Neue Phosphorempfehlungen für Milchvieh

Merkblatt für die Praxis

Nr. 44 | 2012

Olivier Bloch, ALP

Autor

Patrick Schlegel
Agroscope
Liebefeld-Posieux ALP-Haras
Tioleyre 4
CH-1725 Posieux
patrick.schlegel@alp.admin.ch

Impressum

Herausgeber:
Agroscope
Liebefeld-Posieux ALP-Haras
www.agroscope.ch

Redaktion:
Gerhard Mangold, ALP

Gestaltung:
RMG Design, Fribourg

Druck:
Tanner Druck AG,
Langnau im Emmental

Copyright:
Nachdruck, auch auszugsweise, bei Quellenangabe und Zustellung eines Belegexemplars an die Herausgeberin gestattet.

ISSN 1660-7627

Phosphor (P) gehört zu den essenziellen Nährstoffen und dies gilt sowohl für Wiederkäuer wie auch für deren Mitbewohner – die Pansenflora. Eine ungenügende Versorgung mit P kann daher zu Leistungseinbussen führen, hingegen belastet ein P-Überschuss die Umwelt. Die erforderliche Versorgung mit P wird in Rindviehrationen über das Raufutter und Proteinträger weitgehend gedeckt. Der Rest muss mit Phosphat, eine nicht erneuerbare P-Quelle, zugeführt werden. Die Schweiz hängt in Sachen Phosppate vollständig von Importen ab. Die bergbaulichen Vorräte von qualitativ guten Phosphatlagerstätten sind beschränkt. Die Preise für Phosphate werden daher sehr wahrscheinlich längerfristig ansteigen.

Der essenzielle, nicht erneuerbare und zunehmend teure P wie auch seine potenzielle Umweltbelastung erfordern einen möglichst effizienten Einsatz in der Fütterung. Die Folge der Überarbeitung der Fütterungsnormen für P beim Milchvieh ist eine Reduktion der Sicherheitsmargen, die im Gegenzug durch gute Kenntnisse über die P-Gehalte der auf dem Betrieb eingesetzten Raufutter und Kraftfutter kompensiert werden muss.

Dieses Merkblatt gibt eine Übersicht über die wichtigsten Grundsätze rund um die P-Versorgung beim Milchvieh:

- physiologische Bedeutung von P und sein Stoffwechsel
- Revision des Nettobedarfes an P
- Nährstoffinteraktionen und Absorbierbarkeit von P
- überarbeitete Fütterungsempfehlungen für P
- Mangel- und Toleranzschwelle für P und Beurteilung des P-Status

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP -Haras

Agroscope

1. Physiologische Bedeutung und P-Stoffwechsel

Der Körper einer ausgewachsenen Milchkuh enthält ungefähr 5 kg P, wovon 80 % im Knochengewebe eingelagert sind. P ist an der Knochenmineralisierung, im Energiestoffwechsel, an der Proteinsynthese und der Struktur von Zellmembranen beteiligt. Zudem ist P Bestandteil zahlreicher Coenzyme.

Der P-Bedarf der Pansenflora kann das Doppelte des Bedarfes der Wirtstiere ausmachen. Um diesen Bedarf zu decken, rezykliert der Wiederkäuer eine bedeutende P-Menge über den Speichel (Abb. 1). Im Speichel liegt P in gelöster Form als Phosphat vor, der für die Pansenflora rasch verfügbar ist. Die rezyklierte Menge hängt hauptsächlich von der Wiederkautätigkeit ab. Aus praktischen Gründen benutzt man den Trockensubstanzverzehr (TSV) als Masseinheit.

Über die Darmwand werden 70 bis 80 % des aufgenommenen und rezyklierten P absorbiert. Die intermediäre Verteilung erfolgt über die Blutbahn zu den Speicheldrüsen und den anderen Geweben (z.B. Skelett, Euter, Uterus). Ist der P-Bedarf höher als die absorbierte Menge, wird P aus dem Skelett mobilisiert. Im umgekehrten Fall wird P eingelagert. Bei Beginn Laktation wird der Kalziummangel (Ca) über die Knochenreserven kompensiert, was auch gleichzeitig P freisetzt (bis 25 g P pro Tag). Überschüssiger P gelangt über den Speichel in den Verdauungstrakt, wo er schliesslich ausgeschieden werden kann. Im Gegensatz zu Monogastriern wird bei Wiederkäuern nicht der Weg über die Harnausscheidung benutzt, um einen P-Überschuss zu regulieren.

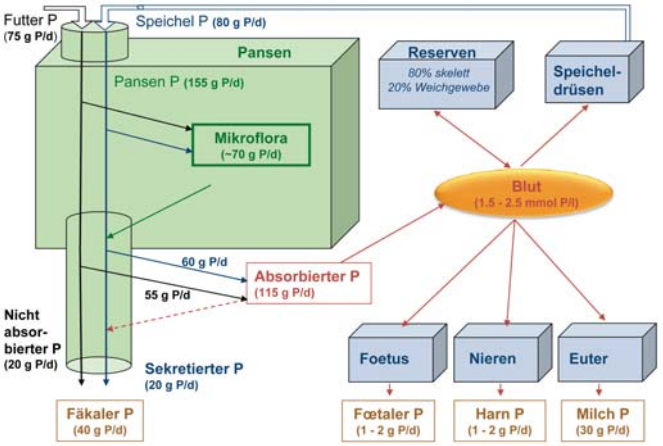


Abbildung 1. Täglicher P-Fluss bei der Milchkuh (650 kg LG, 30 kg Milch, 21 kg TSV)

2. Nettobedarf an P

Die Ableitung des Nettobedarfes an P stützt sich auf die faktorielle Methode, die darin besteht, alle P-Flüsse in Form von Output und Ansatz zu addieren (Tab. 1). Der Erhaltungsbedarf, vom TSV abgeleitet, repräsentiert den unvermeidbaren P-Verlust über Kot (mikrobieller P und nicht rückabsorbierter Speichel-P) und Harn. Der Produktionsbedarf setzt sich zusammen aus dem über die Milch exportierten P (Laktation) und dem im Uterus und Fötus (Trächtigkeit) und bei Wachstum angesetzten P. Gemäss den aktuellen schweizerischen Angaben enthält die Kuhmilch 0.92 ± 0.04 g P pro kg. Dies definiert den Laktationsbedarf. Der P-Bedarf für Wachstum hängt vom Tageszuwachs (TZW) ab. Zusätzlich wird zwischen klein- und grossrahmigen Tieren bezogen auf das erwachsene Lebendgewicht ($LG_{Erw.}$) unterschieden. Während der Trächtigkeit ist der P-Bedarf bis zum Ablauf von ¾ der Trächtigkeitsdauer vernachlässigbar. Anschliessend steigt der P-Bedarf kontinuierlich an, um in der Schlussphase der Trächtigkeit bei hoher Wachstumsrate des Fötus das Maximum zu erreichen.

Tabelle 1. Nettobedarf an P beim Rindvieh in g pro Tag (d)

Bedarf	Einheit	Koeffizient
Erhaltung	[g P/d]	0.9 TSV [kg/d]
Milchproduktion	[g P/kg Milch/d]	1.0
Wachstum; <200 kg LG	[g P/kg TZW]	7.5
Wachstum; >200 kg LG; <500 kg $LG_{Erw.}$	[g P/kg TZW]	6.0
Wachstum; >200 kg LG; >500 kg $LG_{Erw.}$	[g P/kg TZW]	6.7
Trächtigkeit 8 bis 3 Wochen vor Abkalbetermin	[g P/d]	4.5
Trächtigkeit ab 3 Wochen vor Abkalbetermin	[g P/d]	5.2

3. Nährstoffinteraktionen und Absorbierbarkeit von P

Absorption und Stoffwechsel von P sind eng mit denjenigen von Ca und Vitamin D_3 verknüpft. Das Ca : P-Verhältnis wurde lange Zeit als ausschlagegebend angesehen. Die beim Wiederkäuer so bedeutende P-Rezyklierung über den Speichel führt auf Darmstufe zu einem Ca : P-Verhältnis, das mit dem ursprünglichen Verhältnis im Futter nichts mehr zu tun hat. Das Ca : P-Verhältnis in der Futterration ist demzufolge nebensächlich, solange Ca und P in bedarfsdeckender Menge vorhanden sind. Dennoch ist die Mineralfutterauswahl mithilfe des Ca : P-Verhältnisses nicht in Frage gestellt. Weitere Inhaltsstoffe, die die Absorption und/oder den Stoffwechsel von P beeinflussen können, sind nicht quantifiziert und werden daher in den Fütterungsempfehlungen nicht berücksichtigt.

Sofern es zwischen Futterkomponenten in der Absorbierbarkeit von P Unterschiede gibt, sind die Fütterungsempfehlungen idealerweise auf Stufe absorbierbarer P zu definieren. Es hat sich allerdings gezeigt, dass die P-Absorbierbarkeit bei Futterkomponenten in einem nicht relevanten Ausmass variiert und dass im Raufutter die Schwankungen gross sein können. Der für mehrere, in der Schweiz üblichen, Rationen berechnete Absorbierbarkeitskoeffizient für P liegt zwischen 72 und 78 % (Berechnung auf der Grundlage von Absorbierbarkeitskoeffizienten der INRA für diverse Futterkomponenten). Die Absorbierbarkeit unterscheidet sich auch zwischen verschiedenen Phosphatquellen nicht. Es ist daher gerechtfertigt, beim Rindvieh für die Absorbierbarkeit von P einen einheitlichen Wert von 70 % vorzuschlagen. Beim Kalb liegt die Absorbierbarkeit von P bei 90 %, solange die Ration vorwiegend aus Milch besteht.

4. Neue Phosphorempfehlungen

Die neuen P-Empfehlungen (Tab. 2 und 3) leiten sich vom Bruttobedarf ohne Sicherheitsmargen ab. Der Bruttobedarf berechnet sich aus der Summe des faktoriell ermittelten Nettobedarfes, dividiert durch den Absorbierbarkeitskoeffizienten der Ration.

Tabelle 2. Empfohlenes tägliches Angebot an P für die Milchkuh

Staduim	Produktion	TSV [kg/d]	P [g/d]	P [g/kg TS]
Laktation	10	12	30	2.5
		13	**31**	**2.5**
		14	32	2.3
	20	15	48	3.2
		16	**49**	**3.1**
		17	50	3.0
	30	19	67	3.5
		20	**69**	**3.4**
		21	70	3.3
	40	23	87	3.8
		24	**88**	**3.7**
		25	89	3.6
	50	25	104	4.1
		26	**105**	**4.0**
		27	106	3.9
Galt	Anfang	10	19	1.9
		11	**21**	**1.9**
		12	22	1.8
	Ende	10	20	2.0
		11	**22**	**2.0**
		12	23	1.9

Beispiel für eine Milchkuh, welche täglich 30 kg Milch produziert und 20 kg TS frisst (gemäss Tabelle 1): ((20 * 0.9) + (30 * 1)) / 0.7 = 69 g/Tag

Das für die letzten zwei Trächtigkeitsmonate empfohlene P-Angebot einer multiparen Kuh entspricht dem Bedarf einer Kuh, die 4 bis 6 kg Milch pro Tag produziert.

Das für die letzten zwei Trächtigkeitsmonate empfohlene P-Angebot für ein trächtiges Rind entspricht dem Bedarf einer Kuh mit einer Milchleistung von 9 bis 12 kg pro Tag.

Der P-Gehalt der Ration kann stark variieren je nach den Gehalten von Wiesenfutter, deren Konserven und Ergänzungsfutter und von der Einsatzmenge an P-armem Futter, wie z.B. Ganzpflanzenmaissilage. Der P-Gehalt einiger ausgewählter Futterkomponenten ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Differenz zwischen dem empfohlenen Angebot und dem P-Gehalt der Ration bestimmt die Wahl des Mineralfutters (mit oder ohne P).

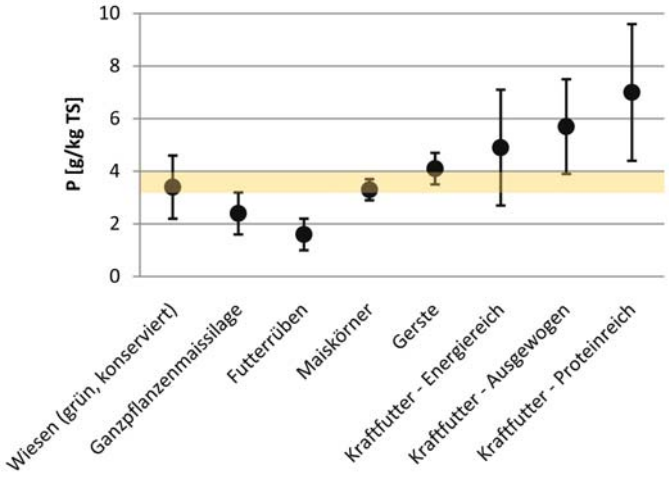


Abbildung 2. Mittlerer P-Gehalt und Streuung einiger beim Milchvieh eingesetzten Futterkomponenten im Vergleich zum empfohlenen Angebotsbereich (gelber Balken).

Tabelle 3. Empfohlenes tägliches Angebot an P für Kalb und Aufzuchtrind

TZW [g/d]		500		600		700		800		900	
LG [kg]	TSV [kg/d]	[g/d]	[g/kg TS]	[g/d]	[g/kg TS]	[g/d]	[g/kg TS]	[g/d]	[g/kg TS]	[g/d]	[g/kg TS]
50 - 80 [1]	1.0 - 2.0	6		7		8		9		10	
80 - 125	2.5	9	3.4	10	3.9	11	4.3	12	4.7	13	5.1
	3.0	9	3.1	10	3.4	11	3.8	12	4.1	14	4.5
125 - 200	3.5	10	2.8	11	3.1	12	3.4	13	3.7	14	4.0
	4.0	11	2.6	12	2.9	13	3.2	14	3.4	15	3.7
	4.5	11	2.5	12	2.7	13	3.0	14	3.2	15	3.4
200 - 300	4.5	11	2.3	12	2.6	12	2.8	13	3.0	14	3.2
	5.0	11	2.2	12	2.4	13	2.6	14	2.8	15	3.0
	6.0	13	2.1	13	2.2	14	2.4	15	2.6	16	2.7
300 - 500	6.5	13	2.0	14	2.2	15	2.3	16	2.5	17	2.6
	7.5	14	1.9	15	2.1	16	2.2	17	2.3	18	2.4
	8.5	16	1.8	17	2.0	18	2.1	19	2.2	20	2.3
500 - 600 (Abkalbung)	9.0	23	2.5	24	2.6	25	2.7	26	2.9	27	3.0
	10.0	24	2.4	25	2.5	26	2.6	27	2.7	28	2.8
	11.0	25	2.3	26	2.4	27	2.5	28	2.6	29	2.7

[1] Absorbierbarkeit von P: 90%

5. Mangel- und Toleranzschwelle sowie Beurteilung des P-Status

Ein P-Mangel bewirkt einen reduzierten Trockensubstanz-Verzehr. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die über den Speichel rezyklierte P-Menge nicht mehr ausreicht, den Bedarf der Faser abbauenden Pansenflora zu decken. In Rationen mit einem hohen Anteil an Phosphat-P (z.B. Maissilage betonte Rationen) ist es wichtig, auf eine gute Wasserlöslichkeit (somit auch im Pansen) der P-Quelle zu achten, damit in erster Linie die Pansenflora mit P versorgt wird.
In neueren, über mehrere Laktationen durchgeführten Versuchen mit Kühen mit mehr als 9000 kg Milch pro Jahr konnte gezeigt werden, dass die ersten Anzeichen eines P-Mangels (vor allem reduzierter TSV) unter einem P-Gehalt von 3 g P pro kg TS und Jahr (Laktation und Trächtigkeit) beobachtet werden können. Die Zellzahl der Milch und die Fruchtbarkeit wurden durch diese tiefe P-Versorgung nicht beeinflusst.

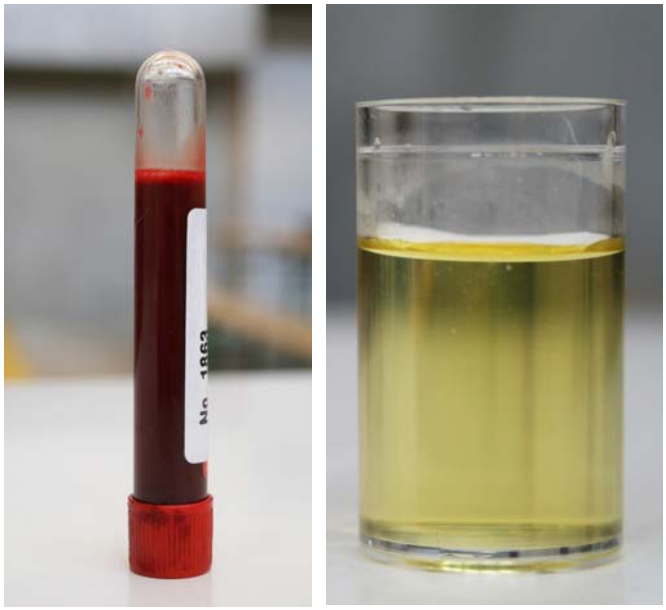
Die Toleranzschwelle für P wird auf 10 g P pro kg TS geschätzt.

Wenn der Verdacht auf P-Mangel besteht, ist als erstes der über das Futter zugeführte P zu überprüfen, indem der P-Gehalt der Ration anhand von Analysenwerten berechnet wird. In einem zweiten Schritt kann der P-Status für die Beurteilung herangezogen werden. Dazu sind bei mehreren gesunden Tieren eines vergleichbaren Laktationsstadiums Blut- und Harnproben zu nehmen (Tab. 4). Der Harn-P wiederspiegelt den P-Status im Blut, streut aber je nach Wasseraufnahme und Harnabsetzrhythmus in einem weiten Bereich.

Tabelle 4. Referenzwerte zur Beurteilung der P-Gehalte im Blutplasma und Harn von Milchkühen

		Mangel	Knapp	Normal
Plasma P	[mmol/l]	< 1.0	1.0 - 1.3	1.3 - 2.0
	[mg/dl]	< 3.1	3.1 - 4.0	4.0 - 6.2
Harn P	[mmol/l]	< 0.8		
	[mg/dl]	< 2.5		

Bemerkung : Tiere versuchen, ihren Mineralstoffhaushalt auszugleichen. Die Beziehung zwischen Futter-P und Blut- oder Harn-P ist im Bereich einer knappen Versorgung nicht eindeutig und daher heikel zu interpretieren.



Patrick Schlegel, ALP

Analyse von P Gehalt im Blut und/oder Harn ermöglicht den P-Status einer Herde abzuschätzen.

Das Wichtigste in Kürze

- Die Absorbierbarkeit von P beträgt beim Rindvieh 70 % (Kalb : 90%).
- Fütterungsempfehlung für P :
  Milchkuh (laktierend) : 3 – 4 g P/kg TS
  Rind : 2 – 4 g P/kg TS
  Kalb : 5 – 10 g P/Tag
- Regelmässige Analyse des P-Gehaltes im Raufutter empfohlen.
- Rationen füttern, welche die Wiederkautätigkeit fördern und ohne Risiko einer Pansenazidose sind.
- Bei hohem Anteil an Phosphat-P auf eine gute Wasserlöslichkeit achten.

Bestellung

Bibliothek ALP-Haras
Tioleyre 4, Postfach 64
CH-1725 Posieux
Telefon: +41 (0)26 407 71 11
Fax: +41 (0)26 407 73 00
biblio@alp.admin.ch
Ab 100 Expl. pro Nummer kosten 50 Stück CHF 20.–

Frühere Nummern siehe

www.agroscope.ch –>
Publikationen –> Zeitschriften