



Viehsalzversorgung des Wiederkäuers

Jürg KESSLER und Alexandre de FARIA, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

Übliche Rationen für Wiederkäuer enthalten zuwenig Natrium. Eine Ergänzung zum Beispiel in Form von Viehsalz (NaCl) drängt sich auf. Entfällt diese, so sind Stoffwechselstörungen verbunden mit Leistungseinbusse die Folgen. Soll der Stoffwechsel so wenig wie möglich belastet werden, ist die gezielte, dem Bedarf entsprechende Viehsalzergänzung der *ad libitum* Vorlage vorzuziehen. Sie erlaubt zudem, individuelle Unterschiede in der Salzaufnahme zu begrenzen.

Viehsalz setzt sich aus den Elementen Natrium (Na) und Chlor (Cl) zusammen. Natrium und Chlor kommen vorwiegend im extrazellulären Raum (Körperflüssigkeiten) vor. Die Muskulatur und die Knochen speichern die Hauptmenge dieser Elemente. Die Aufrechterhaltung des osmotischen Druckes und die Neutralisation im Körper gebildeter oder mit dem Futter zugeführter Säuren bilden wichtige Funktionen von Na und Cl. Im weiteren gewährleistet das Natrium zusammen mit anderen mineralischen Elementen die Impulsübertragung im Nervengewebe. Das Chlor wird für die Produktion der Magensäure benötigt. Das empfohlene Angebot an Natrium für die Milchkuh sowie den Kleinwiederkäuer Ziege beträgt 1,0 bis 1,5 g je kg Futtertrockensubstanz (Futter-TS). Mit 1,8 - 2,5 g pro kg Futter-TS wird nach den gegenwärtigen Kenntnissen der Cl-Bedarf des Wiederkäuers gedeckt. Anzeichen eines Na- beziehungsweise Cl-Mangels sind unter anderem ein reduzierter Futterverzehr, eine verringerte Milchleistung sowie das Auftreten von Lecksucht und Kreislaufstörungen. Beim Natrium bilden ein verminderter Milchfettgehalt und Fortpflanzungsstörungen weitere Mangelsymptome, während beim Cl eine ausgeprägte Lethargie zu beobachten ist. Gegenüber einem NaCl-Überschuss ist der Wiederkäuer relativ unempfindlich, sofern er ausreichend Zugang zu Wasser hat. Nach NRC (1980) soll die NaCl-Konzentration in der Ration 4 % nicht übersteigen. Mögliche Folgen eines Na-Überschusses sind starker Durst, Rückgang der Futteraufnahme, Gastroenteritis (Schleimhautentzündung von Magen und Darm) sowie zentralnervöse Störungen. Übliche Futtermittel für Wiederkäuer wie Wiesenfutter und die daraus zubereiteten Konserven, Maissilage, Getreidekörner

und Extraktionsschrote sind arm an Natrium. Etwas höhere Gehalte weisen gewisse Ackerzwischenfrüchte und im speziellen Rübenblätter auf. Während Wiesenfutter reichlich Chlor enthält, sind Getreidekörner und Extraktionsschrote arm an Cl. Bedingt durch den geringen nativen Na-Gehalt müssen Wiederkäuerationen mehrheitlich mit Viehsalz ergänzt werden.

Von der Theorie zur Praxis

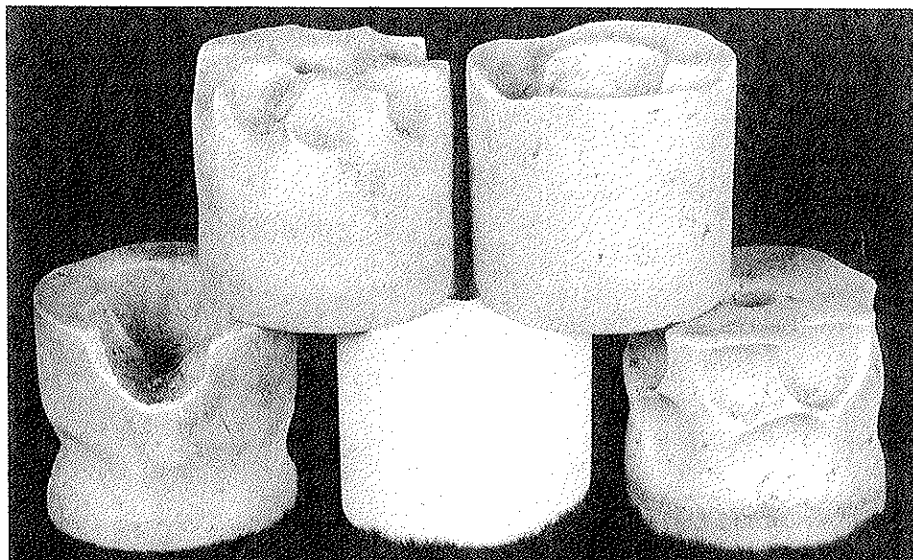
Die Kenntnisse über den Na-Bedarf des Wiederkäuers sind relativ umfassend. Offen sind jedoch unter anderem Fragen nach der optimalen Form des Na- beziehungsweise NaCl-Angebotes sowie den in der Praxis immer wieder beobachteten individuellen Unterschieden in der Salzaufnahme. Cunha (1983) und Berger (1993) nennen in ihren Übersichtsarbeiten zum Natrium als mögliche Gründe dieser Schwankungen die Zusammensetzung der Ration,

das Leistungsniveau, die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit sowie die unterschiedliche Verfügbarkeit des in der Ration enthaltenen Natriums.

In einem Versuch mit laktierenden Saanenziegen als Modelltier für die Milchkuh wurde der Einfluss der Form der NaCl-Ergänzung auf den Stoffwechsel des Wiederkäuers untersucht. Zu diesem Zweck wurden je vier laktierende Ziegen nach den Kriterien Laktation, Laktationsstadium, Kalium (K):Na-Verhältnis im Speichel, Milchproduktion und Lebendgewicht auf folgende vier Verfahren verteilt:

KONT	Ration ohne NaCl-Ergänzung
NaKRAFT	NaCl-Ergänzung über das Kraftfutter gemäss Fütterungsempfehlungen (FAG 1994)
NaLOSE	NaCl-Ergänzung <i>ad libitum</i> in Form von losen Viehsalz
NaSTEIN	NaCl-Ergänzung <i>ad libitum</i> in Form von Lecksteinen aus Viehsalz

Die vorgelegten Rationen setzten sich aus Dürrfutter und Kraftfutter im Verhältnis 50 zu 50 % zusammen. Im Energie-, Protein- und Mineralstoffangebot (ausser NaCl) unterschieden sich die Rationen der vier



Salzlecksteine der Versuchsziegen (NaSTEIN) nach sieben Wochen Versuchsdauer. (Foto: M. Duperrex, Posieux)

Verfahren nicht wesentlich. Nach einer fünfwöchigen Adaptationsperiode wurde eine 2 x 4 Tage dauernde Bilanzperiode mit Kot-, Harn- und Milchsammlung eingeschaltet. Weitere Einzelheiten zur Versuchsanlage vermittelt Tabelle 1.

NaCl-Aufnahme, grosse individuelle Unterschiede

Während der Bilanzperiode beträgt die Na-Aufnahme der Kontrollziegen im Durchschnitt 24 % des empfohlenen Angebotes gemäss Fütterungsempfehlungen (FAG 1994). Bei den Tieren, die das Salz über das Kraftfutter verabreicht erhielten, liegt der entsprechende Wert bei 96 %. Grosse individuelle und tägliche Schwankungen in der Salzaufnahme sind bei den Verfahren NaLOSE und NaSTEIN zu beobachten (Abb. 1). Die Ziegen des Verfahrens

NaLOSE nehmen zwischen 78 und 153 % ($\bar{x}$ 119 %) des empfohlenen Na-Angebotes auf. Beim Verfahren NaSTEIN sind es zwischen 58 und 269 % ($\bar{x}$ 164 %). Adaptations- und Bilanzperiode zusammengefasst konsumieren die Ziegen des Verfahrens NaLOSE 12 g und diejenigen des Verfahrens NaSTEIN 10 g NaCl pro Tier und Tag. Das K:Na-Verhältnis der verzehrten Ration beträgt bei den Ziegen ohne NaCl-Ergänzung im Durchschnitt 76:1, während es bei den übrigen Verfahren zwischen 16 bis 22:1 liegt. Je nach Literatur wird ein Verhältnis von 4 bis 20:1 empfohlen.

Ohne NaCl geringerer Futterverzehr

Die Kontrolltiere weisen mit 2,6 kg TS Futter gegenüber rund 3,3 kg bei den Ziegen mit Viehsalzergänzung einen signifi-

kant tieferen Futterverzehr auf (Tab. 2). Innerhalb der Tiere mit NaCl-Ergänzung sind keine wesentlichen Unterschiede zu beobachten.

Die Kontrolltiere haben mit 10,5 Liter pro Tag den geringsten Wasserkonsum. Rund 13,0 Liter sind es bei den Ziegen mit NaCl-Ergänzung, wobei zwischen den drei Verfahren NaKRAFT, NaLOSE und NaSTEIN nur geringe Unterschiede bestehen. Die oft beschriebene positive Beziehung zwischen Na-Aufnahme und Wasserkonsum (Aitken 1976) ist im vorliegenden Versuch nicht eindeutig zu beobachten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die aufgenommene Na-Menge noch ohne Vergrößerung des Harnvolumens ausgeschieden werden kann. Im weiteren dürfte die Feststellung, dass in Bilanzversuchen einzelne Tiere aus «Langeweile» mehr Wasser aufnehmen als unter üblichen Haltungsbedingungen, zur Erklärung beitragen.

Tab. 1. Versuchsanlage

Versuchstiere:	4 x 4 laktierende Ziegen der Rasse Saanen; durchschnittliches Alter 4 Jahre
Laktationsstadium:	Beginn 4. Laktationsmonat
Versuchsdauer:	Adaptationsperiode 35 Tage, Bilanzperiode 2 x 4 Tage
Haltung:	Einzelhaltung
Versuchsanordnung:	vier Verfahren, Blockanordnung
Futter:	Dürrfutter ergänzt mit Kraftfutter
Fütterung:	gemäss Lebendgewicht und Milchleistung
Versuchsparameter:	Lebendgewicht, Futterverzehr inklusive Verzehr an Viehsalz, Wasserkonsum, Milchproduktion und -zusammensetzung, Nähr- und Mineralstoffbilanz, metabolisches Profil, Mineralstoffgehalt Speichel

Tab. 2. Futterverzehr und Wasserkonsum

	Verfahren				s _x
	KONT	NaKRAFT	NaLOSE	NaSTEIN	
Futterverzehr					
kg TS/Tier und Tag	2,59 ^a	3,28 ^b	3,43 ^b	3,34 ^b	0,14
g TS /kg LG ^{0,75} und Tag	113 ^a	130 ^{ab}	143 ^b	134 ^{ab}	6
Wasserkonsum					
l/Tier und Tag	10,5	13,5	13,0	12,4	1,1
Lebendgewicht					
Versuchsbeginn kg	71	74	69	72	3
Versuchsende kg	62	73	69	72	4
Differenz kg	-9	-1	0	0	2

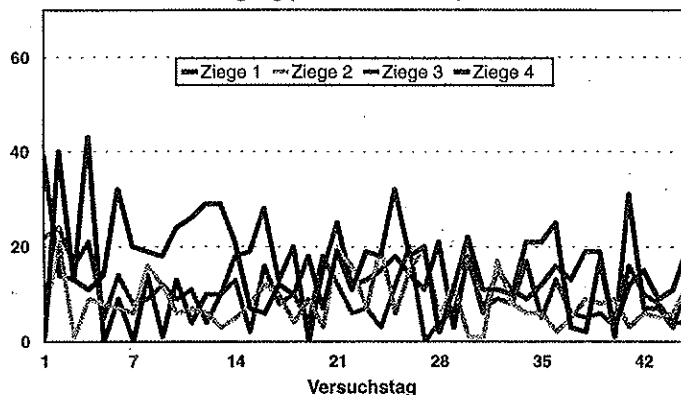
Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($P < 5\%$)
LG: Lebendgewicht; TS: Trockensubstanz

Bedarfsgerechte NaCl-Versorgung, korrekte Milchleistung

Neben dem Futterverzehr beeinflusst die fehlende NaCl-Ergänzung auch die tägliche Milchleistung negativ. Diese beträgt, standardisiert auf 3,5 % Fett, bei den Kontrolltieren 3,9 kg Milch pro Tag (Tab. 3). Bei den Verfahren NaKRAFT, NaLOSE und NaSTEIN sind es demgegenüber 4,9, 5,5 und 4,7 kg.

Die unterschiedliche NaCl-Aufnahme wirkt sich nicht wesentlich auf die Fett- und Proteingehalte der Milch aus. Insbesondere kann bei den Kontrolltieren der von Schellner (1970) beschriebene Abfall im Fettgehalt nicht beobachtet werden. Inwieweit hier der Faktor Zeit beziehungsweise die Dauer der Mangelversorgung eine Rolle spielt, lässt sich nicht beurteilen.

Aufnahme an losem Salz, g/Tag (Verfahren NaLOSE)



Salzaufnahme aus Leckstein, g/Tag (Verfahren NaSTEIN)

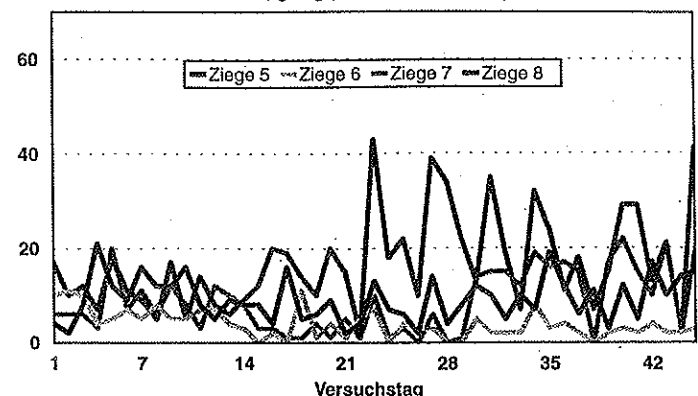


Abb. 1. Individuelle, tägliche Salzaufnahme.



Tab. 3. Milchleistung und Milchezusammensetzung

		Verfahren				s _x
		KONT	NaKRAFT	NaLOSE	NaSTEIN	
Milchleistung in kg/Tier und Tag						
absolut		4,5 ^a	5,5 ^b	6,0 ^b	5,8 ^b	0,2
korrigiert auf 3,5 % Fett		3,9 ^a	4,9 ^b	5,5 ^b	4,7 ^b	0,2
Milchezusammensetzung						
Fett	%	2,7	2,8	2,9	2,4	0,2
Protein	%	3,0	2,9	3,0	2,7	0,1

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden (P < 5 %)

Tab. 4. Verdaulichkeit der Hauptnährstoffe

		Verfahren				s _x
		KONT	NaKRAFT	NaLOSE	NaSTEIN	
Organische Substanz	%	73,9	73,0	75,0	75,7	0,8
Rohprotein	%	69,6	67,8	69,1	69,0	0,7
Rohfaser	%	59,6	62,5	62,7	61,6	1,1
Gerüstsubstanzen (NDF)	%	60,2	63,5	64,0	64,5	1,0
Zellulose und Lignin (ADF)	%	51,3 ^a	55,3 ^b	56,0 ^b	56,2 ^b	0,8

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden (P < 5 %)

Tab. 5. Natrium- und Chlorverwertung

	Verfahren				s _x
	KONT	NaKRAFT	NaLOSE	NaSTEIN	
Na-Aufnahme in g/Tag	0,7	3,5	4,5	6,0	—
in % der Na-Aufnahme:					
Ausscheidung Kot	9,9 ^a	26,6 ^b	42,7 ^b	28,9 ^{ab}	5,3
Ausscheidung Harn	5,9 ^a	19,3 ^{ab}	24,7 ^{ab}	39,5 ^b	6,2
Ausscheidung Milch	180,6 ^a	51,7 ^b	34,7 ^b	38,3 ^b	11,2
Retention	-96,4 ^a	2,5 ^b	-2,1 ^b	-6,6 ^b	9,6
Verdaulichkeit in %	90,1 ^a	73,4 ^{ab}	57,3 ^b	71,1 ^{ab}	5,3
Cl-Aufnahme in g/Tag	10,7	19,0	21,3	21,4	1,1
in % der Cl-Aufnahme:					
Ausscheidung Kot	7,4	11,9	12,3	11,0	1,4
Ausscheidung Harn	19,9	30,5	36,0	39,1	6,0
Ausscheidung Milch	81,0 ^a	57,2 ^b	57,2 ^b	59,8 ^b	5,5
Retention	-8,4	0,3	-5,6	-9,9	3,5
Verdaulichkeit in %	92,6	88,1	87,7	89	1,4

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden (P < 5 %)

Verdaulichkeit und Retention, einiges in Bewegung

Das unterschiedliche NaCl-Angebot wirkt sich nicht signifikant auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz, des Rohproteins und der Rohfaser (Tab. 4) aus. Unterschiede finden sich demgegenüber bei der Verdaulichkeit der ADF (Acid detergent fibre, P < 1 %) und der NDF (Neutral detergent fibre, P = 5 %). Hier weisen die Kontrollziegen im Vergleich zu den übrigen Verfahren tiefere Werte auf.

Ein Blick auf die Na-Verwertung (Tab. 5) zeigt, dass die Kontrolltiere durch verschiedene Massnahmen versuchen, den Na-Stoffwechsel im Gleichgewicht zu halten. Dazu zählen die Erhöhung der Na-Absorption sowie die Reduktion der Na-Ausscheidung über Kot und Harn. Trotz-

dem weisen die Tiere eine deutlich negative Na-Retention auf. Diese wäre noch höher ausgefallen, hätten die Ziegen ihre Milchproduktion nicht eingeschränkt. Eine, wenn auch nur leicht negative Retention ist auch bei den Ziegen der Verfahren NaLOSE und NaSTEIN zu beobachten. Ursache dafür ist die im Vergleich zu den bedarfsgerecht versorgten Tieren NaKRAFT deutlich höhere Na-Ausscheidung über Kot und Harn. Dieses Phänomen soll in einem Folgeversuch präzisiert werden. Im Gegensatz zum Na beeinflusst die fehlende NaCl-Ergänzung den Cl-Stoffwechsel der Kontrollziegen nur in bescheidenem Umfang. So bestehen im Vergleich zu den übrigen Verfahren nur geringe, statistisch mehrheitlich nicht wesentliche Unterschiede in der Cl-Verwertung. Dies dürfte ein Hinweis dafür sein, dass die im vorliegenden Versuch beob-

achteten Stoffwechselstörungen bei den Kontrollziegen primär auf die unzureichende Na-Versorgung zurückzuführen sind. Wie beim Na fällt auch beim Cl die leicht negative Retention der reichlich mit NaCl versorgten Ziegen NaLOSE und NaSTEIN auf. Sowohl beim Na als auch beim Cl weisen die Tiere, bei denen das NaCl über das Kraftfutter zugeführt wird, die ausgeglichene Bilanz auf.

In der Verwertung des Stickstoffes sowie der Mineralstoffe Kalzium, Phosphor, Magnesium und Kalium besteht zwischen den vier Verfahren kein wesentlicher Unterschied. Die Werte für die Retention sind mit Ausnahme von Kalium durchwegs positiv. Beim Kalium liegen sie im Bereich von null.

Blut, ein schlechter Indikator für die Na-Versorgung

Zwischen den einzelnen Verfahren besteht in der Na-Konzentration im Blutserum kein signifikanter Unterschied. So deuten besonders die Werte der Kontrolltiere nicht auf die unter dem Bedarf liegende Na-Versorgung hin. Analog dem Na weichen auch die Serumkonzentrationen der Elemente Kalium und Chlor der vier Verfahren nicht signifikant voneinander ab.

Der zu Versuchsende bestimmte pH-Wert des arteriellen Blutes der Kontrolltiere liegt mit 7,43 gegenüber 7,48 (NaKRAFT), 7,47 (NaLOSE) und 7,46 (NaSTEIN) unter den Werten der Verfahren mit NaCl-Ergänzung (P = 4 %). Dieses Ergebnis könnte die Folge der durch den Na-Mangel bedingten geringeren Pufferkapazität bei den Kontrolltieren sein. Diese Hypothese wird durch die signifikant tiefere Bicarbonatkonzentration (P = 3 %) im arteriellen Blut gestützt.

Kein NaCl, weniger Na im Speichel

Nach Kemp *et al.* (1972) ist die Na-Konzentration im Speichel ein guter Parameter zur Beurteilung der Na-Versorgung des Wiederkäuers. Werte unter 2000 mg Na und über 1500 mg K/l Speichel bedeuten Na-Mangel. Bei den Kontrolltieren liegt die Na-Konzentration im Speichel bei Versuchsbeginn bei 3800 mg/l und sinkt auf 1350 mg/l bei Versuchsende ab (Abb. 2). Gleichzeitig steigt die K-Konzentration im Speichel von 555 auf 3776 mg/l an. Diese Werte sind eine weitere Bestätigung des bei den Kontrolltieren

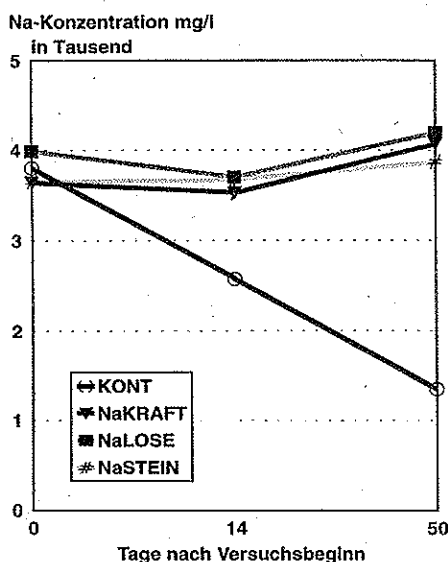


Abb. 2. Na-Konzentration im Speichel.

beobachteten Na-Mangels. Die bei den Ziegen mit Na-Ergänzung gemessenen Na- und K-Konzentrationen entsprechen den bei einer korrekten Na-Versorgung zu erwartenden Werten.

Ohne NaCl-Ergänzung Gewichtsverlust und Lecksucht

Neben den bereits beschriebenen Veränderungen im Stoffwechsel zeigen die Ziegen ohne NaCl-Ergänzung einen deutlichen Gewichtsverlust. Am Versuchsende sind sie rund 9 kg leichter als bei Versuchsbeginn (Tab. 2). Diese Gewichtsabnahme dürfte unter anderem auf die geringere Füllung des Verdauungstraktes, den Verlust an Körperwasser und den Abbau von Körperreserven zurückzuführen sein. Im weiteren sind ab etwa dritter Versuchswoche deutliche Symptome von Lecksucht zu beobachten. So waren weder die Kleider der Betreuer noch die Wände vor den Mäulern der Kontrolltiere sicher. Bei den mit NaCl ergänzten Rationen sind derartige Veränderungen nicht festzustellen.

NaCl-Ergänzung, je gezielter desto besser

Alle drei geprüften Formen der NaCl-Ergänzung erlauben eine weitgehend korrekte Deckung des Na- und Cl-Bedarfes. Gemessen an der Na- und Cl-Verwertung stellt der Weg über das Kraftfutter (NaKRAFT) die beste Lösung dar. Bei der *ad libitum* Ergänzung (NaLOSE und NaSTEIN) treten deutliche individuelle Unterschiede in der NaCl-Aufnahme beziehungsweise Na-Versorgung auf. Hier gilt es, den Einfluss der teilweise weit über dem Bedarf liegenden NaCl-Aufnahme

auf den Na- und Cl-Stoffwechsel in weiteren Versuchen zu präzisieren.

Wie die Ergebnisse der Kontrolltiere zeigen, führt eine Na-Zufuhr in der Größenordnung von 25 % des empfohlenen Angebotes zu einer deutlich negativen Na-Retention. Dies obwohl die Tiere unter anderem durch eine Einschränkung der Na-Verluste über Kot und Harn versuchen, den Na-Stoffwechsel im Gleichgewicht zu halten. Die Verdaulichkeit der Hauptnährstoffe sowie die Verwertung der Mengenelemente wie Chlor, Magnesium und Kalium werden durch die fehlende NaCl-Ergänzung nicht wesentlich beeinträchtigt. Ein Rückgang des Futtermittels und der Milchleistung sowie Gewichtsverlust und Lecksucht sind im vorliegenden Versuch die sichtbaren Symptome des Na-Mangels.

Wie die vorliegende Untersuchung bestätigt, ist der Speichel ein aussagekräftiger Parameter zur Schätzung der Na-Versorgung des Wiederkäuers. Ebenfalls die Na-Ausscheidung über den Harn gibt Auskunft über die Versorgung. Werte unter 1 mmol/l (23 mg/l; Noack 1987) weisen, wie auch die Versuchsergebnisse belegen, auf einen Na-Mangel hin. Im Gegensatz zur oft gehörten Meinung verändert sich die Na-Serumkonzentration bei einem Na-Mangel nicht wesentlich. Somit eignet sich dieser Parameter kaum zur Beurteilung der Na-Versorgung.

LITERATUR

Aitken F.C., 1976. Sodium and potassium in nutrition of mammals. CAB, Bucksburn, 296 p.

Das vollständige Literaturverzeichnis kann beim Erstautor angefordert werden.

RÉSUMÉ

Métabolisme du Na et du Cl en fonction de l'apport en NaCl chez le ruminant

Dans un essai de bilan réalisé avec 4 x 4 chèvres de race Saanen (Gessenay) en lactation, l'influence de diverses formes de complémentation en NaCl sur le métabolisme du Na et du Cl a été étudiée. La ration offerte se composait de fourrage sec et d'aliment concentré dans une proportion de 50 : 50. Les quatre variantes suivantes de complémentation en NaCl ont été comparées: ration sans complémentation (KONT), complémentation par l'intermédiaire de l'aliment concentré selon les recommandations alimentaires suisses (NaKRAFT), complémentation *ad libitum* par du sel pour bétail sous forme cristallisée (NaLOSE) ou de pierre à lécher (NaSTEIN).

La consommation de Na s'est élevée à respectivement 24 % et 96 % de l'apport recommandé, dans les variantes KONT et NaKRAFT. Chez les chèvres ayant reçu le NaCl *ad libitum*, les valeurs

correspondantes se situaient entre 78 % et 153 % pour la variante NaLOSE et entre 58 % et 269 % pour la variante NaSTEIN. Les chèvres sans complémentation de NaCl ont eu une ingestion significativement plus basse que celles des autres variantes (KONT 2,59; NaKRAFT 3,28; NaLOSE 3,43; NaSTEIN 3,34 kg MS/animal/jour). La production laitière journalière était également plus faible (KONT 3,9; NaKRAFT 4,9; NaLOSE 5,5; NaSTEIN 4,7 kg à 3,5 % de matière grasse). Les chèvres de la variante KONT ont eu un bilan du Na fortement négatif. Exprimé en % de la consommation de Na, il était de - 96,4 %. Les valeurs correspondantes pour les autres variantes étaient de 2,5 % (NaKRAFT), - 2,1 % (NaLOSE) et de - 6,6 % (NaSTEIN). Les quatre variantes n'ont pas révélé de différences importantes quant à la digestibilité des principaux nutriments et à l'utilisation des éléments majeurs tels que le chlore, le magnésium et le potassium. De nettes différences ont été observées entre les chèvres avec et sans complémentation de NaCl au niveau de la concentration de Na et de K dans la salive ainsi qu'au niveau de l'excrétion de Na dans l'urine. Par contre, les concentrations de Na dans le sérum n'ont pas varié considérablement.

SUMMARY

The effect of different forms of NaCl-supplementation on Na and Cl metabolism in the lactating ruminant

In a balance trial with 4x4 lactating Saanen goats, the effect of different forms of NaCl-supplementation on Na and Cl metabolism was investigated. The ration consisted of 50 % hay and 50 % concentrates. The following four forms of NaCl-supplementation were chosen: diet without supplementation (KONT), concentrate supplemented with NaCl according to the Swiss feeding recommendations (NaKRAFT), unlimited access either to loose salt (NaLOSE) or salt lick (NaSTEIN).

In treatments KONT and NaKRAFT, Na intake reached 24 % and 96 % of the recommended supply. The corresponding values for the goats with *ad libitum* NaCl-offer varied between 78 % and 153 % for NaLOSE and between 58 % and 269 % for NaSTEIN. The goats without NaCl-supplementation had a significantly lower feed intake (KONT 2.59 kg DM/animal, day; NaKRAFT 3.28 kg; NaLOSE 3.43 kg; NaSTEIN 3.34 kg) along with a markedly lower milk production (KONT 3.9 kg with 3.5 % fat; NaKRAFT 4.9 kg; NaLOSE 5.4 kg; NaSTEIN 4.7 kg). Na-balance was significantly negative. Expressed in % of Na-intake, it reached -96.4 %. In the supplemented treatments, the values amounted to + 2.5 % (NaKRAFT), - 2.2 % (NaLOSE) and - 6.6 % (NaSTEIN). With respect to the digestibility of main nutrients and the utilization of the minerals chlorine, magnesium and potassium, the four treatments did not differ significantly. On the other hand, a marked divergence in salivary Na and K concentration and urinary Na excretion existed between unsupplemented and supplemented goats. Na serum concentration, however, were not different.

KEY WORDS: sodium, chlorine, supply, deficiency, metabolism, ruminant