

Einfluß von N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Ca (HMM-Ca) auf Merkmale der Milchleistung und ketoserelevante Blutparameter bei Milchkühen

HELMUT SCHAFFT, EBERHARD FARRIES, REINHARD DAENICKE und KLAUS ROHR

Institut für Tierernährung
und
Institut für Tierzucht und Tierverhalten

Herrn Prof. Dr. H. J. Oslage zum 65. Geburtstag gewidmet

1 Einleitung

Bei der laktierenden Kuh kann eine Erhöhung der in das Duodenum eintretenden Menge an resorbierbaren Aminosäuren zur Steigerung der Milchleistung beitragen. Ein leistungssteigernder Effekt ist aber nur dann zu erwarten, wenn seitens der Milchdrüse ein besonderer Bedarf an Aminosäuren besteht und diese speziellen Anforderungen an die quantitative und/oder qualitative Aminosäurenversorgung durch die in den Vormägen synthetisierten Mengen nicht erfüllt werden können. So stieg in der Vergangenheit das Interesse an der Entwicklung "geschützter" Aminosäurenprodukte mit der Zahl der Untersuchungen, in denen die potentiell limitierende Wirkung einzelner Aminosäuren auf die Milchsynthese nachgewiesen werden konnte (Broderick et al., 1974; Chalupa, 1975; Kaufmann und Lüpping, 1982; Schwab et al., 1976). Besondere Bedeutung kommen in diesem Zusammenhang den Produkten auf Basis von Methionin zu (Ayoade et al., 1982), weil Methionin als eine der für die Milchbildung erstbegrenzenden Aminosäuren erkannt worden ist (Broderick et al., 1974; Chandler und Polan, 1972; Schwab et al., 1976; Rohr et al., 1979, Bergen, 1979).

Methionin hat für den Wiederkäuer eine vielseitige ernährungs- und stoffwechselfysiologische Bedeutung, weist jedoch hinsichtlich seines jeweiligen Wirkungsortes im Organismus und in der Art der Wirkung große Unterschiede auf. In den Vormägen soll sowohl die Stoffliche als auch die energetische Effizienz der mikrobiellen Rohproteinsynthese durch Zulage von Methionin zu steigern sein, weil Methionin zu höheren Anteilen von Mikroorganismen inkorporiert werden kann als andere präformierte Nicht-Ammoniak-N-Quellen (Maeng und Baldwin, 1976; Maeng et al., 1976, Salter et al., 1979). Als weiterer ruminale Effekt wird die stimulierende Wirkung einer Methionin-Zulage auf die mikrobielle Lipidsynthese diskutiert (Paton et al., 1970a u. 1970b; Oldham, 1982), wobei dieser Effekt sowohl mit einem Anstieg der Protozoenzahl als auch mit einer Erhöhung des Protozoenanteils an der Mikrobenpopulation im Pansen in Verbindung gebracht wird (De Vuyst et al., 1975; Lundquist et al., 1985). Letztlich werden dem Methionin hinsichtlich seiner ruminale Wirkung auch positive Einflüsse auf die Produktionsraten kurzkettiger Fettsäuren in den Vormägen zugeschrieben (Maeng und Baldwin, 1976; Oldham, 1982; Lundquist et al., 1985), woraus eine ernährungsphysiologische oder energetische Aufbesserung der Futterration resultieren soll (Günther und Hagena, 1987).

Im Intermediärstoffwechsel hat Methionin als Methyl-donor besondere Funktionen und könnte Transmethylierungen in der Leber, die hepatische Lipoproteinsynthese und den Transport von Phospholipiden verbessern (McCarthy et al., 1968; Polan et al., 1970). Die bei mangelhafter Energieversorgung in frühen Laktationsstadien durch die umfangreiche Mobilisierung von Depotfett vermehrt gebildeten freien Fettsäuren können nur bei ausreichender Methioninversorgung schnell gebunden und zur Energiegewinnung in die peripheren Gewebe transportiert werden. Eine damit in Zusammenhang stehende Verbesserung der gluconeogenetischen Kapazität der Leber weist auf eine potentiell antiketogene Wirkung des Methionins im Intermediärstoffwechsel hin (Doil und Harmeyer, 1987).

Im wesentlichen wird eine Supplementierung der Futtermittel mit Methionin aber aufgrund der Annahme empfohlen, daß bei hochleistenden Milchkühen die in den Vormägen synthetisierten Mengen an Methionin nicht ausreichen, um den Bedarf der Milchdrüse zu decken. Fütterungsversuche mit methioninhaltigen Zulagen, in denen die Aminosäuren vor der mikrobiellen Fermentation in den Vormägen teilweise "geschützt" waren, haben zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt, wobei in etwa der Hälfte der Fälle kein Einfluß auf die Merkmale der Milchleistung festgestellt werden konnte. Eine Interpretation der einzelnen Ergebnisse wird durch die Tatsache erschwert, daß der Energieversorgung der Tiere in der Mehrzahl der Untersuchungen bisher nur wenig Beachtung geschenkt wurde. Dies ist um so erstaunlicher, als nach neueren Erkenntnissen 85% bis 90% der Variation der Menge an Aminosäurenstickstoff bzw. an Rohprotein im Dünndarm durch Unterschiede in der Energieaufnahme erklärt werden können (Tammenga und Hellemond, 1977; Rohr et al., 1986; Rohr, 1986; DLG, 1986).

Mit der vorliegenden Untersuchung sollte geprüft werden, ob eine Methioninzulage bei bedarfsgerechter Energiezufuhr und normgerechter Proteinversorgung der Tiere die Merkmale der Milchleistung zu beeinflussen vermag und Einflüsse auf einige ketoserelevante Blutparameter ausübt.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsdurchführung

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 48 Kühen der Rasse Deutsche Schwarzbunte durchgeführt. In einem 2 x 2 faktoriellen Versuchsansatz erhielten jeweils 24 Tiere als Grundfutter täglich konstante Mengen an Vorwelk-Grassilage

Tabelle 1: Versuchsanlage

Versuchsgruppe	I Kontrolle	II HMM-Ca ¹⁾	III Kontrolle	IV HMM-Ca
Tierzahl	12	12	12	12
Fütterung: Grassilage (9 kg TM)	Vorwelk- silage	Vorwelk- silage	Naß- silage	Naß- silage
Kraftfutter	n. Leistung	n. Leistung	n. Leistung	n. Leistung
HMM-Ca ¹⁾ - Zulage (g)	---	22,0	---	22,0
¹⁾ N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Calcium				

oder Naßsilage (auf Trockenmasse bezogen), wobei jeweils 12 Tieren einer jeden Grundfuttergruppe eine Zulage von 22 g Formaldehyd-behandeltem N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Calcium (HMM-Ca) pro Tag verabreicht wurde (Tabelle 1).

Die verwendeten Graskonserven stammten aus dem gleichen, im frühen Wachstumsstadium geernteten Feldgrasbestand und waren am selben Tag geschnitten worden. Als Kraftfutter kam eine getreidereiche Mischung zum Einsatz (Tabelle 2).

Tabelle 2: Zusammensetzung der Kraftfuttermischung

	Gewichtsanteile (%)
Weizen	30
Sojaextraktionsschrot	27
Trockenschnitzel	18
Gerste	13
Hafer	8
Sojaöl	2
Mineralstoffmischung	2

Die Kraftfütterzuteilung erfolgte leistungsabhängig (1 kg KF-TM = 2,06 kg FCM, 4% Fett); einmal wöchentlich wurde eine Anpassung der Kraftfuttermenge an die Milchleistung der Vorwoche vorgenommen. Die tägliche Kraftfuttermenge wurde in drei gleich große Portionen aufgeteilt und um 6.00 Uhr, 10.00 Uhr und 14.00 Uhr verfüttert, die Grassilageportion wurde zur Hälfte um 6.00 Uhr, die andere Hälfte um 14.00 Uhr vorgelegt. Die Zulage von N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Ca erfolgte im Austausch gegen 1% Weizen in der Kraftfuttermischung. Von diesem Kraftfutter erhielten die Kühe der HMM-Ca - supplementierten Gruppen 2,20 kg pro Tag, entsprechend einer Methioninzulage von 15,0 g pro Tier und Tag.

Nach dem Kalben erhielten alle Kühe als Grundfutter zunächst eine Grassilagemischung, die (auf Trockenmasse bezogen) zu gleichen Teilen aus Vorwelk- und Naß-Silage bestand. In der vierten Laktationswoche wurden die Tiere in Abhängigkeit ihrer Milchleistung den vier Versuchsgruppen zugeordnet. Durch die Zuordnung der Kühe nach ihrem Abkalbetermin war Zeitgleichheit zwischen den Gruppen gegeben.

Die Versuchsdauer betrug - vom Zeitpunkt der Gruppenzuordnung gerechnet - 84 Tage. Im Verlauf der Untersuchung fielen zwei Tiere wegen Sprunggelenkentzündung bzw. Masti-

tis aus, so daß in der Versuchsgruppe Naßsilage mit HMM-Ca-Zulage nur 10 Tiere für die Auswertung herangezogen werden konnten.

Die Haltung der Kühe erfolgte im Anbindestall mit Einzel- fütterung; die Ermittlung der Futteraufnahme erfolgte täglich. Waren Futterreste zu verzeichnen, wurden diese jeweils vor der Morgenfütterung quantitativ erfaßt. Zur Ermittlung der Körpermasseentwicklung wurden die Tiere an zwei aufeinanderfolgenden Tagen zu Beginn und am Ende des Versuchs, sowie im 28-tägigem Turnus während des Versuchs zu festgelegten Zeiten gewogen.

2.2 Methodik

Die Rohrnährstoffgehalte in den Futtermitteln wurden nach dem Weender Verfahren ermittelt, wobei die Grassilagen (bei täglicher Probennahme) wöchentlich als Sammelprobe zur Untersuchung gelangten. Die Bestimmung des Trockenmassegehaltes in den Silagen erfolgte täglich über Ofentrocknung (105°C), wobei eine Korrektur um flüchtige Bestandteile nach Z i m m e r (1961) vorgenommen wurde.

Die Verdaulichkeit der Rohrnährstoffe in den Silagen wurde im Hammelversuch bestimmt, diejenige des Kraftfutters aus den Verdaulichkeitswerten der Einzelkomponenten errechnet (D L G , 1982). Die Berechnung der Energiegehalte in den Futtermitteln bzw. in den Rationen erfolgte nach den Vorschlägen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere (DLG, 1986).

Die Milchleistung sowie die Bestimmung der Milchinhaltstoffe wurden dreimal wöchentlich, getrennt nach Abend- und Morgengemelk, ermittelt; die Fett-, Eiweiß- und Laktosebestimmung erfolgte mittels eines automatischen Milchanaly- sators (Mini-IRMA, Grubb Parson, Newcastle).

Für die Bestimmung der Gehalte an freien Aminosäuren (Methionin), Glukose, Harnstoff, freien Fettsäuren und der Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) im Blutplasma sowie von β - Hydroxybutyrat im Vollblut wurden den Kühen in wöchentlichem Abstand Blutproben aus der Vena jugularis entnommen. Die Blutentnahme erfolgte jeweils um 7.00 Uhr, nach dem Melken, vor dem Füttern. Für die Gewinnung von Plasmaproben wurde das Blut sofort nach der Entnahme mit 1550 g in der Kühlzentrifuge 20 Minuten lang bei 4°C zentrifugiert, das Plasma abgetrennt und bis zur Analyse bei -20°C aufbewahrt.

Tabelle 3: Mittlere Rohnährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel

	Grassilage vorgewelkt	Grassilage naß	Kraftfutter- mischung
Trockenmasse (%)	45,41	22,65	88,50
In der Trockenmasse:			
Org. Substanz ¹⁾ (g/kg)	881	879	943
Rohprotein (g/kg)	131	113	214
Rohfett (g/kg)	42	45	36
Rohfaser (g/kg)	293	299	74
NfE (g/kg)	415	422	619
Verdaulichkeit der org. Substanz ²⁾ (%)	70,45 ±,69	74,44 ±,57	---
Energiegehalt: NEL (MJ/kg TM)	5,65	6,14	8,43
¹⁾ korrigiert um flüchtige Substanzen ²⁾ ermittelt im Hammelversuch			

Tabelle 4: Mittlere Aufnahme an Trockenmasse, Rohprotein und Energie

	Vorwelk-Silage		Naß-Silage	
	Kontrolle	HMM-Ca	Kontrolle	HMM-Ca
Tägliche Aufnahme:				
Trockenmasse				
Grassilage (kg)	9,09 ±,11	9,05 ±,13	8,97 ±,39	9,07 ±,39
Kraftfutter (kg)	7,17 ±2,32	7,40 ±1,49	7,55 ±1,85	7,42 ±1,61
gesamt (kg)	16,26	16,45	16,52	16,69
Rohprotein (g)	2722 ±370	2766 ±241	2626 ±269	2609 ±239
Methionin aus HMM-Ca-Zulage ¹⁾ (g)	-	14,9	-	14,9
Energie (MJ NEL)	111,8 ±19,2	113,5 ±11,9	118,2 ±14,8	118,2 ±12,2
¹⁾ 22,0 g HMM-Ca/Tag = 14,9 g DL-Methionin/Tag				

Tabelle 5: Mittlere Milchleistung, Gehalte an Milchinhaltsstoffen sowie Angaben zur Energieversorgung

	Vorwolk-Silage		Naß-Silage		Gesamt	
	Kontrolle	HMM-Ca	Kontrolle	HMM-Ca	Kontrolle	HMM-Ca
Leistung:						
Milch (kg/Tag)	25,9 ±6,1	25,7 ±3,5	26,4 ±4,7	25,8 ±4,1	26,2 ±5,3	25,7 ±3,7
Fett (%)	3,67 ±,20	3,70 ±,26	3,75 ±,39	3,80 ±,31	3,71 ±,30	3,74 ±,28
FCM, 4% Fett (kg/Tag)	24,6	24,4	25,4	25,1	25,0	24,7
Eiweiß (%)	2,87 ±,12	2,88 ±,16	2,84 ±,16	2,94 ±,13	2,86 ±,14	2,91 ±,15
Laktose (%)	4,62 ±,20	4,57 ±,23	4,62 ±,21	4,61 ±,21	4,62 ±,21	4,59 ±,21
Energieversorgung:						
NEL-Aufnahme in % des NEL-Bedarfs	100,5	101,8	103,7	104,2	102,1	103,0
Körpermasse zu Versuchsbeginn (kg)	552,1	579,8	568,0	564,7	560,3	573,0
KM-Veränderung (g/Tag)	+ 49	+ 44	+ 86	- 141	+ 68	- 49

Die Bestimmung des freien Methionins im Blutplasma erfolgte mittels Säulenchromatographie (Biotronic LC 2000) nach Euteiweißen durch Ultrazentrifugation im Lithiumcitrat-Programm, 5-Puffer-System mit Dc 4 A-Harz. Glukose, Harnstoff und GOT wurden nach Testverfahren der Fa. Boehringer, Mannheim, an einem LKB 2086 Ultralab-System ermittelt. Glukose wurde dabei nach der Hexokinase-Methode, GOT nach der optimierten Standardmethode bestimmt. Die Ermittlung des Harnstoffgehaltes im Blutplasma wurde mittels enzymatischem UV-Test auf kinetischer Basis vorgenommen. Die Bestimmung der freien Fettsäuren im Plasma erfolgte nach ihrer Veresterung (Grunert, 1975) gaschromatographisch am Hewlett Packard 5700 A in Glaskolonnen mit 4 mm Innendurchmesser. Als Kolonnenfüllung diente Chromosorb WAW 80-100 mesh mit 10% DEGS bei konstanter Kolonnentemperatur von 190°C. β -Hydroxybutyrat wurde nach Euteiweißung mit Hilfe eines enzymatischen UV-Tests (Fa. Boehringer) im Vollblut nach einer modifizierten Methode von Bergmeyer und Bernd (1965) ermittelt.

3 Versuchsergebnisse

3.1 Rohnährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel

Die mittleren Rohnährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Wie zu erwarten, bestanden zwischen den beiden Silagetypen hinsichtlich ihrer Gehalte an Rohnährstoffen keine Unterschiede. Der Energiegehalt der Naß-Silage war aufgrund einer verbesserten Verdaulichkeit der organischen Substanz höher als der im vorgewelkten Material. Für die getreidereichere Kraftfuttermischung wurde ein mittlerer Energiegehalt von 8,43 MJ NEL pro kg Trockenmasse ermittelt.

3.2 Futteraufnahme und Milchleistung

Angaben über die mittlere tägliche Aufnahme an Trocken-

masse, Rohprotein und Energie während der 84tägigen Versuchsperiode sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Wie bei der Versuchsplanung angestrebt, verzehrten die Tiere in allen Versuchsgruppen konstante Mengen an Silagetrockenmasse. Trotz leistungsabhängiger Kraftfuttermittellieferung der Tiere bestanden hinsichtlich der Gesamttrockenmasseaufnahme zwischen den vier Versuchsgruppen keine Unterschiede. Der Gehalt an Rohprotein in der Trockenmasse der Gesamtration belief sich im Mittel aller Rationen auf 16,3 %. Die Zulage von 22 g HMM-Ca/Tag - entsprechend 14,9 g DL-Methionin und einem Rohproteinäquivalent von 93 g XP pro Tier und Tag - erhöhte den Rohproteingehalt in den Rationen der supplementierten Gruppen rechnerisch auf 16,8 %. Bei gleicher Aufnahme an Trockenmasse bestanden auch hinsichtlich der Aufnahme an Nettoenergie zwischen den HMM-Ca - supplementierten Gruppen und ihren jeweiligen Kontrollgruppen keine Unterschiede.

Tabelle 5 gibt Auskunft über die mittlere Milchleistung, die Gehalte an Milchinhaltsstoffen und enthält Angaben zur Energieversorgung und über die Körpermasseentwicklung der Kühe.

Zwischen den Versuchsgruppen bestanden hinsichtlich der Milchmenge und den Gehaltswerten der Milchinhaltsstoffe Fett, Eiweiß und Laktose keine Unterschiede. Die varianzanalytische Auswertung der Versuchsdaten ergab, daß weder die HMM-Ca-Zulage noch die unterschiedlichen Grundfüttertypen die Merkmale der Milchleistung zu beeinflussen vermochten. Der auffallend niedrige Milcheiweißgehalt der Tiere war nicht Folge der Fütterung bzw. Rationsgestaltung, sondern lag in der spezifischen genetischen Konstellation der Versuchsherde begründet.

Es ist hervorzuheben, daß der Energiebedarf der Kühe im Mittel der 84tägigen Versuchsperiode in allen Fällen gedeckt war. In diesem Zusammenhang läßt sich allerdings gegenwärtig nicht erklären, warum die auf Basis von Naß-Silage gefütterten und mit HMM-Ca supplementierten Tiere im Gegensatz

Tabelle 6: Angaben über die Gehalte an freiem Methionin im Blutplasma

	Kontrolle	HMM-Ca
Methionin im Blutplasma (mg/100 g):		
4. Laktationswoche	0,212 ±,078	0,249 ±,110
8. Laktationswoche	0,246 ±,046	0,236 ±,079
12. Laktationswoche	0,279 ±,063	0,269 ±,057

zu allen anderen Versuchsgruppen mit einem Verlust ihrer Körpermasse reagierten.

3.3 Methioningehalte im Blutplasma

Angaben über die Gehalte an freiem Methionin im Blutplasma sind in Tabelle 6 aufgeführt.

In keiner Versuchsphase führte eine Zulage von 22 g HMM-Ca pro Tier und Tag zu Veränderungen in den Gehaltswerten an freiem Methionin verglichen mit den Tieren der Kontrollgruppe. Zwischen den Tieren bestehende Unterschiede im Gehalt an Methionin erwiesen sich dabei als unabhängig von der Höhe der Milchleistung. Mit der Supplementierung der Rationen wurde im Mittel am 32. Laktationstag (+ 9,8) begonnen. Insgesamt erscheint das Niveau der ermittelten Werte als relativ niedrig, wobei allerdings auf die Tatsache zu verweisen ist, daß die Blutentnahme ca. 12 Stunden nach Verabreichung der letzten von täglich drei HMM-Ca - Teilgaben über das Kraftfutter erfolgte.

3.4 Freie Fettsäuren im Blutplasma

Als Hilfe für die Beurteilung von Veränderungen im physiologischen Status der Tiere während der Versuchsperiode einerseits und zur Überprüfung der Hypothese einer potentiell antiketogenen Wirkung von intermediär verfügbaren Methionin-Zulagen andererseits, sind die relativen Verteilungsmuster der freien Fettsäuren im Blutplasma in Abbildung 1 dargestellt.

Dabei wurden folgende Gruppenbildung vorgenommen:

Abbildung 1: Einfluß einer HMM-Ca-Zulage auf die relativen Verteilungsmuster freier Fettsäuren im Blutplasma

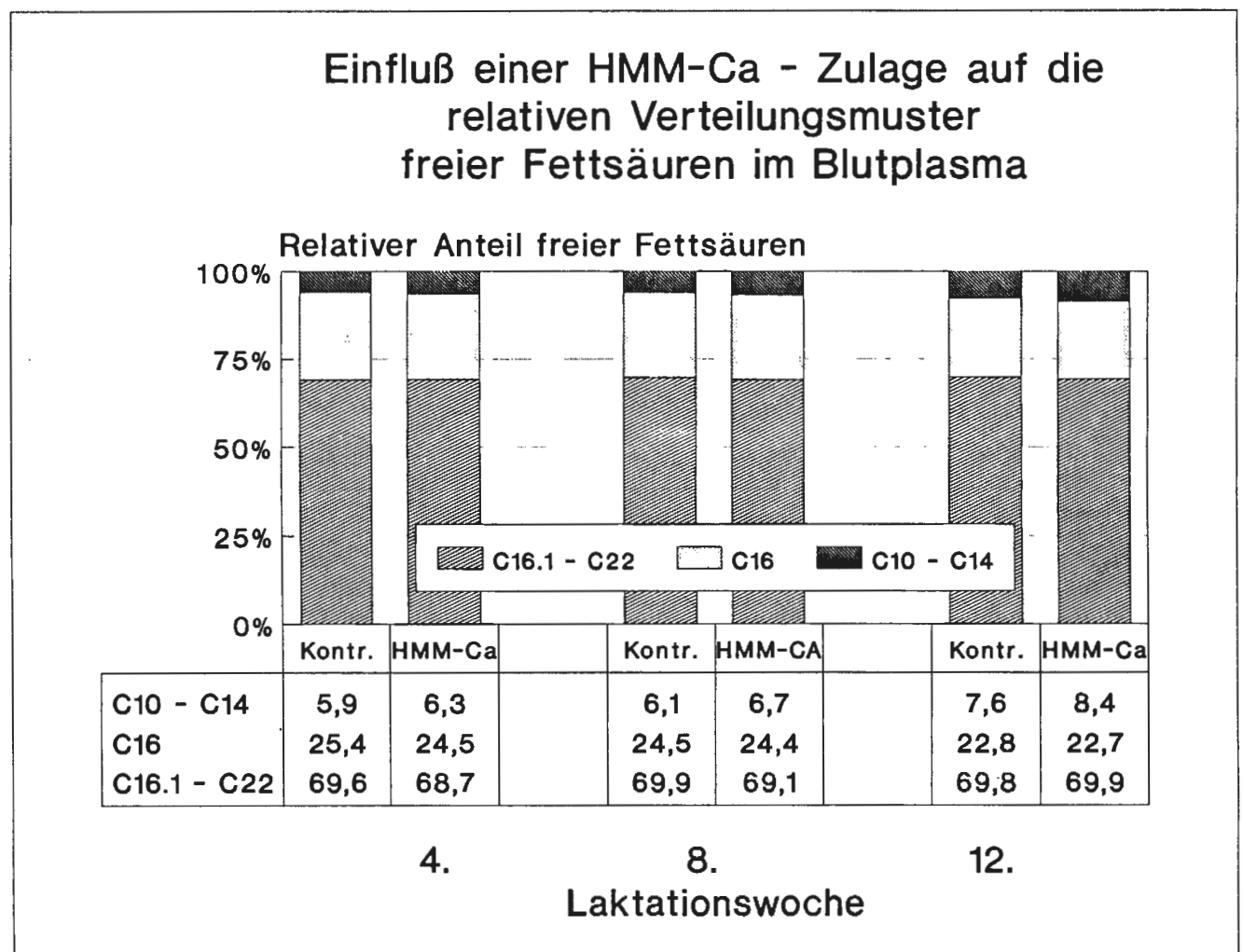
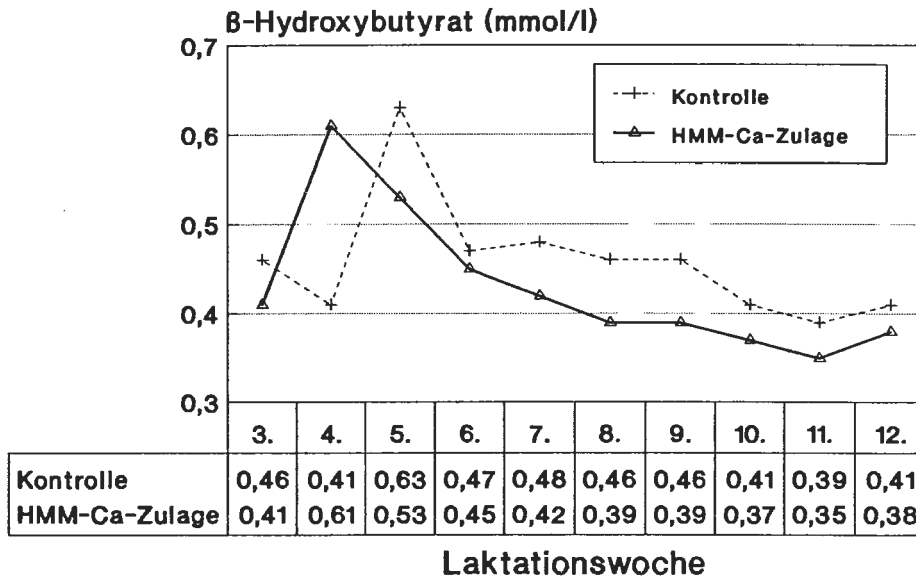


Abbildung 2: **Einfluß einer HMM-Ca-Zulage auf die Gehalte an β -Hydroxybutyrat im Blut während der ersten Wochen post partum**
Einfluß einer HMM-Ca-Zulage auf die Gehalte an Glukose im Blutplasma während der ersten Wochen der Laktation

Einfluß einer HMM-Ca - Zulage auf die Gehalte an β -Hydroxybutyrat im Blut während der ersten Wochen post partum



Einfluß einer HMM-Ca - Zulage auf die Gehalte an Glukose im Blutplasma während der ersten Wochen der Laktation

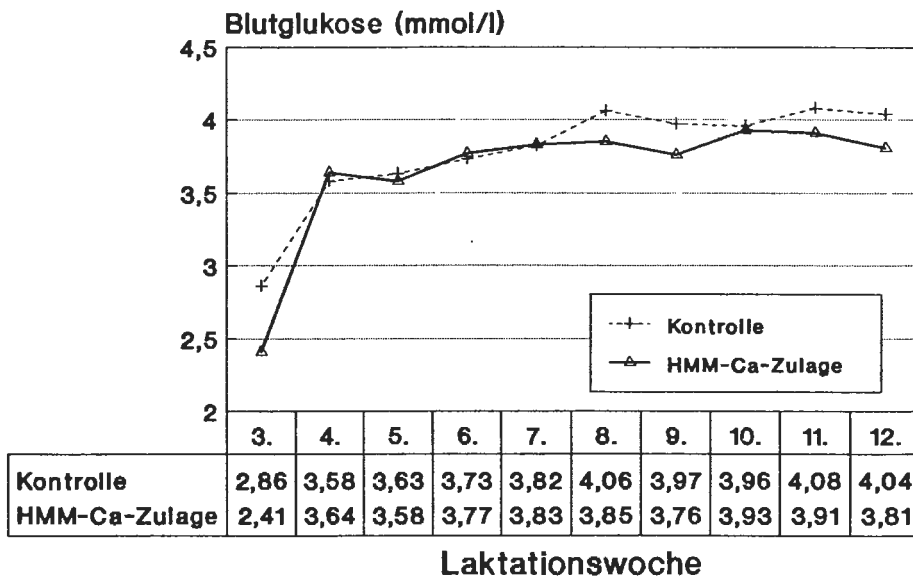
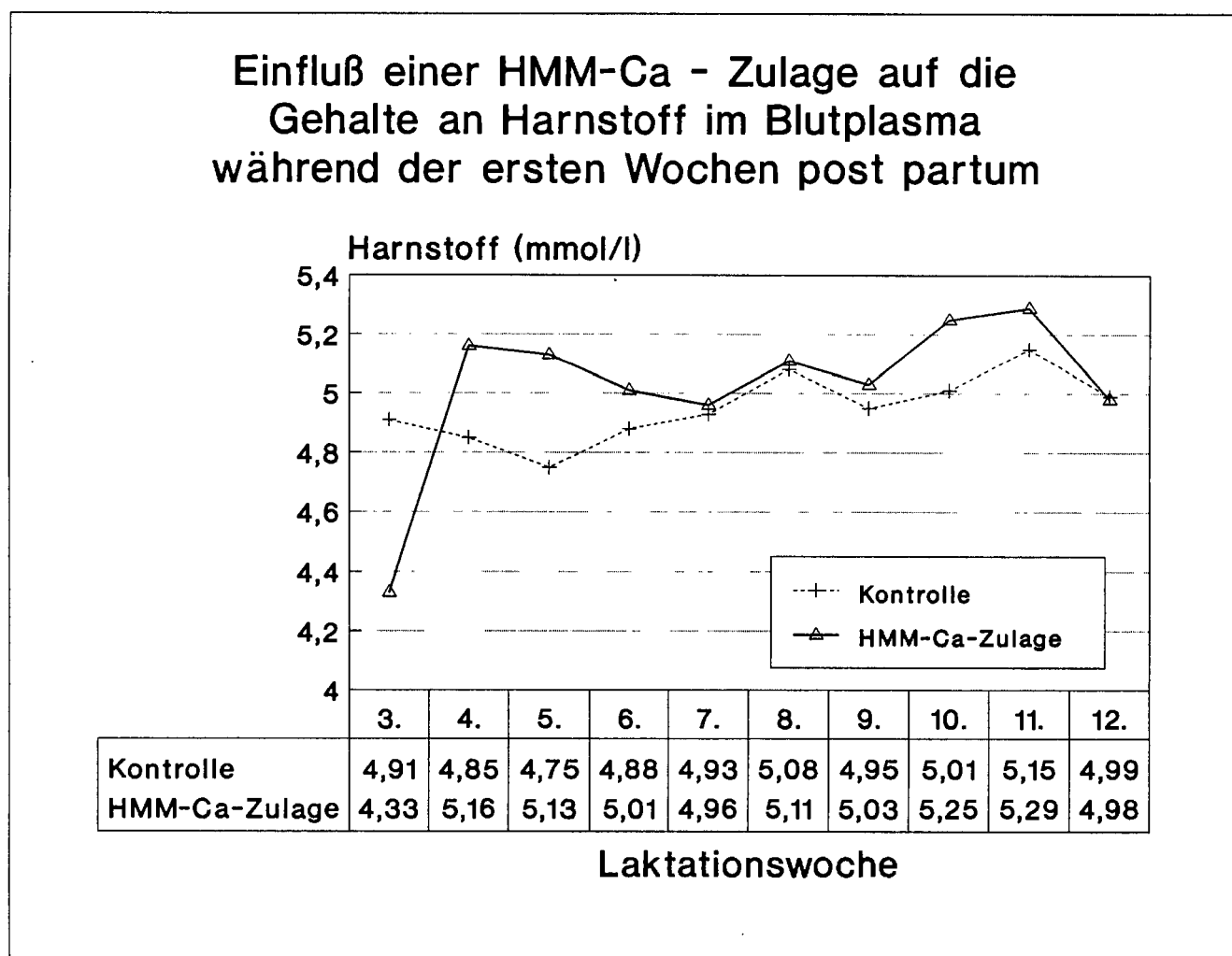


Abbildung 3: Einfluß einer HMM-Ca-Zulage auf die Gehalte an Harnstoff im Blutplasma während der ersten Wochen post partum.



Σ C10 (Caprinsäure) bis einschließlich C14 (Myristinsäure) als Repräsentanten der im wesentlichen aus der de novo-Synthese stammenden Fettsäuren, C16 (Palmitinsäure) als indeterminate und Σ C16.1 (Palmitoleinsäure) bis C22 (Behensäure) als Vertreter der zu großen Anteilen aus dem Depotfett mobilisierten, präformierten Fettsäuren. Es zeigte sich, daß die Fettsäurenfraktion C16.1 bis C22 in beiden Versuchsgruppen einen konstanten und vom Laktationsstand unabhängigen Anteil von jeweils 70% an den gesamten freien Fettsäuren im Blutplasma ausmachte. Demgegenüber belief sich der relative Anteil der Gruppe C10 bis C14 auf nur 6% bis 8%, wobei für die HMM-Ca - supplementierte Gruppe in der Tendenz höhere Anteile ermittelt wurden. Der Palmitinsäureanteil zeigte für beide Gruppen die gleiche Größenordnung.

3.5 Gehalte an β -Hydroxybutyrat, Glukose, Harnstoff im Blut bzw. Blutplasma

Die Gehalte an β -Hydroxybutyrat im Blut und Glukose im Blutplasma wiesen zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auf (Abbildung 2) und lagen in allen Versuchsabschnitten im Normalbereich.

Sowohl die Kurvenverläufe als auch die absolute Höhe der

Blutwerte deuten auf eine weitgehend ausgeglichene Stoffwechsellage als Folge einer bedarfs- und leistungsgerechten Energie- und Nährstoffversorgung der Kühe während der gesamten Versuchsperiode hin. Das insgesamt relativ niedrige Niveau der Plasmaglukosewerte im frühen Stadium der Laktation findet seine Begründung in der stark ansteigenden Milchleistung und ist Ausdruck der daraus resultierenden hohen, physiologisch jedoch unbedenklichen Belastung des Energiestoffwechsels.

Analog zu der Auswirkung einer bedarfsgerechten Energiezufuhr auf die Glukose- bzw. Ketonkörperkonzentrationen im Blut resultierten aus der normgerechten Proteinversorgung der Kühe auch niedrige Werte hinsichtlich des Blutharnstoffgehaltes (Abbildung 3).

Wie zu erwarten, gab es auch hier keine gesicherten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.

4 Diskussion

Die tägliche Zulage von 22 g HMM-Ca bzw. 15 g DL-Methionin führte im vorliegenden Versuch bei leistungsgerecht ernährten Kühen weder zu einer Verbesserung der

Tabelle 7: Kalkulation der Methioninversorgung während der ersten 28 Tage der Versuchsperiode

	Kontrolle	HMM-Ca
Tägliche Aufnahme:		
Trockenmasse, kg	17,01	17,36
Rohprotein, g	2808	2875
Methionin, g	38,3	39,5
aus HMM-Ca-Zulage ¹⁾ , g	--	(14,9)
Energie, MJ ME	194,94	199,30
Leistung:		
FCM (4%), kg	27,01	27,37
Eiweiß, g	807	834
Rohprotein am Duodenum:		
Unabgebautes Futterprotein ²⁾ , g	655	672
Mikrobenrohprotein ³⁾ , g	2020	2064
Nutzbares Rohprotein, g	2723	2788
Rohprotein-Bedarf, g	2558	2589
"Überschuß", g	165	199
Methionin am Duodenum:		
Unabgebautes Futter-Methionin, g	9,2	9,5
Methionin aus Mikroben ⁴⁾ , g	33,9	34,7
Nutzbares Methionin, g	43,1	44,2
Bedarf für Milchbildung ⁵⁾ , g		
90% Absorption	29,8	30,7
80% Absorption	33,4	34,5
verbleibt für "Erhaltung", g		
90% Absorption	13,3	13,5
80% Absorption	9,7	9,7
Bedarf für "Erhaltung" ⁶⁾ , g	4,2	4,3
1) In Kalkulation nicht einbezogen		
2) Abbaubarkeit der Einzelkomponenten berechnet nach DLG (1986)		
3) MN (g/d) = 1.62 ME (MJ/d) + 7.4 (Rohr et al., 1987)		
4) Essentielle AS = 0.48 x Mikrobenrohprotein (ARC, 1984)		
Methionin = 0.05 x essentielle AS (ARC, 1984)		
5) Essentielle AS = 0.53 x Milchprotein (ARC, 1984)		
Verwertung des absorbierten Methionin = 0.80 (DLG, 1986)		
6) Kuh, 550 kg LM=4,1 g metab. Methionin (Burroughs et al., 1975)		

Milchmengenleistung noch zu veränderten Gehaltswerten bei den Milchhaltsstoffen. Auch in den Untersuchungen von Burgstaller et al. (1983a), Doil und Harmeyer (1987) sowie Spiekers (1988) waren bei energetisch aus-

reichend versorgten Tieren keine Effekte einer Methioninzulage auf die Milchmenge zu beobachten.

Berichte von einer tendenziellen Steigerung des Milchfette-

haltes nach Supplementierung mit HMM-Ca (Kenna und Schwab, 1981; Leibetseder et al., 1985; Günther und Hagen, 1987) konnten durch die vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden. Es bleibt zu prüfen, ob die Ursachen für die in der Literatur beschriebenen milchfettsteigernden Effekte in Verschiebungen der Grundfutteranteile zwischen den Kontrollrationen und den Zulagen-Gruppen liegen, oder auf einer direkten Wirkung des supplementierten Methionins beruhen. Bekannt ist, daß neben der Höhe der Kraftfutttergabe vor allem das Kraftfutter/Grundfutter-Verhältnis der Futterration nachhaltigen Einfluß auf die Höhe des Milchfettgehaltes ausübt. In der vorliegenden Untersuchung beliefen sich die Grundfutter- bzw. Rohfaseranteile an der Trockenmasse der Gesamtration im Mittel aller Versuchsgruppen und Grundfutttertypen auf 55% bzw. 20%, was mit Blick auf die Anforderungen an eine wiederkäuergerechte Rationsgestaltung als optimal anzusehen ist.

Ob in der vorliegenden Untersuchung eine Zulage von HMM-Ca die intermediäre Verfügbarkeit von Methionin nachhaltig zu steigern vermochte, kann bei der angewandten Methodik nicht beurteilt werden. Die Gehalte an freiem Methionin im Blutplasma wiesen keine Unterschiede zwischen den supplementierten Tieren und den Kühen der Kontrollgruppe auf. Es gilt in diesem Zusammenhang jedoch zu bedenken, daß die Blutentnahmen ca. 12 Stunden nach Verabreichung der letzten von täglich drei Teilgaben erfolgte und somit eine konstante Aufnahme des Methionins aus der Zulage nicht zu erwarten war. Die hohen Streuungen der Gehaltswerte von freiem Methionin weisen zudem auf große tierindividuelle Unterschiede hin. Folgt man dem Vorschlag von Ayode et al. (1982) und ersetzt die Plasmawerte an freiem Methionin durch den Quotienten der Konzentrationen von Methionin und Valin, so wurde die Streuung der Methioningehalte nur geringfügig gegenüber den absoluten Plasmawerten eingeschränkt.

Bei der Diskussion um mögliche intermediäre Wirkungsmechanismen einer Methioninzulage steht die Bedeutung des Methionins für eine verbesserte Lipoprotein-Syntheseleistung in der Leber im Vordergrund. Die bei verstärkter Lipolyse vermehrt gebildeten freien Fettsäuren sollen unter dem Einfluß der Zulage in der Leber schneller gebunden und zur Peripherie transportiert werden (McCarthy et al., 1968, Doil und Harmeyer, 1987), wo sie dann für die Synthese von Milchfett verfügbar wären. Weder bei den Milchfettgehalten, noch aufgrund der Analyse der Verteilungsmuster der freien Fettsäuren im Blutplasma, zeigten sich in den vorliegenden Ergebnissen Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Gleichzeitig lagen die Werte der Konzentrationen an β -Hydroxybutyrat und Blutglukose selbst in der Laktationsspitze im Normalbereich. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Burgstaller et al. (1983b) und Spiekers (1988) scheint es somit gerechtfertigt zu schlußfolgern, daß eine HMM-Ca-Zulage solange keine positive Wirkung hinsichtlich einer verbesserten Stoffwechsellanpassung der Tiere an die Bedingungen der Hochlaktation hervorrufen kann, wie die Energieversorgung der Kühe den Empfehlungen des Ausschusses für Bedarfsnormen (DLG, 1986) entspricht.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen zwei mögliche Ursachen für das Fehlen einer Wirkung von Methioninzulagen erkennen. Zum einen könnte der Schutz des Produktes vor mikrobieller Hydrolyse unzureichend sein, was zu einer hohen Abbaurate beim Methionin in den Vormägen führt und zum anderen könnte das Methionin nicht limitierend für die Milchbildung sein. Über die Höhe des intraruminalen Abbaus von HMM-Ca liegen nur indirekt Informationen vor.

So wird oftmals aus einem Anstieg der Gehaltswerte im Blutplasma nach HMM-Ca-Zulage auf eine relativ günstige ruminale Schutzwirkung geschlossen. Aufgrund unserer Untersuchungen kann die Frage nach der Abbaubarkeit des Produktes nicht beantwortet werden.

In welchem Umfang der Methioninbedarf der Kühe durch die am Duodenum verfügbaren Methioninmengen gedeckt werden konnte, soll mittels einer Modellkalkulation aufgezeigt werden. Die Kalkulation wird für den Zeitraum der ersten 28 Tage der Versuchsperiode, also zur Zeit der höchsten Milchleistung durchgeführt (Tab. 7).

Das nutzbare Rohprotein am Duodenum bzw. der Rohprotein-Bedarf am Dünndarm wurde nach den Vorschlägen des Ausschusses für Bedarfsnormen (DLG, 1986) errechnet. Es zeigte sich, daß der Bedarf an Rohprotein aufgrund der normgerechten Energie- und Proteinversorgung der Kühe bei allen Versuchsgruppen gedeckt war. In Analogie dazu ergab sich auch bei der Berechnung der Anflutung von Methionin am Duodenum für beide Gruppen eine ausreichende Aminosäurenversorgung. Aus der Kalkulation kann geschlossen werden, daß eine bedarfsdeckende Versorgung der Kühe mit Methionin auch ohne HMM-Ca-Zulage gegeben war.

5 Zusammenfassung

Der Einfluß von N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Ca (HMM-Ca) auf Merkmale der Milchleistung und ketoserelevante Blutparameter wurde bei Milchkühen während der ersten 16 Wochen der Laktation geprüft.

Zwei Gruppen von jeweils 24 Tieren erhielten als Grundfutter entweder konstante Mengen an Vorweik-Grassilage oder Naßsilage (auf Trockenmasse bezogen). Jeweils 12 Tieren einer jeden Grundfuttergruppe wurde eine Zulage von täglich 22 g Formaldehyd-behandeltes HMM-Ca, entsprechend 15 g DL-Methionin verabreicht. Als Kraftfutter kam eine getreidereiche Mischung zum Einsatz, die Kraftfuttterzuteilung erfolgte leistungsabhängig. Neben der Ermittlung der Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltstoffe wurden die Gehalte an freiem Methionin, freien Fettsäuren, β -Hydroxybutyrat, Glukose und Harnstoff im Blut bzw. Blutplasma bestimmt.

Es zeigte sich, daß bei bedarfsgerechter Energiezufuhr und normgerechter Proteinversorgung der Tiere weder der Grundfutttertyp noch die Methioninzulage einen Einfluß auf die Merkmale der Milchleistung ausübte. Die mittlere Milchleistung der Methionin-supplementierten Tiere bzw. der Kontrollgruppe belief sich auf 24,7 kg bzw. 25,0 kg FCM pro Tier und Tag. Hinsichtlich der Gehaltswerte der Milchinhaltstoffe bestanden keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

Die Blutwerte lagen bei allen Versuchstieren im Normalbereich; zwischen den Versuchsgruppen zeigten sich keine Unterschiede. Weder in den Gehaltswerten der Blutparameter noch in dem Verlauf der Körpermasseentwicklung waren Anzeichen für eine anormale Stoffwechselbelastung oder übermäßige Mobilisierung von Depotfett zu erkennen.

Die Ergebnisse lassen erkennen, daß bei normgerechter Nährstoff- und Energieversorgung der Kühe und bei Verfütte-

zung qualitativ hochwertigen Grundfutters die intraruminale Synthese von Methionin bzw. Mikrobenprotein ausreicht, um in Kombination mit dem im Pansen nicht abgebauten Futterprotein den Rohprotein- bzw. Aminosäurebedarf hochleistender Milchkühe zu decken. Eine potentiell antiketogene Wirkung zusätzlich verabreichten Methionins konnte nicht beobachtet werden.

Effect of N-hydroxymethyl-DL-methionine-Ca (HMM-Ca) on milk yield and hematological parameters in lactating cows

The effect of N-hydroxymethyl-DL-methionine-Ca (HMM-Ca) on milk yield and several hematological parameters was tested in dairy cows during the first 16 weeks of lactation.

Two groups of 24 animals each received a basic diet of wilted or unwilted grass silage. 12 animals within each treatment received daily additionally 22 g formaldehyde treated HMM-Ca which is equivalent to 15 g DL-methionine. As concentrate a mixture with high proportion of grain was used. The amount of concentrate given was calculated according the measured milk yield. The following parameters were recorded during the experimental period: feed intake, milk yield, milk constituents and blood parameters in particular the contents of free methionine, β -hydroxybutyrate, free fatty acids, glucose and urea.

Neither the type of the basic diet nor the methionine supplement had any influence on milk yield provided that energy and protein supply were adequate to requirements. Similarly no difference could be found concerning milk constituents. No measurable effect of the methionine supplement could be recorded in all blood parameters measured.

The results indicate, that with adequate nutrient and energy supply and the use of high quality roughages the microbial protein synthesis or methionine synthesis in the rumen is sufficient to cover amino acid requirements of high yielding dairy cows.

Literatur

Agriculture Research Council (ARC): The nutrient requirements of ruminant livestock, Suppl. No. 1, Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984.

Ayoade, J.A., Buttery, P.J., Lewis, D.: Studies on methionine derivatives as possible source of protected methionine in ruminant rations. - J. Sci. Food Agric. 33 (1982), S. 949-956.

Bergén, W.G.: Free amino acids in blood of ruminants - physiological and nutritional regulation. - J. Anim. Sci. 49 (1979), S. 1577-1589.

Bergmeyer, H.H. und Berndt, E.: Enzymatische Bestimmung von Ketonkörpern im Blut. - Enzym. biol. clin. 5 (1965), S. 65-71.

Burgstaller, G., Zywczyk, H., Mogalle, H., Lindner, J.P.: Zum Einsatz von geschütztem Sojaprotein

und von N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Calcium in der Fütterung von hochleistenden Milchkühen. 1.Mitteilung: Futterverzehr und Milchleistung. - Züchtungskunde 55 (1983a), S. 275-288.

Burgstaller, G., Schuller, C., Zywczyk, H.: 2. Mitteilung: Harnstoff in der Milch und Blut, Blutglukose- und Bilirubingehalt sowie Leberenzymaktivitäten (GLDH, β -GT). - Züchtungskunde 55 (1983b), S. 289-298.

Burroughs, W., Nelson, D.K., Mertens, D.R.: Evaluation of protein nutrition by metabolizable protein and urea fermentation potential. - J. Dairy Sci. 58 (1975), S. 611-619.

Broderick, G.A.; Satter, L.D.; Harper, A.E.: Use of plasma amino acid concentration to identify limiting amino acids for milk production. - J. Dairy Sci. 57 (1974), S. 1015-1022.

Chalupa, W.: Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. - J. Dairy Sci. 58 (1975), S. 1198-1218.

Chandler, P.T., Polan, C.E.: Considerations in interpretations of serum amino acids in lactating dairy cows. - J. Dairy Sci. 55 (1972), S. 709.

Deutsche Landwirtschafts - Gesellschaft (DLG): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main (1982).

Deutsche Landwirtschafts - Gesellschaft (DLG), Ausschuss für Bedarfsnormen: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3, Milchkühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlag, Frankfurt/Main (1986).

De Vuyst, A., Vanbelle, M., Joassart, J.M., Baguette, A.: The effect of methionine hdroxyanalog supplementation of the diet on the concentration of ciliate protozoa in the rumen of sheep. - Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. 35 (1975), S. 316-321.

Doil, G. und Harmeyer, J.: Einfluß von N-hydroxymethyl-DL-methionin-Ca auf Milchleistung und ketoserelevante Blutparameter bei bedarfsgerecht und restriktiv gefütterten Milchkühen. - J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 57 (1987), S. 262-277.

Grunert, A.: Die mikroanalytische, selektive Bestimmung der unveresterten langkettigen Fettsäuren im Serum. - Z. klin. Chem. klin. Biochem. 13 (1975), S. 407-412.

Günther, K.D., Hagen, F.: Der Einfluß eines geschützten Methionin-Supplementes auf die Milchleistung. - Kraftfutter 70 (1987), S. 128-134.

Kaufmann, W. und Lüppling, W.: Protected proteins and protected amino acids for ruminants. - In: "Protein Contribution of Feedstuffs for Ruminants". Eds.: E.L. Miller, I.H. Pike, A.J.H. van Es, Butterworth, London, 1982, S. 36-75.

Kenna, T.M., Schwab, C.G.: Evaluation of N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Ca and Di-Hydroxymethyl-L-Lysine-Ca in a blended corn based ration for lactating cows. - J. Dairy Sci. 64 (1981), S. 775-781.

Leibetseder, J., Steinberger, H., Steinberger, A.: Einfluß von geschütztem Methionin

- auf einige Leistungsparameter von Milchkühen. - Wien. tierärztl. Mschr. 72 (1985), S. 377-386.
- Lundquist, R.G., Stern, M.D., Otterby, D.E., Linn, J.G.: Influence of methionine hydroxy analog and DL-methionine on rumen protozoa and volatile fatty acids. - J. Dairy Sci. 68 (1985), S. 3055-3058.
- Maeng, W.J., Baldwin, R.L.: Factors influencing rumen microbial growth rates and yields: Effect of amino acid additions to a purified diet with nitrogen from urea. - J. Dairy Sci. 59 (1976), S. 648-655.
- Maeng, W.J., Van Nevel, C.J., Baldwin, R.L., Morris, J.G.: Rumen microbial growth rates and yields: Effect of amino acids and protein. - J. Dairy Sci. 59 (1976), S. 68-79.
- McCarthy, R.D., Porter, G.A., Griel, L.C.: Bovine ketosis and depressed fat test in milk: A problem of methionine metabolism and serum lipoprotein aberration. - J. Dairy Sci. 51 (1968), S. 459-462.
- Oldham, J.D.: Aminosäurenbedarf bei hochleistenden Kühen. - Übers. Tierernähr. 10 (1982), S. 123-162.
- Patton, R.A., McCarthy, R.D., Griel, L.C.: Lipid synthesis by rumen microorganisms. II. Further characterization of the effects of methionine. - J. Dairy Sci. 53 (1970a), S. 460-465.
- Patton, R.A., McCarthy, R.D., Keske, L.G., Griel, L.C., Baumgardt, B.R.: Effect of feeding methionine hydroxy analog on the concentration of protozoa in the rumen of sheep. - J. Dairy Sci. 53 (1970b), S. 933-935.
- Polan, C.E., Chandler, P.T., Miller, C.N.: Methionine hydroxy analog: Varying levels for lactating cows. - J. Dairy Sci. 53 (1970), S. 607-610.
- Rohr, K.: Physiological aspects in the rumen in relation to the level of production in ruminants. - Arch. Anim. Nutr., Berlin 36 (1986), S. 182-192.
- Rohr, K., Brandt, M., Castrillo, O., Lebzien, P., Assmus, G.: Der Einfluß eines teilweisen Ersatzes von Futterprotein durch Harnstoff auf den Stickstoff- und Aminosäurefluß am Duodenum. - Landbauforschung Völkenrode 29 (1979), S. 32-40.
- Rohr, K., Lebzien, P., Schafft, H., Schulz, E.: Prediction of duodenal flow of non-ammonia nitrogen and amino acid nitrogen in dairy cows. - Livest. Prod. Sci. 14 (1986), S. 29-40.
- Rohr, K., Lebzien, P., Oslage, H.J.: Dietary effects on microbial nitrogen flow to the duodenum. - Rostocker Agrarwiss. Beitr. 18 (1987), S. 80-81.
- Salter, D.N., Daneshvar, K., Smith, R.H.: The origin of nitrogen incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein- and urea-containing diets. Br. J. Nutr. 41 (1979), S. 197-209.
- Schwab, C.G., Satter, L.D., Clay, A.B.: Response of lactating dairy cows to abomasal infusion of amino acids. - J. Dairy Sci. 59 (1976), S. 1254-1270.
- Spiekers, H.: Untersuchungen an Milchkühen über die Wirkung einer Zulage von "geschütztem" Methionin auf Milchleistung und einige Kenngrößen im Blut. - Diss. Hohe Landwirtschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität, Bonn (1988).
- Tamminga, S. und van Hellemond, K.K.: The protein requirements of dairy cattle and developments in the use of protein, essential amino acids and non-protein nitrogen in the feeding of dairy cattle. In: "Protein and Non-Protein-N for Ruminants", Ed.: FAO/ECE, Pergamon Press, Oxford (1977), S. 9-31.
- Zimmer, E.: Bei der Trocknung von Gärfutterproben auftretende Verluste an flüchtigen Stoffen. - Futterkonservierung 7 (1961), S. 99-104.
- Verfasser: Schafft, Helmut, Dr. sc. agr, Institut für Tierproduktion, Technische Universität Berlin; Faries, Eberhard, Prof. Dr. agr., Institut für Tierzucht und Tierverhalten, Daenicke, Reinhard, Wiss. Dir., Dr. sc. agr. und Rohr, Klaus, Prof. Dr. agr. Dr. habil., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), komm. Leiter: Prof. Dr. Ernst Zimmer.