

## **Spurenelement- und Mineralstoffversorgung beim Rind - immer noch ein Problem?**

**Klaus Doll**

Klinik für Wiederkäuer, Justus-Liebig-Universität Gießen

In früheren Zeiten war der regional bedingte Mangel an bestimmten Mineralstoffen und Spurenelementen eine häufige Ursache für Entwicklungsstörungen und spezifische Krankheitserscheinungen bei Wiederkäuern. So litten beispielsweise im Gebirge auch die Tiere an Jodmangel, und in manchen Regionen Schottlands konnten in früheren Jahrhunderten keine Lämmer großgezogen werden, weil sie wegen Kupfermangel an Ataxie eingingen. In Zuckerrübenanbaugebieten kam es aufgrund der einseitigen Fütterung mit phosphorarmen Rübenprodukten häufig zu Leistungseinbußen oder sogar zur Osteomalazie.

Heutzutage sind die Rinder hingegen im Allgemeinen gut oder zumindest ausreichend mit Mineralstoffen und Spurenelementen versorgt. Neben der üblichen Verabreichung entsprechender Ergänzungsfuttermittel sowie dem Ausbringen von Mineraldüngern tragen zugekaufte Leistungsfuttermittel, wie Rapsextraktions- oder Sojaschrot, dazu bei, dass der regionale bodenbedingte Mangel an bestimmten essentiellen Elementen ausgeglichen wird. Nichtsdestoweniger stoßen wir anlässlich unserer Untersuchungen im Rahmen des Rindergesundheitsdienstes der Hessischen Tierseuchenkasse sowie an Klinikpatienten immer wieder auf diesbezügliche Mangelzustände. Ein verbreitetes Problem ist beispielsweise die Unterversorgung mit Selen in Mutterkuhherden, wovon nicht nur ökologisch wirtschaftende Betriebe betroffen sind. Und erstaunlicherweise gibt es immer noch Milchviehbestände, in denen die Tiere teilweise hochgradig mit Natrium unterversorgt sind. Eisenmangel bei Kälbern stellt aufgrund des gesetzlich vorgeschriebenen Eisengehaltes in Milchaustauschern (Deutschland: mindestens 30 mg Fe/kg Pulver mit 88 % TM) sowie aufgrund der verpflichtenden Zufütterung von Raufutter heutzutage zwar kein allzu gravierendes Problem mehr dar, doch sind einzelnen Studien zufolge nach wie vor etwa die Hälfte aller Kälber bei Geburt mit diesem Spurenelement unterversorgt. Und nicht zuletzt birgt die amtliche Überwachung der Bestände bezüglich der Eisenversorgung entsprechendes Konfliktpotenzial.

### **Selenversorgung**

Eine unzureichende Versorgung mit dem Spurenelement Selen führt immer wieder zu Muskeldegenerationen und Verlusten bei Kälbern und Jungrindern, zu Fruchtbarkeitsstörungen und insgesamt erhöhter Krankheitsanfälligkeit. Fast jedes Frühjahr werden Kälber werden in die Klinik eingeliefert, weil bei ihnen kurze Zeit nach Weideauftrieb Bewegungsstörungen aufgetreten sind. Die Tiere liegen viel, nach Auftreiben stehen sie zitternd mit aufgekrümmtem Rücken und gesenktem Kopf, der Gang ist steif und unwillig. Hinzu kommt oft eine pumpende Atmung. Wegen Verdacht auf Lungenentzündung wurden manche dieser Patienten bereits mit Antibiotika vorbehandelt. Gelegentlich wird als Ursache auch eine zentralnervöse Erkrankung vermutet.

Tatsächlich leiden diese Kälber aber an den Folgen eines extremen Selenmangels mit den Erscheinungen der „Enzootischen Myodystrophie“. Zu Beginn der Erkrankung ist der Harn aufgrund des freigesetzten und über die Nieren ausgeschiedenen Myoglobins mitunter rötlich verfärbt. Betroffen ist nicht nur die Skelettmuskulatur, sondern häufig finden sich solche degenerativen Veränderungen auch im Herzmuskel und in der Zwerchfellmuskulatur. Solche Kälber können über Nacht an Kreislaufversagen verenden. Weniger stark betroffene Tiere erholen sich wieder innerhalb von 1 bis 3 Wochen, wenn sie entsprechend behandelt und vor allem auch weich aufgestellt werden.

Das lebensnotwendige Spurenelement Selen ist Bestandteil wichtiger Enzyme, die vor allem bei der Entgiftung hochreaktiver Sauerstoffverbindungen und im Stoffwechsel der

Schilddrüsenhormone eine wichtige Rolle spielen. Auch ist es von Bedeutung für die Immunabwehr und für die Fortpflanzung. Zahlreichen Untersuchungen zufolge führt ein gravierender Selenmangel zur Geburt lebensschwacher, schlecht trinkender Kälber, zu erhöhter Infektionsanfälligkeit, verschlechterten Konzeptionsraten, häufigeren Nachgeburtsverhaltungen und erhöhten Milchzellgehalten.

Weshalb betreffen diese Mangelerkrankungen vorwiegend Tiere in Extensivhaltung? In verschiedenen Regionen Deutschlands ist die Selenkonzentration der Böden zu niedrig, um eine bedarfsdeckende Versorgung der Rinder über den natürlichen Aufwuchs sicherzustellen. Zusätzlich können hohe Schwefel- oder Molybdängehalte im Weideaufwuchs die Bioverfügbarkeit von Selen beeinträchtigen.

Nach eigenen Untersuchungen sind in Hessen bis zu 90 % der Rinder aus extensiven Haltungssystemen mit diesem wichtigen Spurenelement zum Teil dramatisch unterversorgt. Während in der intensiven Rindviehhaltung, also in Milchproduktion und Mast, eine bedarfsdeckende Substitution über Selen-angereichertes Mineralfutter erfolgreich vorgenommen werden kann, stellt die Selenversorgung in der Extensivhaltung ein wesentlich schwierigeres Problem dar. Denn selbst wenn Selen in Form von Mineralstoffmischungen oder Lecksteinen angeboten wird, besteht hinsichtlich der tatsächlich aufgenommenen Menge ein erheblicher Unsicherheitsfaktor.

Gerade zu Beginn der Weidesaison verschärft sich dieses Problem: Zu diesem Zeitpunkt leiden die Tiere nicht nur an Selenmangel, sondern häufig besteht auch eine Unterversorgung mit Vitamin E. Dieses Vitamin kann bestimmte antioxidative Funktionen des Selen im Stoffwechsel teilweise ersetzen. Der Vitamin-E-Gehalt in den Konserven nimmt lagerungsbedingt aber zum Frühjahr hin deutlich ab. Diese Mangelsituation, in Verbindung mit dem relativ hohen Gehalt des jungen Grases an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, der vermehrten Bewegung und zusätzlichen Belastungssituationen, wie Witterungsumschwung oder Kälteeinbruch, können bei solchen mangelversorgten Tieren schließlich die erwähnten Krankheitserscheinungen auslösen.

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, in regelmäßigen Abständen – zumindest aber vor Beginn des Weideauftriebs - stichprobenartig bei einigen Jungtieren und Kühen den Selenstatus anhand von Blutproben überprüfen zu lassen. Dies geschieht durch direkte Selenbestimmung im Blut oder aber durch Messung der Aktivität des Selen-abhängigen Enzyms Glutathionperoxidase (GSH-Px). Letzteres hat den Vorteil, dass es die Höhe der Selenversorgung über einen längeren Zeitraum reflektiert. Die Referenzwerte für dieses Enzym sind allerdings laborabhängig; sie liegen in der Regel bei ausreichender Selenversorgung über 250 U/g Hb. Bei erheblichem Selenmangel, also bei erniedrigten GSH-Px-Werten oder bei Selengehalten von deutlich unter 70 µg/l im Serum bzw. unter 100 µg/l im Vollblut, sollten alle Kälber und Jungrinder zunächst mit einem Selen- und Vitamin-E-haltigen Injektionspräparat behandelt werden.

Des Weiteren ist zu prüfen, wie sich auf Dauer eine ausreichende Selen-Supplementierung systemkompatibel durchführen lässt. Neben dem bereits erwähnten Angebot von Lecksteinen oder Leckmassen oder der Eingabe Selen-haltiger Langzeitboli gibt es hierzu inzwischen auch neuere Konzepte speziell für extensive Weidesysteme. Auf Weiden, die noch mineralisch gedüngt werden, kann heute auf eine Reihe von selenhaltigen Düngern zurückgegriffen werden, die bei sachgemäßem Einsatz auf Grünland die Selenkonzentrationen im Aufwuchs wirkungsvoll und sicher erhöhen. Bereits mit Selenmengen von etwa 4 g Selen pro ha in Form von Selenat lassen sich die Zielkonzentrationen von 100 bis 300 µg Selen pro kg Futter-Trockenmasse in der Regel sicher einstellen. Vorteile des Einsatzes selenhaltiger Dünger auf Weiden sind darin zu sehen, dass alle Tiere der Herde über das Grundfutter bedarfsgerecht mit Selen versorgt werden, welches größtenteils in organischer Form in den Futterpflanzen vorliegt. Organische Selenquellen ermöglichen im Vergleich zu mineralischen nachweislich höhere Selengehalte in der Milch, was in der Mutterkuhhaltung der Versorgung der Kälber zu Gute kommt.

Die Erfahrung zeigt, dass die Mengen des selenhaltigen Düngers so gewählt werden sollten, dass ein Wert von 12 g Selen pro ha und Applikationstermin nicht überschritten wird, um unnötig hohe Selen-Konzentrationen im Futter zu vermeiden. Auf Grünland sollten zwischen Düngungsmaßnahme und Ernte bzw. Beweidung mindestens vier Wochen liegen. Bei Witterungsbedingungen, die das Pflanzenwachstum verlangsamen, wie anhaltende Trockenheit oder niedrige Temperatursummen, sollte der Nutzungstermin gegebenenfalls verschoben werden. Die derzeit auf dem Markt vorhandenen selenhaltigen Mehrnährstoffdünger enthalten meist Natriumselenat, das eine ausgezeichnete Pflanzenverfügbarkeit aufweist, jedoch auch leicht ausgewaschen wird. Deshalb erhöhen die mineralischen Dünger sehr effizient die Selengehalte des ersten Aufwuchses nach der Düngemaßnahme, nicht jedoch die der Folgeaufwüchse. Um über die gesamte Vegetationsperiode ausreichende Selenkonzentrationen sicher zu stellen, müsste die Maßnahme folglich mehrmals pro Jahr wiederholt werden. Das gleiche gilt auch für die Applikation von Flüssigdüngern mit Natriumselenat als Selenquelle.

Für eine Selenanreicherung des Futters in extensiven Weidesystemen muss jedoch gewährleistet sein, dass eine solche Maßnahme mit geringem Kapital- und Arbeitsaufwand realisierbar ist. Auf dem Markt erhältlich sind spezielle granuliert Kalkdünger mit Selen, die auch im extensiv wirtschaftenden Mutterkuh-Betrieb wirtschaftlich eingesetzt werden können. Diese Selenquellen enthalten neben dem rasch verfügbaren Natriumselenat auch Bariumselenat, das seine Wirksamkeit über einen längeren Zeitraum behält. Der Selenstatus der mit den selengedüngten Aufwüchsen gefütterten Mutterkühe wird dadurch wesentlich verbessert. Außerhalb der Vegetationsperiode werden die Tiere mit Silagen von den selengedüngten Flächen gefüttert, so dass eine ganzjährige Versorgung der Mutterkühe und ihrer Kälber mit einer organischen Selenquelle erfolgen kann. Im ökologisch wirtschaftenden Mutterkuhbetrieb ist die Verwendung selenhaltiger Dünger derzeit allerdings nicht erlaubt. Eine entsprechende Regelung steht hier noch aus.

Eine geeignete Methode zur Erhöhung des Selen-Niveaus in extensiven Weidesystemen könnte ebenfalls sein, bei der Nachsaat Saatgut zu verwenden, das zuvor mit Selenat angereichert wurde. In Kombination der Nachsaat mit der Selengabe ließe sich der Arbeitsgang für die Selenausbringung einsparen. Regelmäßige Nachsaaten zur Regeneration der Narbe sind häufig auch in extensiv organisierten Grünlandsystemen ökonomisch sinnvoll. Dies gilt im Besonderen für die Beseitigung von Narbenschäden nach Winterbeweidung. Soll Saatgut als Transportmedium für eine Selengabe dienen, muss die Dosierung an die Aussaatmenge angepasst sein. Als ausreichende Menge für Nachsaaten mit Deutschem Weidelgras, die aus Kostengründen nicht überschritten werden sollte, gelten 20 kg Saatgut. Ausgehend von einer Selenmenge in der Größenordnung von 4 bis 12 g Selen pro ha in Form von Selenat ergeben sich dabei Konzentrationen von bis zu 500 mg Selen pro kg Saatgut. Umfangreiche Experimente mit Selen angereichertem Saatgut haben gezeigt, dass die erforderlichen Selenkonzentrationen die Keimfähigkeit des Saatgutes und die Pflanzenentwicklung nicht beeinträchtigen und somit der Erfolg einer Nachsaatmaßnahme nicht gefährdet ist. Leider ist derzeit entsprechend vorbehandeltes Saatgut nicht auf dem Markt erhältlich. Von einer innerbetrieblichen Saatgutbehandlung mit Selen ist aufgrund der Giftigkeit der Selensalze, der notwendigen Präzision bei der Dosierung und rechtlicher Rahmenbedingungen grundsätzlich abzusehen. Ebenfalls bislang nur in Studien eingesetzt wurden selenhaltige Silierzusätze, die eine weitere kostengünstige Alternative zur Selendüngung auf Grünland ermöglichen. Die Vorteile der Anreicherung von Siliergut mit Selen liegen in dem minimalen Arbeitsaufwand und in den geringen Kosten, sofern entsprechende Dosiertechnik zur Verfügung steht. Idealerweise könnte die Selenanreicherung in Kombination mit anderen Silierhilfsmitteln erfolgen. Die Mengen, die notwendig sind, um ausreichende Selenkonzentrationen in den Silagen zu erreichen, sind mit weniger als 1 g Natriumselenat pro Tonne Frischmasse extrem gering. Selbst bei deutlich höheren Konzentrationen wird der Silierprozess nicht negativ beeinflusst. Jedoch ist auch hierbei aus Sicherheits- und rechtlichen Gründen dringend davon abzuraten, entsprechende Selenat-Lösungen selbst herzustellen.

Natriumselenat und Natriumselenit sind in der EU-Bioverordnung lediglich als Zusatzstoffe in der Tierernährung zugelassen. Abschließend sei jedoch noch angemerkt, dass Selen zu

den Spurenelementen gehört, bei denen die Spanne zwischen den ernährungsnotwendigen Mengen und jener Menge, die toxische Wirkungen entfalten kann, nicht besonders weit ist. Allerdings besteht die Gefahr einer chronischen Selenvergiftung erst bei regelmäßiger, länger dauernder Aufnahme von Selendosen, die um etwa den Faktor 10 über den Mengen liegen, wie sie üblicherweise für die Supplementierung empfohlen werden.

### Eisenversorgung bei Kälbern

Eisen ist ein lebenswichtiges Spurenelement, das physiologischerweise als Zentralatom, vor allem im Hämoglobinmolekül, im Myoglobin sowie in zahlreichen Enzymen vorkommt. Über die Hälfte des Eisenbestandes des Körpers ist im Hämoglobin der Erythrozyten gebunden. Der zweitgrößte Anteil ist in Form von Ferritin in Leber, Milz und Knochenmark gespeichert, wobei Jungtiere, und insbesondere auch neugeborene Kälber, hier nur geringe Eisenreserven aufweisen. Ein kleinerer Teil findet sich als Funktionseisen in anderen Proteinen und Enzymen. Im Vergleich zu den großen Mengen Funktions- und Speichereisen ist der Anteil des Transferrin-gebundenen Transporteisens und der Anteil des täglich resorbierten und wieder ausgeschiedenen Eisens gering. Ausschließlich mit Kuhmilch oder eisenarmem Milchaustauscher getränkte Kälber entwickeln nach Erschöpfung der intrauterin erworbenen Eisenreserven eine hypochrome mikrozytäre Anämie. Dieser Eisenmangelzustand wurde in der traditionellen Kälbermast ausgenutzt, um „weißes“ Kalbfleisch zu produzieren.

Inzwischen ist jedoch in § 11 der deutschen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung gesetzlich vorgeschrieben, dass für Kälber bis zu einem Gewicht von 70 Kilogramm der Eisen-gehalt der Milchaustauschertränke mindestens 30 Milligramm je Kilogramm betragen muss, bezogen auf einen Trockensubstanzgehalt von 88 Prozent. Auch Kälber, die mehr als 70 Kilogramm wiegen, sind derart ausreichend mit Eisen zu versorgen, dass ein auf die Gruppe bezogener durchschnittlicher Hämoglobinwert von mindestens 6 mmol/l erreicht wird. Zudem muss Kälbern spätestens vom achten Lebenstag an Raufutter oder sonstiges rohfaserreiches strukturiertes Futter zur freien Aufnahme angeboten werden. Aus diesem Grunde sollten Eisenmangelzustände in der heutigen Kälberaufzucht kaum noch eine Rolle spielen.

Im Rahmen der Tätigkeit des Kälber- und Rindergesundheitsdienstes der Hessischen Tierseuchenkasse wurden hierzu in 18 Milchviehbeständen (überwiegend Deutsche Holsteins) und in 5 Mutterkuhherden (Charolais und Limousin) insgesamt 128 Kälber im Alter von bis zu 3 Monaten beprobt. Bis auf einen Öko-Milchviehbestand handelte es sich ausschließlich um konventionell wirtschaftende Betriebe. Aber auch in sechs weiteren Milchviehbeständen erfolgte die Kälberaufzucht ausschließlich mit Vollmilch. Wasser und festes Futter wurden meist ab der zweiten bis dritten Lebenswoche zusätzlich angeboten. Mit Ausnahme eines Milchviehbetriebes, in welchem den Kälbern am ersten Lebenstag ein Eisenpräparat in Pastenform oral verabreicht wurde, erfolgte keine spezielle Eisensubstitution. Die Blutentnahmen aus der Jugularvene erfolgten jeweils an den späten Vormittagstunden.

Der in der deutschen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vorgeschriebenen Gruppenmittelwert von mindestens 6 mmol Hämoglobin / Liter Blut wurde nur in 11 dieser 23 Bestände erreicht (6,0 – 8,2 mmol/l). In den anderen 12 Herden lagen diese Werte zwischen 5,0 und 5,7 mmol/l und damit etwas unter diesem Grenzwert. Zwischen dem Serum-Eisen-gehalt und den Hämoglobinwerten bestand dabei nur eine mäßige Korrelation von  $r = 0,35$ . Von diesen Kälbern hatten 16 % trotz eines im Referenzbereich von 13 – 33  $\mu\text{mol/l}$  liegenden Serum-Eisenwertes leicht bis deutlich erniedrigte Hämoglobinwerte. Und umgekehrt bewegten sich die Hämoglobinwerte in 9 % der Fälle trotz niedriger Eisenwerte in dem für ältere Kälber angegebenen Referenzbereich (6,0 – 8,4 mmol/l).

Auch die Auswertung der mittleren Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC), einem recht zuverlässigen diagnostischen Kriterium hinsichtlich des Vorliegens hypochromer Anämien, ergab bei etwa 70 % der beprobten Kälber Werte von unter 19 mmol/l [Referenzbereiche: 19 – 21 mmol/l]. Zwischen der Serum-Eisenkonzentration und den einzelnen Erythrozytenindizes (MCHC, MCV, MCH) ließen sich keine signifikanten Korrelationen nachweisen. Gleiches galt bezüglich möglicher Korrelationen zwischen Plasma-Kupferkonzentration

bzw. Glutathionperoxidase-Aktivität und den hämatologischen Werten (Erythrozytenzahl, Hämatokrit, Hämoglobingehalt, Erythrozytenindizes).

Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die bekannte Tatsache, dass die Eisenkonzentration im Serum zur Diagnostik des Eisenmangels nur sehr bedingt geeignet ist. Denn die Serum-Eisenkonzentration unterliegt nicht nur erheblichen tageszeitlichen Schwankungen, sie ist auch abhängig von der Nahrungsaufnahme und wird durch akute Entzündungen und chronische Erkrankungen beeinflusst. Das in der Humanmedizin zum Nachweis eines prälatenten, latenten oder manifesten Eisenmangels bestimmte Ferritin ist allerdings speziespezifisch. Bovines Ferritin kann damit nicht nachgewiesen werden, und insofern wird diese Nachweismethode von den veterinärmedizinischen Auftragslabors bislang nicht angeboten. Neuere Untersuchungen an unserer Klinik über die Serum-Ferritingehalte bei Kälbern bestätigen diese aus der Humanmedizin bekannte Situation, dass zwischen der Serum-Eisenkonzentration und dem Ferritinspiegel kein enger Zusammenhang besteht

Ein manifester Eisenmangel sollte sich allerdings auch in Veränderungen des roten Blutbildes manifestieren, und aus diesem Grunde wurde in der deutschen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung ein Hämoglobinwert von mindestens 6 mmol/l vorgegeben. Allerdings wurde dieser Gruppenwert in etwa der Hälfte der untersuchten Bestände und von einem erheblichen Teil der Einzeltiere nicht erreicht. Die Hämoglobinkonzentration wie auch die weiteren Werte für das rote Blutbild werden zwar nicht nur von Körpereisenreserven, sondern auch von einer Vielzahl anderer Faktoren beeinflusst. Hierzu zählen gastroenterale Blutverluste (Labmagenulzera, Darmentzündungen), starker Läusebefall, Hämolysen, chronische Entzündungen, Blutparasiten oder sonstigen Störungen der Hämatopoese. Es erscheint aber wenig wahrscheinlich, dass solche Faktoren bei diesen Probanden derart verbreitet waren.

Andererseits stellt sich angesichts dieser Ergebnisse die Frage nach der Validität dieses in der Kälberhaltungsverordnung festgelegten Hb-Grenzwertes. So ist in der Richtlinie 2008/119/EG über Mindestanforderungen für den Schutz von Kälbern vorgeschrieben, dass die tägliche Futterration genügend Eisen enthalten muss, um einen durchschnittlichen Hämoglobinwert von mindestens 4,5 mmol/l Blut zu gewährleisten. Entsprechend wurde dieser Wert von den meisten, wenn auch nicht von allen untersuchten Kälbern erreicht. In anderen Literaturangaben werden als Grenzwert zu einer manifesten Anämie Hämoglobingehalte von 4,3 mmol/l und 5,6 mmol/l angegeben. Nach den Ergebnissen einer in der Schweiz durchgeführten Studie wurden 40 bis 60 % der Kälber mit einem Hämoglobingehalt unter 5,6 mmol/l auf den Mastbetrieben angeliefert. Nicht zuletzt muss bei dem Kriterium „Hämoglobingehalt“ auch die Art der Bestimmungsmethode berücksichtigt werden, denn die mittels automatischer Hämatologiesysteme gemessenen Werte liegen teilweise deutlich unter den mittels der traditionellen Cyanhämoglobinmethode gemessenen Hämoglobingehalten

Bekanntes Folgen eines ausgeprägten Eisenmangels sind verminderter O<sub>2</sub>-Transport (Hämoglobin), verminderte O<sub>2</sub>-Speicherung (Myoglobin) und beeinträchtigte O<sub>2</sub>-Utilisation (Enzyme der Atmungskette), bis hin zur Beeinträchtigung der zellvermittelten Immunabwehr. Derartige Kälber sind infektionsanfälliger, haben verminderte Tageszunahmen und schlechtere Futtermittelverwertung. Aus diesem Grunde lohnt es sich durchaus, im Rahmen der Bestandsbetreuung auch die Eisenversorgung der Kälber mit zu berücksichtigen, geeignete Prophylaxemaßnahmen durchzuführen und deutlich anämische Kälber individuell zu behandeln. Dies gilt insbesondere Mutterkuhhaltungen und für ökologisch wirtschaftende Betriebe, in denen die Kälber ausschließlich mit eisenarmer Vollmilch (Eisengehalt ca. 4 mg / kg TM) versorgt werden. Empfohlen werden die einmalige Injektion von 500 bis 1000 mg Fe<sup>+++</sup> (in Form von Eisen-Dextran) oder die einmalige orale Eisen-Gabe am ersten oder zweiten Lebenstag.

### **Natriummangel bei Milchkühen**

Als „osmotisches Gerüst“ des Extrazellulärraums unterliegt die Natriumkonzentration einer strikten Homöostase, so dass sich erst ein hochgradiger Mangel in einer Erniedrigung der Plasma-Natriumkonzentration manifestiert. Zur Abschätzung der Versorgungslage muss da-

her die Natriumkonzentration im Harn mittels Flammenphotometrie bestimmt werden. Denn im Gegensatz zu den Verhältnissen bei anderen Spezies sind ionenselektive Elektroden hierfür ungeeignet, da Rinderurin offenbar interferierende Inhibitoren enthält. Werte im Harn unter 10 mmol/l sprechen für einen deutlichen Natriummangel.

Zur Sicherung der Diagnose ist stets der Harn mehrerer Tiere aus verschiedenen Fütterungsgruppen zu untersuchen, da diese auch im selben Betrieb unterschiedlich mit diesem Mineralstoff versorgt sein können. Eigene Untersuchungen in hessischen Milchvieh-Problembetrieben ergaben, dass in 12 von 35 (= 34 %) konventionell wirtschaftenden Betriebe die Kühe unzureichend mit Natrium versorgt waren. Gleiches galt für die Hälfte der Ökobetriebe (2 von 4). Noch gravierender war die Situation bei Mutterkühen (Natriummangel in 3 von 4 konventionell und in 2 von 3 ökologisch bewirtschaftenden Herden), und selbst in Bullenmastbeständen findet man gelegentlich derartige Leistung Mangelzustände. Im Gegensatz dazu sind die Kühe in gut geführten Milchviehherden mit hoher in der Regel bestens mit Natrium versorgt. Bekannte Symptome eines gravierenden Natriummangels sind u.a. Lecksucht und Harnsaufen. Subklinischer Natriummangel manifestiert sich in verminderter Milchleistung, schlechter Mastleistung und unbefriedigender Fruchtbarkeit.

Der Natriumbedarf von Kühen ist abhängig von der Milchleistung. In der Literatur werden als Erhaltungsbedarf 9 g/Tag angegeben, entspr. 22,9 g NaCl (Umrechnungsfaktor von Na zu NaCl:  $1 \text{ g Na} \times 2,54 = 2,54 \text{ g Koch- bzw. Viehsalz}$ ). Für 10 kg Milch werden zusätzlich 15 g, für 20 kg Milch 22 g und für 30 kg Milch 28 g Natrium benötigt. Bei TMR-Fütterung sind 1,5 bis 2,5 g/kg TM vorzusehen. Für Aufzuchtrinder gelten Werten von 3 g(150 kg KM) bis 8 g (500 kg KM) bzw. 10 g (hochtragend) pro Tag. Sicherheitshalber empfiehlt es sich daher, zusätzlich zu den üblichen Mineralstoffmischungen auch noch einfache Salzlecksteine anzubieten.

## Literaturhinweise

Dirksen, G., H.-D. Gründer, M. Stöber (2002): Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. 4. Aufl., Paray Buchverlag, Berlin u. Wien.

Kirchgeßner, M. (2014): Tierernährung. 14. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Laser, H. (2004): Pflanzenbauliche Ansätze zur Selen-Versorgung von Mutterkühen und Fleischrindern in Weidesystemen. Habilitationsschrift, Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement der Universität Gießen.

Spiekers, H., H. Nußbaum, V. Potthast (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Weiß, J., W. Pabst, K.E. Strack, S. Granz (2005): Tierproduktion, 13. Aufl. Parey Buchverlag Berlin.

*Weitere Literatur beim Verfasser*

## Kontakt

Prof. Dr. Klaus Doll, Dipl. ECBHM, Klinik für Wiederkäuer, Justus-Liebig-Universität Gießen.  
E-Mail: Klaus.Doll@vetmed.uni-giessen.de