

Wechselwirkungen von Mengen- und Spurenelementen im Hinblick auf die Fruchtbarkeit bei Milchkühen

J. Gasteiner

Nur die ausreichende Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen, die dann auch verwertet werden können, ermöglicht die vielfältigen Stoffwechselfunktionen des Körpers, insbesondere das Wachstum, die Stoffwechsellösungen und die Fruchtbarkeit. Der Bedarf des Einzeltieres ergibt sich hauptsächlich aus dessen Alter (wachsend oder ausgewachsen) und dessen „Leistung“ (Erhaltung, trockenstehend, laktierend, Milchmenge, Milchhaltsstoffe, Körperansatz, aber auch Umsatz, Bedarf für Frucht usw.). Die Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen wird insbesondere von der allgemeinen Versorgungslage während der Trockenstehzeit und während der Frühlaktation bestimmt. Fruchtbarkeit ist ein Sammelbegriff für ein äußerst komplexes Geschehen im Körper der Milchkuh. Eine negative Energiebilanz zum Laktationsstart stellt nach heutiger Ansicht den bedeutendsten Faktor für nachfolgende Fruchtbarkeitsprobleme bei Milchkühen dar. Die optimale und ausgewogene Versorgung mit Mineralstoffen ist aber ebenso von Bedeutung für den Erhalt der Fruchtbarkeit.

Da die Zufuhr an Mineralstoffen und Vitaminen über das Grundfutter bzw. die Grundration schwankend und zumeist auch nicht ausreichend ist, ergibt sich die Notwendigkeit der angepassten Ergänzung durch eine vitaminisierte Mineralstoff- und Spurenelementmischung. Mängel an Mineralstoffen und Vitaminen, aber auch Überschüsse haben verschiedenste tiergesundheitsliche Probleme zur Folge und sind deshalb aus wirtschaftlichen, tiergesundheitslichen und tierschützerischen Gründen zu vermeiden. In der Praxis gibt es jedoch verschiedene Möglichkeiten, warum ein verfüttertes Mengen- oder Spurenelement nicht vollständig für das betreffende Tier verfügbar ist.

Mengenelemente, Blutkonzentrationen und Referenzwerte

Bestimmungs- und Vergleichsmöglichkeiten des Gehaltes an Mineralstoffen im Blut gibt in erster Linie die Blutuntersuchung. Während Haaranalysen eher selten durchgeführt werden und diese Ergebnisse grundsätzlich nur als retrospektiv anzusehen sind, stellen Blutbefunde ein Momentergebnis dar. Es wirken jedoch verschiedene Einflüsse auf den Cocktail der Blutinhaltsstoffe, sodass sowohl die Referenzwerte als auch jeweils erhaltene Messwerte

signifikanten Abweichungen unterliegen können. Diese inneren (Faktor Tier) und äußeren Faktoren sind mannigfaltig. Speziell Tageszeit, Jahreszeit, Klima und Haltungsform, aber auch Rasse, Alter, Probenbehandlung, Laktationsstadium und Blutentnahmeort verursachen bisweilen sogar statistisch signifikante Variationen hinsichtlich der Blutparameter diverser Mineralstoffe, weshalb Bewertungen und Interpretationen in jedem Fall immer mit Vorsicht vorzunehmen sind. Ob dann der im Blut gemessene Mineralstoff auch in für das Tier verfügbaren Form vorliegt, ist eine weitere Frage. So ist beispielsweise der im Blut gemessene Kalziumgehalt gar nicht direkt für den Organismus verfügbar, zur exakten Abklärung wäre hier die Bestimmung des verfügbaren, also ionisierten Kalziums (Ca^{++}) notwendig. In der Praxis ist diese Untersuchung nicht üblich.

Tabelle 1: Mittlere Magnesium- und Phosphorkonzentration (mmol/l) im Rinderblut (n=393) in Abhängigkeit von der Milchleistung (Kanter 1986)

Milchleistung (kg/d)	Mg-Konzentration (mmol/l)	P-Konzentration (mmol/l)
10	1,2	1,75
20	1,8	1,55
30	1,9	1,50
40	2,3	1,30

Es ist unbestritten, dass die in Tabelle 1 angeführten Kühe mit unterschiedlichen Milchleistungen auch unterschiedlich gefüttert wurden und dass Unterschiede hinsichtlich der Futteraufnahmen bestehen mussten, aber der Antagonismus zwischen Mg und P führte in diesem Fall eindeutig zu einer Verdrängung von P bei zunehmender Milchleistung. Die Komplexität der Interaktionen zwischen den einzelnen Mineralstoffen wird aus Abbildung 1 erkennbar. Dabei wird jedoch auch nur die qualitative Interaktion zwischen den Mineralstoffen sichtbar, in Abhängigkeit von der Konzentration der jeweiligen Mineralstoffe bzw. vom Konzentrationsgefälle ergeben sich verschiedenste quantitative Einflüsse und Interaktionen, welche im Einzelfall und speziell in der Praxis leider nicht immer reproduzierbar sind.

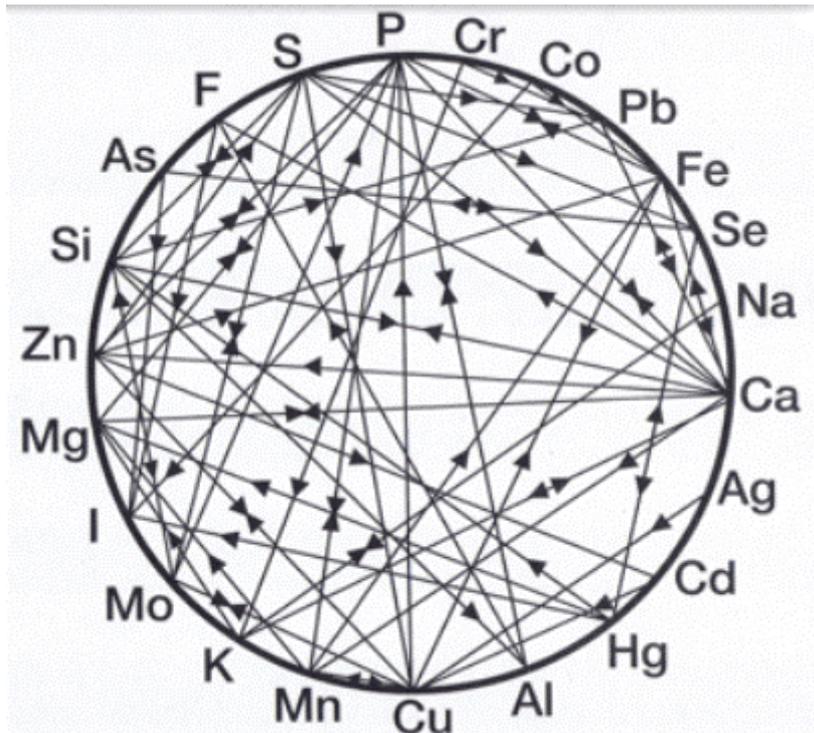


Abb. 1: Interaktionen zwischen Mengen- und Spurenelementen

Mengenelemente, Interaktionen und ihr Einfluss auf die Fruchtbarkeit

Bei der Fütterung von Rindern sind Kalzium, Phosphor, Magnesium und Natrium von großer Bedeutung. Der Bedarf der Tiere an Mineralstoffen wird entscheidend vom Lebendgewicht, vom Säugestadium und der Leistung (Zuwachs etc.) beeinflusst. Die Aufgaben des Calciums (Ca) liegen vor allem in der Knochenbildung, der Sicherung der Nervenfunktion und Muskelkontraktion sowie in der Enzymaktivierung. Phosphor (P) ist ebenfalls am Knochenaufbau beteiligt. Zusätzlich ist daher eine bedarfsgerechte Phosphorversorgung zur Sicherung des Energiestoffwechsels erforderlich. Natrium (Na) ist ein wichtiger Bestandteil von Körperflüssigkeiten und daher für die Nährstoffaufnahme und -ausscheidung bedeutend. Magnesium (Mg) übt einen entscheidend Einfluss auf die Nervenfunktion und die Muskelkontraktion aus. Eine direkte Auswirkung auf die Fruchtbarkeit konnte bislang bei den Mengenelementen nicht nachgewiesen werden.

Die Auswirkung von Kalzium auf die Fruchtbarkeit ist hauptsächlich indirekt. Ca-Mangel (subklinische bzw. klinische Hypokalzämie) führt zu einer gestörten Kontraktilität der quer gestreiften Muskulatur. Dadurch kann eine Atonie des Uterus bzw. eine Nachgeburtsverhaltung ausgelöst werden, in deren Gefolge es zu gehäuften Problemen mit Gebärmutterinfektionen und daraus resultierenden Fruchtbarkeitsstörungen kommen kann.

Antagonistische Interaktionen von Ca bestehen nachweislich mit den Kationen Kalium (>12g/kg T) und Natrium (>1,5 g/kg T). Insbesondere in der Trockenstehzeit wird durch eine

übermäßige Aufnahme von K (verstärkt durch gleichzeitig bestehenden Na-Mangel) das Auftreten von Hypokalzämie gefördert und die Erstbesamungsergebnisse sinken signifikant. Die hohe Kationenzufuhr erhöht den Harn-pH-Wert auf über pH 8, bisweilen über pH 8,5. Dadurch wird die Vermehrung von pathogenen Keimen im Harnleiter und in der Harnblase begünstigt. Katarrhe der harnableitenden Wege sind wiederum auch Wegbereiter für Infektionen des Genitaltraktes, die im Rahmen der Abkalbung gesetzt werden und die Fruchtbarkeitsleistung wird dadurch ebenfalls vermindert. Das Entstehen einer subklinischen Gebärmutterentzündung führt zu den bekannten Problemen einer regelmäßig wiederkehrenden Brunst, ohne dass die Kühe aufnehmen. Der Brunstschleim ist bei diesen Kühen zumeist trüb. Eine weitere, weitaus häufigere Ursache für Umrindern stellt jedoch der embryonale Frühod dar.

Phosphormangel hat per se keinen direkten negativen Einfluss auf die Fruchtbarkeit, aber auch hier besteht ein indirekter negativer Zusammenhang. Phosphormangel führt zu signifikant reduzierter Futteraufnahme, der daraus resultierende Energiemangel zieht Fruchtbarkeitsstörungen nach sich. Durch Komplexbildung mit Ca, Fe und Al kann es zu einer verminderten Resorption von P kommen und damit zu P-Mangel kommen.

Absoluter oder auch relativer P-Überschuss (bei engem Ca-P-Verhältnis) führt zu einer Verdrängung von Ca und P-Überschuss ist auch ursächlich an Fruchtbarkeitsstörungen beteiligt, ein Phänomen, welches bei starker Überversorgung mit Getreide oder auch Sojaschrot häufig in der Praxis auftritt.

Spurenelemente, Interaktionen und ihr Einfluss auf die Fruchtbarkeit

Bei den Spurenelementen sind vor allem Kupfer, Zink, Mangan, Jod und Selen von besonderer Bedeutung. Bei diesen Elementen besteht in der Fütterung zumeist ein Ergänzungsbedarf. Vor allem als Bestandteile von Enzymen bzw. als Hilfsstoffe (Aktivatoren) erfüllen Spurenelemente vielfältige Aufgaben im tierischen Organismus. Hohe Mangangehalte (Mn) weisen das Skelett, die Leber und die Nieren auf. Manganmangel kann zu vermindertem Zuwachs, zu schlechter Skelettausbildung und herabgesetzter Fruchtbarkeit führen. Zink (Zn) greift im Stoffwechsel als Enzymaktivator wesentlich in die Zellteilung ein. Bei Rindern kann sich starker Zinkmangel in Form von Hautschäden (Euter, Hinterbeine) und vermehrten Klauenproblemen und auch Fruchtbarkeitsstörungen zeigen. Kupfermangel (Cu) führt vor allem zu einer Verschlechterung der Pigmentierung und der Struktur von Haaren sowie Fruchtbarkeitsprobleme.

Tabelle 2: Empfehlungen zur Spurenelementkonzentration in Rationen von Kühen (GFE, 2001)

Mangan: Mn (mg/kg TM) = 50
Zink: Zn (mg/kg TM) = 50
Kupfer: Cu (mg/kg TM) = 10
Selen: Se (mg/kg TM) = 0,2

Kupfer: Die Verwertung von Kupfer wird durch Kalzium, Eisen, Zink, Schwefel und Molybdän reduziert. Proteingebundenes Kupfer wird allgemein besser resorbiert als anorganisches. In der Praxis sind neben oftmals überhöhten Ca-Gaben überhöhte Eisengehalte in den Grundfuttermitteln (und hohe Rohaschegehalte!) bzw. vermehrt Eisen im Trinkwasser mitverantwortlich für die Verdrängung von Kupfer und damit für einen sekundären Kupfermangel.

Zink: Zinkmangel führt zur Schwächung der Immunabwehr, löst Parakeratose und minderwertiges Klauenhorn aus, es kommt zu einer Verminderung der Futteraufnahme, die Tragedauer kann erhöht sein und Zinkmangel kann auch mit einer erhöhten Anzahl an Totgeburten verbunden sein. Die Zinkresorption hängt von der Menge an verfügbarem Zink ab, wobei überhöhte Zinkmengen mit verminderter Resorption verbunden sind. Organisch gebundenes Zink wird besser resorbiert als anorganisch gebundenes. Die Zinkresorption, vor allem anorganischer Zinkverbindungen, wird durch Kalzium, Eisen, Kupfer, Phosphor und Schwefel beeinträchtigt.

Mangan: Es gibt immer wieder Hinweise darauf, dass möglicherweise ein Manganmangel dabei eine Rolle spielen könnte. In Milchviehbeständen mit Manganmangelsituation hat man unter anderem vermehrt die Geburt männlicher Kälber feststellen können. Hier gilt es neben der mangelnden statistischen Absicherung der Ergebnisse über einen längeren Zeitraum auch darauf hinzuweisen, dass bereits von Natur aus mehr männliche (55%) als weibliche Kälber (45%) geboren werden.

Der physiologische Zusammenhang zwischen Manganmangel und etwaig vermehrt auftretenden männlichen Kälbern ist nicht geklärt. Man weiß jedoch, dass Manganmangel beim weiblichen Tier allgemein zur Störung der Fortpflanzungsleistung führt – stille Brunst, geringere Konzeptionsraten, Aborte, Ovarzysten, Endometritiden treten auf. Darüber hinaus werden gehäuft tote oder lebensschwache Kälber mit verkürzten Sehnen und Gliedmaßen geboren. Hohe Gehalte an Kalzium, Eisen, Magnesium und Phosphor hemmen die

Manganresorption aus anorganischen Verbindungen. Organisch gebundenes Mangan (Chelate) wird dagegen besser resorbiert.

Selen: Akute Mangelerkrankungen treten vor allem bei Tieren in Extensivhaltung auf, wenn auf den Einsatz von Mineralstoffmischungen und Kraftfutter verzichtet wird. In der intensiven Milchviehhaltung ist eher mit subklinischen Mangelzuständen und schleichenden Verlaufsformen zu rechnen.

Das Spurenelement Selen sowie das Vitamin E haben wichtige Aufgaben in der Verhütung sog. „oxidativer“ Schädigungen von Körperzellen. Dabei werden für Zellen schädliche Stoffe entgiftet. Selen und Vit. E können sich in dieser Funktion weitgehend vertreten. Die Selenversorgung der Tiere hängt sehr stark von der Zusammensetzung der Ration, dem Selengehalt des Bodens sowie von der Selenverfügbarkeit im Boden ab. Diesbezüglich können starke regionale Unterschiede bestehen. Der Vit. E-Gehalt des Futters wird von Wetterbedingungen bei der Werbung sowie von nachfolgenden Lagerbedingungen beeinflusst. Nach einem verregneten Sommer ist der Vit. E-Gehalt in Grundfuttermitteln zumeist geringer.

Als Bestandteil eines Enzyms (Dejodase), das vor allem in Leber, Niere und Muskulatur vorkommt, ist Selen für die Aktivierung und Deaktivierung von Schilddrüsenhormonen von Bedeutung.

Ist die Selenzufuhr unzureichend, kommt es zur Erhöhung des Verhältnisses T4 zu T3 im Serum, was mit Funktionsstörungen der Schilddrüse, Jodmangel und Fruchtbarkeitsstörungen einhergeht.

Bei Selenmangel wird das Spurenelement im Körper umverteilt, wobei Leber und Muskelgewebe Selen schnell mobilisieren - zugunsten der endokrinen Gewebe, der inneren Geschlechtsorgane und des zentralen Nervensystems. Ein akuter Mangel an Vit. E/Selen macht sich insbesondere bei Kälbern durch Trinkschwäche, Muskelschwäche und -zittern, Festliegen (Weißmuskelkrankheit) sowie durch Herzschwäche und Atemnot bemerkbar.

Bei Junggrindern kann bis etwa 2 Wochen nach dem ersten Auftrieb auf die Weide die sogenannte „paralytische Myoglobinurie“ auftreten. Die erkrankten Tiere liegen fest, der Harn ist schwarzbraun verfärbt und die Rückenmuskulatur ist derb bis hart.

Bei erwachsenen Rindern kann es durch Mangel an Vit. E/Selen zu einer Beeinträchtigung der Fresslust kommen, was sich auch in verminderter Fruchtbarkeit ausdrücken kann.

Bei akuten, nachgewiesenen Mangelzuständen wird eine 1 bis 2-malige Injektion durch den Tierarzt zu einer Stabilisierung des Vit. E/Selengehaltes im Tier führen, die durch den Mangel hervorgerufenen Schäden bedürfen aber möglicherweise einer längeren Heilungsphase.

Parallel zur Behandlung sollten die Haltungsbedingungen optimiert werden. Eine Ergänzung durch „selenangereichertes“ Mineralfutter ist möglich und wird angeraten, sollte jedoch in Abstimmung mit dem Selengehalt in den Grundfuttermitteln erfolgen, um eventuelle Überversorgungen zu vermeiden. Bei chronischem Selenmangel in der Ration sollten Mineralfutter mit ausreichendem Spurenelementgehalt (wenigstens 30-40 mg Selen/kg Mineralfutter) zum Einsatz kommen, wovon pro Tier und Tag bis 50 g zu füttern sind. Von einer optimalen Selenversorgung in der Ration kann bei 0,1-0,3 ppm Trockenmasse (= 0,1 – 0,3 mg/kg TM) gesprochen werden. Es wird hier ausdrücklich auf die extreme Giftigkeit von Selen bei Überdosierung hingewiesen.

Jod: Jod steuert über die Synthese der Schilddrüsenhormone T3 und T4 bedeutende Stoffwechselfunktionen wie den Wärmehaushalt, Grundumsatz, Körperwachstum, Proteinbiosynthese, Knochen- und Organentwicklung sowie den Protein-, Kohlenhydrat- und Lipidstoffwechsel, indirekt also auch die Fruchtbarkeit. Stillbrünstigkeit, erhöhte Abortraten, verlängerte Trächtigkeitsdauer und Nachgeburtsverhaltungen werden mit Jodmangel direkt in Verbindung gebracht.

Eine zu hohe Aufnahme von Nitrat hemmt den aktiven Jodidtransport in der Schilddrüse und im Verdauungstrakt. Nitrat verdrängt dazu Jod. Hohe Nitratbelastungen erhöhen somit die Gefahr eines Jodmangels.

Tabelle 3: Fruchtbarkeitsprobleme und mögliche Ursachen (Durst 2007)

Fruchtbarkeitsproblem	Ursache
Follikelzysten	Mangel: Mangan, β -Carotin, Zink, Natrium Überschuss: Kalium
Gelbkörperzysten	Mangel: Mangan, β -Carotin Überschuss: Kalium
Aborte, Totgeburten	Mangel: Kupfer, Jod, Mangan
Verlängerte Trächtigkeitsdauer	Mangel: Jod
Verlängerte Dauer der Geburt	Mangel: Zink, Selen, Kalzium
Nachgeburtsverhaltung	Mangel: Vit. E/Selen, Vit. A/ β -Carotin, Kupfer Überschuss: Eisen, Natrium
Gebärmutterentzündungen	Mangel: Kalzium, Phosphor, Selen, β -Carotin Überschuss: Kalium, Natrium

Zusammenfassung

Neben entscheidenden Einflussgrößen auf die Fruchtbarkeit wie Umweltbedingungen, Genetik, Hygiene und Management können als Teilbereich des sehr bedeutenden Faktors Fütterung natürlich auch durch Interaktionen zwischen Mineralstoffen und Mineralstoff - Imbalancen nachweislich Fruchtbarkeitsstörungen ausgelöst werden. Treten trotz bedarfsgerechter Zufuhr Symptome auf, welche auf entsprechende Mängel deuten, so sollte die gesamte Ration auf Mengen- und Spurenelemente überprüft werden. Nach Durst (2007) sollten insbesondere jene Mineralstoffe überprüft werden, die sich gegenseitig in ihrer Verwertung beeinflussen können. So verschlechtern erhöhte Ca-, Cu-, Fe- und Cd-Werte in der Ration die Zinkverwertung. Ca- und K-Überschüsse erhöhen den Mn-Bedarf. Die Cu-Verwertung wird durch eine erhöhte Zn- und/oder Fe-Zufuhr verschlechtert. Die Cu-Verwertung wird insbesondere auch durch die Gehalte an Mo und S in der Ration bestimmt bzw. limitiert. Durch überhöhte Ca-Gehalte kann es zu einer Verdrängung von Selen kommen und Cd, Cr, Pb, Cu und S können die Se-Verfügbarkeit herabsetzen. Organisch gebundene Spurenelemente werden allgemein hinsichtlich ihrer Verwertung weniger stark von anderen Mineralstoffen beeinflusst als anorganisch gebundene Mineralstoffe.

Da die natürlichen Resorptionsverhältnisse unter pansenazidotischen Bedingungen nicht mehr gegeben sind, sondern es zu einer minderen Resorption von Mineralstoffen kommt, wird in diesem Zusammenhang besonders auf die Bedeutung einer wiederkäuergerechten Ration hingewiesen.

Dr. Johann Gasteiner (Dipl. ECBHM)
Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit (Leiter)
HBLFA Raumberg-Gumpenstein
A-8952 Irdning
Tel.: 0043/3682-22451-360
Fax: 0043/3692-22451-210
e-mail: johann.gasteiner@raumberg-gumpenstein.at
www.raumberg-gumpenstein.at