

## **Prophylaktische Maßnahmen zur Vermeidung der Gebärparese bei Milchkühen durch Einsatz von „sauren Salzen“ in der praktischen Fütterung**

Bis vor wenigen Jahren war die Trockenstehphase der Milchkuh eine in der Praxis wenig beachtete Phase. Diese nimmt jedoch eine zentrale Stellung im Produktionszyklus der Milchkuh ein und lässt sich in zwei Abschnitte untergliedern, die Frühtrockenstehphase und die so genannte Transitperiode. Die ersten vier bis fünf Wochen der Trockenstehphase werden als Frühtrockenstehphase bezeichnet. Die Transitperiode beschreibt den Zeitraum der letzten drei Wochen vor der Geburt bis drei Wochen nach dem Abkalben und ist eine sehr kritische Phase. Der kritische Zeitraum ist der Übergang von der Trockenstehperiode in die nächste Laktation, der mit extremen Veränderungen des Nährstoffbedarfs und physiologischen Veränderungen im Gewebestoffwechsel einhergeht. Die Veränderungen sind hier größer als in irgendeinem anderen Laktationsabschnitt oder während der Trächtigkeit.

Gelingt es, die Hochleistungskuh durch diesen Zeitabschnitt ohne Störungen zu führen, sind die Voraussetzungen für eine hohe Milchleistung bei ungestörter Fruchtbarkeit und Gesundheit im weiteren Laktationsverlauf geschaffen. Dass diese Phase mit zu den komplexesten im Produktionszyklus gehört und nicht so einfach zu meistern ist, zeigen die Krankheiten (Ketose, Milchfieber, Nachgeburtsverhaltungen, usw.), die im Zusammenhang mit der Transitperiode stehen und die sich bis zum Ende der Laktation in Minderleistungen und subklinischen Erkrankungen bemerkbar machen.

Trotz intensiver Bemühungen zur Aufklärung der Ursachen und zu den Möglichkeiten der Prophylaxe, zählt die Gebärparese (Hypokalzämie) zu den häufigsten Störungen bei Hochleistungskühen in der Frühlaktation. Landesweit beträgt die Häufigkeit von Kühen mit Milchfieber im Schnitt 5 Prozent (FÜRLL, 1996). In anderen Quellen wird ihre Inzidenz mit 1,4 bis 27 Prozent beziffert. Da diese Krankheit mit sehr hohen Ausfällen und Kosten verbunden ist, wird im Rahmen eines Versuches an der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung Neumühle eine Möglichkeit zur Vorbeugung der Gebärparese näher untersucht.

Es handelt sich hierbei um ein Konzept aus den USA, der DCAB = dietary cation anion balance, bei dem versucht wird, über die Gabe von chlorid- und/oder sulfathaltigen Verbindungen (anionreiche Diäten), diesen DCAB – Wert für ca. drei Wochen ante partum in die gewünschte Richtung (auf Werte um -150 meq/kg TS der Ration) zu verändern. Dazu wurde ein Mineralfutter eingesetzt, welches aus einer Kombination saurer Salze besteht. Für den Versuch stehen 50 Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein der Lehrwerkstätte Milchviehhaltung an der LVAV Neumühle zur Verfügung.

Das Ziel der Untersuchung bestand darin, den Einfluss einer Fütterung von einem „sauren“ Mineralfutter im Zusammenhang mit dem Auftreten der Gebärparese zu erkennen und zu untersuchen, das klinische sowie subklinische Auftreten dieser Krankheit zu senken, um schließlich eine erhöhte Leistung in der Folgelaktation sowie ein allgemein besseres Wohlbefinden der Tiere zu erreichen.

### **Der Kalziumstoffwechsel der Milchkuh**

Kalzium ist ein unentbehrlicher Bestandteil aller Gewebe und Organe und wird zusammen mit Phosphat in großer Menge im Skelett gespeichert. Das erwachsene Tier enthält 0,8 bis 1,7% Ca des Körpergewichtes. 97 – 99 % sind im Knochensystem deponiert, nur ein kleiner Teil liegt als schnell verfügbares und damit schnell austauschbares Kalzium in der extrazellulären Flüssigkeit vor (BRONSCH, 1987). Die Resorption von Kalzium im Darm erfolgt durch den aktiven Transport von  $\text{Ca}^{++}$  gegen ein elektrochemisches Potentialgefälle. Der Transport ist Energie (ATP)- und kationenabhängig und bedarf nicht der Anwesenheit von Phosphaten. Vitamin D übt hierbei einen deutlich fördernden Einfluss aus. Seine Intensität ist dem Bedarf der Kuh angepasst und kann auch aus besonderen Anlässen wie Wachstum (Kalb), Gravidität, Laktation erhöht werden (BRONSCH, 1987).

Die Resorption wird von der Bindungsform des verfütterten Kalziums und teilweise von der Zusammensetzung des Speisebreis beeinflusst. Die Resorptionsfähigkeit hängt sehr stark mit dem Alter des Tieres zusammen. Sie beträgt nach Ca – Zufuhr im Bereich des Bedarfes durchschnittlich bei Saugkälbern 97 %, halbjährigen Jungrindern 41 %, 1 – 6 Jahre alten Rindern 34 % und bei über 10 Jahren alten Tieren nur noch 22 % (BRONSCH, 1987). Hinzu kommt bei älteren Tieren im Geburtszeitraum eine Störung der Magentätigkeit, die sich in verminderter Fresslust, herabgesetzter Pansenmotorik, sowie Eindicken des Kotes äußert und innerhalb von 12 – 24 Stunden wieder abklingt (STÖBER, 2002). Während dieser Zeit ist die Kalziumaufnahme aus dem Darm verringert. Zusätzlich verringert sich bei älteren Tieren die Tätigkeit, im Bedarfsfall größere Kalziummengen aus dem Skelett freizusetzen, da der Anteil an leichtlöslicher Knochensubstanz mit dem Alter abnimmt. Während sie bei dreijährigen Tieren noch 6 – 20 % ausmacht, sind es bei 13 – jährigen Tieren nur noch 2 – 5 % (STÖBER, 2002).

Die Resorption wird letztlich auch durch die Höhe der Mineralstoffzufuhr bestimmt. Je höher das über den Bedarf hinausgehende Angebot beträgt, desto geringer die Ausnutzung und umgekehrt. Allerdings sind – zum Teil durch die Bindungsformen des angebotenen Kalziums

bedingt – bei Mangelernährung dem Ausgleich durch den Resorptionskoeffizienten Grenzen gesetzt.

Wenn der Blut – Ca – Spiegel unter Normalwerte (8,5 – 12 mg/100 ml Blutplasma (STÖBER, 2002)) sinkt, wird in der Nebenschilddrüse mehr Parathormon produziert, welches über den Blutweg in die Niere gelangt und dort Vitamin D<sub>3</sub> aktiviert. Diese Vitamin D<sub>3</sub> hat auf dem Weg von den Syntheseorten in der Haut oder aus dem Futter bereits in der Leber eine Umformung erfahren. Das aktive Vitamin D<sub>3</sub> (D – 1,25 – Dihydroxycholecalciferol), fördert in der Darmwand die Bereitschaft eines Ca – bindenden Proteins, um die Ca – Aufnahme aus dem Darm zu erleichtern und mobilisiert zusammen mit dem Parathormon das Kalzium aus dem Skelett und – wegen der engen Verbindung von Ca und P im Knochen – auch Phosphor. Außerdem sind Vitamin D<sub>3</sub> und das Parathormon für die Resorption des Ca in der Niere verantwortlich. Dadurch steigt der Ca – Gehalt im Blut wieder an. Dieser Vorgang dauert aber bei stark ansteigendem Bedarf, z. B. im Zeitraum des Kalbens etwa 24 – 48 Stunden (RICHTER, 1993; STÖBER, 2002).

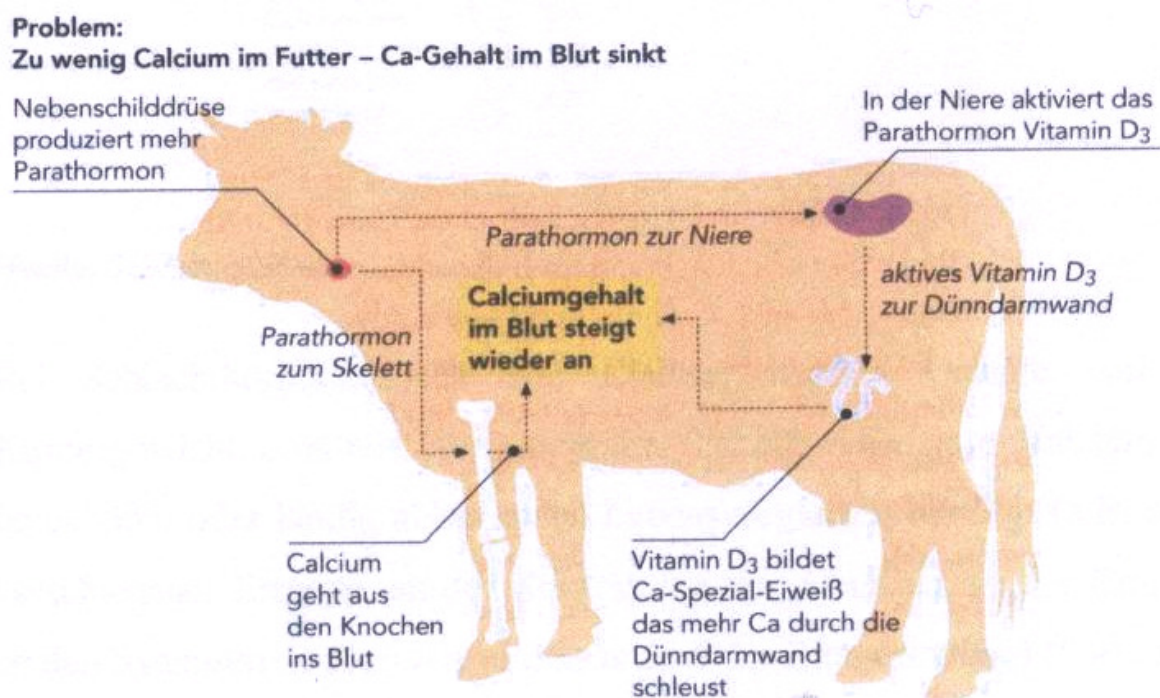


Abb.1: Kalzium – Mangel (Quelle: SPIEKERS, 2004)

Bei einem Kalzium – Überschuss produziert die Schilddrüse kein Parathormon mehr, stattdessen gibt sie Calcitonin ab. Das Calcitonin bewirkt im Skelett, dass mehr Ca aus dem

Blut in die Knochen eingelagert wird. Weiter wird weniger Ca aus dem Darm absorbiert und über den Kot, wenig noch über den Harn ausgeschieden (SPIEKERS, 2004).

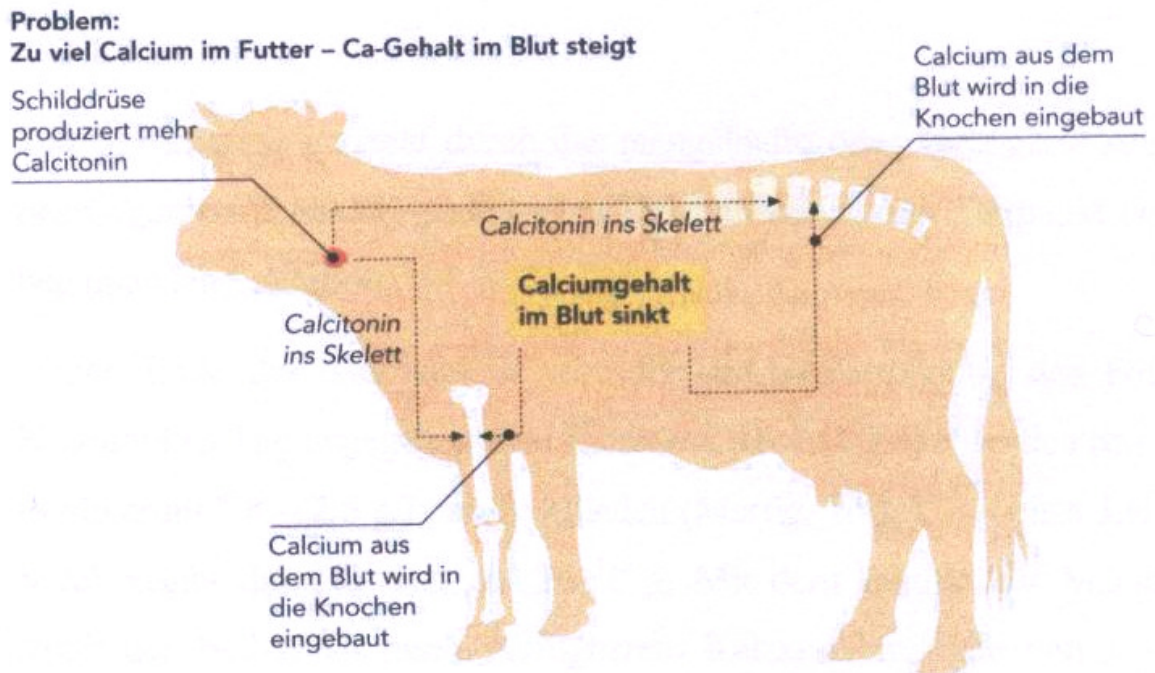


Abb.2: Kalzium – Überschuss (Quelle: SPIEKERS, 2004)

Bei Schlachtkörperanalysen von Rindern wurden Gehalte von 11 g Ca je kg Körpergewicht ermittelt. Das nicht im Skelett eingebaute Kalzium ist an mehreren, regelmäßig oder häufig ablaufenden Lebensvorgängen beteiligt (z. B. an der Aktivierung verschiedener Enzyme, an der Kontraktion von Muskeln, an der Erregungsübertragung an den Synapsen des Nervensystems und an der Blutgerinnung) (DIRKSEN, 2002).

Durch die Knochen - Mobilisation und die Darmabsorption wird der Ca – Plasma – Pool im Gleichgewicht gehalten. Diese Prozesse kompensieren die Ca – Verluste, die mit der Milch ausgeschieden werden (STRAITEN, 1978). Normalerweise ist die Hypokalzämie nicht stark genug, um klinische Zeichen auszulösen. Innerhalb von 2 – 3 Tagen steigt die Ca – Konzentration im Blut wieder auf Normalwerte an (RAMBERG et al., 1984). Bei den heutigen Milchleistungen und bei gleichzeitig fehlerhafter Fütterung während der Trochenstehperiode kann es durchaus zu klinischen Anzeichen, bis zum Festliegen kommen. Bei Kühen, die an Gebärpause leiden, scheinen die zuvor beschriebenen Prozesse nicht korrekt abzulaufen.

## **Das DCAB – Konzept**

Das DCAB – Konzept wurde erstmals von BLOCK (1984) beschrieben. Ein ähnliches Konzept wurde jedoch schon von ENDER (1962) und von DISHINGTON (1975) formuliert und als Alkaly – Alkalinity (AA) bezeichnet. DCAB steht für „**d**ietary **c**ation **a**nion **b**alance“. Häufig wird es auch als DCAD (**d**ietary **c**ation **a**nion **d**ifference) bezeichnet. DCAB steht für die Summe der Kationen Natrium und Kalium abzüglich der Summe der Anionen Chlorid und Schwefel im Futter in Milliäquivalent pro kg Trockenmasse (BEEDE, 1992).

$$\text{DCAB (meq/kg TM)} = (\text{meq Na} + \text{meq K}) - (\text{meq Cl} + \text{meq S})$$

Heute wird diese Formel von vielen Ernährungsspezialisten als Standard bei der Berechnung der DCAB im Futter angewendet.

## **Die DCAB im Futter**

Die meisten auf Grundfutter basierenden Trockenstehrationen sind kationen-, vorwiegend kaliumreich. Ein Beispiel für ein kationenreiches Grundfutter ist die Ca- und K- reiche Luzerne, welche für die Trockenstehration geeignet ist (OETZEL, 1993), aber in Deutschland nicht so stark wie in anderen Ländern, z. B. in den USA oder in der Schweiz zum Einsatz kommt. Bei uns spielt Kalium eine große Rolle in der Grassilage und zwar beim Einsatz von hohen Güllegaben auf dem Grünland. Auch die Mineraldüngung hat je nach Mineralstoffzusammensetzung einen hohen Einfluss auf den DCAB – Wert des Futters. Kalium ist vor dem Kalzium am stärksten an der Entstehung des Milchfiebers beteiligt und kann somit als Indikator für die Milchfieber – Gefährdung gebraucht werden. In den konventionellen Futtermitteln findet man positive DCAB – Werte zwischen +100 und +350 meq/kg TS (OETZEL, 1993). Des Weiteren wird durch den häufigen Zusatz von Mineralsalzen das ohnehin schon im Grundfutter vorhandene Ca noch erhöht (KAMPHUES, 1996).

Das DCAB – Konzept ist auch wichtig, damit in der Trockenstehphase weiterhin die Komponenten der normalen Mischration eingesetzt werden können und es nicht zu starken Rationsänderungen kommt. In der Praxis kann so durch Zusatz von anionischen (sauren) Salzen der DCAB – Wert bis auf negative Werte erniedrigt werden. Begrenzend wirkt hier nur die Akzeptanz der sauren Salze.

Tiefe DCAB – Werte im Futter werden erreicht, indem Futtermittel mit viel Kationen (vor allem Na und K) vermieden oder weniger eingesetzt werden und/oder indem gängige saure Salze wie Magnesium-, Ammonium- und Kalziumsulfate bzw. Chloride eingesetzt werden (FÜRL, 1996). Ammoniumsalze sind im Vergleich zu Kalzium- und Magnesiumsalzen potentiell toxischer wegen des Nicht – Protein – Stickstoff – Anteils (siehe unten). Die angebotenen sauren Salze bestehen aus dem Rest einer „starken“ Säure ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ) und einer „schwachen“ Base ( $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{NH}_4$ ). Dazu gehören:

Bittersalz ( $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ )

Schwefelsaurer Kalk ( $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ )

Schwefelsaures Ammonium (NPN!) ( $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ ) (nicht für Milchvieh zugelassen)

Ammoniumchlorid (NPN!) ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) (nicht für Milchvieh zugelassen)

Kalziumchlorid (ätzend) ( $\text{CaCl}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ )

Magnesiumchlorid (ätzend) ( $\text{MgCl}_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ )

Als Regel sollte, bevor der DCAB – Wert einer Ration überhaupt verändert wird, der Gehalt an Na, K, Cl und S im Futter analysiert werden, da die Werte sehr stark schwanken. So untersuchte die LUFA Münster Grassilagen mit +39 bis +793 meq/kg TS (1997) und +121 bis +974 meq/kg TS (1998). Bei Maissilagen differenzierten die Werte nicht so stark: +134 bis +278 meq/kg TS (1997) und +130 bis +276 meq/kg TS (1998) (SOMMER, 1999). Wenn möglich, sollte die DCAB – Reduzierung zuerst durch das Entfernen von kationreichen Futtermitteln erreicht werden (KAMPHUES, 1996), bevor saure Salze zum Einsatz kommen. Kennt man nun den DCAB – Wert der Ration, kann die genau zu verfütternde Menge an sauren Salzen ermittelt werden. Zusätzlich sollte die Kalziumversorgung der Kuh möglichst auf 120 – 150 g/Tier/Tag und die Phosphorversorgung auf 40 g/Tier/Tag eingestellt werden.

Die Wirkung der Anionenration kann durch messen des Harn pH – Wertes gut kontrolliert werden. Durch die Beeinflussung des Säure – Basen – Haushaltes bei Einsatz der sauren Salze nimmt der Harn pH – Wert ab. Bleibt der pH – Wert bei einer anionreichen Fütterung über pH 8 ist die gewünschte Wirkung der sauren Salze, eine milde metabolische Acidose zu erzeugen, nicht eingetreten. Gründe dafür können Formulations- und Rechenfehler, Mischfehler oder eine unzureichende Futteraufnahme sein. Der Idealbereich bei einer anionreichen Fütterung liegt zwischen pH 5,5 bis 6,5. Liegt der pH – Wert unter 5,5 deutet dies darauf hin, dass zu viele saure Salze gefüttert wurden und eine nicht kompensierbare metabolische Acidose entstanden ist (BENDER et al., 2003).

## **Mechanismus der Milchfieberprophylaxe**

Die Mechanismen der Prophylaxe sind noch nicht völlig geklärt. Tatsache ist, dass die anionisch gefütterten Kühe im Vergleich zu den kationisch gefütterten höhere Ca- Werte bei der Geburt und in den ersten Tagen der Laktation aufweisen. Durch das Absinken des Blut – pH – Wertes (bis zu einer metabolischen Acidose) werden vermehrt  $H^+$  - Ionen freigesetzt, die den Blut – pH – Wert konstant halten. Dies wird durch eine reduzierte  $H^+$  Ausscheidung über die Niere erreicht. Diese Ausscheidung hängt aber nicht von der Menge des aufgenommenen Ca ab, sondern nur vom DCAB – Wert (KAMPHUES, 1996). Als Folge des Ca – Verlustes im Harn sinkt der Ca – Spiegel des Blutes und die daraus geförderte Parathormon- und Vitamin  $D_3$  – Konzentration führt zu einer erhöhten Rückresorption über die Niere, zu einer erhöhten Ca – Absorption aus dem Darm und einer verstärkten Ca – Mobilisierung aus den Knochen. Diese Prozesse erhöhen die Ca – Konzentration im Blut (FÜRL, 1996; KAMPHUES, 1996), so dass der Milchkuh bei beginnender Laktation als Folge anionreicher Fütterung die Ca – Konzentration zur Abdeckung des erhöhten Ca – Bedarfs ausreicht. Aus dieser Erkenntnis wird ersichtlich, dass schon das Vermeiden einer metabolischen Alkalose das Milchfiebrisiko verringert.

## **Material und Methoden**

Zur Durchführung der Untersuchung standen 50 Tiere zur Verfügung, die in eine Kontrollgruppe mit 22 Tieren und eine Versuchsgruppe mit 28 Tieren unterteilt wurden. Die Kontrollgruppe bekam die normale Futtermittelration ohne Futterzusätze, die Versuchsgruppe erhielt zusätzlich das saure Mineralfutter und Kalzium. Die Untersuchungen wurden in der Zeit von November 2002 bis Januar 2004 auf der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung (LVAV) Neumühle in Münchweiler/Alsenz des Bezirksverbandes Pfalz durchgeführt.

Die trockenstehenden Kühe wurden drei Wochen (am 263. Trächtigkeitstag) vor dem errechneten Kalbetermin in Einzelhaltung aufgestellt. An diesem Tag erfolgte die erste Blut- und Harnprobenentnahme der Tiere und die Fütterung wurde auf die Transitphase umgestellt. Ab hier wurde die tägliche Futteraufnahme dokumentiert. Die letzte Blut- Harn- und Milchprobe wurde drei Wochen nach der Kalbung (21 Tage p. p.) entnommen und die Milchleistung der ersten 100 Tage nach der Kalbung aufgezeichnet.

Als Versuchstiere wurden alle abkalbenden Kühe ausgewählt, die mindestens eine Laktation abgeschlossen hatten. Bei den Tieren handelte es sich fast ausschließlich um die Rasse Deutsche Holstein (HF), lediglich zwei Tiere der Rasse Red Holstein und eine Kuh der Rasse Jersey, die im Versuch aber nicht einzeln bewertet wurden.

## **Futter und Fütterung**

Die Kühe der Lehr- und Versuchsanstalt wurden zweimal täglich während der Morgen- und Abendmelkzeit gefüttert und die Restmenge an Futter am nächsten Morgen zurückgewogen. Die Trockensteher erhielten eine Totale – Misch – Ration (TMR) und Heu. Die TMR bestand aus 20 kg Grassilage, 12 kg Mais, 6 kg Biertreber, 1,5 kg Gerste, 1 kg 22/IIIer Kraftfutter, 0,3 kg Sojaextraktionsschrot, 0,3 kg Viehsalz, 0,12 kg TMR – Mineral und 0,07 kg Futterkalk. Diese TMR 1 ist für 24 kg (aus Energie) bzw. 25,2 kg (aus nXP) Milch ausgelegt. Sie enthält je kg TM 6,64 MJ/NEL, 145 g nXP und 19,27 % Rohfaser (XF). Diese TMR 1 wurde in der Trockenstehzeit durch 4 kg Heu ergänzt.

## **Fütterung der Kontrolltiere**

Die Kontrolltiere bekamen während der Trockenstehzeit diese abgewertete TMR, die so genannte TMR 2, mit 23 kg TMR 1 und 4 kg Heu. Die Ration enthielt pro kg Trockensubstanz (43,7 %), 5,9 MJ NEL und 137 g nXP was für 10,5 kg (aus Energie) bzw. 13,8 kg (aus nXP) Milch ausreichen würde. Der Rohfasergehalt der Ration lag bei 25,34 % und der DCAB – Wert bei +347,33 meq/kg TM.

## **Fütterung der Versuchstiere in der Transitphase**

Die Tiere der Versuchsgruppe erhielten ab dem 263. Trächtigkeitstag (drei Wochen a. p.) eine TMR 3. Diese bestand aus 23 kg TMR 1, 4 kg Heu und zusätzlich 2,5 kg Anion, 0,1 kg kohlensaurer Kalk, 0,25 kg Propylenglycol. Zur besseren Aufnahme des Propylenglycols wurden die getränkten Pellets mit 0,5 kg Melasseschnitzel angereichert. Die Ration enthielt 6,01 MJ NEL/kg TM, 139,2 g nXP und 210,9 g Rohfaser (21%). Der DCAB – Wert der Ration lag bei 0,13 meq/kg TM. Das Anion selbst hat einen DCAB – Wert von -1858,80 meq/kg TM.

## **Proben und Parameter zur Auswertung**

Die Blutproben wurden an folgenden Tagen aus der Schwanzvene entnommen:

Proben Nr.	Zeitpunkt der Entnahme
1.	21 Tage a. p.
2.	7 Tage a. p.
	<b>Geburt</b>
3.	4 Tage p. p.
4.	14 Tage p. p.
5.	21 Tage p. p.

## **Bestimmung der Parameter im Blutserum**

Folgende blutchemische Parameter, die zur Beurteilung des Gesundheitszustandes und des Mineralstoffhaushaltes dienen, wurden im Serum bestimmt:

1. Kalzium
2. Magnesium
3. Phosphor
4. Bilirubin
5. GOT
6. GLDH

## **Harn**

Die Harnprobenentnahme erfolgte unmittelbar nach der Blutentnahme. Die Termine stimmen mit denen der Blutentnahme überein. Die Tiere wurden fixiert, die Scham mit klarem Wasser gründlich gereinigt. Die Urinentnahme erfolgte mittels eines Harnkatheters, der durch die Harnröhre in die Harnblase geschoben wurde.

Die Bestimmung der Harnparameter erfolgte an der Fachhochschule Bingen. Untersucht wurden folgende Parameter:

1. pH – Wert
2. Netto – Säuren – Basen – Ausscheidung (NSBA)

## **Milch**

Die Milchproben wurden nach dem Kalben an folgenden Terminen entnommen:

Proben Nr.	Zeitpunkt der Entnahme
1.	4 Tage p. p.
2.	14 Tage p. p.
3.	21 Tage p. p.

Die Milchproben - Entnahme erfolgte während des Abendmelkes. Die Proben wurden in Flaschen zu 50 ml abgefüllt und sofort auf –20 Grad Celsius tiefgefroren. Ebenfalls wurde die tägliche Milchleistung der ersten 100 Laktationstage jeder Kuh aufgezeichnet und ausgewertet.

Die Untersuchung der Milch wurde auch im Labor der Fachhochschule Bingen durchgeführt. Analysiert wurden folgende Parameter:

1. Fett
2. Eiweiß
3. Laktosegehalt
4. Trockensubstanz
5. Ketonkörper

## **Ergebnisse**

Folgende Parameter wurden während des Versuches erhoben:

- Gesundheit der Tiere (wie viele Tiere erkrankten an klinisch manifesten Gebärparese)
- Harn pH – Werte
- NSBA – Werte im Harn
- Kalzium im Blutserum
- Magnesium im Blutserum
- Phosphor im Blutserum
- Bilirubin im Blutserum
- GOT im Blutserum
- GLDH im Blutserum
- Verlauf des Fettgehaltes in der Milch
- Verlauf des Eiweißgehaltes in der Milch
- Milchmengenkurve
- Futteraufnahme

## **Gesundheit der Tiere**

In den Versuchen konnte eine Reduzierung der Gebärpareseinzidenz durch den Einsatz der sauren Salze nicht nachgewiesen werden. Ein Grund dafür könnte das Ausbleiben der induzierten metabolischen Azidose sein. Somit ist die prophylaktische Wirkung der sauren Salze ausgeblieben und die Ca – Menge hat die Inzidenz erhöht.

In anderen Studien konnte aber eine Reduktion der Gebärparesefälle durch einen tieferen DCAB – Wert erreicht werden (ABU DAMIR et al. (1994); FÜRLL et al. (1996); STAUFENBIEL (2003)). TUCKER et al. (1992) konnten bei einem DCAB von  $-3$  meq/kg TM keine prophylaktische Wirkung nachweisen, während bei BLOCK (1984) bei einem DCAB – Wert von  $-12$  meq/kg TM keine Milchfieberfälle mehr auftraten. Diese unterschiedlichen Resultate könnten durch zusätzliche Faktoren wie das Alter der Tiere oder die Futterzusammensetzung erklärt werden.

## **Harnwerte**

Die Tiere der Versuchs- sowie der Kontrollgruppe zeigten einen normalen pH – Wert. Laut GRUNER (1992) liegt der normale pH – Wert des Harns in der 1. – 12. Woche p. p. im Referenzbereich von pH 8,0 – 8, 2. Die Mittelwerte bewegten sich alle in diesem Bereich, wobei es doch bei einigen Tieren Schwankungen gab. Der tiefste gemessene Einzeltier – pH – Wert lag bei 6,38, und zwar bei einer Probe die, die 14 Tage p. p. entnommen wurde. Besondere Beachtung verlangen hier natürlich die Probenergebnisse der Versuchsgruppe sieben Tage a. p.. Hier soll der pH – Wert durch die anionreiche Fütterung bei pH – 5,5 – 6,5 (BENDER et al., 2003) liegen, um den gewünschten Effekt einer metabolischen Azidose zu erzielen. SCHRÖDER (2003) gibt einen pH – Wert von 7,0 bis 7,5 bei Einsatz von sauren Salzen an. Auffällig ist, dass der Mittelwert an diesem Termin (7 Tage a. p.) unter pH 8,0 auf pH 7,87 fällt, der tiefste gemessene Wert liegt hier bei pH 5,39. Daraus wird ersichtlich, dass eine leichte pH – Wert – Absenkung eingetreten ist. Die Abnahme bedeutet auch eine erhöhte  $H^+$  - Ausscheidung und damit eine leichte metabolische Azidose (OETZEL, 1993). SCHRÖDER (2003) gibt weiter an, dass sich der erwünschte Abfall auf mittlere pH – Werte erst in der späten Vorbereitung (1 Woche vor dem Kalben) einstellt, nachdem die Tiere mindestens sieben Tage mit den sauren Salzen gefüttert wurden. Tendenziell lag der pH – Wert der Versuchsgruppe tiefer im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Die nächste ausgewertete Untersuchungsgröße ist die NSBA. Die NSBA gibt die Pufferkapazität des Harns wieder. Damit ist ihre chemische Grundlage mit der DCAB verwandt. Die DCAB spiegelt die Pufferwirkung der Futtermittelration, die NSBA die Pufferwirkung im Körper wieder, die nach dem Verzehr dieser Ration im Tier erzielt worden ist (STAUFENBIEL, 2003). Die NSBA – Werte im Harn von Milchkühen liegen im Bereich von 107 – 193 mmol/l (GRUNER, 1992). Die Kontrollgruppe erreichte drei Wochen a. p. einen Mittelwert von 140 mmol/l. Dieser Wert sank nach dem Kalben bis auf 72 mmol/l ab, erholte sich dann wieder und erreichte drei Wochen p. p. wieder den normalen Wert von 105 mmol/l. Die Werte im gesamten Untersuchungszeitraum schwankten in dieser Gruppe zwischen -65 mmol/l (min. Wert 4 Tage p. p.) und 258 mmol/l (max. Wert zwei Wochen p. p.).

Die Versuchsgruppe soll durch die anionreiche Fütterung NSBA – Werte zwischen 0 und 50 mmol/l erreichen (STAUFENBIEL, 2003). Als Zielgröße einer optimalen Salzwirkung nennt SCHRÖDER (2003) eine NSBA von 50 mmol/l. Der NSBA – Wert der Versuchstiere sank von 100 mmol/l (drei Wochen a. p.) auf 46 mmol/l (7 Tage a. p.). Die Tiere erreichten aber auch drei Wochen p. p. nicht den NSBA – Wert, den sie zu Beginn des Versuches hatten. Auch die Schwankungen lagen hier in tieferen Bereichen: Der höchste Wert der Versuchsgruppe liegt bei 232 mmol/l (drei Wochen a. p.), der tiefste Wert bei -79 mmol/l (vier Tage p. p.).

## **Blutparameter**

Die Abnahme des Kalziumspiegels zur Geburt hin wurde schon in anderen Studien beobachtet (STAUFENBIEL, 2003). Der Grund für die Abnahme ist die einsetzende Laktation. Die Versuchstiere, die die Ration mit einer DCAB von 0,13 meq/kg TM erhielten, zeigten eine Woche vor der Geburt einen signifikant ( $p < 0,05$ ) höheren Kalzium – Wert. Dies wurde auch in Arbeiten von BLOCK (1984) und OETZEL et al. (1988) beschrieben. Das Ergebnis lässt vermuten, dass die sauren Salze gegen Gebärparese prophylaktisch wirken, indem sie das Plasma – Ca um die Geburt erhöhen. Weiter wurde aber in Versuchen von CHIAPPI (2003) beschrieben, dass die Ca – Abnahme zur Geburt hin deutlich geringer ist, wenn die Tiere eine Ca – arme Ration in der Transitphase angeboten bekommen. Dies wiederum lässt auf eine vorteilhafte Wirkung einer Ca – armen Ration schließen. Der Organismus kann bei Ca - armer Fütterung schneller und effizienter Ca bereitstellen und somit einen zu starken Ca – Abfall im Blut vermeiden. Viele Arbeiten fanden je nach Ca –

Angebot keine signifikanten Unterschiede im Verlauf des Serum – Ca (OETZEL, (1993); HORST und GOFF, (1997)). Aus diesem Grund folgerten FREEDEN et al. (1988), dass die Alkalinität, welche hauptsächlich durch das Kalium bestimmt wird, und nicht der Ca – Gehalt des Futters für den Ca – Spiegel verantwortlich sei. Wurde zur Ca – armen Ration saure Salze gefüttert, war der Serum – Ca – Spiegel um die Geburt tendenziell höher (CHIAPPI, 2003), wie dies auch in Arbeiten von BLOCK (1984), OETZEL (1993), TUCKER et al. (1992) und STAUFENBIEL (2003) beschrieben wurde.

In der Arbeit von CHIAPPI (2003) wurde nachgewiesen, dass die sauren Salze zu einer stärkeren Knochenmobilisation geführt haben. Die von den sauren Salzen ausgelöste metabolische Azidose allein könnte schon vorteilhaft sein, indem das ionisiert Plasma – Ca proportional zum totalen Ca im Blut zunimmt. BLOCK (1984) und ABU DAMIR et al. (1994) vermuten dagegen, dass die ausgelöste metabolische Azidose zu erhöhten Plasma – Ca – Konzentrationen führt, indem eine Vermehrung und verstärkte Aktivität der Osteoklasten bewirkt wird. Dadurch wird die leicht austauschbare Knochen – Ca – Menge erhöht.

Nach der Geburt stieg das Ca der Gruppe, die mit sauren Salzen gefüttert wurden, laut CHIAPPI (2003) flacher an. Der flachere Anstieg nach der Geburt könnte durch einen fehlenden Langzeiteffekt der knochenmobilisierenden Wirkung der sauren Salze begründet werden. Diese würde auch den Ca – Verlauf im vorliegenden Versuch erklären, da der Ca – Spiegel im Blutserum erst drei Wochen p. p. die Anfangswerte vor des Beginn des Versuchs erreicht und an diesem Termin erstmals höher als der Ca – Wert der Kontrollgruppe liegt.

Studien haben gezeigt, dass eine Hypomagnesämie auf die Knochen hemmend wirkt. Diese Wirkung kann hier bei der Kontrollgruppe ausgeschlossen werden, denn wie auch in Studien von LECLERC und BLOCK (1989) sowie HORST und GOFF (1997) stieg das Serum – Mg in allen Gruppen zur Geburt hin an. LECLERC und BLOCK (1989) erklären sich die Zunahme um die Geburt mit einer erhöhten Knochenmobilisierung, denn der Knochen speichert ca. 60 % des Körper – Magnesiums. Im Versuch von CHIAPPI (2003) scheint das Mg aber nicht aus einer stärkeren Knochenmobilisierung zu stammen. Das Mg stammt möglicherweise aus einer durch das Parathormon vermehrt stimulierten renalen Mg – Resorption (HORST und GOFF, 1997).

Der Magnesiumspiegel der Kontrollgruppe entwickelte sich wie oben erwähnt entgegen dem Mg – Gehalt der Versuchsgruppe. Der Magnesiumspiegel lag bei der Kontrollgruppe eine Woche vor und auch vier Tage nach der Geburt höher. Die geringere Zunahme der Versuchsgruppe mit den sauren Salzen im Vergleich zur Kontrollgruppe scheint seltsam, wegen der knochenmobilisierenden Wirkung der Salze, was auch beim Kalzium festgestellt

wurde. ABU DAMIR et al. (1994) beobachteten auch bei den Tieren, welche eine Ration mit einem hohen DCAB – Wert erhielten, tendenziell höhere Mg – Werte bei der Geburt. OETZEL et al. (1993) dagegen fanden höhere Mg – Konzentrationen vor der Geburt bei einer Anionendiät.

Der Phosphorwert der beiden Gruppen verlief fast gleich. Am Termin eine Woche a. p. lag der Mittelwert des Phosphorgehaltes im Blutserum bei der Versuchsgruppe um fast 1 mg/dl höher als bei der Kontrollgruppe, es konnten aber keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Laut GRUNER (1992) liegt bei Werten unter 1,4 mmol/l eine Hypophosphatämie vor. Es wurde aber bei keinem Termin dieser Wert unterschritten. Die P – Abnahme im Blutserum ist bei der Versuchsgruppe etwas geringer als bei der Kontrollgruppe. Geht man also davon aus, dass die sauren Salze eine erhöhte Knochenmobilisierung bewirkt haben, so erklärt dies die geringere P – Abnahme. TUCKER et al. (1992) stellten fest, dass bei Ca – Mobilisierung auch das P zunehmen sollte, denn Ca und P liegen im Knochen als Ca – Phosphate vor. Dieser Zusammenhang konnte auch dieser Untersuchung geklärt werden.

BEEDE (1992) wies signifikant höhere P – Werte bei der Ration mit einem tiefen DCAB – Wert nach. Indirekt wurde das auch von HORST et al. (1997) bestätigt, indem in ihrem Versuch, je höher das K und somit der DCAB – Wert im Futter war, umso stärker fielen die P – Konzentrationen ab. Bei BLOCK (1984) führte eine anionische Ration zu einem relativ konstantem P – Spiegel, während die kationische Ration zu einem Abfall führte. Im Gegensatz dazu maßen LECLERC und BLOCK (1989) beim tiefen DCAB – Wert vor der Geburt tiefere P – Konzentrationen. Sie erklärten es mit einem verminderten P – Bedarf als Folge der von ihnen ermittelten niedrigen Ca – Absorption der Tiere, die mit einem niedrigeren DCAB – Wert gefüttert wurden. ABU DAMIR et al. (1994); OETZEL et al. (1993) und TUCKER et al. (1992) konnten keinen Einfluss des DCAB – Wertes wie auch zusätzlich keinen Einfluss des Ca – Angebotes auf die P – Konzentrationen im Serum nachweisen.

Die Ration mit dem Zusatz von sauren Salzen hatte keine signifikanten Einflüsse auf die P – Konzentrationen des Serums. Somit scheint die Anwendung der sauren Salze keinen Einfluss auf die P – Konzentration im Serum gehabt zu haben.

Ein Anstieg des Gesamtbilirubingehaltes ist vor der Kalbung in beiden Gruppen ohne große Unterschiede festzustellen. SCHRÖDER et al. (2003) gaben als Maximalwert Konzentrationen bis 1 mg/dl an. Dieser wurde bei der vorliegenden Untersuchung im Mittel nicht erreicht. Die Werte nahmen in beiden Gruppen zum Ende hin wieder ab. Ein Anstieg des Bilirubins p. p. ist durch die bei der Geburt einhergehenden Blutungen mit Blutresorption

und Hämoglobinabbau physiologisch erklärbar. FÜRLI (1994) stellte einen Anstieg der Gesamtbilirubinkonzentration zwei Tage a. p. bis einen Tag p. p. bei gesunden Kühen fest. Er schloss auf eine geringe Belastung des intrahepatischen Transportsystems.

Die beiden Leberparameter GOT und GLDH liegen bei beiden Gruppen im normalen Bereich. Als normaler Bereich gibt LOTTHAMMER (1993) für GOT vor der Kalbung < 35 U/l, bis drei Wochen p. p. < 45 U/l und ab vier Wochen p. p. < 35 U/l an. Bei GLDH gibt er Konzentrationen von unter 10 U/l an, weitgehend unabhängig vom Stadium. Auffallend ist hierbei der signifikante ( $p < 0,05$ ) Unterschied eine Woche a. p.. Hier liegen die Mittelwerte der Kontrollgruppe höher als die der Versuchsgruppe.

### **Futteraufnahme**

Die Futteraufnahme war bei den Tieren, die saure Salze in der Ration hatten, geringer. Dies kann an der Geschmacksbeeinträchtigung der „bitteren“ Salze liegen. In anderen Versuchen wurde der Futtermittelverzehr durch die sauren Salze nicht beeinträchtigt (BLOCK (1984); OETZEL et al. (1993); STAUFENBIEL (2003)). In diesen Versuchen wurden die sauren Salze direkt in die TMR eingemischt, während im vorliegenden Versuch die sauren Salze über das Futter gegeben und von Hand etwas eingemischt wurden. In der Arbeit von TUCKER et al. (1992) war der Futtermittelverzehr trotz TMR reduziert. Diese widersprüchlichen Ergebnisse beruhen vermutlich auf der unterschiedlichen Form, der unterschiedlichen Zusammensetzung der Salze und/oder der unterschiedlichen Mischtechniken.

Mit den Ergebnissen der Futteraufnahme lassen sich auch die höheren Milchmengen der Kontrolltiere erklären.

## **Schlussfolgerungen**

Mit dem vorliegenden Versuch sollte geklärt werden, ob sich durch den Einsatz von sauren Salzen die Gebärpareseinzidenz verringern lässt. In dem gesamten Untersuchungszeitraum erkrankten sechs Kühe an Milchfieber, und zwar vier aus der Versuchsgruppe, die saure Salze als Futterzusatz bekamen, und zwei Tiere aus der Kontrollgruppe, die keine Zusätze erhielten. Zur Auswertung dienten die Harn- und Blutproben. Die Veränderungen in den Harnwerten der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe ist auf die Wirkung der sauren Salze zurückzuführen. Bei den Blutparametern konnte nur am zweiten Probetermin eine Woche vor der Kalbung eine positive Wirkung der sauren Salze festgestellt werden. Die Versuchsgruppe hatte höhere Ca – Werte im Blutserum, die aber zur Geburt hin absanken. Um den Abkalbetermin hatten die Tiere der Versuchsgruppe tendenziell weniger Mineralstoffe (Ca, P, Mg) zur Verfügung als die Tiere der Kontrollgruppe. Eine Wirkung der sauren Salze konnte hier nicht bestätigt werden. Erst drei Wochen p. p. lagen die Versuchstiere mit den Werten im Blutserum höher, was nicht auf die sauren Salze zurückgeführt werden kann, da diese nur eine kurzzeitige Wirkung haben.

Die geringere Futteraufnahme der Versuchstiere kann durch den bitteren Geschmack der sauren Salze erklärt werden.

Die Ergebnisse zeigen zusammenfassend, dass in diesem Versuch mit einer anionenreichen Fütterung eines sauren Mineralfutters in der hier eingesetzten Menge eine wirksame Prophylaxe gegen Gebärparese nicht erreicht werden konnte. Hierbei gilt es zu überlegen, ob die ansäuernde Wirkung dieses Mineralfutters nicht ausreichend war. Hinzu kommt die unregelmäßige Verteilung der Kalbungen beider Gruppen im Jahresverlauf und damit bei unterschiedlichen Umwelteinflüssen wie z. B. Temperatur. Dies wirkte sich unterschiedlich auf den Stoffwechsel und den Stress der Kuh aus. Weiter ist zu überlegen, ob die verfütterte Ration oder das eingesetzte Futter Einfluss auf das Ergebnis hatten.