TM-Bruttoertrag dt/ha	32,1	63,0	77,0	84,1	95,3	80,4	74,8	74,2
Leguminosen Gew.-%	12,5	24,8	12,5	6,2	4,0	15,2	14,8	17,0
P-Zufuhr kg/ha	0,0	30,9	37,0	40,6	45,7	35,3	32,8	39,6
P-Entzug kg/ha	15,1	29,6	33,3	33,7	35,3	35,2	32,3	31,4
P-Bilanz kg/ha	-15,1	1,3	3,7	7,0	10,3	0,1	0,6	8,1

N₀ = kein Stickstoff; N₁ = 80 kg N/ha und Jahr; N₂ = 160 kg N/ha und Jahr; N₃ = 240 kg N/ha und Jahr
P = dynamische Rückführung gemäß Vorjahresertrag
K₀ = dynamische Rückführung gemäß Vorjahresertrag
1:1, 1:0,25 = Verdünnungsgrad mit Wasser

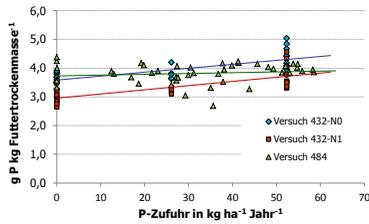
- ⇒ ertragsdynamische P-Düngung lag im Empfehlungsbereich von Drei-/Vierschnittwiesen in hoher Ertragslage
- ⇒ P-Zufuhr der Wirtschaftsdüngervarianten lag aufgrund des guten Ertragsniveaus im Bereich der N₁P₁K₁-Variante
- ⇒ Harngüllevariante erhielt bis 1999 eine min. P-Ergänzung – nach deren Wegfall kam es zu einem starken Ertragsrückgang
- ⇒ weitestgehend ausgeglichene P-Bilanzen bei dyn. Rücklieferung

Zusammenhang zwischen P-Zufuhr und P-Gehaltswerten im Boden



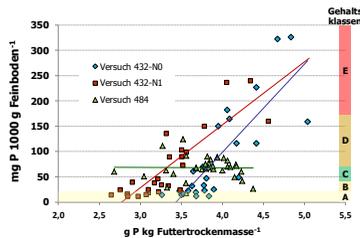
- ⇒ Anstieg der P-Bodengehaltswerte mit zunehmender P-Zufuhr
- ⇒ etwas schwächer ausgeprägt im N-gedüngten Block (P-Entzug ↑)
- ⇒ P-Düngung über den Empfehlungswerten ⇒ Gehaltsklassen D & E
- ⇒ ertragsdynamische P-Düngung vermeidet extrem hohe Anreicherung - Rückführungswert darf nicht zu hoch sein (0,3 – 0,45 kg P/dt TM)

Zusammenhang zwischen P-Zufuhr und P-Gehaltswerten im Futter



- ⇒ starke Variationsbreite (2,6 bis 5,0 g P kg⁻¹ TM⁻¹) – auch bei fehlender P-Düngung
- ⇒ tendenzieller Anstieg der P-Konzentration im Futter mit zunehmender P-Zufuhr im Nährstoffmangelversuch
- ⇒ ausreichende P-Gehaltswerte für niedrige bis mittlere Milchleistungen gemäß der aktuellen Bedarfsnormen (GfE 2001)

Zusammenhang zwischen P-Bodengehaltswerten und P-Gehaltswerten im Futter



- ⇒ stark ausgeprägter Zusammenhang in beiden Blöcken des statisch gedüngten Nährstoffmangelversuches (Wertepaare mit extremen P-Anreicherungen im Boden!)
- ⇒ kein Zusammenhang bei ertragsdynamischer P-Rückführung
- ⇒ teilweise hohe P-Futtergehaltswerte trotz Bodengehaltsklasse „A“

Einflussfaktoren auf P-Gehaltswerte im Grundfutter (I)

- Bodenphosphorgehalt, geologische Ausgangssituation (2,8 g P kg⁻¹ im Silikatbereich vs. 3,0 g P kg⁻¹ im Kalkbereich), Wasserversorgung, Nutzungshäufigkeit, Aufwuchs (2,5/2,9/3,2/3,8 g P kg⁻¹ TM⁻¹) als signifikante Einflussfaktoren – multivariate Analyse von MaB-Daten (Resch u.a., 2009)
- Nutzungszeitpunkt – Abnahme der P-Konzentration mit zunehmendem Alter der Pflanzen (Intensivgrünland > Extensivgrünland, Primäraufwüchse > Folgeaufwüchse) ⇒ Bestände rechtzeitig nutzen! (Resch u.a., 2006)
- Botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes – höhere P-Konzentrationen von Leguminosen und Kräutern gegenüber Gräsern (Meister und Lehmann, 1988; Pötsch und Resch, 2005; Pirrhofer-Walzl et al., 2011)



Einflussfaktoren auf P-Gehaltswerte im Grundfutter (II)

▪ Futterkonservierung/Silage (Resch, 2010 – AB Silageprojekte)

Werte in g P kg TM ⁻¹	Biologische Wirtschaftsweise		Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel ¹		UBAG ² , Öko-Punkte ³		keine ÖPUL- Teilnahme	
	n	Ø	n	Ø	n	Ø	n	Ø
1. Aufwuchs	293	2,8	655	3,0	637	3,1	358	3,2
2. Aufwuchs	57	3,1	108	3,2	98	3,2	57	3,4
3. Aufwuchs	21	3,5	19	3,5	26	3,5	16	3,5
4. Aufwuchs	4	3,7	9	3,7	7	4,0	2	3,7
Gesamt	396	2,9	837	3,0	841	3,1	492	3,2

¹ ÖPUL-Maßnahme für Ackerfutter- und Grünlandflächen

² Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen

³ nur in Niederösterreich angebotene ÖPUL-Maßnahme

- multivariate Datenanalyse: signifikanter Einfluss der Wirtschaftsweise, Jahr, Aufwuchs, Mäh- und Erntetechnik, Verweilzeit am Feld
- P-Gehalt von Silagen aus Dauerwiesen (Ø 3,1 g kg TM⁻¹) < als Silagen von Feldfutterbeständen (Ø 3,2 g kg TM⁻¹)
- kein signifikanter Einfluss des Siliersystems!
- der für Silagen bestehende Orientierungswert von > 3,0 g P kg TM⁻¹ wurde bei den Folgeaufwüchsen erreicht

Einflussfaktoren auf P-Gehaltswerte im Grundfutter (III)

▪ Futterkonservierung/Heu und Grummet (Resch, 2013b – AB Heuprojekte)

Werte in g P kg TM ⁻¹	Boden- trocknung		Kaltbelüftung		Warmbelüftung	
	n	Ø	n	Ø	n	Ø
1. Aufwuchs	210	2,1 (± 0,5)	367	2,4 (± 0,5)	268	2,7 (± 0,6)
2. Aufwuchs	183	2,8 (± 0,6)	230	2,9 (± 0,7)	195	3,1 (± 0,7)
3. – 6. Aufwuchs	28	3,3 (± 0,7)	61	3,2 (± 0,7)	111	3,3 (± 0,7)

- multivariate Datenanalyse: signifikanter Einfluss der Wirtschaftsweise, Jahr und Trocknungsverfahren bei Heu
- der für Raufutter geforderte P-Gehalt von 2,5 g P kg TM⁻¹ wurde nur von etwa 1/3 der untersuchten Heuproben und ca. 50% der Grummetproben erreicht!
- Biobetriebe wiesen bei den Heuproben mit Ø 2,5 g kg TM⁻¹ die geringsten P-Gehaltswerte auf, gefolgt von Nicht-ÖPUL-Betrieben mit Ø 2,7 und UBAG-Betrieben mit Ø 2,8 g kg TM⁻¹

Schlußfolgerungen & Offene Fragen & Lösungsansätze

- Zusammenhänge zwischen zentralen Bewirtschaftungsfaktoren im Grünland (Bestandesführung – Düngung - Nutzung – Konservierung) und dem P-Gehalt im Grundfutter sind weitestgehend bekannt
- Aktualität der bestehenden Bedarfsnormen zur P-Versorgung lw. Nutztiere?



Erich M. Pötsch
Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft
des LFZ Raumberg-Gumpenstein



Auswirkung der **D**üngung auf **P**-Gehaltswerte im Boden und Futter sowie **P**-Bilanzen von **G**rünlandflächen

18. Alpenländisches Expertenforum
Gumpenstein, Oktober 2013