



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie DFE
Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP



Phosphorempfehlung für die Milchkuh

Patrick Schlegel

ALP Tagung 2011, Posieux 29.09.2011

ALP fait partie de l'unité ALP-Haras



Phosphor (P)

Essentiel

Umweltschädlich

nicht erneuerbare Quelle

Letzte aktualisierungen der CH-Fütterungsempfehlung:
1979, 1984, 1994 und 1999

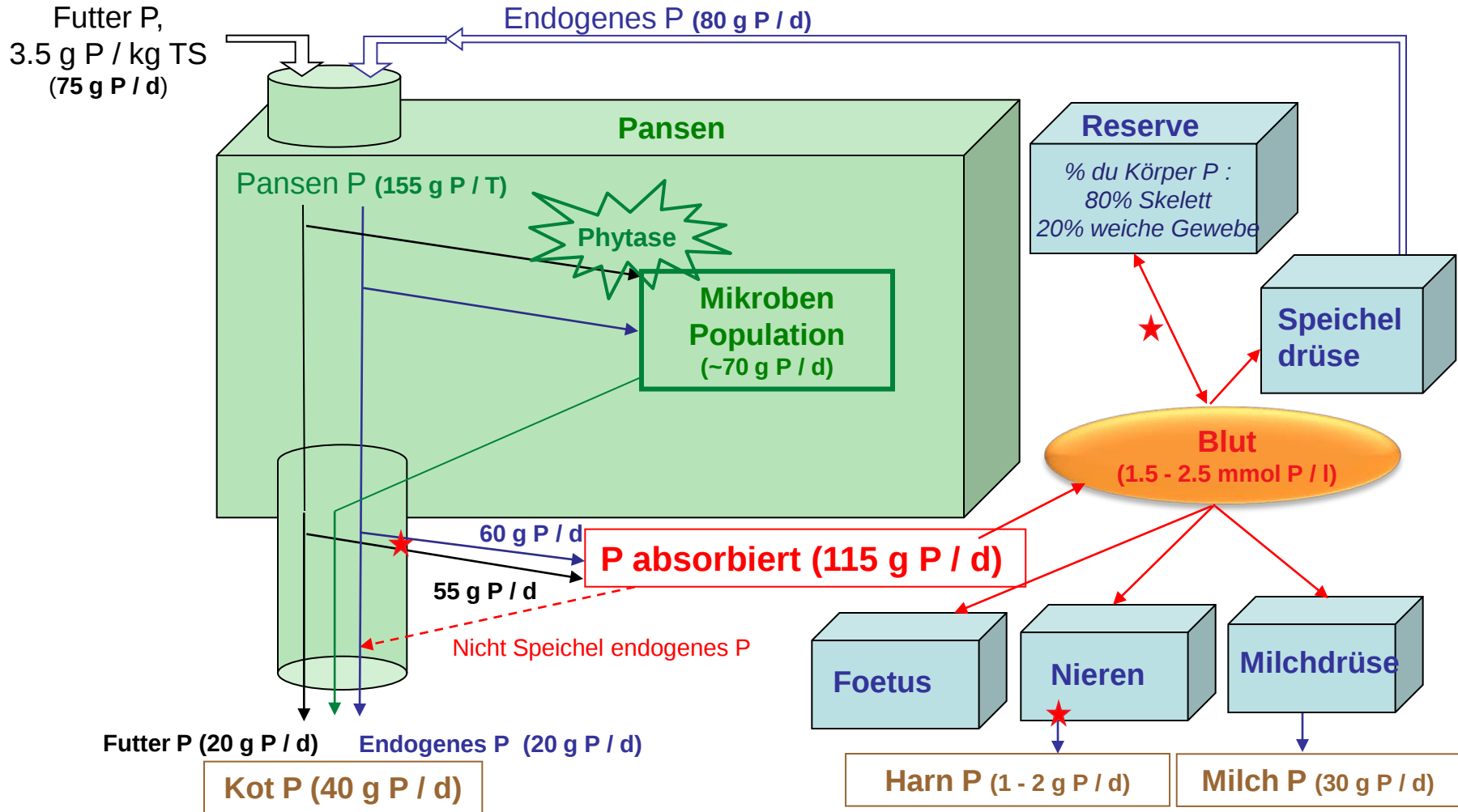
P-Bedarf auf faktorieller Methode basierend :

- 1) Netto P Bedarf für: Erhaltung + Milchproduktion
+ Wachstum + Trächtigkeit
- 2) P-Absorbierbarkeit des Futters / Futtermittel [%]
- 3) Brutto P Bedarf: $\text{Netto Bedarf} / \text{Absorbierbarkeit} * 100$
entspricht den Fütterungsempfehlungen



Phosphorfluss

Milchkuh (30 kg Milch / d; 650 kg LG; 21 kg TS Aufnahme)





Netto P Bedarf [g/d]: Erhaltung

ALP 1999: $1.6 * (-0.06 + 0.693 * TS)$

AFRC, 1991

NRC 2001: $1.00 * TS + 0.002 * LG$

ARC, 1980; Spiekers et al., 1993

GfE 2001: $1.00 * TS$

Spiekers et al., 1993

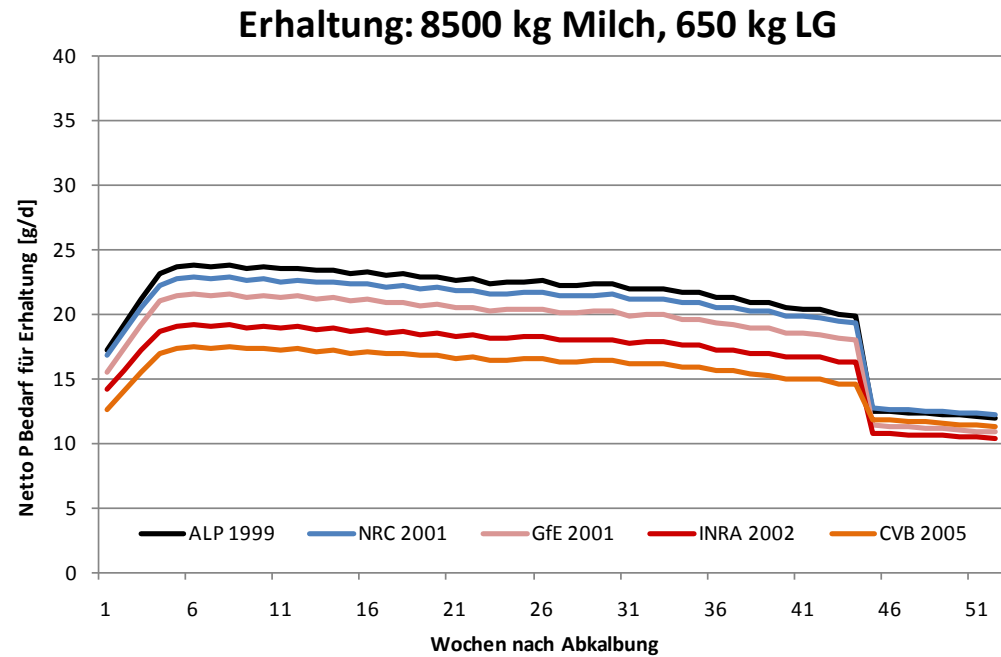
INRA 2002: $0.83 * TS + 0.002 * LG$

Meschy, 2002

CVB 2005: $0.81 * TS$ (Laktation); $1.04 * TS$ (Galt)

TS: TS-Aufnahme [kg/d]

LG: Lebendgewicht [kg]





Netto P Bedarf [g/d]: Milchproduktion

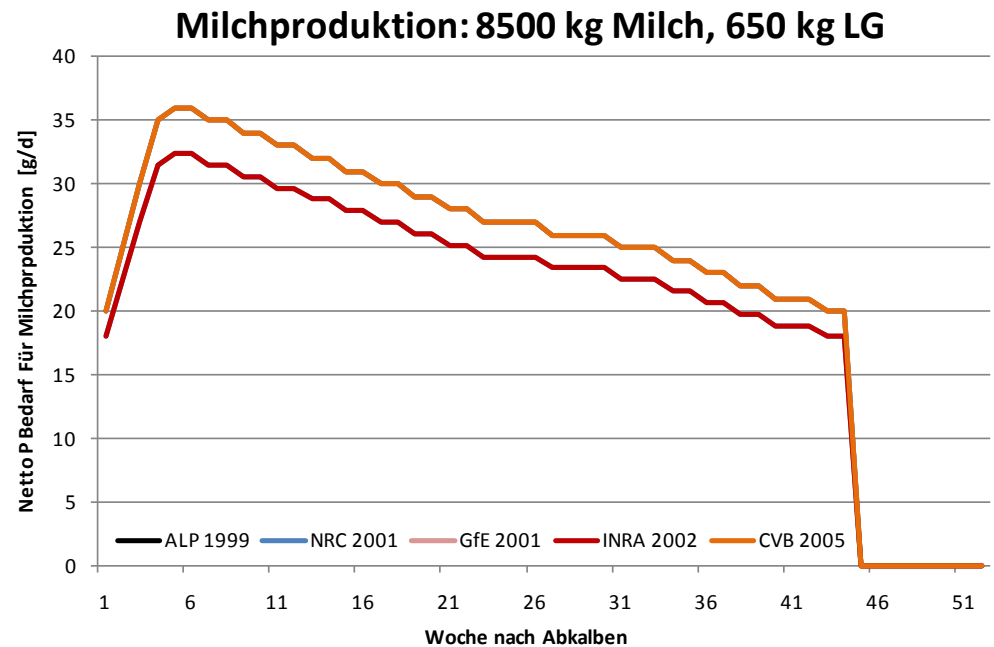
ALP 1999: 1.0 g P / kg Milch und Tag

NRC 2001: 0.9 g P / kg Milch und Tag

GfE 2001: 1.0 g P / kg Milch und Tag

INRA 2002: 0.9 g P / kg Milch und Tag

CVB 2005: 1.0 g P / kg Milch und Tag





Netto P Bedarf [g/d]: Trächtigkeit

ALP 1999: 2.0 g/d ab 8 Wochen vor abkalben

ARC, 1980; INRA, 1988

NRC 2001: $0.02743 * e^{(0.05527 - 0.000075 * t) * t} - 0.02743 * e^{(0.05527 - 0.000075 * (t-1)) * (t-1)}$
(ab 7. Trächtigkeitsmonat)

House et Bell, 1993

GfE 2001: 2.1 g/d von 6 bis 3 Wo vor abkalben, dann 3.0 g/d

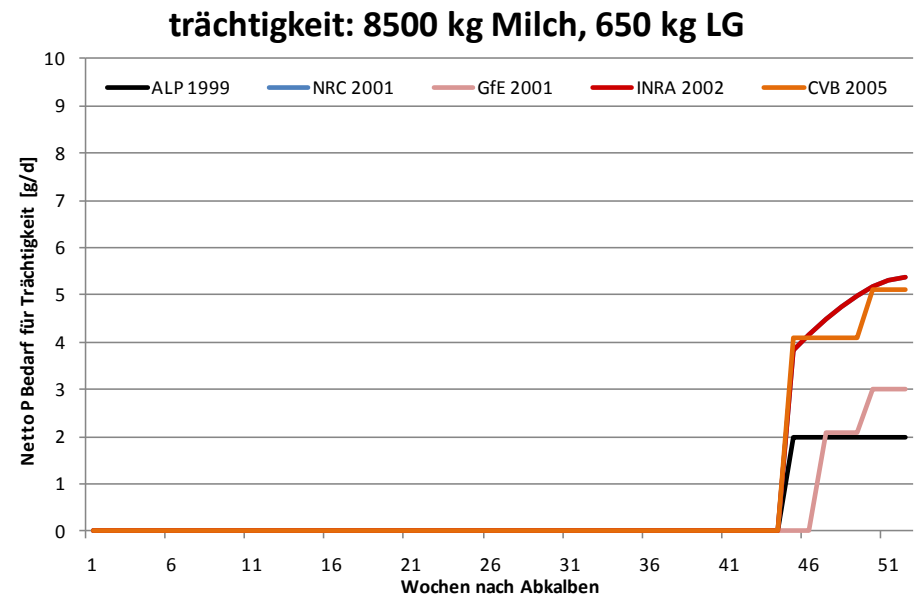
Ferrell et al. 1982

INRA 2002: $0.02743 * e^{(0.05527 - 0.000075 * t) * t} - 0.02743 * e^{(0.05527 - 0.000075 * (t-1)) * (t-1)}$
(ab 7. Trächtigkeitsmonat)

House et Bell, 1993

CVB 2005: 4.1 g/d von 8 bis 3 Wo vor abkalben, dann 5.1 g/d

t: Tage trächtig





Netto P Bedarf [g/d]: Wachstum

ALP 1999: $TZW * 8.0$ (LG < 100 kg); sonst $TZW * 9.0$

NRC, 1984; DLG, 1986; INRA, 1988; Pfeffer et Keunecke 1986

NRC 2001: $TZW * (1.2 + 4.665 * LG_{\text{Erwachsen}}^{0.22} * LG^{-0.22})$ *AFRC, 1991*

GfE 2001: $TZW * 7.5$

Schulz et al., 1974; Schwarz et al., 1995

INRA 2002: $TZW * (1.2 + 4.665 * LG_{\text{Erwachsen}}^{0.22} * LG^{-0.22})$ *AFRC, 1991*

CVB 2005: $TZW * (1.2 + 4.665 * LG_{\text{Erwachsen}}^{0.22} * LG^{-0.22})$ *AFRC, 1991*

TZW: Tageszuwachs [kg/d]

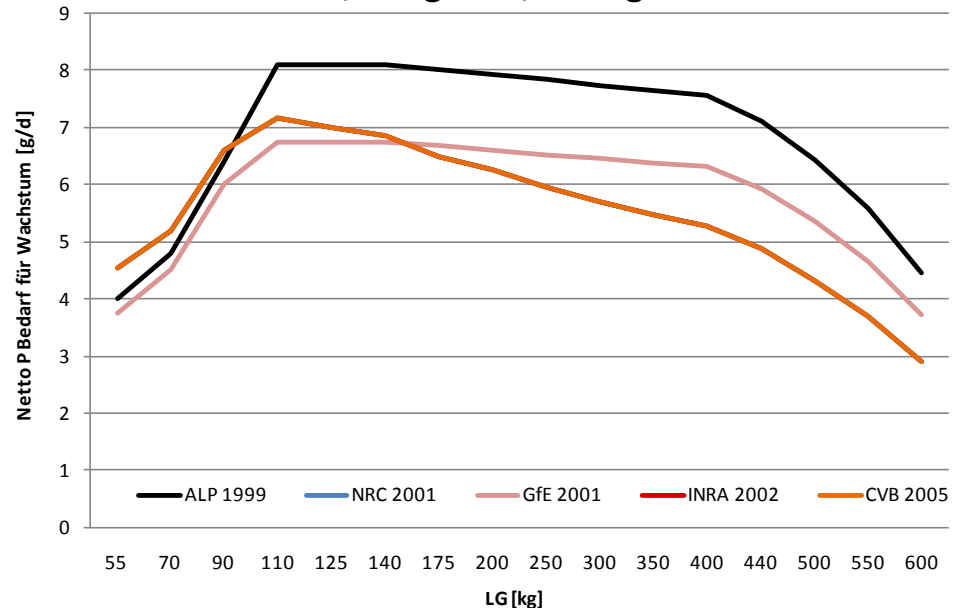
LG: Lebendgewicht [kg]

*LG_{Erwachsen} [kg]: vorgesehenes LG
wenn Erwachsen*

Netto P Bedarf für Wachstum
für eine erstlaktierende Kuh:

Zwischen 1.0 und 2.0 g P / d

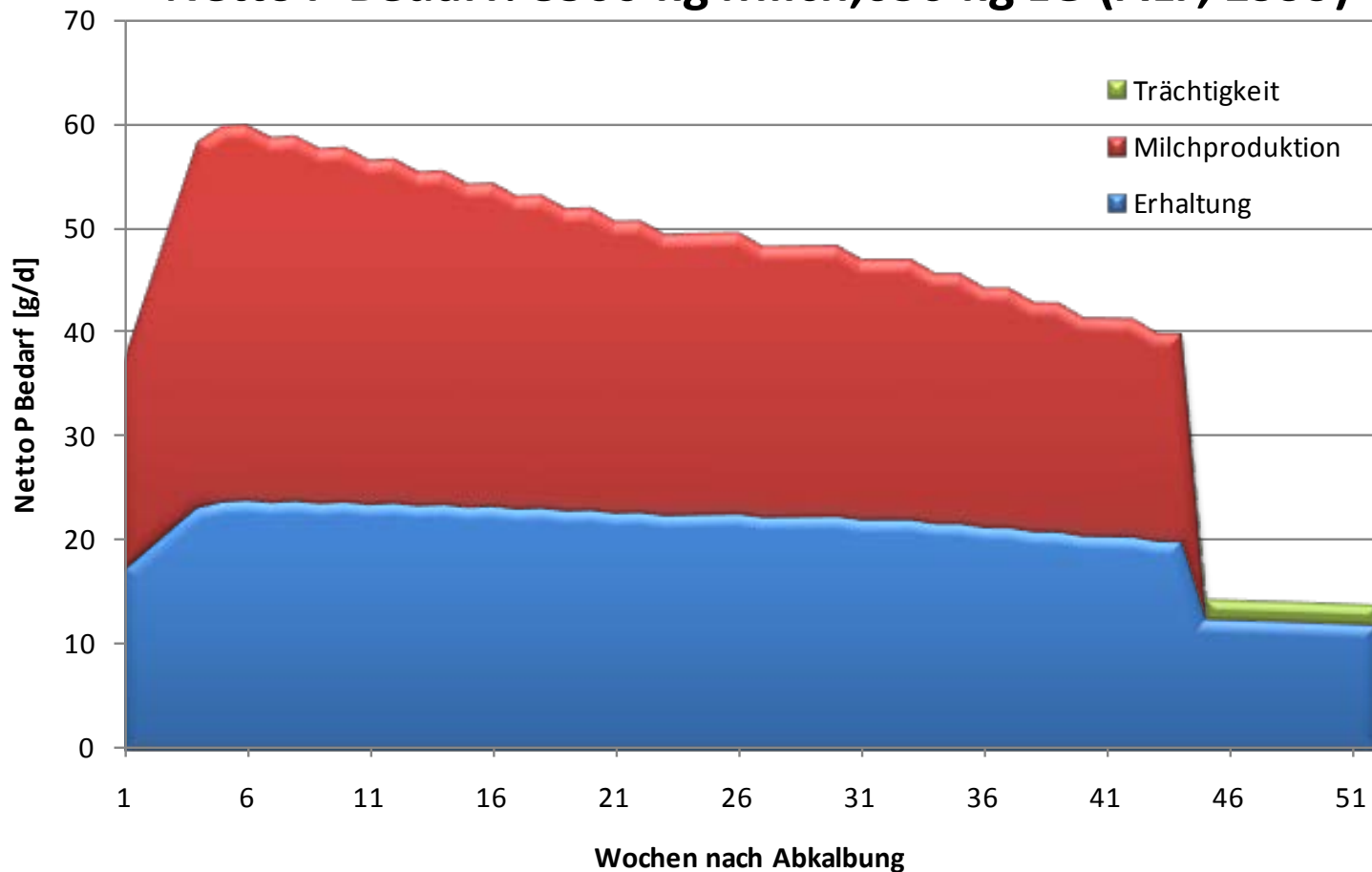
Aufzuchttrind, 800 g TZW, 600 kg end LG





Netto P Bedarf [g/d]

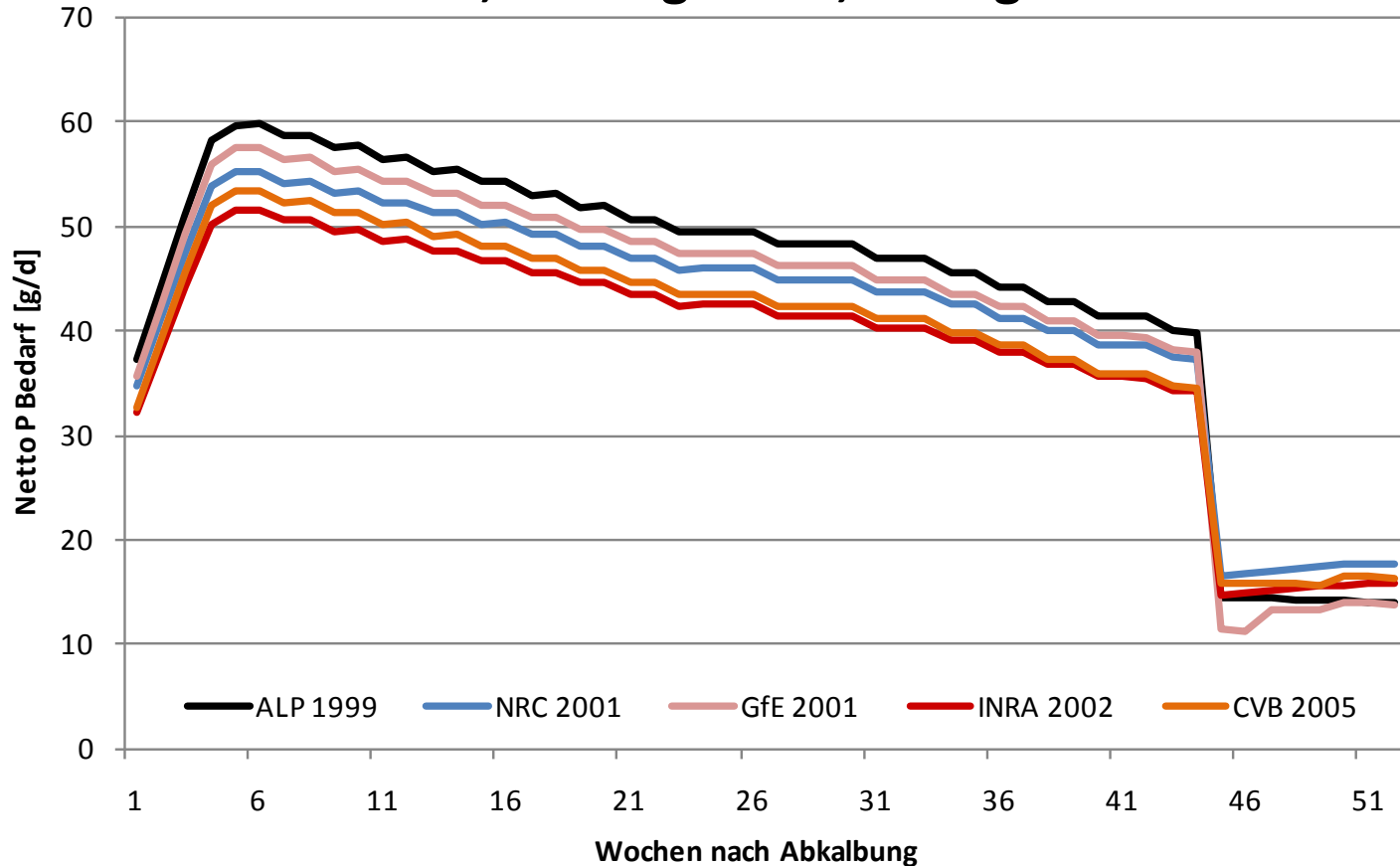
Netto P Bedarf: 8500 kg Milch, 650 kg LG (ALP, 1999)





Netto P Bedarf [g/d]

Milchkuh, 8500 kg Milch, 650 kg LG



Unterschied zwischen Institutionen im jährlichen netto P Bedarf: 6% - 13%



Absorptions- Nutzungskoeffizient

ALP 1999: Anfang Laktation: 70%
Laktation 65%
Galt: 60%

NRC 2001: Raufutter: 64%
Kraftfutter: 70%
Phosphate: 75-90%

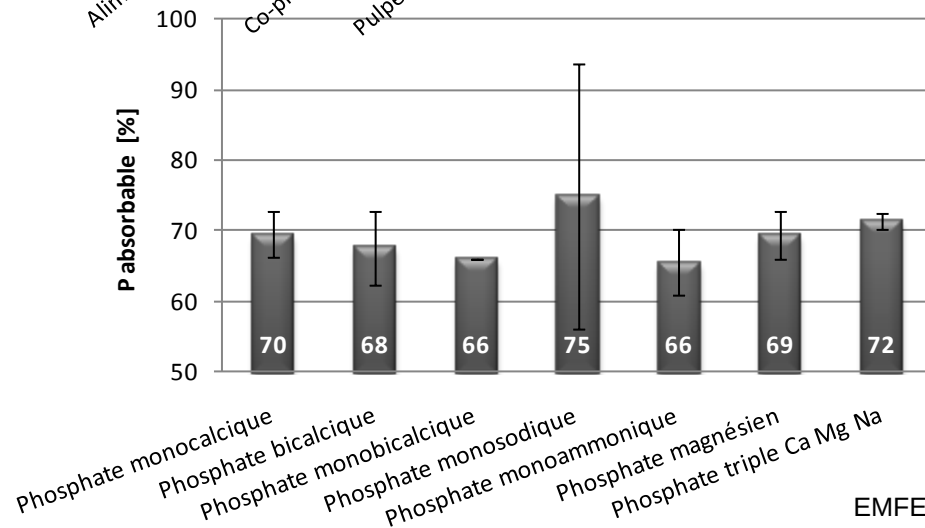
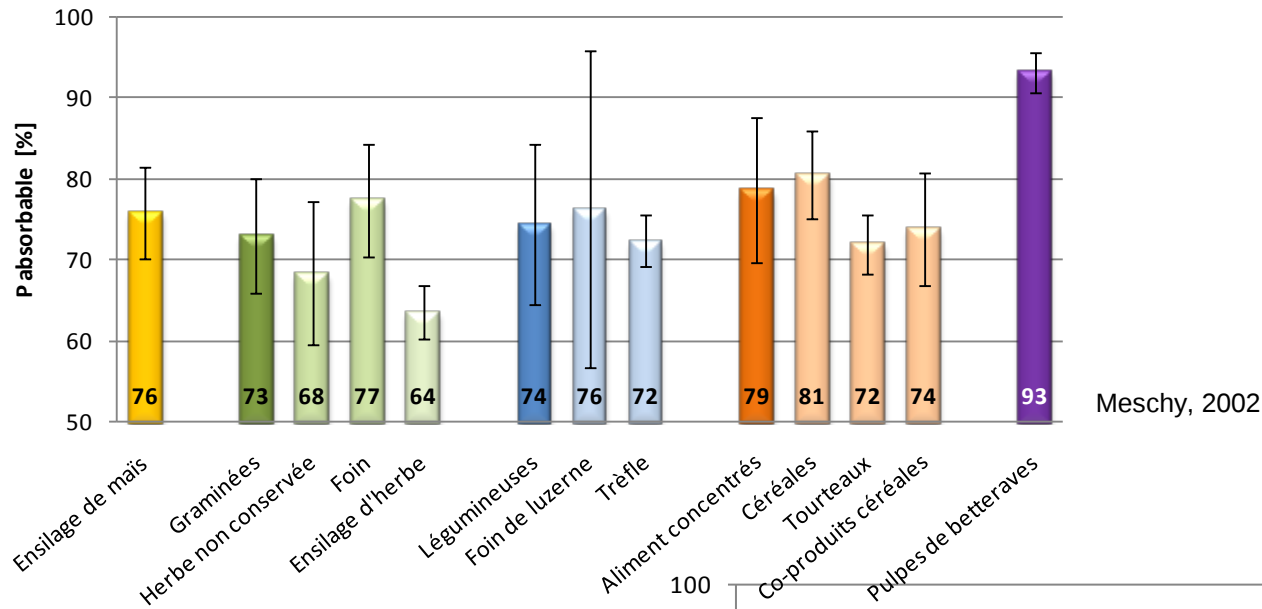
GfE 2001: 70%

INRA 2002: Je nach Futtermittel « Wahrer Absorptionskoeffizient»

CVB 2005: 75%



Absorptions- Nutzungskoeffizient

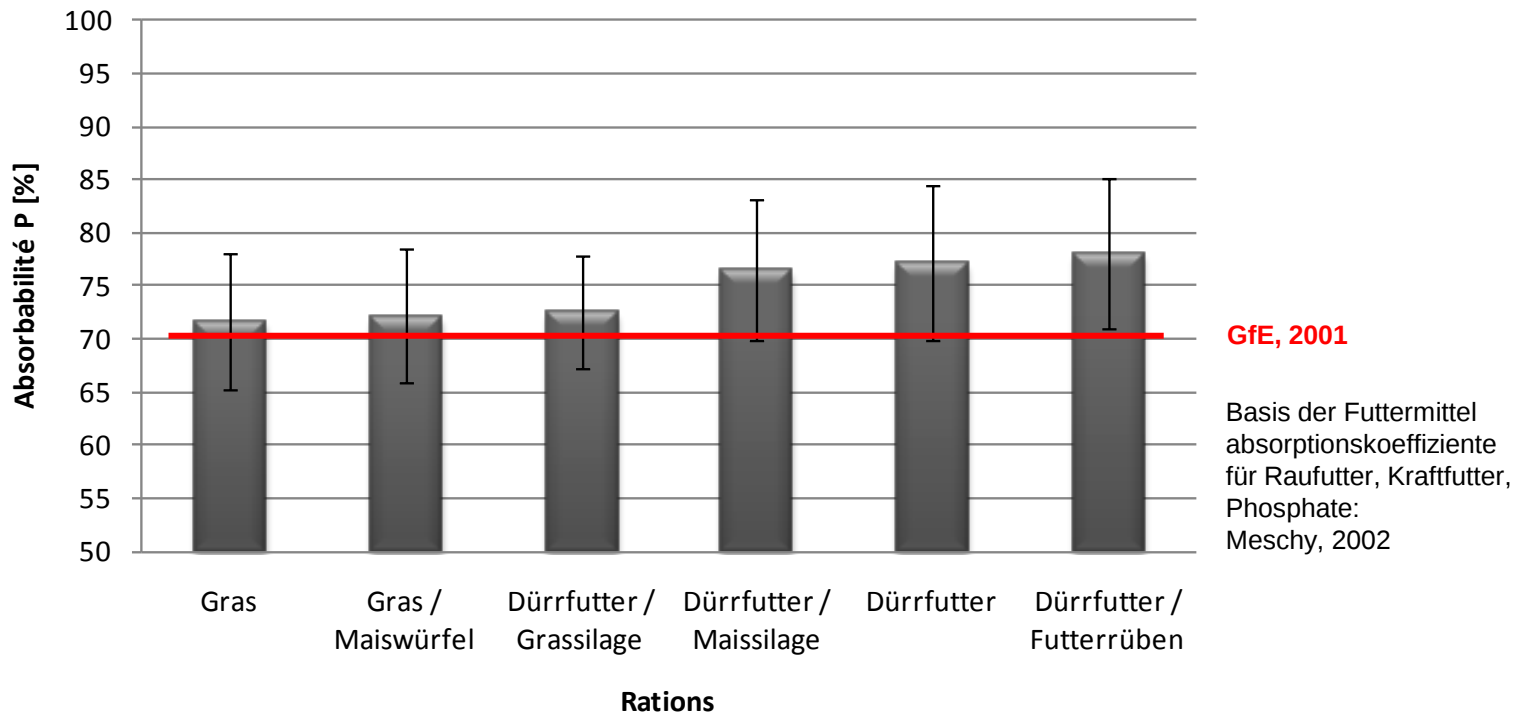




Absorptionskoeffizient in Rationen

Meta-analyse: Absorbierbarer P in Milchviehrationen
mit 2.5 - 5.0 g P / kg TS: **73%** Bravo et al., 2003

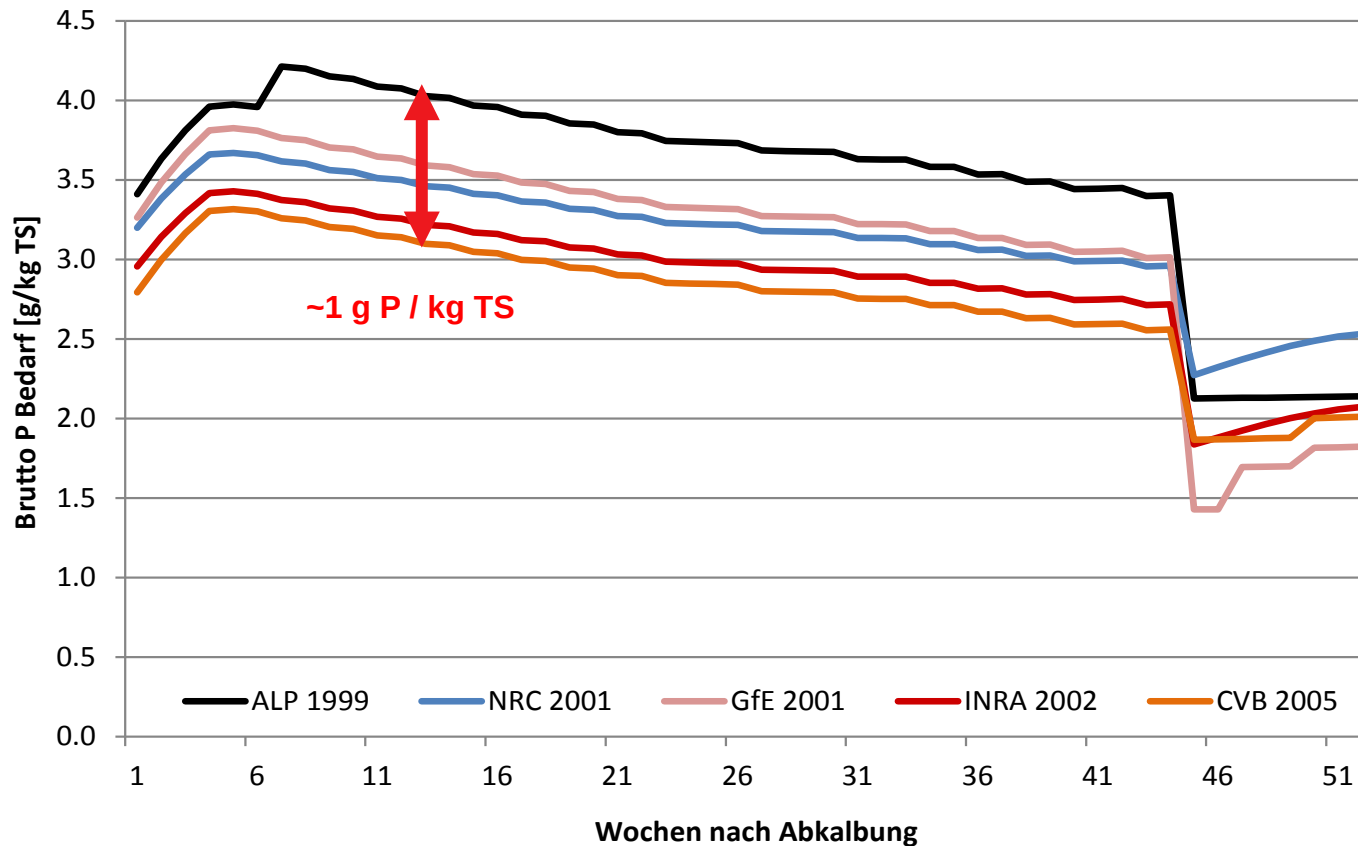
P-Absorptionskoeffiziente verschiedener Rationen





Brutto P Bedarf [g/kg TS]

Milchkuh, 8500 kg Milch, 650 kg LG



P Absorbierbarkeit: ALP: 70%, 65%, 60%;
NRC: 70%; 70%, 64%;
INRA: 70%;
CVB: 75%



P Bedarf der Pansenflora

Bedarf der Pansenflora an löslichem P

Für Cellulolyse: 4.5 g P / kg verdauliche OS

Für Proteolyse: 2.8 g P / kg verdauliche OS *Guéguen et al., 1987; Komisarczuk-Bony et Durand, 1991*

P Löslichkeit im Pansen

Speichel: 100%

Futtermittel: ~75% *Georgievskii, 1982* Phytat Hydrolyse: 75% *Hill et al., 2008*

Phosphat: Je nach Quelle: Mononammonium (Tessenderlo): 98%; Monokalسيوم (Timab) 75%; Mononatrium (Kemira): 75%; dreifach (Kemira): 55%

P Löslichkeit im Pansen beeinflusst die Absorbierbarkeit im Darm nicht.

Kinetik: potentielle Unterversorgung

wenn Speichelung tief ist (während Futteraufnahme, vor dem Wiederkauen).

Die Pansenflora überlebe aber kurzfristige P-Defizite *Ramirez-Perez et al., 2009*

⇒ Wiederkaugerechte Ration (Speichel-P Rezyklierung fördernd): Keine Anzeichen, dass die Fütterungsempfehlungen für den P Bedarf der Pansenflora limitierend sind.



P - Mineralstoffinteraktionen

Kalcium

Ca: **5.2, 7.8, 10.3** g/kg TS; P: 3.5 g/kg TS

=> keine Interaktion Taylor et al., 2009

Soweit der Ca und P Bedarf gedeckt ist => Ca:P Verhältnis ist physiologisch nicht wichtig. GfE, 2001; Meschy, 2002; Taylor et al., 2009

Kalium

Blut P ↘ ; Harn P ↗ ; Kot P = ; P Retention = Suttle et Field, 1967

Notiz: wenn der K Gehalt im Rauffuter steigt wird sehr wahrscheinlich der P Gehalt auch Steigen.



Kann man tiefer gehen ?

Quelle		Valk and Sebek, 1999	Wu et Satter, 2000	Wu et al., 2000	Wu et al., 2001	Odoongo et al., 2007	Ferris et al., 2009
Land		NL	USA	USA	USA	CND	UK
Dauer	[Jahr]	1.5	2	1	3	2	4
Milchleistung	[kg / Lakt.]	9000	9500 - 11000	11000	12000	11000	9000
Ration P	[g / kg TS]	2.4 / 2.8 / 3.3	3.5 / 4.6	3.1 / 4.0 / 4.9	3.1 / 3.9 / 4.7	3.5 / 4.2	3.5 / 4.5
Gemessene Parameter	Produktion	X	X	X	X	X	X
	Milch Qual.		X	X	X	X	X
	Fruchtbarkeit		X	X	X	X	X
	Blut Status		X		X		X
	Knochen Status				X		X
	Ausscheidung			X	X	X	
Schluss- folgerung		nichts negativ bei 2.8; TS- Aufnahme reduziert mit 2.4	Minimaler P: o.k.	Minimaler P: o.k.	Minimaler P: knapp (Knochen)	Minimaler P: o.k.; Knapp für 1. Laktierende	Minimaler P: o.k.

Knochenmobilisierung

4.3 und 3.2 g P / kg TS, 1-4 Laktationsmonat: Kein P-Effekt. Ekelund et al., 2006

Immun Abwehr

5.2; 4.3 und 3.4 g P / kg TS. Keine Entwicklung von Lymphocyten und bakterizider Aktivität Mullarky et al, 2009



Aktualisierte P Empfehlungen für die Milchkuh und Aufzucht

NETTO BEDARF [g P/d]

Erhaltung: **0.90 * TS-Aufnahme** Meschy, 2002; auf TS-Aufnahme vereinfacht

Milchprod.: **1.00 g P / kg Milch** (CH-Milch: 0.92 ± 0.04 g P / kg Sieber, 2011)

Wachstum: **< 200 kg LG: 7.5 g P / kg TZW**
> 200 kg LG: 6.7 g P / kg TZW; >500 kg LG_{Erwachsen}
6.0 g P / kg TZW; <500 kg LG_{Erwachsen}

AFRC, 1991; vereinfacht

Trächtigkeit: **von 8 bis 3 Wochen vor abkalben: 4.5 g P / d**
dann: 5.2 g P / d

House et Bell 1993, vereinfacht

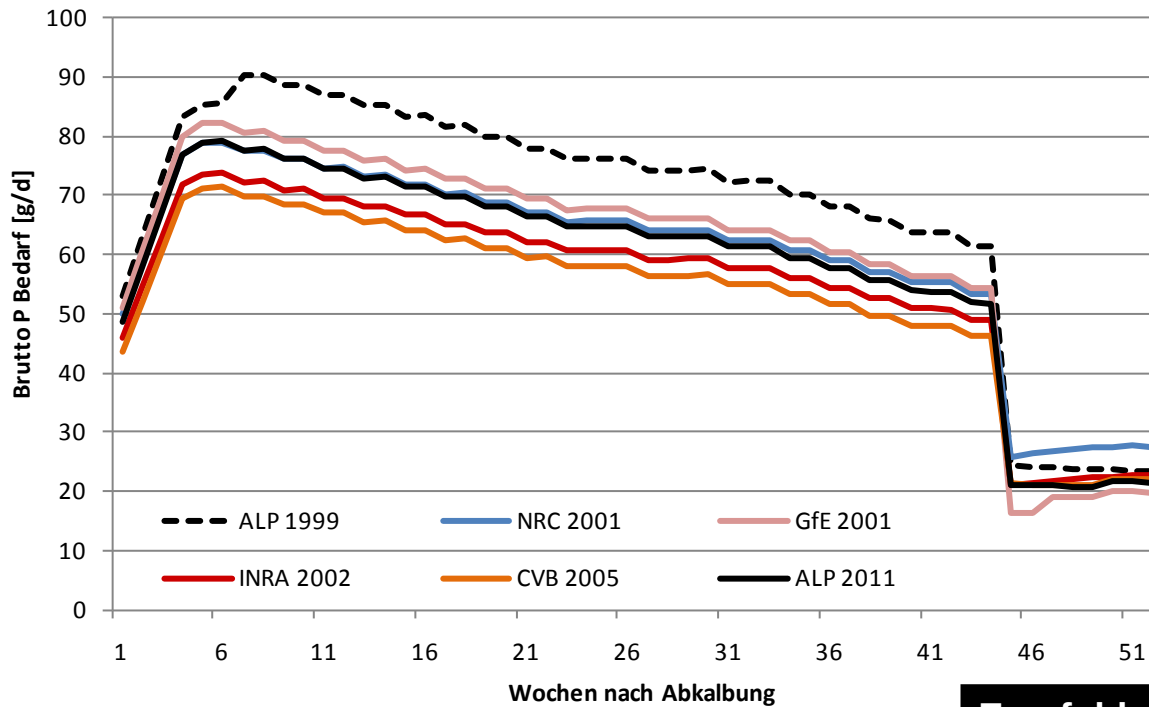
ABSORPTIONSKOEFFIZIENT: 0.70

EMPFEHLUNG: Nettobedarf / Absorptionskoeffizient



Aktualisierte P Empfehlungen für die Milchkuh

Milchuh, 8500 kg Milch, 650 kg LG



Empfohlen	[kg P / Jahr]	[%]
ALP 1999	24.7	100
ALP 2011	21.3	85



Aktualisierte P Empfehlungen für die Milchkuh

Stadium / Produktion		TS [kg/d]	P [g/d]	P [g/kg TS]
Laktation [kg/d]	10	13	31	2.4
	20	16	49	3.1
	30	20	69	3.4
	40	24	88	3.7
	50	26	105	4.0
Galt	Anfang	11	21	1.9
	Ende	11	22	2.0

Milchkuh mit 650 kg LG, ab 2. Laktation (kein Wachstum)

Geschätzte TS-Aufnahme [kg/j]	18	19	20	21	22
P Empfehlung [g/d]	66	67	69	70	71
P Empfehlung [g/kg TS]	3.7	3.5	3.4	3.3	3.2

Milchkuh mit 650 kg LG, **30 kg Milch / d**, ab 2. Laktation (kein Wachstum)



Was ist schon im Futter?

Agroscope Futtermitteldatenbank: www.feedbase.ch

Futtermittel [g/kg TS]	Min	Max	Ø	St-Abw	Quelle
Wiese A3, 1. Schnitt	2.3	4.7	3.4	0.6	Schlegel et al., 2011
Wiese A3, 2. Schnitt	2.6	4.6	3.8	0.6	Schlegel et al., non publié
Gras, stadium 4-5	1.5	3.7			Huguenin, 2011
Heu / Emd	1.8	3.7	3.4		Python et al., 2010
Mais Silage			2.2 – 2.9		www.feedbase.ch
Kraftfutter Energiereich	2.0	7.0	4.7	0.9	Agridea, 2011
Kraftfutter Proteinreich	2.5	10.4	6.7	1.3	Agridea, 2011
Kraftfutter Ausgegl.	3.0	8.0	5.5	0.8	Agridea, 2011

- ⇒ hohe variation **um** die P-Fütterungsempfehlungen
- ⇒ Raufutter **regelmässig analysieren**. Kraftfuttergehalte mitberücksichtigen.



Schlussfolgerungen

Aktualisierte P-Empfehlungen (2011):

- Bedarfsgerechte P-Versorgung
- Mit konstantem Absorptionskoeffizient, einfache Adaptation der Optimierungssoftware basiert auf 1999.
- Vergleichbar mit aktuellen Empfehlungen anderer Institutionen
- Ueber's Jahr, **-15%** gegenüber 1999
- Potentielle reduktion der P-Ausscheidungen gegenüber 1999
- Reduzierte Abhängigkeit von Phosphaten / Potential für Senkung der Futterkosten

Die **Sicherheitsmargen** sind gegenüber 1999 stark reduziert

- ⇒ Mineralfütterung nicht im Auge verlieren
- ⇒ **P-Gehalte der Futtermittel (Raufutter und Kraftfutter) kennen**
- ⇒ Wiederkaugerechte Ration notwendig
- ⇒ Gute Einschätzung der TS-Aufnahme
- ⇒ Phosphateinsatz: Wasserlöslichkeit berücksichtigen



Quellen

- AFRC, 1991. Technical Committee on responses to nutrients, report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. Nutrition Abstracts and Reviews 61, 573-612.
- ALP 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. LMZ, Zollikofen, Schweiz
- Bravo D, Sauvant D, Bogaert C, Meschy F 2003. Quantitative aspects of phosphorus absorption in ruminants. Reproduction Nutrient Développement 43 271-284.
- Bravo D, Sauvant D, Bogaert C, Meschy F 2003. Quantitative aspects of phosphorus excretion in ruminants. Reproduction Nutrient Développement 43, 285-300
- CVB 2005. Handleiding Mineralenvoorziening Rundvee, Schapen, Geiten. Centraal Veevoerbureau, Lelystad, Netherlands.
- EMFEMA 2002. Bioavailable of major and trace elements. EMFEMA, Brussels, Belgium.
- Ekelund A, Spörndly R, Holtenius K 2006. Influence of low phosphorus intake during early lactation on apparent digestibility of phosphorus and bone metabolism in dairy cows. Livestock Science 99, 227-236.
- Ferrell CL, Laster DB, Prior RL 1982. Mineral accretion during prenatal growth in cattle. Journal of Animal Science 54, 618-624.
- Ferris CP, Patterson DC, McRoy MA, Kilpatrick DJ 2009. Effect of offering dairy cows diets differing in phosphorus concentration over four successive lactations. 1. food intake, milk production, tissue changes and blood metabolites. Animal.
- Guéguen L, Durand M, Meschy F 1987. Apports recommandés en éléments minéraux majeurs pour les ruminants. Bulletin Technique CRZV Theix, INRA 70, 105-112.
- GfE 2001. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, Deutschland.
- Hill SR, Knowlton KF, Kebreab E, France J, Hanigan MD 2008. A model of phosphorus digestion and metabolism in the lactating dairy cow. Journal of Dairy Science 91, 2021-2032.
- House WA/Huguenin O 2011. Nutrient content in grassland communities: objectives and influencing factors. Mineralstoffgehalte in Pflanzen. ETH Zürich 13.01.2011.
- Bell AW 1993. Mineral accretion in the fetus and adnexa during late gestation in Holstein cows. Journal of Dairy Science 76, 2999-3010.
- Komisarczuk S, Merry RJ, McAllan AB 1987. Effect of different levels of phosphorus on rumen microbial fermentation and synthesis determined using a continuous culture technique. British Journal of Nutrition 57, 279-290.
- Meschy F 2002. INRA 2002. Recommandations d'apport en phosphore absorbé chez les ruminants. Rencontre Recherche Ruminants, 281-285.
- Mularky IK, Wark WA, Dickenson M, Martin S, Petersson-Wolfe CS, Knowlton KF 2008. Analysis of immune function in lactating dairy cows fed diets varying in phosphorus content. Journal of Dairy Science 92, 365-368.
- NRC 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. The National academies press, Washington D.C., U.S.A.
- Odongo NE, McKnight D, Koekkoek A, Fisher JW, Sharpe P, Kebreab E, France J, McBride BW 2007. Long term effects of feeding diets without mineral phosphorus supplementation on the performance and phosphorus excretion in high-yielding dairy cows. Canadian Journal of Animal Science 87, 639-646.
- Python P, Boessinger M, Buchmann M 2010. Teneur moyenne en minéraux majeurs des fourrages secs ventilés selon l'altitude et la situation géographique. ETH Schriftenreihe zur Tierernährung.
- Pfeffer E, Keunecke R 1986. The content of protein, fat and major minerals in growing goats. Source. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 55, 166-171.
- Ramirez-Perez AH, Sauvant D, Meschy F 2009. Effect of phosphate solubility on phosphorus kinetics and ruminal fermentation activity in dairy goats. Animal Feed Science and Technology 149, 209-227.
- Rodriguez RR 2004. Cinética de fósforo em bezerras infectados com Cooperia punctata avaliada pela técnica de diluição isotópica. Thèse, Université de São Paulo.
- Schwarz FJ, Heindl U, Kirchgessner M 1995. Content and deposition of major mineral elements in different tissues and empty body of growing bulls of the German Simmental breed. Archives of Animal Nutrition 48, 183-199.
- Schulz E, Oslage HJ, Daenicke R 1974. Untersuchung über Zusammensetzung der Körpersubstanz sowie den Stoff- und Energieansatz bei wachsenden Mastbullen. Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung 4, 1-70.
- Sieber R 2011. Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. ALP Science 538.
- Spiekens H, Bintrup R, Balmelli M, Pfeffer E 1993. Influence of dry matter intake on fecal phosphorus losses in dairy cows fed rations low in phosphorus. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 69, 37-43.
- Schlegel P, Python P, Amaudruz M 2011. Mise à l'herbe et apports en minéraux. Agri Hebdo 22.04.2011
- Suttle NF, Field AC 1967. Effect of increased intakes of potassium and water on the metabolism of magnesium, phosphorus, sodium, potassium and calcium in sheep. British Journal of Nutrition 21, 819-831.
- Taylor MS, Knowlton KF, McGilliard ML 2009. Dietary calcium has little effect on mineral balance and bone mineral metabolism through twenty weeks of lactation in Holstein cows. Journal of Animal Science 92, 223-237.
- Valk H, Sebek LBJ 1999. Influence of long term feeding of limited amounts of phosphorus on dry matter intake, milk production and body weight of dairy cows. Journal of Dairy Science 82, 2157-2163.
- Wu Z and Satter LD 2000. Milk production and reproductive performance of dairy cows fed two concentrations of phosphorus for two years. Journal of Dairy Science 83, 1052-1063.
- Wu Z, Satter DL, Sojo R 2000. Milk production, reproductive performance and fecal excretion of phosphorus by dairy cows fed three amounts of phosphorus. Journal of Dairy Science 83, 1028-1041.
- Wu Z, Satter LD, Blohowiak AJ, Stauffacher RH, Wilson JH 2001. Milk production, estimated phosphorus excretion, and bone characteristics of dairy cows fed different amounts of phosphorus for two or three years. Journal of Dairy Science 84, 1738-1748.



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit