

Mineralische Ballaststoffe in der Wiederkäuerfütterung

Jürg KESSLER und Christoph SIGRIST, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (FAG), CH-1725 Posieux

Mineralische Ballaststoffe wie Tonmehle und Kieselgur werden von jeher in der Mischfutterfabrikation als Press- und Fließhilfsmittel eingesetzt. Durch ihre Eigenschaft, Ammonium und andere Substanzen zu binden beziehungsweise einzulagern, nimmt vorab aus ökologischen Gründen ihre Bedeutung in der Fütterung zu. Ob diese Produkte die in sie gesteckten Erwartungen erfüllen, darüber sind die Meinungen geteilt.

Unter dem Begriff mineralische Ballaststoffe werden Tonminerale verschiedener Herkunft und Zusammensetzung zusammengefasst. Zu nennen sind unter anderem Bolus alba und NUTRIMIN^{®1}, ein natürliches Mineralgemisch vulkanischen Ursprungs.

Bolus alba (Weisser Ton): Bolus alba besteht im wesentlichen aus sich abwechselnden Lagen an Aluminium- und Siliziumoxid. Wichtigste Tonminerale von Bolus alba sind das Kaolinit und der Montmorillonit. Bolus alba weist eine hohe Adsorptionsfähigkeit auf. Diese ist unter anderem abhängig vom Gehalt an Montmorillonit und von der Teilchengrösse.

NUTRIMIN[®]: Hauptkomponente des NUTRIMIN[®] bildet mit zirka 70 % ein natürlicher Zeolith (Klinoptilolith). Dessen Kristallgitter baut sich chemisch aus Silizium- und Aluminiumoxydtetraedern auf. Diese sind über Sauerstoffbrücken miteinander verknüpft. Dabei entstehen eine Vielzahl von sogenannten Hohlräumen, in welchen Ammoniak, Ammoniumionen und andere Stoffe eingelagert werden können. Als weiteres Mineral enthält NUTRIMIN[®] Kalzium-Montmorillonit. Dieser weist unter anderem eine hohe Adsorptionskapazität für Wasser auf.

Bewiesene und vermutete Wirkungen

Den mineralischen Ballaststoffen werden zahlreiche bewiesene und vermutete Wirkungen zugeschrieben. Am besten bekannt ist deren Bedeutung als Press- und Fließhilfsmittel in der Mischfutterfabrikation.

¹Multifunktionaler mineralischer Ballaststoff der Firma Hotop Nutrition AG

Beim landwirtschaftlichen Nutztier sollen sie, je nach Produkt und Tierart, in

unterschiedlichem Umfang in die Verdauung eingreifen und Leistung sowie Allgemeinzustand positiv beeinflussen. Durch die Eigenschaft, Ammoniumionen zu binden beziehungsweise einzulagern, sollen die mineralischen Ballaststoffe die Stickstoffverluste über Kot und Harn reduzieren und damit die Umweltbelastung mit Stickstoff verringern.

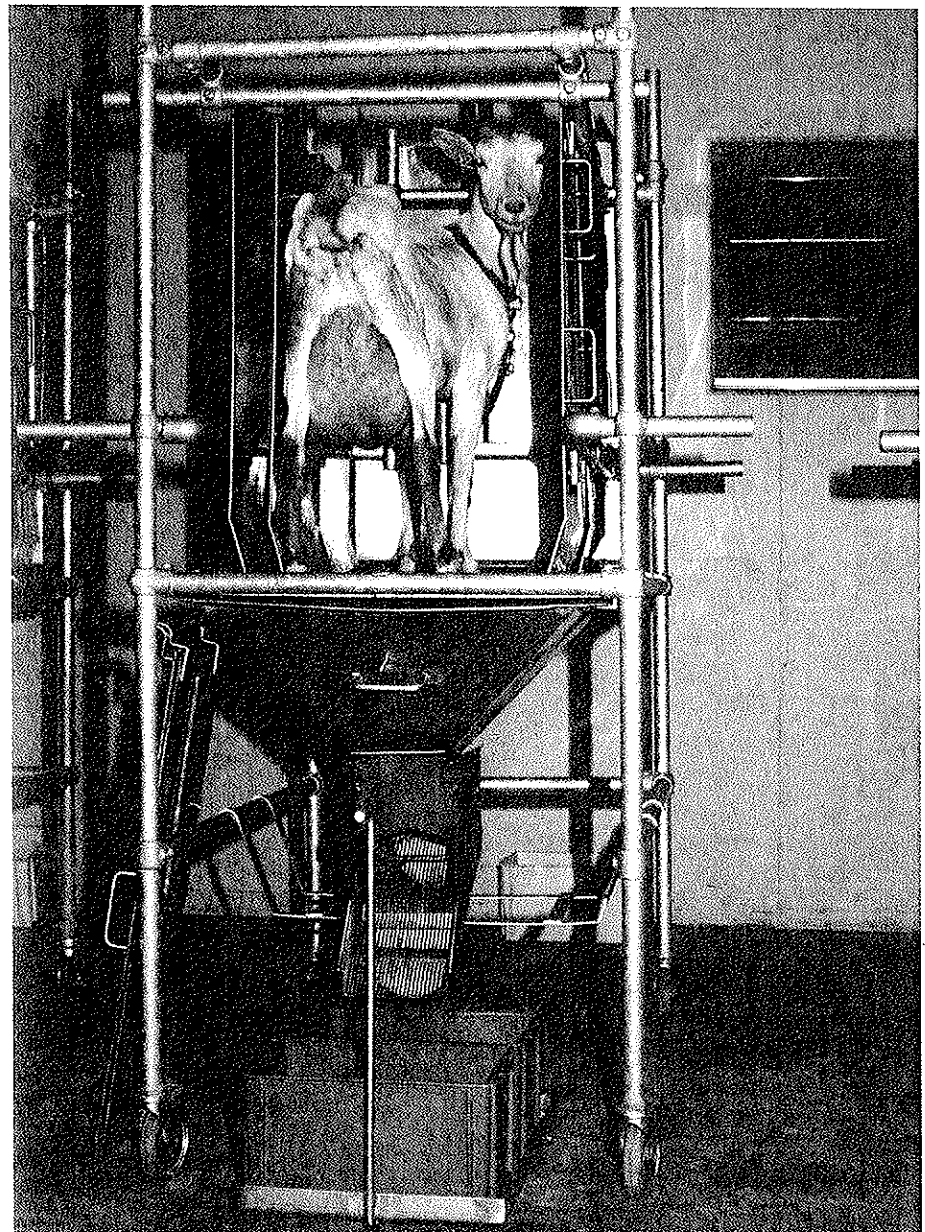


Abb. 1. Bilanzieren heisst: sammeln, wägen, analysieren ...

Offene Fragen suchen eine Antwort

Über die Absorption und Retention von Stickstoff sowie Mineralstoffen bei Verfütterung von mineralischen Ballaststoffen liegen nur spärlich Informationen vor. Auch ist das Wissen über deren Einfluss auf verschiedene Blutparameter recht lückenhaft. Um die Kenntnisse zu erweitern, wurde an insgesamt sechzehn laktierende Saanenziegen eine Dürr-Kraftfütterration² mit folgenden Zusätzen an mineralischen Ballaststoffen verfüttert:

Verfahren	Zusatz (Typ und Menge)
K	ohne Zusatz (Kontrolle)
Bo	0,25 g Bolus alba je kg Lebendgewicht
Nu25	0,25 g NUTRIMIN® je kg Lebendgewicht
Nu100	1,00 g NUTRIMIN® je kg Lebendgewicht

Die NUTRIMIN®-Zulage im Verfahren Nu100 entspricht der vom Hersteller empfohlenen Dosierung von 1 g pro kg Lebendgewicht. Beim Verfahren Nu25 wurde von einer empfohlenen praxisüblichen NUTRIMIN®-Ergänzung im Kraftfutter von 3 % ausgegangen. Dies bedeutet bei einem durchschnittlichen Kraftfuttereinsatz ein NUTRIMIN®-Angebot pro kg Lebendgewicht von 0,25 g. Die vier verfütterten Rationen weisen einen annähernd gleichen Gehalt an Energie, Protein und Mineralstoffen auf. Die Angewöhnung an

²Dürr- zu Kraftfuttermittelverhältnis = 55 : 45

Tab. 1. Versuchsgrößen

Futtermittelverzehr

Milchproduktion und Milchzusammensetzung

Fett, Eiweiß, Harnstoff, Laktose

Verdaulichkeit und Bilanz

Organische Substanz, Stickstoff, Rohfaser, Kalzium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium, Chlor

Blutparameter

Glukose, Harnstoff, Kalzium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium, Chlor, Kupfer, Zink, Eisen, Hämoglobin, Hämatokrit, Glutathionperoxidase, Alkalische Phosphatase, Aspartat-Aminotransferase, Alanin-Aminotransferase

Lagerung Kot

Trockensubstanz, Stickstoff, Harnstoff

Blutharnstoff mg/dl

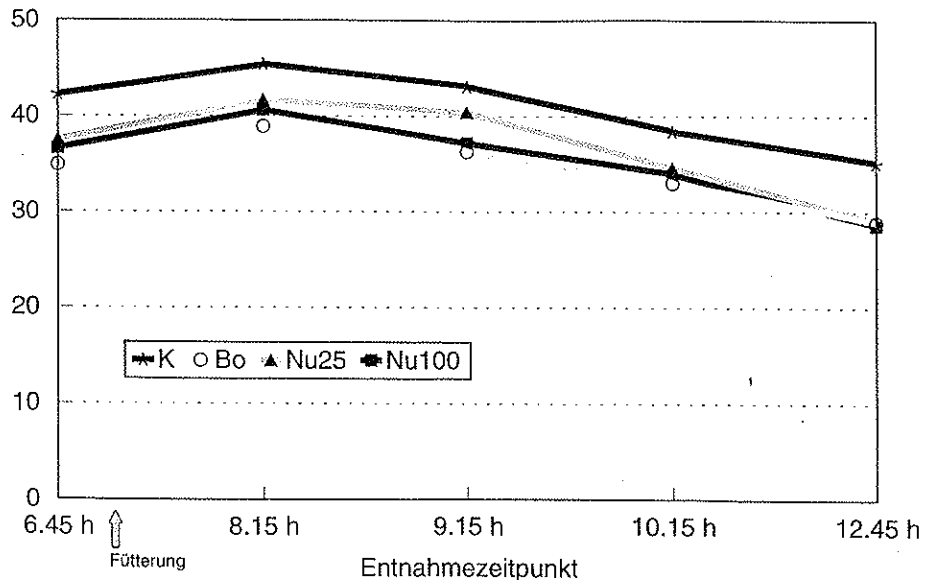


Abb. 2. Blutharnstoffkonzentration im Tagesverlauf (Konzentration am Versuchstag 18; Zeichenerklärung siehe Tabelle 2).

die Versuchsrationen dauerte drei Wochen. Danach folgte eine Bilanzperiode von 2 x 4 Tagen mit Kot-, Harn- und Milchsammlung. Über die im Versuch untersuchten Größen gibt Tabelle 1 Auskunft.

Verzehr und Milchleistung kaum beeinflusst

Weder Bolus alba noch NUTRIMIN® hat einen wesentlichen Einfluss auf die Futtermittelaufnahme der Ziegen. Der durchschnittliche Futtermittelverzehr der vier Verfahren liegt zwischen 2,3 und 2,4 kg Trockensubstanz pro Tag. Auch beim Wasserkonsum gibt es keine statistisch relevanten Unterschiede.

Im Vergleich zu den übrigen Verfahren weisen die Ziegen mit 0,25 g NUTRIMIN® pro kg Lebendgewicht die geringste Milchleistung auf. Auch die Fett- und Eiweißgehalte der Milch sind tiefer. Die Differenzen sind jedoch nicht wesentlich.

Tab. 2. Verdaulichkeit der Nährstoffe

		Verfahren				S _x
		K ¹	Bo	Nu25	Nu100	
Organische Substanz	%	73,2	74,4	73,5	74,7	0,8
Rohprotein	%	65,6	67,5	66,7	67,9	1,0
Rohfaser	%	61,4	63,0	60,4	63,9	1,3

¹K: ohne Zusatz; Bo: 0,25 g Bolus alba je kg LG; Nu25: 0,25 g NUTRIMIN® je kg LG; Nu100: 1,00 g NUTRIMIN® je kg LG

Vergleichbare Nährstoffverdaulichkeit

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz, des Rohproteins und der Rohfaser werden durch die mineralischen Ballaststoffe weder wesentlich verbessert noch verschlechtert (Tab. 2). Insgesamt liegen die Werte der Kontrolle sowie der Tiere mit 0,25 g NUTRIMIN® je kg Lebendgewicht unter denjenigen der Tiere mit Bolus alba oder 1,0 g NUTRIMIN® pro kg Lebendgewicht.

Stickstoffmetabolismus: begrenzte Wirkung

In der retinierten Stickstoffmenge bestehen zwischen den vier Verfahren nur geringe Unterschiede (Tab. 3). Alle Verfahren zeigen eine deutlich positive Stickstoffretention. Ein Blick auf die Ausscheidungswege lässt erkennen, dass bei den Tieren mit NUTRIMIN®, bezogen auf die

**Tab. 3. Stickstoffbilanz**

	g/Tag/Tier	Verfahren				S _x
		K ¹	Bo	Nu25	Nu100	
Aufnahme		57,4	57,8	54,0	58,1	1,6
In % der Aufnahme						
N im Kot		34,4	32,5	33,3	32,2	1,0
N im Harn		31,1	28,0	34,0	33,4	2,6
N in der Milch		28,7	31,2	26,7	28,4	1,8
N retiniert ²		5,8	8,3	6,1	6,0	0,8
Harnstoff in der Milch mg/100 ml		31	27	33	33	2

¹Zeichenerklärung siehe Tabelle 2²Aufnahme minus Ausscheidungen über Kot, Horn und Milch

Stickstoffaufnahme, etwas weniger Stickstoff über den Kot und leicht mehr über den Harn ausgeschieden wird als bei den Kontrolltieren. Die Unterschiede sind jedoch statistisch nicht gesichert.

Die Milch-Harnstoffwerte werden durch die Verfütterung von Bolus alba und NUTRIMIN® kaum beeinflusst. Demgegenüber liegen die Blutharnstoffwerte der Verfahren mit mineralischen Ballaststoffen wesentlich unter den Werten der Kontrolle (Abb. 2). Die tiefsten Gehalte zeigen die Tiere mit Bolus alba in der Ration.

Mineralstoffversorgung: ohne wesentlichen Einfluss

Die Zugabe von mineralischen Ballaststoffen zur Ration beeinflusst weder die Verdaulichkeit noch die Retention der Mineralstoffe Kalzium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium und Chlor. Auch die für diese Elemente gemessenen Blutkonzentrationen zeigen für die vier Verfahren keine biologisch relevanten Abweichungen. Vergleichbar sind auch die Blutwerte für die Spurenelemente Kupfer, Zink und Eisen.

Etwas trockenerer Kot und gleichviel Stickstoff

Der Gehalt des Kotes an Trockensubstanz ist bei den Verfahren mit NUTRIMIN® (Nu25: 29,8 %; Nu100: 31,1 %) in der Tendenz leicht höher als derjenige der Kontrolle (27,2 %) und des Verfahrens Bolus alba (27,4 %). Auch scheint der Kot der Tiere mit NUTRIMIN® im Futter während einer sechstägigen Lagerung in offenen Behältern etwas schneller abzutrocknen. Kaum beeinflusst durch die sechs Tage dauernde Lagerung werden der Stickstoff- und Harnstoffgehalt des Kotes. So beste-

hen weder am Tag der Kotsammlung noch nach sechs Tagen Lagerung zwischen den verschiedenen Verfahren wesentliche Unterschiede.

Einige abschliessende Überlegungen

Der Futterverzehr sowie die Milchleistung des Modelltieres Ziege werden durch die mineralischen Ballaststoffe Bolus alba und NUTRIMIN® nicht messbar beeinflusst. Auch verbessern die untersuchten Produkte entgegen gewissen Anpreisungen die Nährstoff- und insbesondere Proteinverdaulichkeit der verfütterten Heu-Kraftfütteration nicht wesentlich. Eine Verbesserung ist nach Sweeney *et al.* (1983) primär bei Rationen mit hohen Gehalten an leichtlöslichen Stickstoffquellen (beispielsweise Harnstoff) zu erwarten. Solche Extremrationen sind jedoch aus ernährungsphysiologischen Überlegungen und auch im Hinblick auf die Stickstoffbelastung der Umwelt zu vermeiden.

Die teilweise beschriebene Senkung des Milchharnstoffgehaltes bei der Verfütterung von mineralischen Ballaststoffen ist in der vorliegenden Untersuchung nicht zu beobachten. Demgegenüber zeigen in Übereinstimmung mit Halama (1991) die Tiere mit NUTRIMIN® und Bolus alba im Futter statistisch gesicherte tiefere Blutharnstoffwerte. Die gemessenen Konzentrationen liegen jedoch alle im Bereich der FAG-Normalwerte, und die Differenzen sind von geringer biologischer Bedeutung.

Die Annahme, dass mineralische Ballaststoffe die Verwertung der Mineralstoffe verschlechtern, bestätigt sich im vorliegenden Versuch mit bedarfsdeckender Mineralstoffversorgung nicht. Somit dürften die untersuchten Mengen- und Spurenelemente von den Tonmineralien

nicht oder nur in geringem Umfang adsorbiert werden.

Tendenzmässig erhöht sich im vorliegenden Versuch der TS-Gehalt des Kotes durch die Verfütterung von NUTRIMIN®. Daraus eine durchfallhemmende Wirkung von mineralischen Ballaststoffen ableiten zu wollen, ginge jedoch zu weit. Der Lagerungsversuch mit Kot erlaubt keine umfassende Aussage zur Frage der Ammoniumbindung und der Erhöhung des Gesamtstickstoffgehaltes in der Gülle. Dazu sind weitere, gezielt auf diese Frage ausgerichtete Untersuchungen notwendig.

Wie die teilweise unterschiedlichen Ergebnisse der beiden NUTRIMIN®-Verfahren andeuten, ist beim Einsatz von mineralischen Ballaststoffen mit dosierungsbedingten Unterschieden zu rechnen. Ein Blick in die Literatur zeigt zudem, dass zwischen den einzelnen mineralischen Ballaststoffen je nach Art und Gehalt an Tonmineralien erhebliche Unterschiede in bezug auf ihre Wirkung am Tier bestehen. Somit können die vorliegenden Ergebnisse mit Bolus alba und NUTRIMIN® nicht ohne weiteres auf andere mineralische Ballaststoffe übertragen werden.

LITERATUR

Halama A.K., 1991. Unveröffentlichte Versuchsergebnisse.

Sweeney T.F., Cervantes A., Bull L.S. and Hemken R.W., 1983. Effect of dietary Clinoptilolite on digestion and rumen fermentation in steers. In: Pond W.G. and Mumpton F.A. (Eds). *Zeo-agriculture use of natural zeolites in agriculture and aquaculture*. Westview Press, Boulder. 177-187.

RÉSUMÉ

Influence du Bolus alba et de NUTRIMIN® (un zéolithe naturel) sur les métabolismes azoté et minéral de la chèvre en lactation

Au cours d'un essai de bilan, 4 x 4 chèvres en lactation ont reçu une ration composée de fourrage sec et d'aliment concentré avec un complément à base de substances minérales de lest. Les quatre variantes étaient les suivantes: contrôle sans complément, 0,25 g de Bolus alba par kg PV, 0,25 g de NUTRIMIN® par kg PV et 1,00 g de NUTRIMIN® par kg PV. La digestibilité ainsi que la rétention des principaux nutriments et des minéraux Ca, P, Mg, K, Na et Cl constituaient les principaux paramètres de l'essai. L'ingestion, la production laitière et la composition du lait n'ont pas été influencées de façon significative par les substances minérales de lest. On n'a pas non plus relevé

d'influence marquée des traitements sur la digestibilité et la rétention des principaux nutriments et des minéraux. En revanche, les animaux ayant reçu le Bolus alba et le NUTRIMIN® dans leur alimentation ont présenté des concentrations d'urée dans le sang beaucoup plus faibles que les animaux de contrôle. Les valeurs obtenues se situent toutefois dans la normale et les différences sont d'importance biologique mineure. Par rapport au contrôle et à la variante avec Bolus alba, les animaux avec NUTRIMIN® ont eu tendance à avoir des fèces plus sèches. Après un stockage d'une durée de six jours, les fèces n'ont pas présenté de différences importantes entre les variantes en ce qui concerne les pertes de matière azotée et d'urée.

SUMMARY

Effect of Bolus alba and NUTRIMIN® (a natural zeolite) on nitrogen and mineral metabolism in lactating goats

In a balance trial with 4 x 4 lactating goats, the hay and concentrate diet was supplemented with varying levels of clay minerals differing in composition. The following treatments were chosen: control diet without supplementation, 0.25 g Bolus alba per kg LW, 0.25 g NUTRIMIN® per kg LW and 1.00 g NUTRIMIN® per kg LW. The investigation focused on digestibility and retention of the main nutrients and the minerals Ca, P, Mg, K, Na and Cl.

Feed intake, milk production and milk content were not influenced by dietary clay minerals. No significant effect was observed with respect to digestibility and retention of nutrients and minerals. In contrast to these findings, animals with Bolus alba and NUTRIMIN® had lower blood urea concentrations than control animals. However, the measured values lie within the normal range and the differences are of little physiological importance. Animals fed NUTRIMIN® tended to have drier feces than control animals or those fed Bolus alba. Concerning nitrogen and urea losses of feces samples, no significant differences were measured between treatments after a six day storage.

KEY WORDS: ruminant, nitrogen metabolism, mineral metabolism, natural zeolite.

KURZBERICHT

Freilandschweine richtig füttern

Martin JOST, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (FAG), CH-1725 Posieux

Die Freilandhaltung von Schweinen kann eine interessante Alternative zur klassischen Stallhaltung sein. So produzierte Tiere können in Labelproduktionsprogramme integriert werden, wo ein höherer Preis realisiert wird. Auch in der Freilandhaltung ist das Ziel, wirtschaftlich Ferkel zu produzieren. Das heisst: die Fütterung muss auf die Bedarfsansprüche der Schweine abgestimmt sein.

Die Freilandhaltung ist speziell auf leichten Böden geeignet und die geringen Investitionen ermöglichen eine hohe Flexibilität. Ausgehend von den Fütterungsempfehlungen für tragende und laktierende Sauen (Boltshauser *et al.*, 1993) muss bei der Freilandhaltung mit einem erhöhten Energiebedarf von 10 bis 15 % infolge erhöhter Aktivität und im Winter niedriger Umgebungstemperatur gerechnet werden.

Geeignete Weide für Sauen

Während der Trächtigkeit können Kulturen von Topinambur, Futterrüben, Rüebli und andere, beweidet werden. Bei abgernteten Maisfeldern nehmen die Schweine noch Spindeln und ausgefallene Körner auf. Auch können verschiedene Zwischenkulturen, wie beispielsweise Sonnenblumen, für die Beweidung angebaut

werden. Als Ergänzung kann die in Tabelle 1 angegebene Säugefutmischung in einer Menge von zirka 1 kg gegeben werden.

Für den Anbau von Wiesen als Schweineweide eignet sich die Übersaatmischung U440. Diese Mischung enthält:

- Englischs Raigras Arion (extrem frühreif)
- Wiesenrispengras
- Rotschwingel
- Weissklee

Wird dieser Grasbestand in jungem Vegetationsstadium genutzt, so kann der grösste Teil des Proteinbedarfs der niedertragenden Sau gedeckt werden. Als Ergänzung dient eine mit einem Prämix angereicherte Getreidemischung.

Der energetische Nährwert von rohfasereichen Futtermitteln wie ganze Maispflanzen, Maisspindeln oder Gras (frisch oder konserviert) ist bei den Zuchtsauen

Tab. 1. Säugefutter bei Freilandhaltung

Futterkomponenten	%-Anteil in der Mischung
Gerste	43,2
Weizen	6,0
Mais	15,2
Hafer	5,0
Krüsch (Kleie)	4,0
Sojaschrot 43/44	15,6
Fischmehl 70/72	2,0
Fleischknochenmehl 40	2,16
Mischfett	5,0
Lysin	0,19
Threonin	0,092
Kohlensaurer Kalk	0,558
Salz	0,4
Pellon (Presshilfsmittel)	0,2
Prämix (Vitamine-Spurenelemente)	0,4
Gehaltswerte	
Rohprotein	17,4 %
Lysin	1,01 %
Phosphor	0,62 %
Verdauliche Energie	14,5 MJ/kg

10 bis 20 % höher als in den Nährwerttabellen angegeben. Dies als Folge einer intensiven bakteriellen Fermentation im Dickdarm (Jost 1985).