



## Gesunderhaltung der Hochleistungskuh durch gezielte Fütterungsmaßnahmen

Dr. Katrin Mahlkow-Nerge,  
 Fütterungsreferentin der  
 Landwirtschaftskammer Schlemwig-Holstein

### 1. Stoffwechselgesundheit/-erkrankungen und Futteraufnahme

Häufig wird die Frage gestellt, wo die genetischen, aber auch physiologischen Leistungsgrenzen der Milchkühe liegen. Der Blick auf die Weltrekordkuh des Jahres 1998 Muranda Oscar Lucinda aus den USA, die in der 3. Laktation innerhalb von 365 Laktationstagen eine Milchleistung von 30.833 kg Milch mit einem Milchfett- und Milcheiweißgehalt von jeweils 3,3 % erbrachte, verdeutlicht, dass Laktationsleistungen weit über 10.000 kg Milch nicht nur möglich, sondern auch realistisch sind. Steigende Milchleistungen bedeuten für die Tiere sehr intensive Stoffumsätze und damit verbunden auch ein potentiell größeres Risiko, an Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen zu erkranken (MIETTINEN und SETÄLÄ 1993). So ergaben neuere Untersuchungen von LOTHAMMER (2000) über Beziehungen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit/Gesundheit in der Milchkuhherde der Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Infeld, dass bis zu einer Milchleistung von 11.000 kg je Kuh und Jahr die Erkrankungen - insbesondere Stoffwechselerkrankungen - und Behandlungen (Stoffwechsel-, Sterilitäts-, Mastitis- und Klauenbehandlungen) zunehmen (Folie 1).

Folie 1

### Stoffwechselstörungen und Behandlungen in Abhängigkeit von der Milchleistung

(Untersuchungen in Infeld 1994/95-1997/98, LOTHAMMER, 2000)

	Jahresleistung (kg Milch)			
	< 8.000	8.000 – 9.499	9.500 – 10.999	≥ 11.000
	%			



Stoffwechselstörungen	31,6	32,8	53,9	47,3
Gesamtbehandlungen	52,6	63,9	76,9	76,4

So betragen die reinen Behandlungskosten für die Kühe der Herde mit einer Milchleistung über 11.000 kg 280,- DM/Kuh und Jahr, aber für diejenigen mit einer Leistung unter 8000 kg Milch/Jahr lediglich 120,- DM/Kuh und Jahr. Weiterhin stiegen besonders mit höherer Milchleistung die Behandlungskosten für Stoffwechselstörungen und -erkrankungen an. Letztlich entfielen ca. 73 % aller Behandlungen auf die von Stoffwechselstörungen. So nehmen besonders Stoffwechselerkrankungen und Sterilität als Abgangsursachen mit steigender Milchleistung zu. Problematisch daran ist aber in der Praxis besonders, dass Stoffwechselerkrankungen, die in den meisten Fällen subklinisch verlaufen, wie z.B. subklinische Ketosen, Azidosen oder Gebärparesen, nicht oder nur schwer erkennbar sind. So verwundert es auch nicht, dass bei einer Analyse zum Fütterungsmanagement in Hochleistungsbetrieben des Landes Schleswig-Holstein laut Angaben der Betriebsleiter Fruchtbarkeitsprobleme, Klauen-, Gliedmaßen- und Eutererkrankungen als die hauptsächlichsten Abgangsursachen, Stoffwechselprobleme hingegen nicht genannt werden. LOTTHAMMER (2000) zeigte besonders große Diskrepanzen bei einem Vergleich der vermuteten und diagnostizierten Abgangsursachen (Folie 2).

Folie 2

**Vergleich der Angaben der Abgangsursachen  
im Rahmen der MLP und aufgrund tierärztlicher Diagnosen  
(Untersuchungen in Infeld 1994/95-1997/98, LOTTHAMMER, 2000)**

Abgangsursache	nach MLP (%)	nach Diagnose (%)
Verkauft zur Zucht	12,5	12,5
Geringe Leistung	0	0
Alter	2	7
Melkbarkeit	6	4
Infektionskrankheiten	9	0
Eutererkrankung	9	6
Klauen+Gliedmaßenkrankung	17	16
Sterilität	20	18
Sonstige	24	19
<b>Stoffwechselstörung</b>	<b>0</b>	<b>18</b>

Die Schwierigkeit des frühzeitigen Erkennens von Stoffwechselstörungen dürfte ein Grund dafür sein, dass viele Milchkühe vergleichsweise jung die Bestände wieder verlassen. So weist der Landeskontrollverband Schleswig-Holstein aus, dass 48 % aller in der Milchleistungsprüfung stehenden schwarzbunten Milchkühe lediglich zwischen 3 und 4,9 Jahre alt und 79 % jünger als 6 Jahre sind (Folie 3).

Folie 3

### Verteilung der Kühe nach Altersklassen

(Quelle: LKV S.-H. Leistungsergebnisse  
 des Kontrolljahres 2000, Schwarzbunte)

Altersklasse Jahre	Anteil %
bis 1,9	0,1
2,0 – 2,9	15
3,0 – 3,9	28
4,0 – 4,9	21
5,0 – 5,9	15
6,0 – 6,9	9
7,0 – 7,9	5
8,0 – 8,9	3
9,0 – 9,9	2
10,0 – 10,9	1
11,0 – 11,9	0,4
≥ 12,0	0,3

Die beste Vorbeugung von Stoffwechselerkrankungen ist eine hohe Futteraufnahme der Tiere. So soll beispielsweise die Weltrekordkuh in der Hochlaktation bis zu 41 kg Trockenmasse aufgenommen haben.

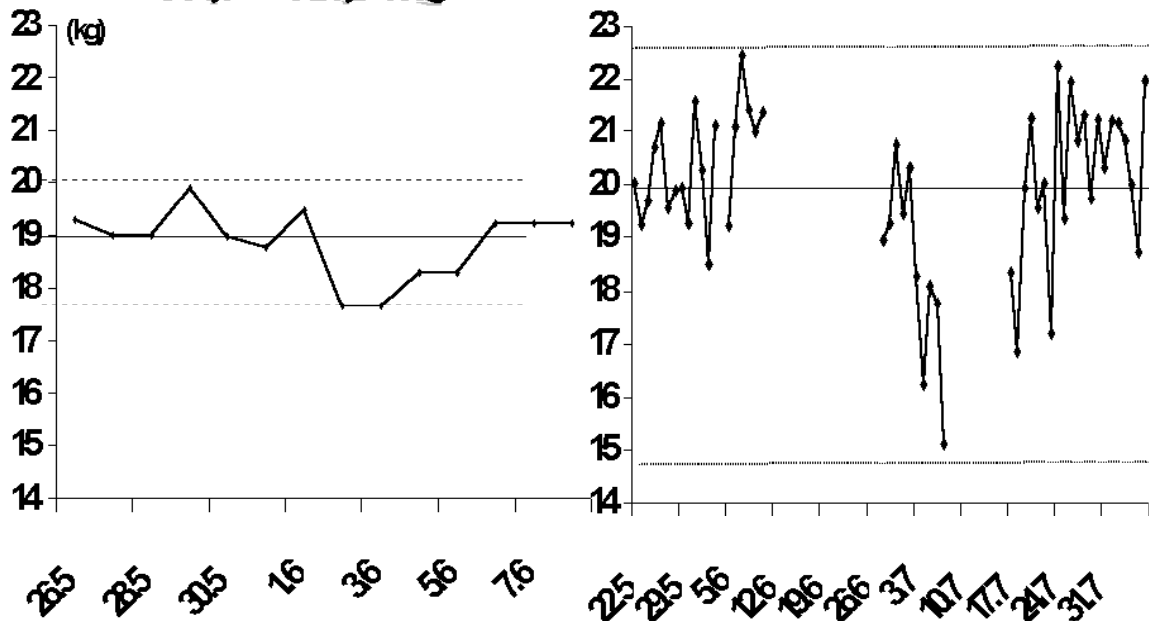
Folie 4

### Tatsächliche Futteraufnahme von laktierenden Milchkühen in 2 Hochleistungsbetrieben (> 10.000 kg Herdendurchschnittsleistung) Schleswig-Holsteins

Gesamt-T-

Aufnahme **17,7 - 19,9 kg**

**15 - 22,5 kg**



Von großer Bedeutung ist, die tatsächlich realisierte Futteraufnahme der Tiere zu kennen und zu dokumentieren (Folie 4). Erst das Dokumentieren der wirklich erreichten Futteraufnahme gibt Klarheit darüber, ob die Rationsberechnung von einer tatsächlich realisierbaren Futteraufnahme ausging, folglich die Ration richtig zusammengestellt wurde oder ob die Tiere aufgrund von falschen Annahmen bei der Rationsgestaltung einer potentiell größeren Gefahr ausgesetzt sind, an Stoffwechselstörungen zu erkranken.

## 2. Fütterungsmanagement und Stoffwechselgesundheit

### - Analyse in Hochleistungsbetrieben Schleswig-Holsteins

Die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein hat in Zusammenarbeit mit der Rinderspezialberatung in 9 Betrieben mit einem Herdenleistungsniveau um 10.000 kg Milch (9.600-11.800 kg) eine Analyse durchgeführt, um Aussagen zum Fütterungsmanagement (Rationsgestaltung und -eckparameter) und zum Stoffwechselstatus der Milchkühe zu treffen.

Gras- und Maissilagen bildeten in allen Betrieben die Hauptgrundfutterkomponenten der Milchkurrationen, wobei die meisten Rationen maisbetont waren (Ø 56 % Mais:44 % Gras) (Folie 5).

Folie 5

### Rationszusammensetzung

- **Grundfuttermittel:**
  - Grassilage 1.Schnitt (in 9 Betrieben), 2.Schnitt (in 5 Betrieben)
  - Maissilage (in 9 Betrieben)
  - Verhältnis: Mittelwert= 44 Gras : 56 Mais  
(Schwankungsbreite: 28 - 67% Gras: 33 - 72 % Mais)
  - Heu (in 4 Betrieben) / Stroh (in einem Betrieb)
  - Pressschnitzel (in einem Betrieb)
- **Nebenprodukte:**
  - Melasse (2), Trockenschnitzel (2), Zitrustrester (1)
- **Kraftfuttermittel/Einzelkomponenten:**
  - **Eiweißversorgung:**
    - Rapsex., Rapsexpeller, Vollraps, Sojaex., Maiskleber, (Harnstoff)
  - **Energieversorgung:**
    - Weizen (Soda-), Körnermais, Erbsenstärke, Hefeteigpellets, Lipicafett,
- **Mineralstoffversorgung:**
  - Viehsalz, Futterkalk, Micromineral
- **Zusatzmittel:**
  - Na-Bicarbonat (1), Methionin (1), Propylenglycol (2), saure Salze (2), Biotin (2), Niacin (1), Hefen (1)

Die Energieversorgung erfolgte darüber hinaus hauptsächlich mit Milchleistungsfutter und Getreide, vereinzelt auch mit Körnermais, Erbsenstärke oder pansengeschütztem Fett. Eiweißträger waren in erster Linie Soja- und Rapsextraktionsschrot sowie Milchleistungsfutter, vereinzelt Vollraps, Rapsexpeller und Maiskleber. Harnstoff (10-150! g/Tier und Tag) - als reiner Stickstofflieferant - kam in 5 Betrieben, hauptsächlich bei maisbetonten Futterrationen, zum Einsatz. Zuckerrübenschnitzel, Melasse oder Zitrustrester hatten bei der Rationsgestaltung nur eine untergeordnete, Biertreber keine Bedeutung. Auch Futterzusätze mit spezieller, meist

stoffwechselstabilisierender Wirkung wie z.B. Propylenglycol, Niacin oder Hefen, fanden, nachdem bereits in der Vergangenheit in mehreren Betrieben ein solcher Einsatz ausprobiert wurde, nur noch selten regelmäßig Anwendung.

In Bezug auf eine wiederkäuergerechte Rationsgestaltung ist das Grundfutter-Kraftfutter-Verhältnis interessant. Im Mittel der untersuchten Futterrationen der höchstleistenden Milchkühe (erstes Laktationsdrittel) wurde ein Kraftfutteranteil von 45 % festgestellt, was einer Kraftfuttermenge von durchschnittlich 12 kg/Tier und Tag entsprach. Auffällig war dabei, dass diese Anteile betriebspezifisch zwischen 41 und 55 % bzw. 9,8 und 14,1 kg variierten – bei Unterschieden im Leistungsniveau der Herden von 2000 kg Milch (LKV-Leistung). Zwischen der Kraftfuttermenge bzw. dem –anteil an der Gesamtration und der Höhe der Herdendurchschnittsleistung konnte dabei keine Beziehung festgestellt werden. Auch war mit höherem Kraftfutteranteil in der Futtration kein Abfall des MilCHFettgehaltes im Herdendurchschnitt sowie eine Zunahme von Stoffwechselstörungen zu beobachten.

In Anlehnung an die Ergebnisse des LKV hinsichtlich der Altersstruktur in den Milchkuherden fiel auf, dass die Kühe in den analysierten Betrieben ebenfalls im Mittel bei 2,8 Laktationen sehr jung waren.

Bei einer durchschnittlichen (über die Grundfuturaufnahme im Herdendurchschnitt und den tierindividuellen Kraftfuttermenge errechneten) Gesamtfuturaufnahme der hochleistenden Kühe im ersten Laktationsdrittel von 23,5 kg Trockenmasse (der Trockenmassegehalt der Gesamtration lag in den Betrieben zwischen 43 und 55 %) reichte im Mittel der untersuchten Futterrationen die Energielieferung für 38 kg (33 – 43 kg) Milch und die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein für 39 kg Milch (36 – 43 kg) (Folie 6). Damit waren die Rationen hinsichtlich der Energie- und Eiweißversorgung ausgeglichen und entsprachen in diesen Merkmalen den Zielvorgaben.

Folie 6

**Eckparameter der Futterrationen**  
**(Grundration + maximale Kraftfuttermenge)**

Analyse in Hochleistungsbetrieben  
Schleswig-Holstein (April 2000)

	Ø KF-Menge	XF	Str. XF	NDF	SW	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XL	Zucker + Stärke
	kg T	% der T		Basis XF	MJ/kg T	% der T	g/kg T	% d.XP	g	% der T		
Max	12,4	16,6	11,2	42,8	1,4	7,3	21,6	173	32	134	4,1	31
Min	8,6	14,6	7,7	29,5	1,0	7,0	18,0	160	23	41	2,8	19
Mittelwert	10,5	15,3	9,5	35,9	1,2	7,2	19,5	168	27	81	3,5	24

Hinsichtlich der Strukturlieferung zeigten die chemischen Untersuchungen, dass die Futtermittellieferungen dieser Milchkühe häufig im Grenzbereich lagen. Dabei erwies es sich in der durchgeführten Analyse als sekundär, ob die Strukturversorgung mit dem Parameter strukturwirksame Rohfaser oder dem belgischen Strukturwert beschrieben wird. Beide Merkmale lieferten bei den eingesetzten kombinierten Gras- und Maissilagerationen vergleichbare Informationen.

Bezüglich der Eiweißversorgung fiel die oft sehr hohe und über den Beratungsempfehlungen liegende ruminale Stickstoffbilanz im Pansen (RNB) auf. Damit könnten auch die insgesamt sehr hohen Harnstoffgehalte im Blut der untersuchten frischlaktierenden Tiere (je Betrieb wurden 10 Tiere mit einem Laktationsstadium von durchschnittlich 60 Tagen (48 - 90 Tage) nach der Kalbung untersucht) erklärt werden, wobei aber kein Zusammenhang zwischen der RNB und der Höhe der Milchleistung erkennbar war. Hingegen zeigten die häufig grenzwertig erhöhten Leberparameter eine Stoffwechselbelastung der frischlaktierenden Kühe an (Folie 7).

**Folie 7**

**Parameter zur Einschätzung des Kohlenhydrat-Fett-Stoffwechsels**  
(Quelle: MAHLKOW-NERGE, Rinderreport 2000)

Parameter	Zielwertbereich	Ø	Minimum	Maximum	% der Tiere außerhalb des Zielbereiches
ASAT nkat/l Serum	max. 1300	<b>1451</b>	1200	<b>1703</b>	<b>70</b>
GLDH nkat/l Serum	max. 270	<b>320</b>	135	<b>435</b>	<b>39</b>
Bilirubin µg/100 ml Serum	max. 0,3	0,21	0,16	0,25	11
β-Hydroxybuttersäure mg/100 ml Serum	max. 0,016	0,008	0,006	0,013	3
Hämatokrit Vol % Blut	31-38	32	31	34	<b>27</b>
pH-Wert des Harns	7,8-8,3	8,2	8,0	<b>8,4</b>	<b>19</b>
Ca mg/100 ml Harn	max. 6,0	4,5	2,9	<b>8,4</b>	13
Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung (NSBA) mmol/l Harn	83-215	114	<b>48</b>	158	<b>27</b>

Des Weiteren lieferte insbesondere der Parameter Netto-Säure-Basen-Ausscheidung bei einigen Kühen Hinweise auf eine mögliche Pansenazidose, wobei aber keine Zusammenhänge zwischen azidotischen Erkrankungen und der Strukturversorgung sowie zwischen der Höhe der Milchleistung und dem Auftreten von Azidosen bzw. dem Parameter Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung feststellbar waren.

Als grundlegende Gemeinsamkeit der analysierten Betriebe wurde erkennbar, dass mit steigender Milchleistung der Kühe die Kenntnis und die regelmäßige Überprüfung der Futteraufnahme und aller zur Verfügung stehenden Rationseckparameter bedeutsamer wird. Insbesondere gilt dieses für eine ausreichende Strukturversorgung. Ergebnisse aus biochemischen Un-

tersuchungen können zusammen mit Futtermittelanalysen, Rationsberechnungen, Leistungsdaten der Tiere sowie Herdenmanagementmaßnahmen helfen, geeignete Maßnahmen zur Erhaltung der Stoffwechselfgesundheit von hochleistenden Milchkühen abzuleiten. Dabei ist die Beurteilung zahlreicher Stoffwechselfparameter stellenweise noch problematisch, da nicht immer gänzlich klar ist, welche Werte wirklich physiologisch sind, ab wann demnach ein Tier subklinisch bzw. klinisch krank ist und wie groß die tierindividuellen Schwankungen sind. Um Antworten auf diese Fragen zu finden, sind umfangreiche, kontinuierliche Analysen in zahlreichen Herden an sehr verschiedenen Kühen notwendig.

Gerade vor dem Hintergrund, ob eine sehr stark positive ruminale Stickstoffbilanz das Milchbildungsvermögen fördern kann, wurde in der Lehr- und Versuchsanstalt Sachsen-Anhalt, Iden, ein Milchviehfütterungsversuch durchgeführt, in dem bei energie- und eiweißidentischen Futterrationen lediglich die RNB variiert wurde (Folie 8).

**Folie 8 Ist eine positive ruminale N-Bilanz (RNB) in der Fütterung der Hochleistungskuh erforderlich? (KLUTH et al., 2001)**

3 Rationen mit gleichem Energie- (7,1 MJ NEL/kg T) und nXP-Gehalt (173 g/kg T), variable Höhe der RNB; Grundfutter (Mais-, Gras-, LKS- und Birtrebersilage) im Rationsanteil unverändert.

Variationen im RNB-Gehalt durch geschütztes Sojaextraktionsschrot (RNB=0), herkömmliches Sojaextraktionsschrot (RNB=50P) oder Futterharnstoff (RNB=50H); alle Rationen als TMR

	RNB 0	RNB 50P	RNB 50H
<b>Futterraufnahme, kg T/d</b>	20,1	21,0	21,7
<b>Milchmenge, kg/d</b>	44,0	43,0	43,4
<b>EKM<sup>1)</sup>, kg/d</b>	43,7	43,1	43,4
<b>Eiweißgehalt, %</b>	3,21	3,30	3,21
<b>Fettgehalt, %</b>	4,00	4,01	4,04
<b>Harnstoffgehalt, mg/l Milch</b>	261	278	288
<b>Ketonkörper, mg/l Milch</b>	0,14	0,15	0,16

<sup>1)</sup> energiekorrigierte Milch

- ➡ ausgeglichene RNB bei einer bedarfsdeckenden nXP-Versorgung auch bei hoher Leistung  
ausreichend Korrektur der gegenwärtigen Praxisempfehlungen
- ➡ Einsparung von Futterkosten und Verminderung der N-Ausscheidungen ohne  
Leistungseinbußen möglich

**3. Trockensteher- und Transitfütterung: Milchfieberprophylaxe**

Neben der bestmöglichen Versorgung der Milchkühe nach der Abkalbung wird häufig vergessen, dass mit einer optimalen Fütterung der trockenstehenden Kuh und bedarfsgerechten Vorbereitung auf die Kalbung der entscheidende Grundstein für die kommende Laktation – für Leistung und Gesundheit - gelegt wird. Die Umstellung von der Laktation zum Trockenstehen und die spätere erneute Umstellung des Stoffwechsels auf die Laktation bedeutet für jede Kuh eine sehr hohe Belastung.

Aus Gründen des sich im Verlaufe der gesamten Trockenstehzeit ändernden Bedarfes der Kuh muss die Trockenstehzeit in 2 Phasen unterteilt werden: 1. die eigentliche Trockenstehphase (bis zur 2./3.Woche a.p.) und 2. die Transit- oder Übergangsphase (2./3.Woche a.p. bis zur

Kalbung). Während die trockenstehende Kuh in den ersten Wochen der Trockenstehzeit eine nährstoff- und energie-, kalzium- und kaliumarme Ration erhält (ideal ist eine Ration aus 25-40 % Stroh, Rest Gras- und Maissilage; 5,6 MJ NEL/kg T, 10 kg Trockenmasseaufnahme, 40 g Kalzium/Tag, 25-30 g Phosphor/Tag), muss der Energiegehalt der Ration für die Kuh in den letzten 2 Wochen vor der Kalbung erhöht werden (6,4-6,7 MJ NEL/kg Trockenmasse), da die Futtermittelaufnahme weiter sinkt, der Energiebedarf aber steigt und die Pansenbakterien auf die neue Ration nach der Kalbung ausreichend vorbereitet werden müssen.

Wichtig bleibt dabei immer eine möglichst schonende Rationsumstellung, um ein zu starkes Absinken der Futtermittelaufnahme vor der Kalbung zu vermeiden, da die Futtermittelaufnahme nach der Kalbung umso höher ist, je höher sie bereits vor der Abkalbung war. Vor diesem Hintergrund ist es bedeutsam, die Tiere in einer optimalen Körperkondition [BCS-Note: 3,5 (3,25-3,75)] zur Abkalbung zu bringen.

Die Gebärparese-/Milchfieber-Erkrankung ist die am häufigsten anzutreffende Stoffwechselerkrankung in Hochleistungsherden, die hauptsächlich durch Haltungs- und Fütterungsfehler im letzten Laktationsdrittel und während der Trockenstehzeit hervorgerufen bzw. begünstigt wird. Die Kuh scheidet unmittelbar nach der Kalbung mit jedem Liter Kolostrum 2,5 g Kalzium und 2 g Phosphor aus. Die im Blut enthaltenen Mineralstoffmengen reichen hierfür bei weitem nicht aus. Deshalb müssen die Tiere eigene Kalzium- und Phosphorreserven mobilisieren. Werden sie darauf aber nicht ausreichend vorbereitet, erkranken sie nach dem Kalben an Milchfieber. Mit steigender Milcheinsatzleistung, zunehmendem Alter und sinkender Futtermittelaufnahme (häufig besonders durch zu hohe Körperkondition) sowie herabgesetzter Magen-Darm-Bewegung zur Zeit der Geburt wird die Gefahr, an Milchfieber zu erkranken, für die Kühe größer.

Dabei sind neben den bei festliegenden Kühen sichtbaren Schäden (Tierarztkosten, häufigere Mastitiserkrankungen, Ketosen, Puerperalstörungen, höherer Besamungsaufwand, geringere Milchleistung) die Schäden im Zusammenhang mit der subklinischen Hypokalzämie/Hypophosphatämie wesentlich größer, da diese Form der Erkrankung nicht augenscheinlich ist, weil die Tiere nicht festliegen. Aber auch hier sinken die Blutkalzium- und -phosphorkonzentrationen ab, und die motorische Funktion der Muskulatur ist eingeschränkt. Infolge dessen wird das Auftreten von Fruchtbarkeits- und Stoffwechselstörungen sowie Labmagenverlagerungen begünstigt. Auf diese Art und Weise erkranken wesentlich mehr Tiere.

Prophylaxemaßnahmen gegen die Gebärparese können somit auch das Auftreten von Nachgeburtsverhaltungen, Fruchtbarkeits- und Stoffwechselstörungen reduzieren und damit den Gesundheitszustand der gesamten Herde stabilisieren. Daraus wird die Bedeutung prophylaktischer Maßnahmen sichtbar. Die gebräuchlichste Maßnahme ist eine kalziumarme Fütterung während der letzten 2-3 Wochen der Trockenstehzeit (Transitphase) bzw. der gezielte, einzel-tierbezogene Einsatz entsprechender Kalziumpräparate kurz vor der Abkalbung.

BEEDE (1992) beurteilt allerdings das Risiko erhöhter Kaliumgehalte in Rationen trockenstehender Kühe für das Auftreten von Milchfiebererkrankungen wesentlich höher als hohe Kalziumkonzentrationen im Futter. Das würde bedeuten, dass trockenstehende Kühe nicht nur kalzium-, sondern vor allem auch kaliumarm versorgt werden müssen. Aus diesen Gründen sollten keine kalziumhaltigen Mineralstoffmischungen, Zuckerrübenschnitzel (kalziumreich), Melasse (kaliumreich) oder Milchleistungsfutter mit überhöhten Kalziumgehalten in dieser Zeit eingesetzt werden.

In vielen, meistens kleineren Betrieben wird diese Forderung aber aus verschiedenen Gründen nicht erfüllt. So weisen besonders in absoluten Grünlandgebieten die Grassilagen häufig höhere Kaliumgehalte auf, da die organischen Dünger auf den Schnittflächen ausgebracht werden müssen. Weiterhin werden aus organisatorischen und arbeitswirtschaftlichen Gründen keine Silagemieten mit geringerem Kaliumgehalt speziell für die Transitzühe angelegt oder angeschnitten. So kommen also einerseits häufig kaliumreiche Grassilagen zum Einsatz und andererseits erhalten „Transitzühe“ oft ebenfalls die Futtermischung der hochleistenden, laktierenden Kühe – mit entsprechend kalziumreicher Mineralstoffergänzung.

Unter diesen Bedingungen bietet sich eine andere, in Deutschland noch wenig verbreitete Variante der Milchfieberprophylaxe, die Anwendung des sogenannten DCAB-Konzeptes (DCAB: Kationen-Anionen-Bilanz –Dietary Cation Anion Balance) an, gestützt auf die Erkenntnis, dass die Frequenz der Gebärdparese viel enger mit der Differenz von Kationen zu Anionen (Kationen-Anionen-Bilanz – DCAB: Dietary Cation Anion Balance) im Futter als mit der Kalziumkonzentration in der Ration korreliert (OETZEL, 1991). Auch BEEDE (1992) sowie GOFF und HORST (1997) sehen die Kationenkonzentration, insbesondere die Konzentration an Kalium, in der Ration und die daraus resultierende alkalotische Stoffwechsellaage der Tiere (HORST et al., 1992) als den Hauptrisikofaktor für Milchfieber.

Diese Erkenntnis ist aber nicht neu, da bereits in der Vergangenheit erkannt wurde, dass puffernd wirkende Substanzen (wie z.B. Natriumbicarbonat) das Auftreten einer Hypocalcämie eher begünstigen (DISHINGTON, 1975; BLOCK, 1984), während bei der Verfütterung von mineralsauren Silagen (AIV (Artturi Imarin Virtanen)-Verfahren: Gemisch aus Wasser, Salz- und Schwefelsäure) diese Erkrankung wesentlich seltener auftrat (DISHINGTON, 1975).

Diese Beobachtungen und Ergebnisse mündeten schließlich in der Erarbeitung des DCAB-Konzeptes, welches wiederum zum Einsatz sogenannter saurer bzw. anionischer Salze führte. Das DCAB-Konzept befasst sich mit der Ausbalanzierung der Anionen und Kationen in Futtermischungen. Im Mittelpunkt stehen hierbei die nicht metabolisierbaren Ionen: Natrium und Kalium als starke Kationen sowie Chlorid und Schwefel als starke Anionen. Der DCAB-Wert des Futters sagt dabei nichts über dessen azinogenen oder alkalogenen Eigenschaften aus. Vielmehr werden die metabolischen Prozesse im Tier durch Absorption und Metabolisierung dieser Ionen beeinflusst.

Die sauer wirkenden chlor- und schwefelhaltigen Salze [Magnesiumsulfat (Bittersalz; schlechte Absorption), Kalziumsulfat (Gips; futtermittelrechtlich nicht zugelassen), Ammoniumsulfat (stoffwechselbelastend), Kalziumchlorid bzw. Ammoniumchlorid (stoffwechselbelastend, futtermittelrechtlich nicht zugelassen)] bestehen aus dem Rest einer „starken“ Säure (Anionen) und einer „schwachen“ Base (Kationen), wobei der Anionenüberschuss die Säuerung bewirkt.

In der Beeinflussung bzw. Verschiebung des Säuren-Basen-Haushaltes durch das Kationen-Anionen-Verhältnis wird der eigentliche Wirkmechanismus dieser anionischen (sauren) Salze gesehen. Durch die mit den sauren Salzen aufgenommenen Chlorid- bzw. Sulfationen einhergehende Ansäuerung sinkt der Blut-pH-Wert der Tiere, allerdings in sehr engen physiologischen Grenzen. Der Organismus der Kuh versucht, diesen Zustand unter anderem durch eine verstärkte Freisetzung von Kalzium und Phosphor aus dem Skelett zu kompensieren. Dieser Vorgang „trainiert“ die Kalzium- und Phosphorauslagerung aus den Knochen bereits während der letzten Trächtigtkeitswochen und schützt so vor dem Auftreten der Gebärdparese um den Geburtszeitraum.

Infolge der starken Kalziummobilisierung muss die Fütterung von sauren Salzen auf die letzten 2-3 Wochen der Trockenstehzeit beschränkt werden und mit dem Kalbezeitpunkt beendet sein.

Nachteilig aber ist die schlechte Akzeptanz anionischer Salze (BEEDE, 1992; OETZEL, 1993; WESTENHOFF, 2000). Sie werden deshalb schlecht von den Tieren gefressen, weil sie nicht, wie der Name fälschlicherweise vermuten lässt, sauer, sondern bitter schmecken. Das ist auch der Grund, weshalb der Einsatz von sauren Salzen in Deutschland nur schwer Fuß gefasst hat.

Seit kurzer Zeit aber gibt es ein Produkt, bei dem durch die Ummantelung des geschmacklich problematischen Salzes mit einer Fettkapsel dieses Problem größtenteils gelöst werden sollte.

Die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein hat in einem Praxisbetrieb, dessen Herdendurchschnittsleistung bei mehr als 200 Milchkühen 10.400 kg Milch je Kuh betrug, über einen Zeitraum von einem halben Jahr Effekte einer Veränderung der DCAB durch den Einsatz von gekapseltem Kalziumchlorid in der Ration der Transitzühe auf das Auftreten der Gebärpause untersucht. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen im Organismus, d.h. der Kalziumhaushalt und die Veränderungen im Säuren-Basen-Haushalt sowie die Akzeptanz des angebotenen Futters beurteilt.

Um dem Hauptproblem, der geringen Schmackhaftigkeit von sauren Salzen zu begegnen, der nach OETZEL und BARMORE (1993) bei Kalziumchlorid am ausgeprägtesten ist, hat die Handelsgesellschaft für Spezialfuttermittel mbH bei dem Produkt Calci-Cap 75 das Kalziumchlorid mit einem verdaulichen Mantel maskiert, also eingekapselt.

Versuche von WESTENHOFF (2000), in denen gekapseltes Kalziumchlorid im Mischfutter mit nicht gekapseltem Kalziumchlorid verglichen wurde, ergaben signifikant höhere Futteraufnahmen beim Zusatz des mit der Fettkapsel umgebenen Salzes. Das Kontrollfutter ohne Salzzulage wurde darüber hinaus aber dennoch bevorzugt. Deshalb geht die Autorin von einer noch immer verminderten, im Vergleich zum reinen Salz aber verbesserten, Akzeptanz des gekapselten Salzes aus.

Für den Versuch wurde speziell ein Betrieb ausgewählt, in dem nach Aussagen des Betriebsleiters in der Vergangenheit 20% der abgekalbten Tiere an akutem Milchfieber litten. Deshalb erhielten nahezu alle Tiere des Betriebes rein prophylaktisch zum Zeitpunkt der Kalbung bzw. unmittelbar danach eine, im Bedarfsfall auch zwei (in den meisten Fällen 0,5 Tage nach der ersten Infusion) kombinierte Kalzium-Phosphor-Glukose-Infusionen. Ein Grund für die relativ hohe Erkrankungsrate der Tiere könnte neben der hohen Milchleistung auch der Umstand sein, dass aus arbeitswirtschaftlichen Gründen die Transitzühe die Ration der hochleistenden Gruppe erhielten, die nicht auf einen optimalen DCAB-Wert eingestellt wurde, sondern stattdessen neben Futterkalk vor allem auch Natriumbicarbonat und Sodagrain-Weizen enthielt. Diese Rationskomponenten sollten aufgrund ihres sehr hohen Kationenüberschusses normalerweise keine Bestandteile von Rationen für Transitzühe sein.

So wies die Ration eine DCAB von + 254 meq/kg T auf. Zur wirksamen Milchfieberprophylaxe wird hingegen ein azidierender Effekt mit einer Kationen-Anionen-Bilanz von - 50 bis -150 (KAMPHUES, 1996) bzw. -250 (BEEDE, 1991) meq/kg T angestrebt. Dieses Ziel wurde durch eine Zugabe von 300 g des Sauren-Salz-Gemisches Calci-Cap 75 der Handelsgesellschaft für Spezialfuttermittel mbH erreicht. Calci-Cap 75 ist ein Einzelfuttermittel, welches zu

75 % aus Kalziumchlorid (27 % Kalziumionen und 48 % Chloridionen) besteht und einen DCAB-Wert von -13.536 meq/kg hat.

Die Futtermittelration der 30 Kontroll- und 40 Versuchstiere war, bis auf die Menge an Calci-Cap 75, identisch, wobei die Versuchs- und Kontrollvariante nacheinander durchgeführt wurden.

Die Tiere der Kontrollgruppe erhielten weiterhin ein- bis zwei Kalziuminfusionen nach der Kalbung, d.h. es wurde eine Behandlung der Transitzühe mit sauren Salzen verglichen mit einer weiteren „Positiv-Behandlung“. Der Merkmalsvergleich wurde zwischen aufwendig behandelten Tieren und solchen Tieren durchgeführt, die lediglich eine saure Ration gefressen haben – ohne jede weitere Behandlung. Eine entsprechende „Null-Variante“ bzw. Kontrolle ohne Behandlung stand in diesem Praxisversuch nicht zur Verfügung.

Bei Verwendung von Kalziumchlorid als anionisches Salz zur Absenkung der DCAB wird den Tieren neben dem Anion Chlorid gleichzeitig auch Kalzium zugeführt, was letztlich dem klassischen Konzept der Milchfieberprophylaxe scheinbar widerspricht. Wie aber aus früheren Untersuchungen bekannt ist, hat der Anionengehalt im Futter einen größeren Einfluss auf die Milchfiebererkrankung als der Kalziumgehalt.

Da der Einsatz von sauren Salzen die Kalziumausscheidung über den Harn fördert, wird nach MAYBERRY und SUNDBERG (1993) sowie HORST et al. (1994) bei dieser Maßnahme eine Forcierung der Kalziumaufnahme auf 120-150 g je Tier und Tag empfohlen. Die Versuchstiere erhielten mit einer Menge von 300 g Calci-Cap 75 zusätzlich zu den 5,3 g Kalzium je Kilogramm aufgenommener Trockenmasse der Futtermittelration noch 90 g Kalzium je Tag. Damit wurde dem höheren Bedarf an Kalzium ausreichend Rechnung getragen. Im Versuch wurde das saure Salz vollständig in die TMR eingemischt. Die Futtermittelvorlage erfolgte einmal täglich.

Letztlich standen bei einer Futteraufnahme von 13 kg Trockenmasse der DCAB von insgesamt + 3302 meq aus der Futtermittelration eine DCAB von – 4061 meq durch den Einsatz von 300 g Calci-Cap 75 gegenüber. Dadurch ergab sich eine Gesamtbilanz von – 58 meq/kg T. Eine messbar verminderte Akzeptanz des Calci-Cap 75 war im Mittel der Tiere nicht festzustellen.

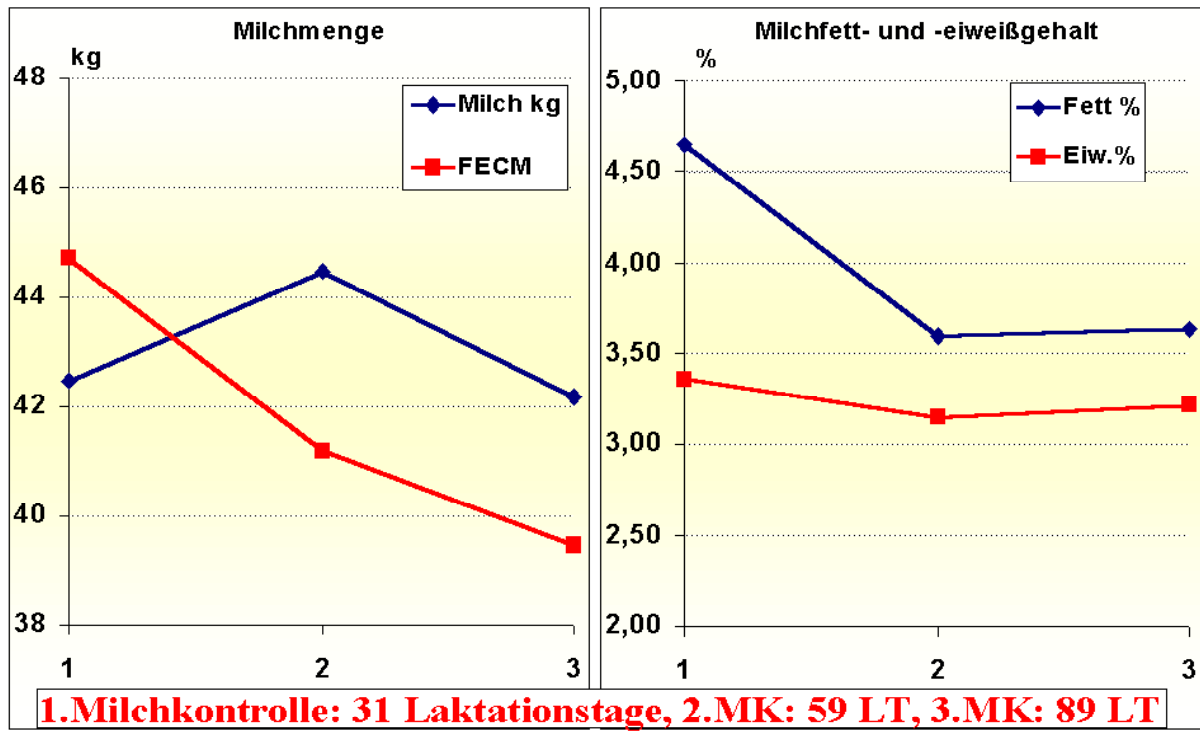
Es sollten insbesondere die Belastung des Kalziumstoffwechsels der Tiere im geburtsnahen Zeitraum quantifiziert und die Auswirkung einer Veränderung der Kationen-Anionen-Bilanz (DCAB) durch den Einsatz von Calci-Cap 75 auf die Tiergesundheit und den Stoffwechsel untersucht werden. Dazu wurden den Tieren in den letzten 14 Tagen vor der Kalbung, am Tag der Kalbung und an den nachfolgenden 6 Tagen Blut- und Harnproben entnommen.

Der Gesundheitszustand der Tiere beider Gruppen war in den ersten Wochen nach der Geburt insgesamt gut. Es gab weder in der Versuchs- noch in der Kontrollgruppe einen Fall von Festliegen. Wie vorher beschrieben, wurde aber jedes Tier der Kontrollgruppe (n=30) prophylaktisch mit Infusionen um den Kalbezeitraum behandelt. In der Versuchsgruppe (n=40) dagegen musste keines der Tiere hinsichtlich eines Kalziummangels behandelt werden, lediglich ein Tier erhielt eine Phosphor-Glukose-Infusion.

Die Milchleistungen der Tiere beider Gruppen waren während der ersten 3 Milchkontrollen annähernd identisch und auf einem relativ hohen Niveau. (Folie 9).

Folie 9

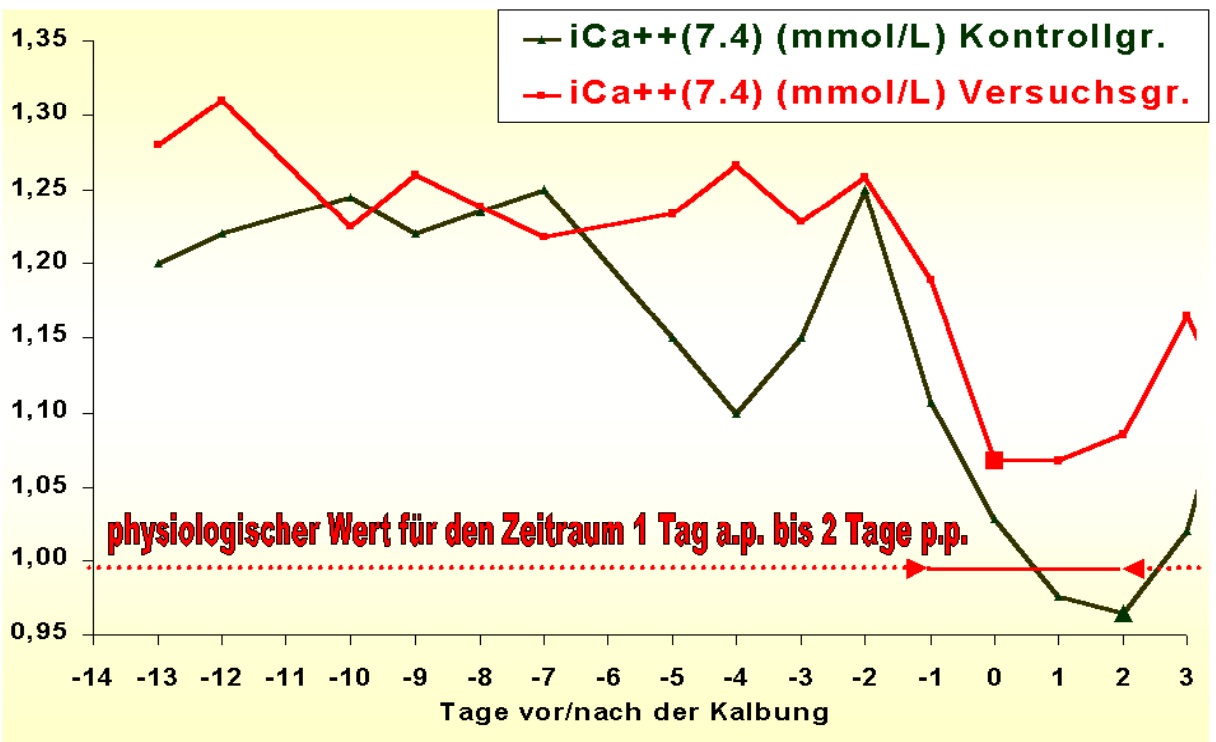
### Milchmenge und -inhaltsstoffe während der ersten 3 Milchkontrollen (n=18)



Nach Aussage der Betriebsleiter meisterten die sauer gefütterten Tiere die schwierige Kalbephase rein äußerlich besser als die Tiere der Kontrollgruppe. Dafür gab es auch objektive Belege (Folie 10).

Folie 10

### Kalziumionenkonzentration im Blut während des geburtsnahen Zeitraumes



So ergaben sich zwischen den Versuchs- und Kontrolltieren Unterschiede im Konzentrationsniveau des ionisierten Kalziums im Vollblut. Das ionisierte Kalzium ist der für die Stabilität des Stoffwechsels relevante Anteil des Gesamtkalziums im Blut. Die Konzentration des ionisierten Kalziums beträgt normalerweise 1,20 bis 1,25 mmol/l Blut und sollte auch in der schwierigen Kalbephase den Schwellenwert von 1 mmol/l möglichst nicht unterschreiten. Je tiefer dieser Wert nach der Kalbung fällt, desto schwerer werden die Milchfiebersymptome. Bei Werten unter 1 mmol/l Blut ist also die Kalziumversorgung nicht mehr optimal, und subklinische Symptome wie Muskelschwächen, Taumeln etc. werden immer wahrscheinlicher. Im Bereich von 0,8 bis 0,7 und darunter beginnen Tiere festzuliegen.

Für die Versuchstiere wurden während des gesamten Zeitraumes von 1 Tag vor bis 3 Tage nach der Kalbung höhere Blutkalziumionenkonzentrationen ermittelt als für die Tiere, die kein saures Salz erhielten. Dieses Ergebnis deckt sich mit denen zahlreicher anderen Autoren wie OETZEL et al. (1988), GOFF et al. (1991), TUCKER et al. (1992), PHILLIPPO et al. (1994) sowie GOFF und HORST (1997), BEENING (1998).

Die niedrigste Kalziumkonzentration im Blut wurde zwischen den Tieren beider Gruppen zu verschiedenen Zeitpunkten ermittelt. So erreichten die Versuchstiere am Tag der Geburt den Tiefstwert mit 1,03 mmol/l. Dieser blieb bis zum 2.Tag nach der Kalbung relativ stabil und stieg danach wieder an. Die Kalziumionenkonzentration im Blut der Kontrolltiere betrug am Tag der Kalbung 1,00 mmol/l, sank danach aber weiter ab, um am 2.Tag nach der Kalbung einen Tiefstwert von 0,92 mmol/l zu erreichen, also unter den physiologischen Wert, der nach KRAFT und DÜRR (1997) im Zeitraum von 1 Tag vor bis 2 Tage nach der Kalbung 1mmol/l beträgt.

Diese Erscheinung einer zeitlichen Verschiebung der niedrigsten Kalziumkonzentration wurde bereits von LECLERC und BLOCK (1989) beobachtet, allerdings ermittelten die Autoren bei reduzierter DCAB einen späteren Zeitpunkt des Tiefstwertes (DCAB: +121 meq/kg T, 60 h p.p.) gegenüber einer hohen DCAB (+394 meq/kg T, 12 h p.p.). Die Versuchstiere erreichten schneller wieder eine Stabilisierung der Werte und hatten letztlich ihren Kalziumhaushalt besser unter Kontrolle als die Kühe der Kontrollgruppe.

Auch anhand des Blut-pH-Wertes wurde eine milde metabolische Acidose der Versuchstiere sichtbar und damit ein ansäuernder Effekt des sauren Salzes erkennbar. Da die zuverlässige Messung von Blut-pH-Werten allerdings aufgrund der engen physiologischen Grenzen genaue Analysengeräte erfordert und der Wert unmittelbar nach der Entnahme bestimmt werden muss, eignet sich die Messung dieses Parameters nicht für die praktische Rationskontrolle.

Dem gegenüber kann mit geringem Aufwand die Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung (NSBA) ermittelt und damit die Wirksamkeit von sauren Salzen überprüft werden, da zahlreichen Literaturhinweisen zufolge eine große Beeinflussung dieses Parameters durch den Gehalt an starken Kationen und starken Anionen vorliegt. Durch eine Anionenzulage in der Ration soll eine metabolischen Acidose bewirkt werden, bei welcher die homöostatischen Mechanismen des Säuren-Basen-Haushaltes den physiologischen Blut-pH aufrechterhalten (PEHRSON et al., 1999).

Die NSBA der Kontrolltiere betrug im Mittel 113 mmol/l Harn (Folie 11). Damit lag dieser Wert im physiologisch normalen Bereich, der mit 83 bis 215 mmol/l angegeben wird. Im Vergleich dazu sank diese bei den Kühen, die das saure Salz erhielten, auf 43 mmol/l Harn ab. Das kann dadurch erklärt werden, dass infolge der Verfütterung von Calci-Cap 75 und der

damit induzierten Ansäuerung vermehrt Säuren ausgeschieden werden. Ergebnisse von WESTENHOFF (2000) zeigen ebenfalls den gleichen Effekt des Anionengehaltes im Futter auf die NSBA.

Folie 11

### Einfluss der „Sauren-Salz-Fütterung“ auf Harnparameter

Harnparameter		Kontroll- gruppe	Versuchs- gruppe (mit Calci- Cap 75)
Harndichte	(g/ml)	1,032	1,028
NSBA	(mmol/l)	113	43
Chlorid	(mmol/l)	92	101
Kalium	(mmol/l)	119	132
Kalzium	(mmol/l)	1,3	1,7
anorg. Phosphor	(mmol/l)	1,5	0,9
Natrium	(mmol/l)	131	100

Dieser Wert würde während der Laktation einen deutlichen Hinweis auf eine acidotische Stoffwechsellage der Tiere liefern und müsste eine sofortige Rationsumstellung nach sich ziehen. In der Transitphase ist dieser Wert bei der Fütterung von anionischen Salzen jedoch erwünscht und beweist eindeutig die Wirksamkeit der Salze. Der Idealwert für die NSBA von sauer gefütterten Tieren beträgt +50 und zeigt somit die erwünschte milde Acidose an.

In den Untersuchungen streute dieser Parameter innerhalb der Gruppen relativ stark. Das könnte darauf hinweisen, dass neben der tierindividuell unterschiedlichen Futteraufnahme besonders der Probenahmezeitpunkt für den Harn (in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Futtervorlage und -aufnahme) einen großen Einfluss auf diesen Parameter ausübt. Für die Rationskontrolle in der Praxis ist deshalb zu empfehlen, Harnproben von mehreren Tieren (mindestens jedoch 5) zur Untersuchung in das Labor einzuschicken.

Auch im Hinblick auf die Harndichte und die Kalziumausscheidung war ein Einfluss des sauren Salzes erkennbar. Bei einem Kostenvergleich beider Verfahren ergab sich unter Beachtung der Preise für das eingesetzte gekapselte Kalziumchlorid sowie in der Kontrollgruppe für eine einmalige Kalzium-Phosphor-Glukose-Infusion und der Arbeitszeiten eine Kostensparnis für die Behandlung aller Transitzühe mit Calci-Cap 75 von 22.-DM (bei 21tägiger Anwendung) bzw. 34.-DM (bei 14tägiger Anwendung).

**Zusammenfassend wurden aus dem Versuch folgende Erkenntnisse gewonnen:**

Die Milchfieberprophylaxe mit gekapseltem Kalziumchlorid beeinflusste bei schwarzbunten Milchkühen einer Herde mit durchschnittlich 10.400 kg Milch die Tiergesundheit positiv. Es traten sowohl bei den Tieren, die eine Kalziuminfusion erhielten, als auch bei den sauer gefütterten Tieren keine Milchfieberfälle auf.

Die Blutkalziumwerte der Versuchstiere waren äußerst stabil und lagen immer über dem physiologischen Grenzwert. Die anionenreiche Fütterung führte zu höheren Konzentrationen an Kalziumionen im Blut. Folglich müsste durch Zugabe des anionischen Salzes die verfügbare Menge an ionisiertem Kalzium im Blut erhöht worden sein.

Die Fütterung des sauren Salzes machte die Kalzium-Phosphor-Energie-Infusion, die ansonsten jedes Tier prophylaktisch erhielt und damit auch jedes Kontrolltier bekam, überflüssig.

Die Kapselung des im Versuch eingesetzten Produktes Calci-Cap 75 maskiert den sonst unerwünscht, schlechten Geschmack. Regelmäßige Kontrollen der aufgenommenen Futtermengen bestätigten dieses. Negative Auswirkungen auf die Futterraufnahme der Tiere wurden nicht beobachtet.

Gekapselte saure Salze haben neben einer deutlich verbesserten Schmackhaftigkeit auch den Vorteil, dass deren hygroskopische Eigenschaft reduziert ist und damit die Lagerung und Verwendung erleichtert werden.

Der Aufwand für den Einsatz des sauren Salzes Calci-Cap 75 war im Vergleich zur Behandlung mit einer kombinierten Kalzium-Phosphor-Glukose-Infusion, sowohl Zeit als auch Kosten betreffend, niedriger.

Der Einsatz saurer Salze erfordert ein sehr gutes Fütterungsmanagement. Ein Nachteil der sauren Salze und vermutlich einer der Gründe, warum dieses Verfahren nur schwer Fuß zu fassen scheint, ist der bittere Geschmack der Salze und somit die schlechte Akzeptanz. Vorteilhaft sind diesbezüglich gekapselte Produkte. Saure Salze sollten entweder vollständig in die Grundration bzw. Totale Mischration eingemischt werden oder in Form eines Milchleistungsfutters (schwach anionisierte Spezialfuttermittel mit einer DCAB von mit -550 bis -600 meq/kg T) verabreicht werden. Es ist unbedingt die Futterraufnahme der Tiere zu kontrollieren. Infolge der starken Kalziummobilisierung muss einmal die Kalziumzufuhr bei der Fütterung von sauren Salzen erhöht und zum anderen die Gabe der sauren Salze auf die letzten 2-3 Wochen der Trockenstehzeit beschränkt werden und mit dem Kalbezeitpunkt beendet sein.

Voraussetzung für einen wirkungsvollen, effektiven Einsatz anionischer Salze ist immer eine genaue Rationsberechnung unter Berücksichtigung der DCAB-Werte aller eingesetzten Futtermittel, damit die notwendige Einsatzmenge an saurem Salz exakt ermittelt werden kann. Häufig jedoch wird die genaue Zusammensetzung der sauren Salze bzw. der Sauren-Salz-Mischungen nicht deklariert. Hier ist die Nachfrage der DCAB auf jeden Fall erforderlich, da Unter- und Überdosierungen (große Mengen wirken toxisch) unbedingt vermieden werden müssen. Weiterhin sollte die Ansäuerung der Tiere mit Hilfe der Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung und dem pH-Wert des Harns der Tiere überprüft werden, obwohl letzterer in diesem Versuch nicht ausreichend sicher die Wirkung des Kalziumchlorides anzeigte. Zahlreichen Autoren zur Folge erwies sich aber der Harn-pH-Wert als ein geeigneter Parameter, die Wirkung saurer Salze zu überprüfen.

### Literaturverzeichnis

- BEEDE, D.K. (1992):** The DCAD concept: Transition rations for dry pregnant cows. Feedstuffs, Dec 28, 14-19
- BEENING, S. (1998):** Untersuchungen zu den Effekten einer Veränderung des Kationen-Anionen-Verhältnisses (DCAB) in Wiederkäuerrationen auf Parameter des Säure-Basen-Status und auf die Mineralstoffbilanz. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation.
- BLOCK, E. (1984):** Manipulating dietary anions and cations for prepartum cows to reduce incidence of milk fever. J.Dairy Sci. 67, 2939-2948.
- DISHINGTON, I.W. (1975):** Prevention of milk fever by dietary salt supplements. Acta.Vet.Scand. 16, 503-512
- GOFF, J.P., F.J.MUELLER, J.K.MILLER, G.A.KIESS und H.H.DOWLEN (1991) :** Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever. J.Dairy Sci. 74, 3863-3871.
- GOFF, J.P. und R.L. HORST (1997):** Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. J.Dairy Sci. 80, 176-186.
- HORST, R.L., J.P.GOFF und T.A.REINHARDT (1992):** Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cows, with special emphasis on parturient paresis. Proceedings, Production Diseases in Farm Animals, Bern, 159.
- HORST, R.L., J.P.GOFF und T.A.REINHARDT (1994):** Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. J.Dairy Sci. 77, 1936-1951.
- KAMPHUES, J. (1996):** Das DCAB-Konzept in der Gebärpareseprophylaxe. Übersichten zur Tierernährung, 24.Jahrg., Heft 1, 129-135.
- KLUTH, H., TH.ENGELHARD und M.RODEHUTSCORD (2001):** Ist eine Positive Ruminale N-Bilanz (RNB) in der Fütterung der Hochleistungskuh erforderlich? 113.VDLUFA-Kongress.
- KRAFT, W. und U.M.DÜRR (1997):** Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 4.Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, New York.
- LECLERC, H. und E.BLOCK (1989):** Effects of reducing dietary cation-anion balance for prepartum dairy cows with specific reference to hypocalcemic parturient paresis. Ca. J.Anim. Sci.69, 411-423.
- LOTTHAMMER, K.H. (2000):** Beziehungen zwischen Leistungsniveau, Gesundheit, Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer bei Milchrindern. Tier und Ernährung, Heft 1/2000.
- MAHLKOW-NERGE,K. (2000):** Fütterungsmanagement von Hochleistungskühen – Beurteilung von Hochleistungsrationen. Rinderreport 2000, Ergebnisse der Rinderspezialberatung in Schleswig-Holstein.
- MAYBERRY, J.P. und P.L.SUNDBERG (1993):** Feeding the dry cow to avoid parturient paresis. Iowa State Univ. Vet. 55, 86-96.
- MIETTINEN und J. SETÄLÄ (1993):** Relationships between subclinical ketosis, milk production and fertility in Finnish dairy cattle. Prev. Vet. Med. 17,1-8.
- OETZEL, G.R., J.D.OLSON, C.R.CURTIS und M.J.FETTMAN (1988):** Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. J.Dairy Sci. 71, 3302-3309.

- OETZEL, G.R. (1991):** Meta-analysis of nutritional risk factors for milk fever in dairy cattle. J.Dairy Sci. 74, 3900-3912.
- OETZEL, G.R. (1993):** Use of anionic salts for prevention of milk fever in dairy cattle. Comp. Contin. Edu. 15, 1138-1146.
- OETZEL, G.R. und J.A.BARMORE (1993):** Intake of a concentrate mixture containing various anionic salts fed to pregnant, nonlactating dairy cows. J. Dairy Sci. 76,1607-1616.
- PEHRSON, B., C. SVENSSON, I.GRUVAEUS und M.VIRKKI (1999):** The influence of acid diets on the acid-base balance of dry cows and the effect of fertilization on the mineral content of grass. J. Dairy Sci. 82, 1310-1316.
- PHILLIPPO, M., G.W.RIED und J.M.NEVISON (1994):** Parturient hypocalcemia in dairy cows: effects of dietary acidity on plasma minerals and calciotropic hormones. Res. Vet. Sci. 56, 303-309.
- TUCKER, W.B., J.F.HOGUE, G.D.ADAMS, M.ASLAM, I.S.SHIN und G.MORGAN (1992) :** Influence of dietary cation-anion balance during the dry period on the occurrence of parturient paresis in cows fed excess calcium. J.Anim.Sci.70, 1238-1250.
- WESTENHOFF, R.A. (2000):** Zum Einsatz (Akzeptanz, Wirkung auf den Mineralstoffwechsel und Säuren-Basen-Haushalt) von gecoatetem Calciumchlorid beim Wiederkäuer. Diss. Hannover