



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

Phosphor Absenkepfad

Was können wir über die Rindviehernährung beitragen?

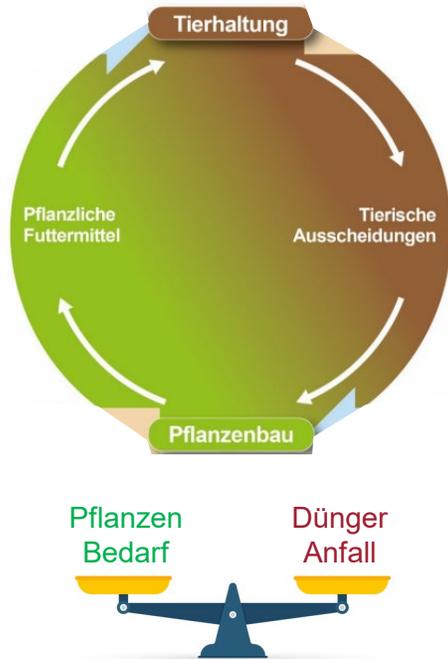


Patrick Schlegel

Nutztiertagung 2024

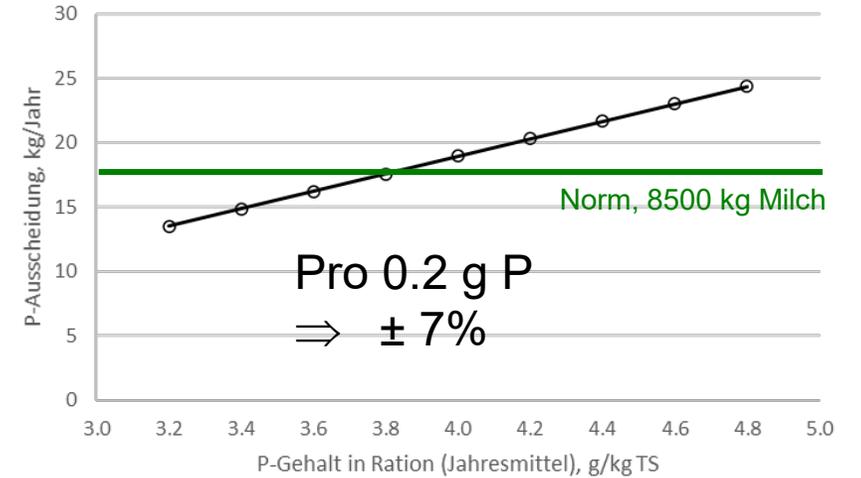
Switzerland: Farm Level

- Swiss Balance: Demand - Requirement



Einheit	Nutztierkategorie	Code Betriebs-erhebungs-formular	Grundfuter-terverzehr dt TS/Jahr	Nährstoffanfall in kg pro Jahr					
				N	N _{ges}	N _{ges} LSR ^a	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
1 St.	Milchkuh, Ø 7500 kg Jahresmilchleistung	Aus den TVD-umzurechnen ^a	56	112	95.20	89.60	39	172	14
1 Pl.	*Ausmastkuh		53.2	93.5	79.48	74.80	30	155	10.8
1 Pl.	*Galtkuh		40.6	80.5	68.43	64.40	28.7	128.8	8.4
1 St.	Mutterkuh schwer, LG: > 700 kg, Werte ohne Kalb		50	95	76.00	76.00	31	158	10
1 St.	Mutterkuh mittel, LG: 600-700 kg, Werte ohne Kalb		45	85	68.00	68.00	28	141	9
1 St.	Mutterkuh leicht, LG: < 600 kg Werte ohne Kalb		38	72	57.60	57.60	24	118	8
1 Pl.	Jungvieh < 160 Tage alt		6	23	19.55	18.40	5	22.9	1.3
1 Pl.	Jungvieh 160-365 Tage alt		20.2	31	26.35	24.80	12	51.9	6.1
1 Pl.	Jungvieh 1-2-jährig		26	42.5	36.13	34.00	14	62.5	5.5
1 Pl.	Jungvieh über 2-jährig		33	55	46.75	44.00	20	75	7
1 Pl.	Mastkälberplatz, 60-220 kg		1.0	18.8	15.04	15.04	6.7	13.3	0.9
1 Pl.	Mutterkuhkalb bis 160 d		2.8	21.5	17.20	17.20	7.5	18.1	0.9
1 Pl.	Mutterkuhkalb >160 d, leicht (< 200 kg SG)		17.8	39.8	31.84	31.84	12.3	61.3	3.5
1 Pl.	Mutterkuhkalb >160 d, mittelschwer (200-250 kg SG)		18.8	46.3	37.04	37.04	13.9	66.3	3.9
1 Pl.	Mutterkuhkalb >160 d, schwer (> 250 kg SG)		19.7	52.4	41.92	41.92	15.3	70.0	4.2
1 Pl.	Rindviehmast < 160 d		5.2	22.6	18.08	18.08	8	14.6	3.4
1 Pl.	Rindviehmast > 160 d (1400 q TZW, 530 kg Ausstall-LG)		21	44.6	35.68	35.68	13.4	36.2	5.8
1 Pl.	*Rindviehmast Weidemast > 4 Monate ^b		24	45	36.00	36.00	18	65	5
1 St.	Zuchtstier		30	50	40.00	40.00	18	85	5

Wegleitung Suisse-Bilanz 1.17



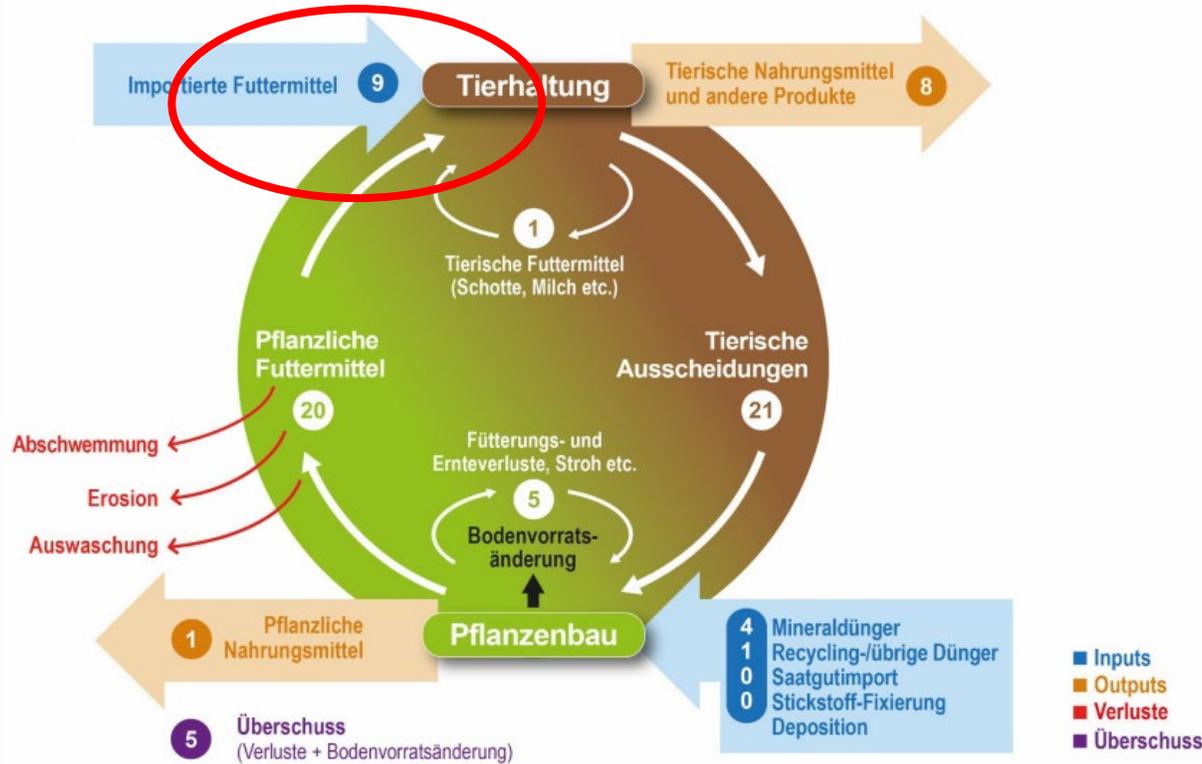
Nach Menzi et al., 2016

Denn P-Aufnahme – P-Retention = P-Ausscheidung

⇒ Soweit: keine Motivation / Druck des Vollzuges auf die P-Ernährung beim Wiederkäuer (im Gegensatz zu Schweine und Geflügel)

Neu: Nationale Ebene

- Eintrag – Austrag in die Schweizer Landwirtschaft

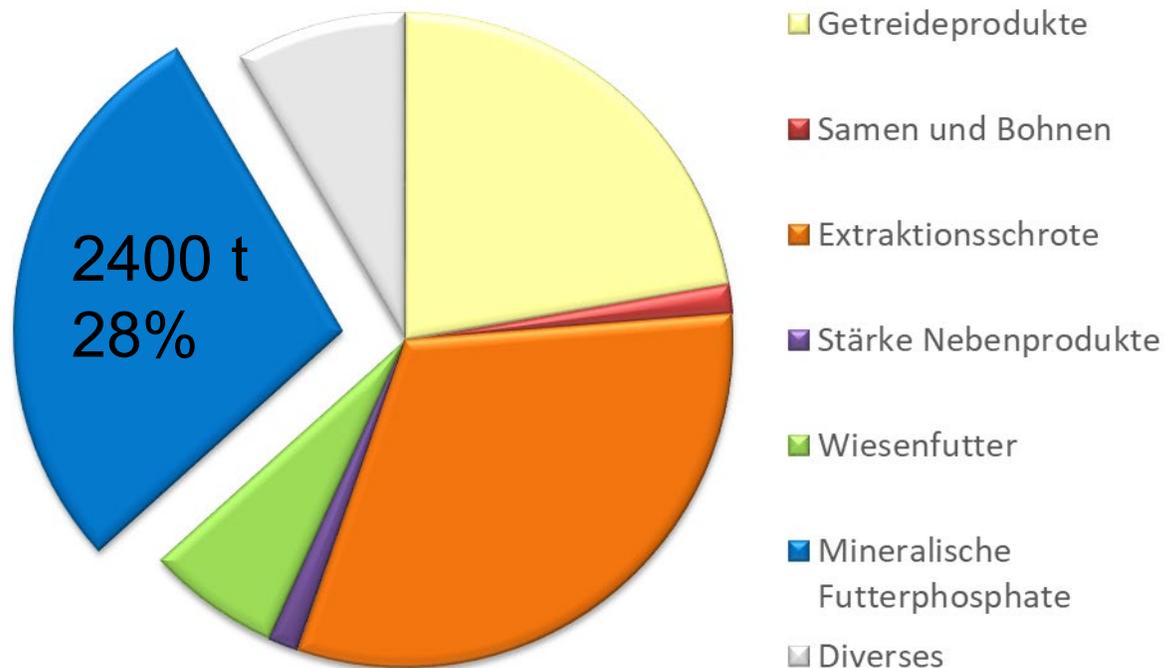


Spiess und Liebisch, 2023

- ⇒ Ziel: Überschuss von 5000 t P reduzieren
- ⇒ Neu: Motivation / Druck auf die P-Ernährung, auch beim Rindvieh

Neu: Nationale Ebene

- P-Eintrag (t/Jahr) über Importierte Futtermittel (2020)



Nach Spiess und Liebisch

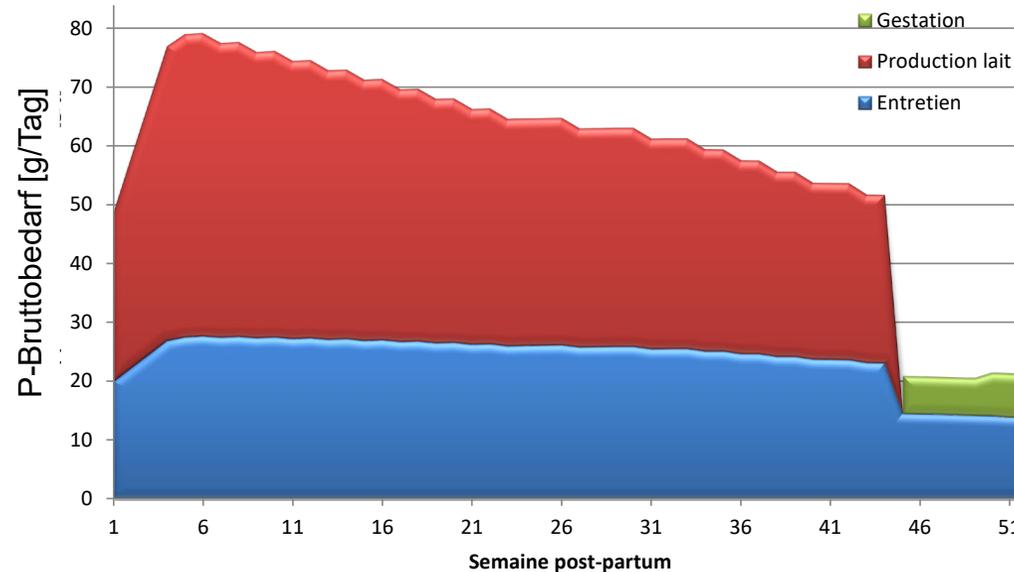
⇒ Lösungsansatz: Einsatz von Futterphosphaten reduzieren

P-Bedarf

- Faktorielle Methode

$$\left. \begin{array}{l} \text{Nettobedarf } \textit{Erhaltung} + \\ \text{Nettobedarf } \textit{Wachstum} + \\ \text{Nettobedarf } \textit{Milchproduktion} + \\ \text{Nettobedarf } \textit{Trächtigkeit} \end{array} \right\} / 70\% \text{ Absorbierbarkeit} \\ = \text{Bruttobedarf}$$

Ausgewachsene
Milchkuh, 8500 kg
Milch, 650 kg LG



Agroscope, 2021

P-Bedarf

- Faktorielle Methode

<p> <i>Nettobedarf Erhaltung +</i> <i>Nettobedarf Wachstum +</i> <i>Nettobedarf Milchproduktion +</i> <i>Nettobedarf Trächtigkeit</i> </p>	<p> <i>/ 70% Absorbierbarkeit</i> = Bruttobedarf </p>
---	---

Größenordnung
Zum Mitnehmen...

3.5 – 4.0

3.0 – 3.5

< 3.0

Milchkuh/ Mutterkuh		Mastrind (1200–1500 g TZW)		Mastrind (900–1200 g TZW)		Milchziege	
Milch, kg/Tag	P, g/kg TS	LG, kg	P, g/kg TS	LG, kg	P, g/kg TS	Milch, kg/Tag	P, g/kg TS
40	3.6–3.8	125–200	4.1–4.6	125–200	3.4–4.1	6	3.9–4.3
30	3.3–3.6	200–300	3.4–3.9	200–300	3.0–3.6	4	3.6–3.9
20	2.8–3.0	300–400	3.0–3.4	300–400	2.7–3.3	2	2.8–3.1
10	2.2–2.4	400–550	2.6–2.8	400–550	2.4–2.8		
Galt	1.5–2.0					Galt	1.7–3.1

LG = Lebendgewicht, P = Phosphor, TZW = Tageszuwachs, TS = Trockensubstanz

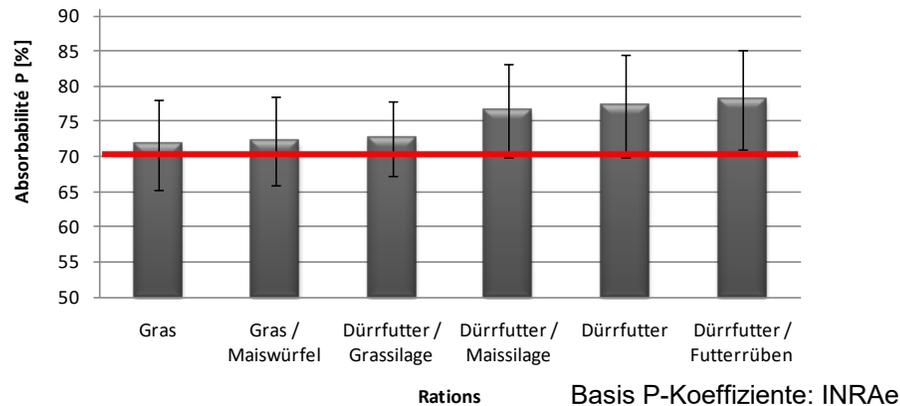
Agroscope, 2021

Swiss P-Bedarf

- Faktorielle Methode

$$\left. \begin{array}{l} \text{Nettobedarf } \textit{Erhaltung} + \\ \text{Nettobedarf } \textit{Wachstum} + \\ \text{Nettobedarf } \textit{Milchproduktion} + \\ \text{Nettobedarf } \textit{Trächtigkeit} \end{array} \right\} / 70\% \text{ Absorbierbarkeit} = \text{Bruttobedarf}$$

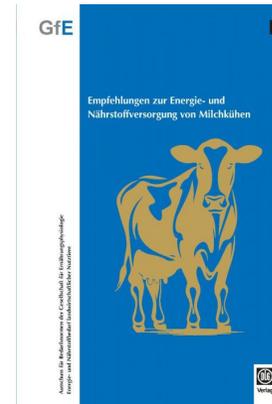
Beitrag
Forschung



Meta-Analyse zur
P-Absorbierbarkeit:

Mittel 73%

Bravo et al., 2003



Auflage 2023

P-Absorbierbarkeit auf
80% erhöht

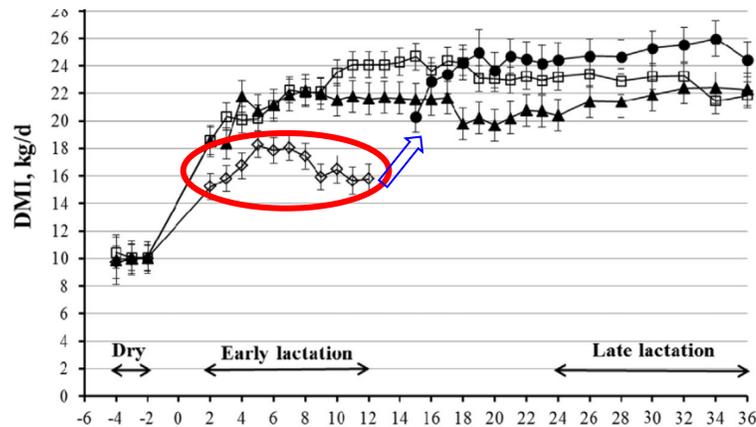
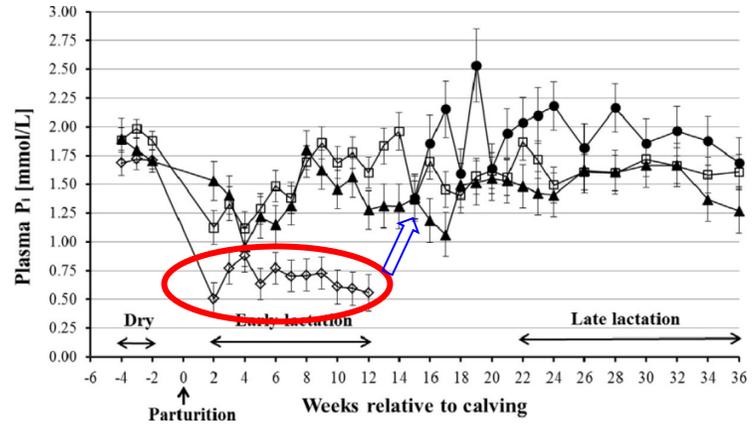
⇒ Der minimale und sichere Koeffizient von 70% in den Agroscope 2021 Empfehlungen überdenken.
⇒ Potential: den berechneten Bruttobedarf um bis zu 10% reduzieren

Swiss P-Bedarf

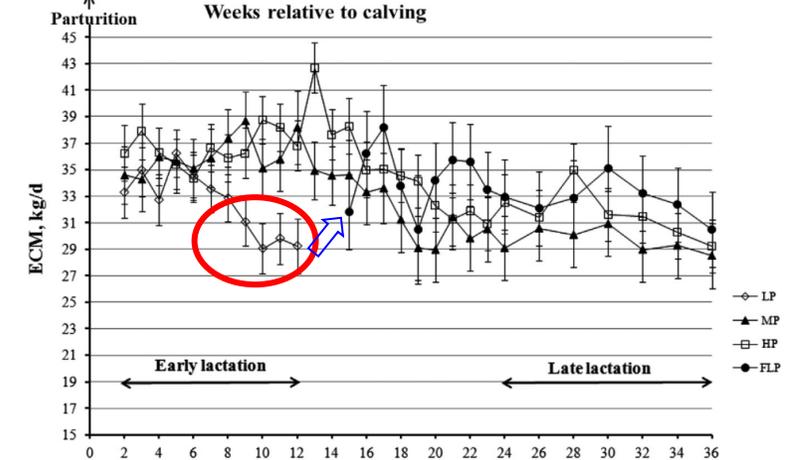
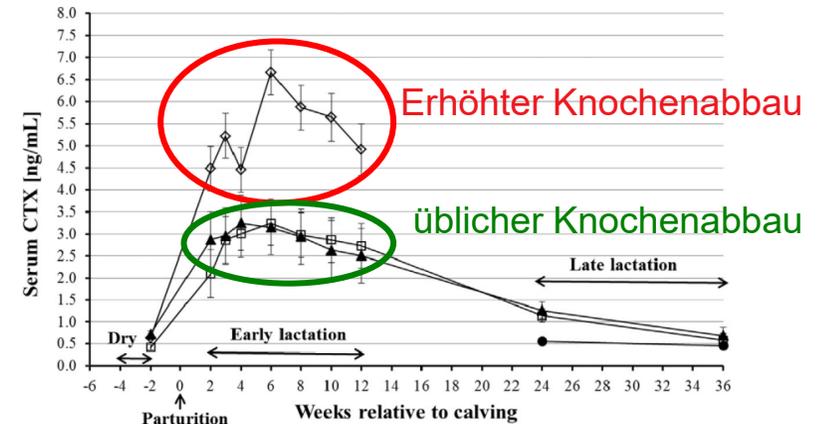
o Unterversorgung

LP: 2.3 g P / Kg TS (65%)
 MP: 2.8 g P / kg TS (80%)
 HP: 3.4 g P / kg TS = Empfehlung (100%)

16% Grassilage, 29% Maissilage, 9% Melasse, 46% KF



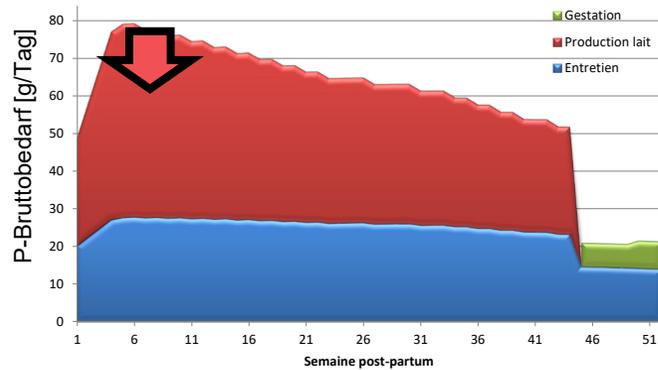
Rasche Reaktion der homöostatischen Regulation



Puggaard et al., 2014

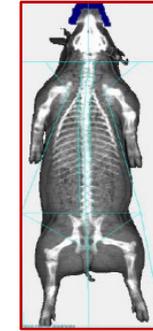
P-Bedarf

○ P-Mobilisierung aus Körperreserven

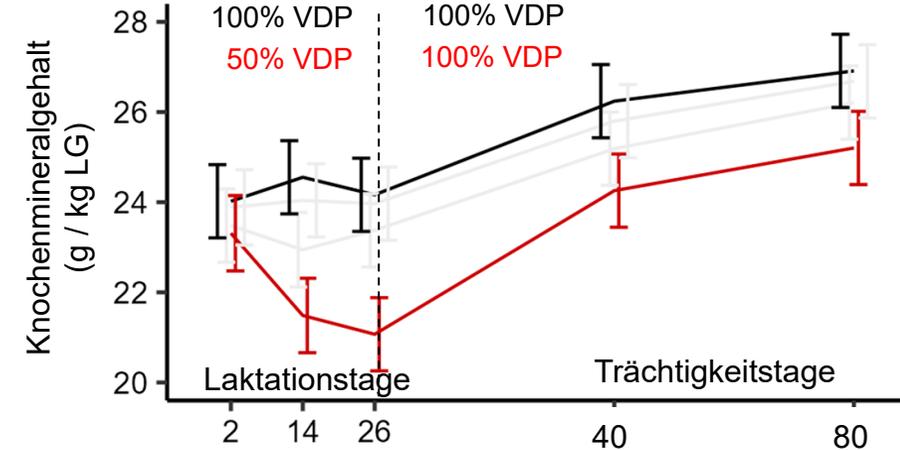


Laktierende Sau mobilisierte bis zu 170 g P

(entspricht 34% der VDP-Aufnahme nach Fütterungsempfehlung)



Beitrag
Forschung



Heurtault et al., 2024

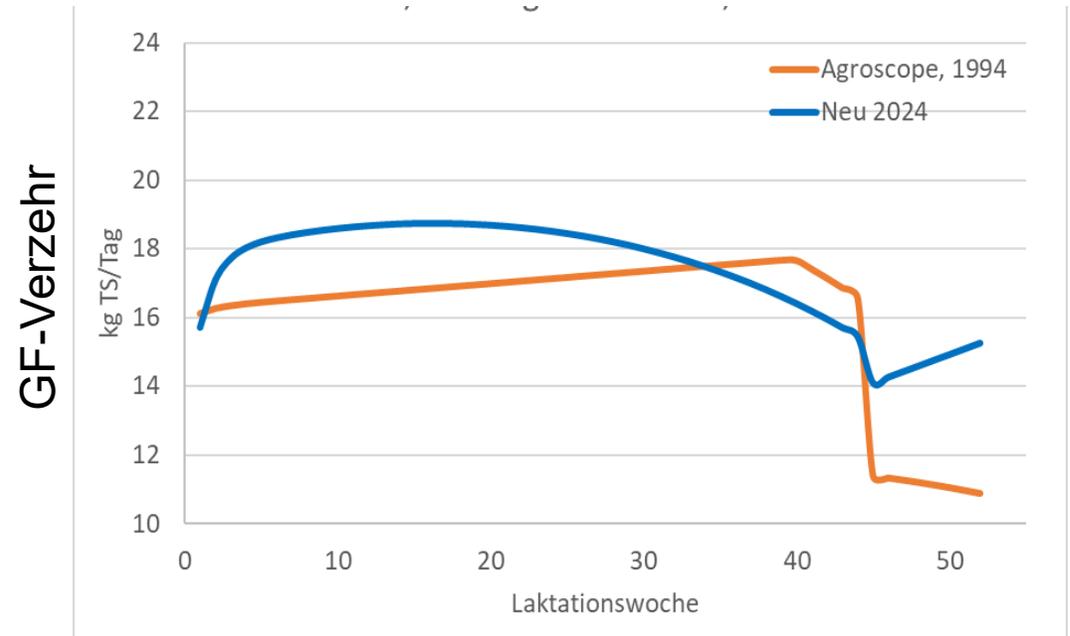
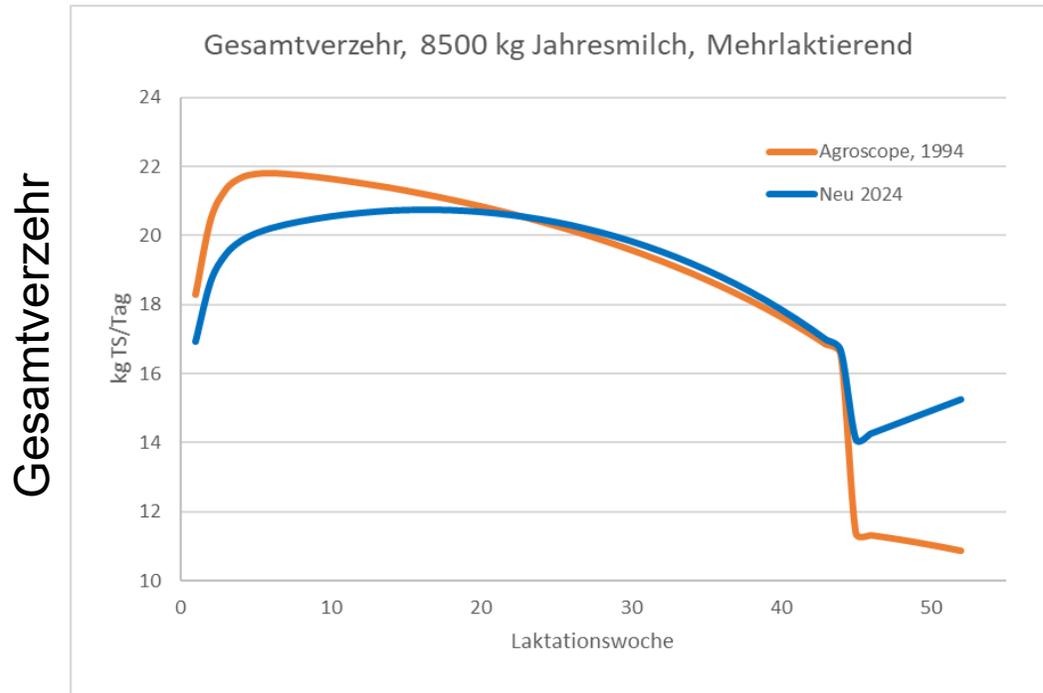
- ⇒ **Abgebaute P-Menge aus den Körperreserven der Wiederkäuer bei Laktationsbeginn quantifizieren**
- ⇒ Potential: diese Menge in der Faktoriellen Bedarfsermittlung bei Beginn Laktation abziehen und Ende Laktation anrechnen.

Verzehr: Nötig für eine Futterplanung



- Regressionen für Milchkuh in Überarbeitung

Datengrundlage: Tageswerte aus Agroscope Posieux Herde (~70 Kühe) während Winterfütterung 2015-2021

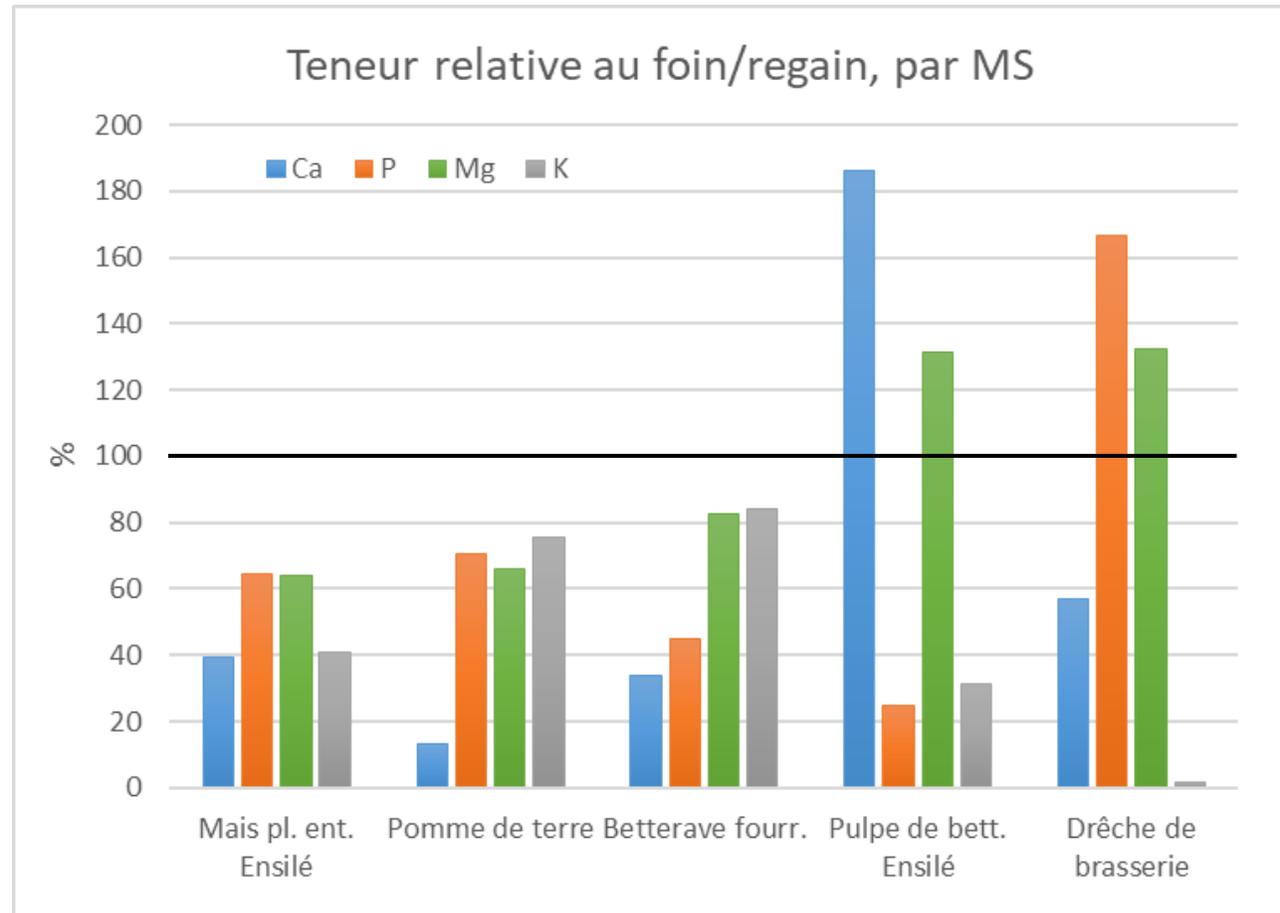


Mehaba et al., noch nicht publiziert

⇒ Fütterungsplan: aktualisierte Regressionen bald vorhanden

P-Gehalte Futtermittel

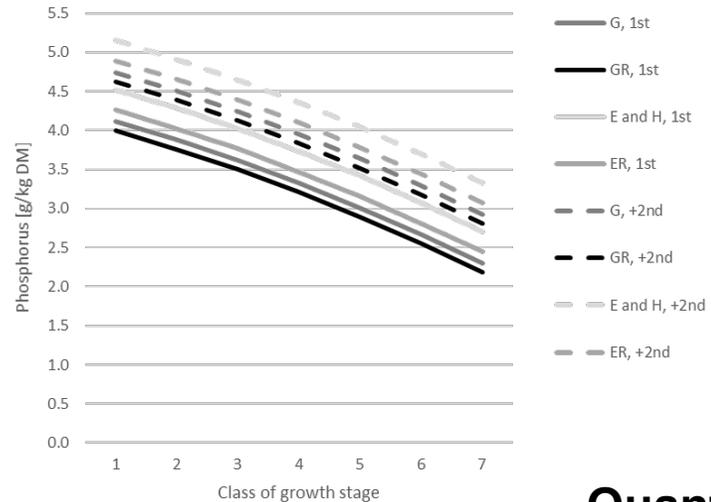
- Wiesenfutter: Wichtigstes Grundfutter und wichtigste P-Quelle



Agroscope Referenzwerte Raufutter, 2017

P-Gehalte Futtermittel

○ Wiesenfutter: Referenzwerte



		Entwicklungsstadium	TS	Gehalt pro kg TS											
				Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S	Cu	Fe			
		g	g	g	g	g	g	g	g	mg	mg				
Bestände	folgende Aufwüchse														
	G (folg. Aufwüchse)	G21-v	1	150	6.6	4.3	2.3	31	0.3	4.7	2.5	11.0	200		
		G22-v	2	170	6.6	4.1	2.1	30	0.3	5.0	2.3	9.8	125		
		G23-v	3	190	6.6	3.8	2.0	29	0.3	5.0	2.0	8.7	125		
		G24-v	4	200	6.6	3.6	1.8	26	0.3	4.9	1.8	7.9	125		
		G25-v	5	210	6.6	3.3	1.7	23	0.3	4.5	1.6	7.4	75		
	GR (folg. Aufwüchse)	GR21-v	1	130	6.6	4.3	2.3	31	0.3	5.9	2.5	10.3	200		
		GR22-v	2	150	6.6	4.1	2.1	30	0.3	6.2	2.3	9.1	125		
		GR23-v	3	180	6.6	3.8	2.0	29	0.3	6.2	2.0	8.0	125		
		GR24-v	4	200	6.6	3.6	1.8	26	0.3	6.1	1.8	7.2	125		
		GR25-v	5	220	6.6	3.3	1.7	23	0.3	5.7	1.6	6.7	75		
	A (folg. Aufwüchse)	E21-v	1	140	8.2	4.3	2.5	32	0.2	4.7	2.5	11.0	200		
		E22-v	2	160	8.2	4.0	2.3	32	0.2	5.0	2.3	9.8	125		
		E23-v	3	170	8.2	3.8	2.1	30	0.2	5.0	2.0	8.7	125		
		E24-v	4	180	8.2	3.5	2.0	28	0.2	4.9	1.8	7.9	125		

Agroscope Referenzwerte Raufutter, 2017

Quantifizierte Einflussgrößen auf P-Gehalt

Entwicklungsstadium: Je älter, desto tiefer

Botanische Zusammensetzung: Je höher der Gräseranteil, desto tiefer

Aufwuchs: 1. Schnitt tiefer als folgende

Konservierung: Heu/Emd gleich wie grün; Siliert höher als grün

Region und Höhenlage: Kein Effekt bei gleichem Schnitt, Entwicklungsstadium und Botanische Zusammensetzung

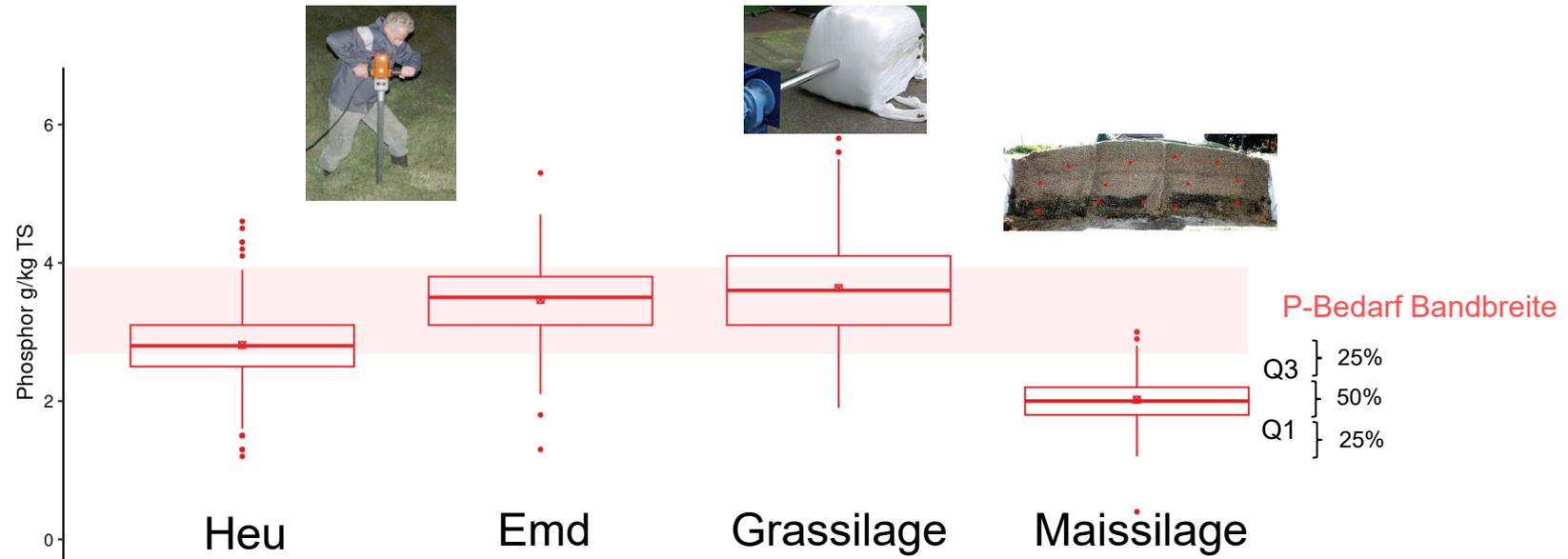
Extreme Trockenheit: P-Gehalt reduziert.

Schlegel et al., 2018, 2017, 2016; Meisser et al 2013

P-Gehalte Futtermittel

Beitrag Beratung
und Betriebsleiter

- Wiesenfutter: Futtermitteldatenbank 2012 – 2022 (www.feedbase.ch; Raufuttererquete)



N° Proben / Jahr 45

22

61

45

N° Proben mit RP-Analysen / Jahr 630

537

305

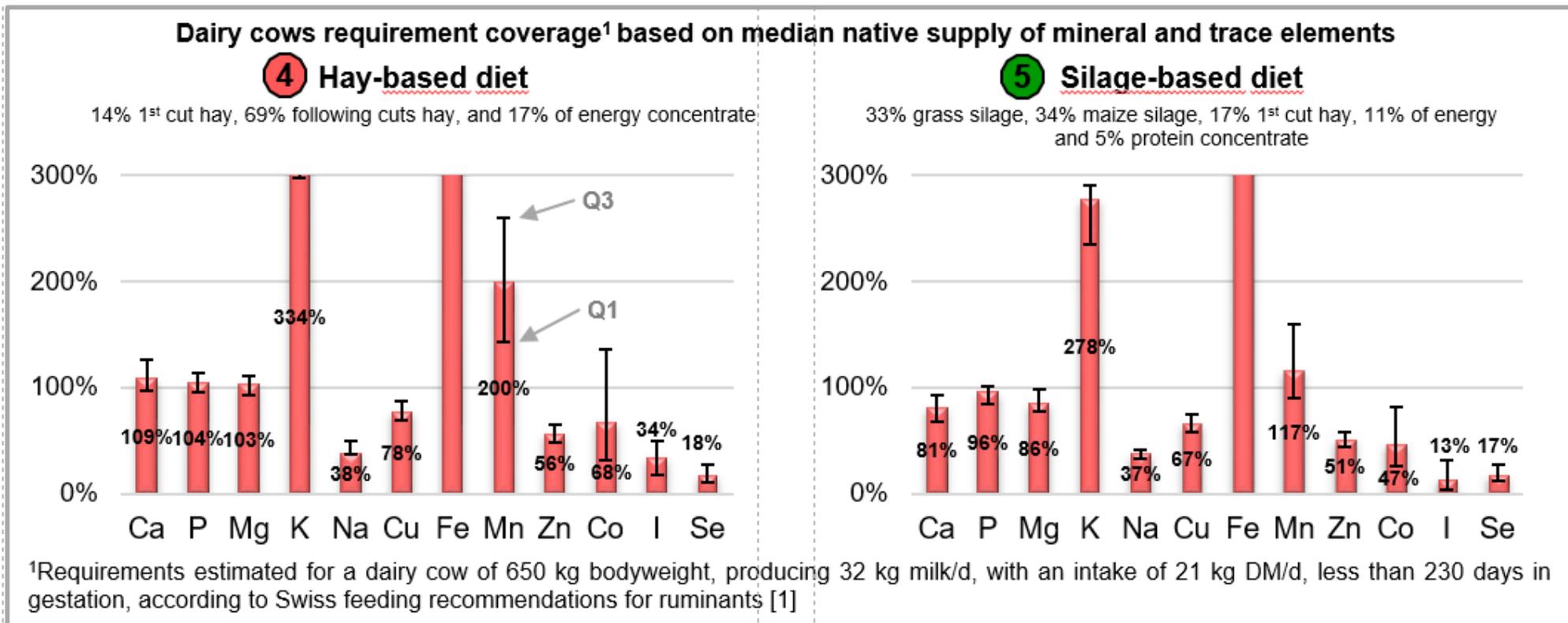
561

Manzocchi et al., 2024

⇒ Der Anteil an P-Analysen in den beprobten Futter erhöhen

🇨🇭 Futterplan: P-Ergänzung nötig?

- Nicht mineralisierte Milchviehration (aus Futtermitteldatenbank 2012-2021)

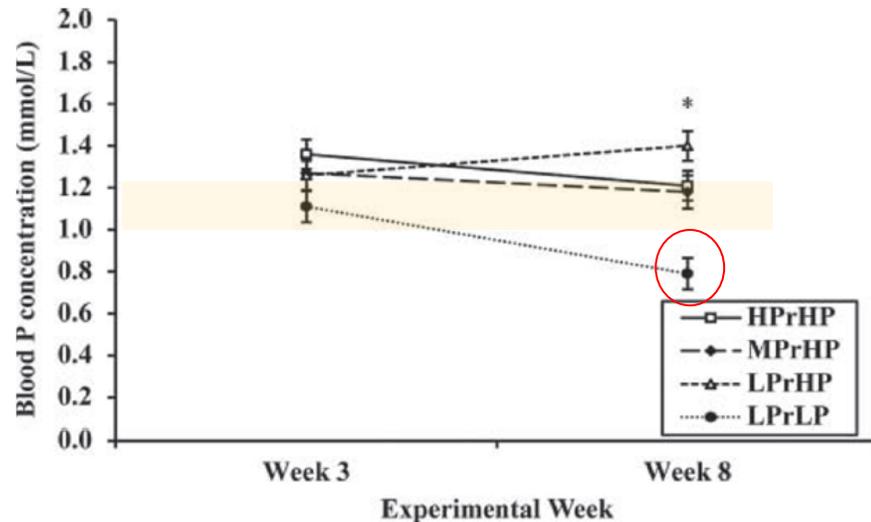


Manzocchi et al., 2024

- ⇒ Rund 75% der Dürrfutterbasierten Rationen decken den P-Bedarf
- ⇒ Rund 25% der Silagebasierten Rationen decken den P-Bedarf

🇨🇭 Futterplan: P-Ergänzung nötig?

- Vollweideversuch in Irland
- 12 Milchkühe pro Behandlung; Dauer: 5 Wochen
- Krafftutter: Zirtustreter (4 kg / Tag) mit 6% DCP (4.5 g P / kg) oder ohne (0.5 g P / kg)



Milchleistung: kein Einfluss, 26 kg/Tag
Harn-P: kein Einfluss
Kot-P: ohne DCP, -25% reduziert

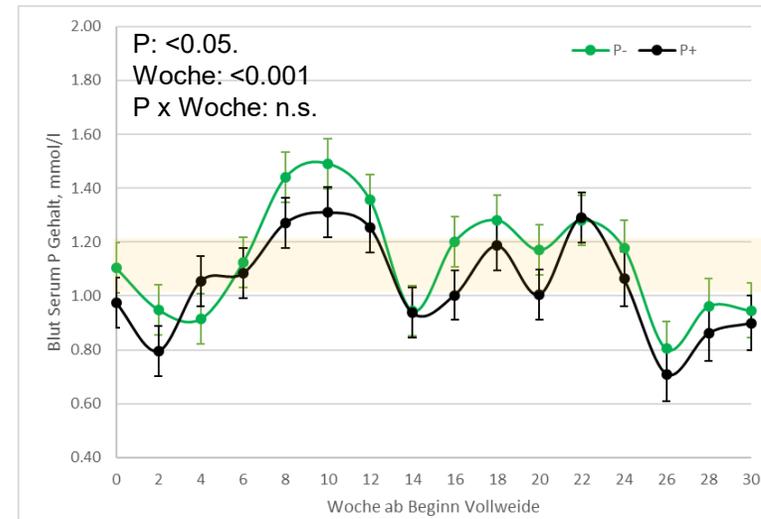
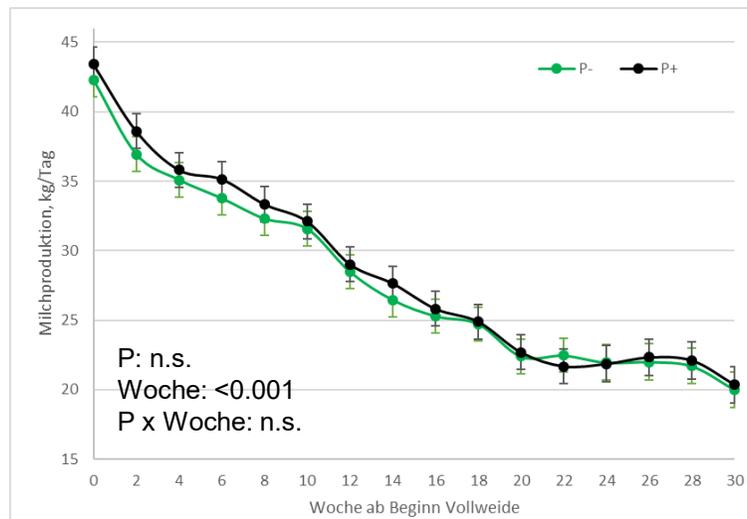
P-Gehalt im Weidegras: 2.7 g/kg TS !

Reid et al., 2015

⇒ Ergänzung nötig, wenn P-Gehalt im Weidegras + nicht-mineralisiertes KF tiefer als P-Bedarf ist

🇨🇭 Futterplan: P-Ergänzung nötig?

- Vollweideversuch in Posieux (05.04.2017 – 04.10.2017)
6 Holstein Kühe / Behandlung; Begin mit 65±20 Tage in Lakt.; Energie Krafffutter (0-4 kg/Tag; 3.1 g P/kg)
Mineralfutter (200-300 g/Tag) P+: 62 g P / kg TS P-: ohne Futterphosphat



Knochen Aufbau- und Abbaumarker (OC, CTx): kein Effekt der P-Ergänzung

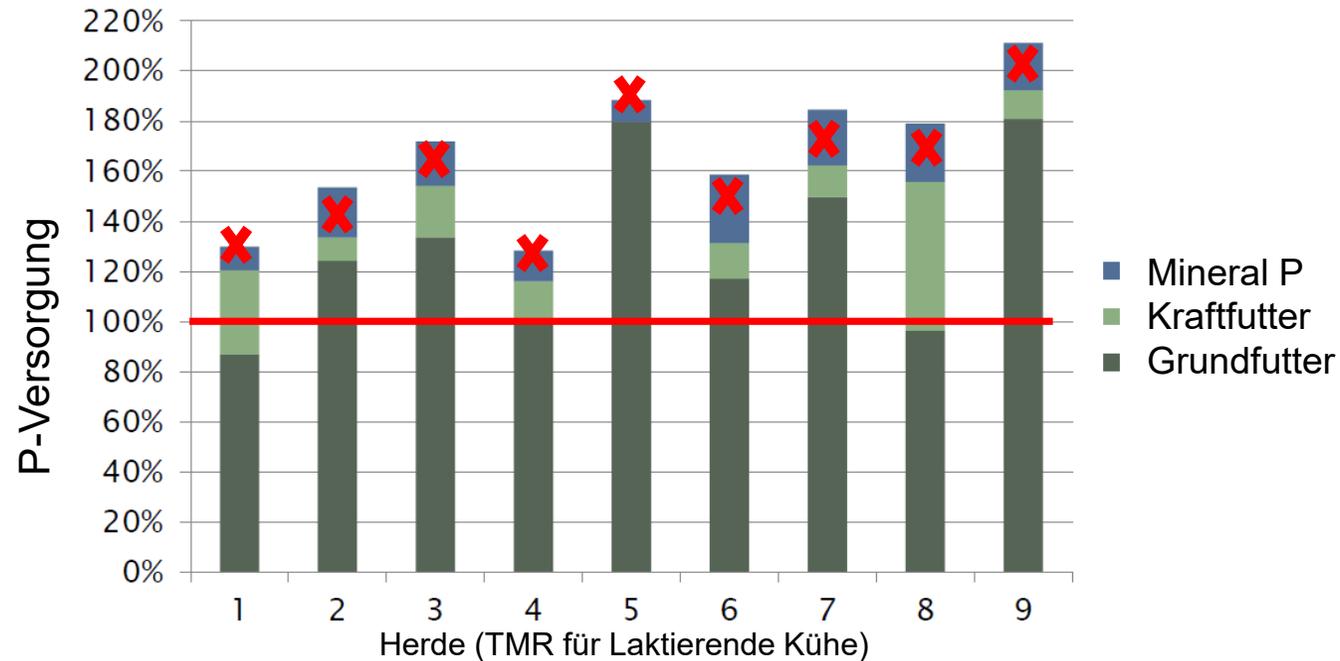
P-Gehalt im Weidegras: 4.6 ± 0.6 g/kg TS !

Schlegel et al., noch nicht publiziert

⇒ Keine Ergänzung nötig, wenn P-Gehalt im Weidegras + KF den Bedarf deckt.

Futterplan: P-Ergänzung nötig?

- Erhebung bei 9 Milchviehherden



Berner Fachhochschule | Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Quelle: Diplomarbeit Adrian Steinger (Strickhof)

« Je mehr desto besser » : Nein
« Soviel als nötig » : Ja

Futterplan: P-Ergänzung nötig?

- Enquete über Motivationen und Hürden in der Praxis in UK

Betriebsleiter (n=132)

28% kannten den P-Gehalt der Ration
33% davon, wussten auch, dass sie zuviel P verabreichen

37% analysierten P im Grundfutter

96% waren bereit den P-Gehalt der Ration zu reduzieren.

Aber Befürchtungen:

- P-Absorbierbarkeit des Grundfutters?
- Einfluss auf Fruchtbarkeit?

73% waren unzufrieden bez. Training (Wissensaustausch) über P-Ernährung

Berater (n=32)

83% kannten den P-Gehalt der Ration.
52% davon wussten auch, dass sie zuviel P formulierten

68% waren unzufrieden bez. Training (Wissensaustausch) über P-Ernährung

Harrison et al., 2021

Futterplan: P-Ergänzung nötig?

- Aufsummierung von Sicherheitsmargen limitieren

Ein wenig bei:

- Bedarfsermittlung : Bedarf überschätzt ? (z. B. in sicherer P-Absorbierbarkeit von 70%)
 - +
 - Futterplanung: Futteraufnahmekapazität unterschätzt?
 - +
 - Futterplanung: Gehalte in Grundfuttermittel unterschätzt?
 - +
 - Verfütterung im Stall: Zusätzliche Sicherheit falls mehr verfüttert wird als nach Fütterungsplan?
- ⇒ Folge: Risiko an hohen Sicherheitsmargen



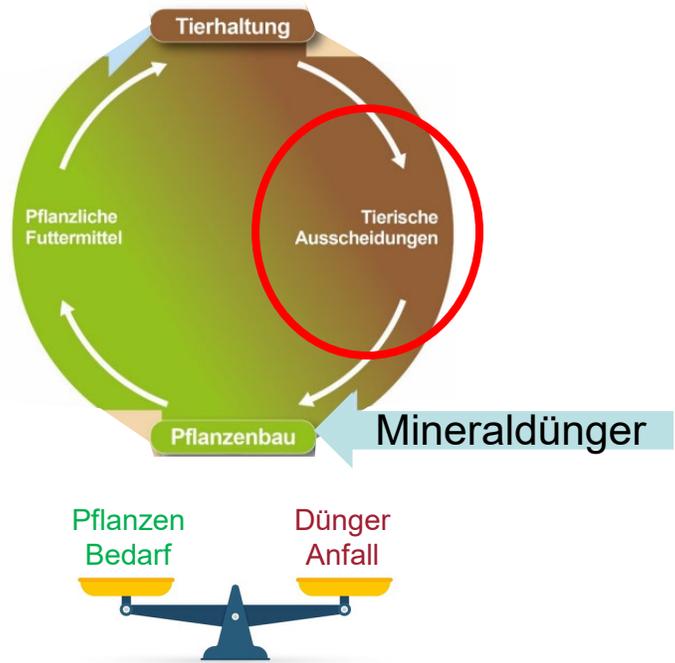
Futterplan: Beitrag

Beitrag Beratung und
Mineralfutter Hersteller

- Förderung von P-Analysen in den wichtigsten Grundfutter
- Futterplanung mittels analysierten P-Gehalten
- **Falls P-Ergänzung wirklich nicht notwendig ist...**
 - ⇒ **Mineralfutter ohne Futterphosphat empfehlen**
 - ⇒ **Mineralfutterhersteller: Herstellung von Produktlinien ohne Futterphosphat notwendig**
 - ⇒ **Frist: technisch kurzfristig möglich**
- Wissensaustausch fördern für Berater / Vertreter / Betriebsleiter (inkl. Lehrlinge, Studenten)
- Befürchtungen der Praxis zu ev. P-Mangel wenn, falls Futterphosphat benutzt würde angehen (Fruchtbarkeit, Hypokalcämie, Harntrinken, ...)
 - ⇒ **Progressive Umsetzung: Zuerst bei Tierkategorien mit tiefem P-Bedarf (z.B. Galkühe, Mutterkühe, Mutterschafe, Weidemast, Endmast) bzw. bei Rationen mit hohem P-Gehalt (z. B. intensiv bewirtschaftete Vollweide)**
 - ⇒ **Gemeinsame Strategie zwischen Mineralfutterhersteller vorteilhaft (wie damals mit «NPr» Strategie bei Schweinen)**
 - ⇒ **Frist: Das geht nicht von heute auf morgen...**

Beziehung zur Düngung

- Hofdüngermengen und -Gehalte



Fixe Werte werden in der Düngungsplanung benutzt...

Tabelle 4 | Richtwerte für den jährlichen Anfall von Hofdüngern verschiedener Nutztierarten in Abhängigkeit des Aufstallungssystems.

Mengen

Tierart/Nutzungsrichtung	Hofdüngieranfall und Stroh Einsatz pro Jahr bei Stallhaltung ¹ in Abhängigkeit des Aufstallungssystems ²					
	nur Gülle ³ (m ³)	Gülle/Mist ^{3,4}			nur Mist ⁴	
		Stroh-einsatz (dt/Jahr)	Gülle kotarm (m ³)	Mist (t)	Stroh-einsatz (dt/Jahr)	Mist (t)
1 Milchkuh mit 7500 kg Jahresleistung ⁵	23	6,8	11	8,9	30	21

Tabelle 6 | Richtwerte der Gehalte an Trockensubstanz (TS), organischer Substanz (OS) und Nährstoffen von Hofdüngern verschiedener Nutztierarten bei Stallhaltung.

Gehalte

Tierart/Hofdüngerart	Gehalte (kg/m ³ unverdünnte Gülle bzw. kg/t Mist)										
	TS	OS	N _{tot} ³	N _{Iös} ³	N _{verf} ³	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	Ca
Kühe/Rindviehaufzucht											
Vollgülle ¹	90	70	3,9	2,1	2,0–2,7	0,74	1,7	6,2	7,5	0,61	1,5
Gülle, kotarm ¹	75	40	4,5	2,9	2,9–3,8	0,47	1,1	9,0	11	0,58	1,0
Stapelmist ²	190	150	4,5	0,7	0,9–1,8	1,3	3,0	5,1	6,1	0,93	3,0
Laufstallmist ²	210	175	4,9	1,2	1,2–2,5	0,94	2,2	8,4	10	0,82	2,2

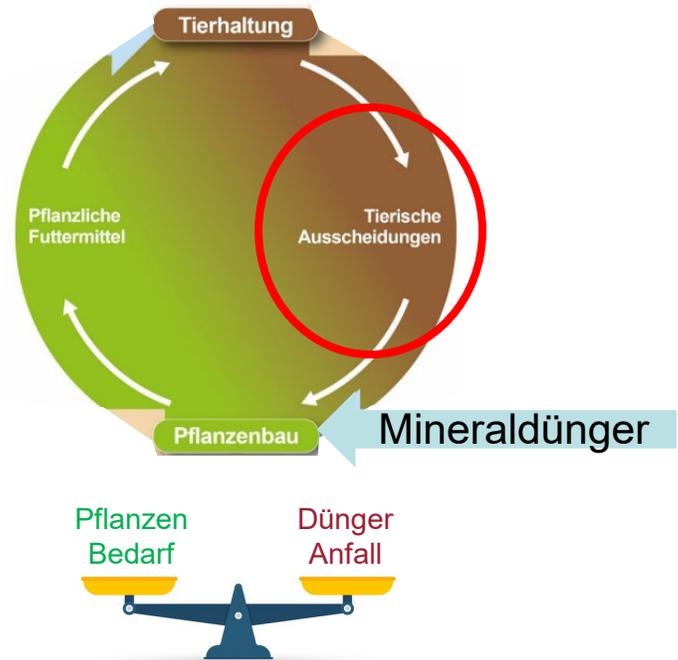
Agroscope, 2017

...Aber diese sind in Realität hochvariabel

Siehe Beitrag von T. Steinsberger

Beziehung zur Düngung

- Hofdüngermengen und -Gehalte



Betriebliche Einflussparameter welche meist erhältlich sind :

Fütterung

- Rationen je nach Tierkategorie und Saison
- Ergänzungsfütterung
- Verzehrsmenge, berechnet nach Leistung
- Weide Anteil

Leistung für Nährstoffretention

Herdenstruktur

- Anteil Erst-Laktierende
- Abkalbesaison

Management

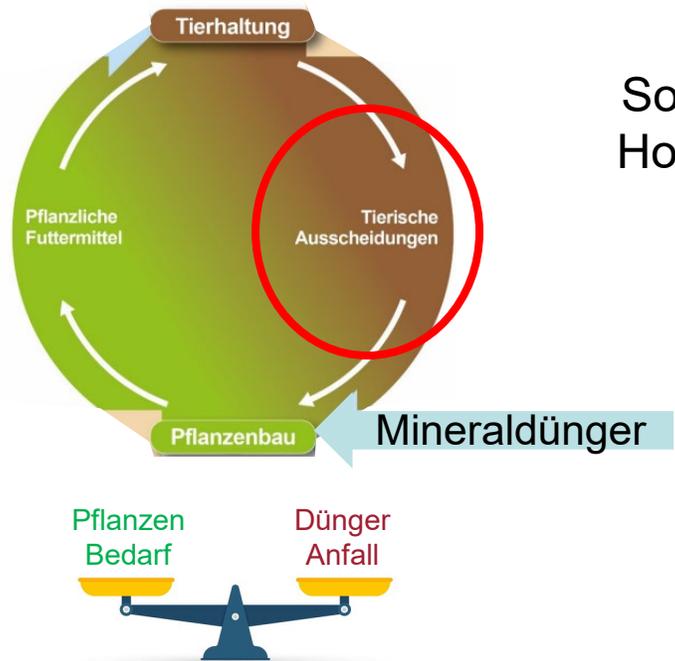
- Gülle / Mist
- Einstreumenge
- Anfallendes Prozesswasser im Stall (Reinigung etc.)
- Niederschlagswasser

...

Beziehung zur Düngung

Beitrag Forschung
und Beratung

- Verbesserte Verbindung von Tier und Pflanzen im Nährstoffkreislauf



Software, welche die angefallenen Nährstoffmengen und die produzierten Hofdüngermengen nach betrieblichen Angaben (insb. mittels FMIS Daten) simuliert.



- ⇒ Tool für die Beratung und Praxis
- ⇒ Präzisere Düngungsplanung und gezielteren Einsatz von Hofdüngern und Mineraldünger.
- ⇒ Bestimmung der Nährstoffeffizienz einer Herde und Ansätze für eine ev. Verbesserung.

Schlussfolgerung

- Jeder (aus Forschung, Beratung/Schule, Industrie, Betrieb) kann etwas beitragen um Sicherheitsmargen abzubauen.
- Grösste Hebel:
 - konsequente Fütterungsplanung mittels analysierten P-Gehalten der wichtigsten Grundfutter
 - ⇒ **Herstellung von Mineralfutter Linien ohne Futterphosphat (*kurzfristig möglich*)**
 - Hofdüngermengen und -Gehalte richtig einschätzen
 - ⇒ **Modelle sind notwendig (*mittelfristig möglich*)**
- Grösste Herausforderung: sehr wahrscheinlich in der Meinungsänderung von «*alten Befürchtungen*» und in der Ansichtsänderung von «*Je mehr desto besser*» auf «*soviel als nötig*».
 - ⇒ **Wissensaustausch, Schrittweise Erfahrung, Gemeinsame Strategie (*Das braucht sehr wahrscheinlich mehr Zeit...*)**

*Für eine Bedarfsdeckende und nachhaltige Mineralstofffütterung sind
Kenntnis der Gehalte im Grundfutter,
eine Fütterungsplanung und
eine Kontrollierte Ergänzung unumgänglich.*



Merci für Ihre Aufmerksamkeit