

Einfluss verschiedener Fütterungsstrategien (getrennte Vorlage, TMR) auf die Fermentationsbedingungen und Umsetzungen im Pansen von Milchkühen

Ulrike Borchert¹, Peter Lebzien¹, Anja Böning¹ und Gerhard Flachowsky¹

Zusammenfassung

Im Vergleich zur separaten Fütterung von Grund- (GF) und Kraftfutter (KF) soll die Futtervorlage in Form einer Totalen Mischration (TMR) zu einem gleichmäßigeren Nährstoffangebot und somit zu stabileren Fermentationsbedingungen im Pansen der Milchkuh führen. Die durchgeführte Untersuchung sollte einen Beitrag zu dieser Diskussion liefern.

Für den Versuch standen 7 laktierende am Pansen und Duodenum fistulierte Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein zur Verfügung. Der Versuch setzte sich aus vier aufeinander folgende Perioden von jeweils vier Wochen zusammen: Die Wochen 1 und 2 der jeweiligen Periode dienten der Adaptation an die Futtervorlage. In der dritten und vierten Woche wurden Pansen- bzw. Darmsaft gesammelt. Die Ration bestand auf T-Basis zu 30 % aus Maissilage, zu 20 % aus Grassilage und zu 50 % aus Kraftfutter. Alle Kühe erhielten die gleiche Ration in Bezug auf Zusammensetzung und Menge. Die Ration wurde den Milchkühen in drei verschiedenen Fütterungsstrategien vorgelegt. Zweimal täglich erhielten die Kühe mit Fütterungsstrategie A jeweils 7,8 kg TMR, mit B zweimal pro Tag zunächst 1,95 kg KF, 1 ½ h später 3,9 kg GF und 1 ½ h später abermals 1,95 kg KF. Mit Fütterungsstrategie C erhielten die Tiere zweimal pro Tag zunächst 3,9 kg GF und drei Stunden später 3,9 kg KF.

Zwischen den Fütterungsstrategien bestanden nur an einzelnen Probennahmezeitpunkten signifikante Differenzen hinsichtlich der Fermentationsbedingungen im Pansen. Diese spiegelten sich allerdings nicht im Nährstofffluss am Duodenum, in der ruminalen Nährstoffverdaulichkeit [OS: A (TMR): 46 %; B (1.KF): 43 %; C (1.GF): 47 %] sowie im Futterproteinabbau und der Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese [A (TMR): 8,4 g/MJ ME, 164 g/kg FOS; B (1.KF): 8,8 g/MJ ME, 178 g/kg FOS; C (1.GF): 8,2 g/MJ ME, 162 g/kg FOS] wider. Hinsichtlich dieser Parameter unterschieden sich weder der Einsatz der TMR von der getrennten Vorlage noch die Reihenfolge der Futtervorlage von Grund- und Kraftfutter signifikant.

Schlüsselwörter: Fütterungsstrategie, TMR, Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese

Abstract

Influence of different feeding strategies (separate feeding, TMR) on the fermentation conditions and metabolism in the rumen of dairy cows

As compared to feeding forage (F) and concentrates (CON) separately, the nutrient supply of dairy cows is discussed to be more consistent when a total mixed ration (TMR) is fed. This may result in improved fermentation conditions in the rumen. The objective of this study was to test this assumption.

7 lactating Holstein cows fitted with rumen and duodenal cannulae were used. The experiments comprised four periods, lasting 4 weeks each: weeks 1 and 2 were used to adapt the cows to the feeding strategy. In weeks 3 and 4 duodenal and rumen fluid were collected. The diet contained 30 % corn silage, 20 % grass silage and 50 % concentrates (dry matter basis). All cows received the same ration in components and amount. The ration was fed in three different feeding strategies. The cows fed by strategy A received two times daily 7.8 kg TMR, with strategy B two times daily 1.95 kg CON at first, 1.5 h later 3.9 kg F and 1.5 h later 1.95 kg CON again, with strategy C two times daily 3.9 kg F at first and three hours later 3.9 kg CON.

The different feeding strategies did affect the rumen fermentation conditions only at few sampling times significantly. Differences were not found concerning the flow of nutrients at the duodenum, the apparent ruminal digestibility of nutrients [OM: A (TMR): 46 %; B (1.KF): 43 %; C (1.GF): 47 %], the degradation of feed protein and the efficiency of microbial protein synthesis [A (TMR): 8,4 g/MJ ME, 164 g/kg FOM; B (1.KF): 8,8 g/MJ ME, 178 g/kg FOM; C (1.GF): 8,2 g/MJ ME, 162 g/kg FOM]. All these parameters did not show significant differences due to the feeding treatment. Significant effects in favour of TMR were not observed as compared to both separate feeding strategies.

Keywords: feeding strategy, TMR, rumen fermentation, microbial protein synthesis

¹ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig/Deutschland; Email: peter.lebzien@fal.de

1 Einleitung

Der Begriff der Fütterungsstrategie definiert sich in dieser Untersuchung vor allem über die Strategie des Einsatzes der Rationskomponenten Grund- und Kraftfutter. Im Wesentlichen ist damit die zeitliche Abfolge des Einsatzes von schnell fermentierbaren (Kraftfutter) und strukturwirksamen Kohlenhydraten (Grundfutter) gemeint.

Im Vergleich zur separaten Fütterung von Grund- und Kraftfutter soll die Futtervorlage in Form einer Totalen Mischration (TMR) zu einem gleichmäßigeren Nährstoffangebot und somit zu stabileren Fermentationsbedingungen im Pansen der Milchkühe führen. Mit der TMR erhalten die Milchkühe eine Ration mit sämtlichen Nährstoffen in einer ausbalanzierten Form und in einem gleichbleibenden Verhältnis von Grund- und Kraftfutter. Aus diesem Grunde werden der TMR Vorteile hinsichtlich verdauungsphysiologischer Eigenschaften nachgesagt. Jedoch wurden diese Vorteile bis jetzt nicht wissenschaftlich nachgewiesen.

Bei der Diskussion um die TMR spielen neben dem Einfluss auf die Fermentationsbedingungen auch arbeitswirtschaftliche Aspekte, eine bedarfsdeckende Versorgung der Tiere, die Milchleistung und die Gesundheit der Tiere eine Rolle. In Untersuchungen aus jüngster Zeit (Fischer, 2001; Maekawa et al., 2002; Yrjanen et al., 2003), die eine getrennte Vorlage mit einer TMR verglichen, konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fütterungsstrategien hinsichtlich der Milchleistung und der Milchhaltsstoffe festgestellt werden.

Inwieweit die TMR auf die Umsetzungen im Pansen - insbesondere auf die mikrobielle Proteinsynthese - Einfluss hat, war bisher nicht hinreichend geklärt. Die durchgeführte Untersuchung sollte einen Beitrag zu dieser Diskussion liefern.

2 Material und Methoden

Für die Untersuchung standen insgesamt 7 laktierende am Pansen und Duodenum fistulierte Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein (mittlere Lebendmasse (LM): 598 ± 27 kg; mittlere Milchleistung zu Versuchsbeginn im 2. Laktationsdrittel: 31,7 ± 3,6 kg /Tag) zur Verfügung. Der Versuch setzte sich aus vier direkt aufeinander folgende Perioden zusammen, die jeweils in vier Wochen untergliedert waren: Die Wochen 1 und 2 der jeweiligen Periode dienten der Adaptation an die Futtervorlage. In der dritten und vierten Woche jeder Periode wurden Pansensaft- (von je 5 Tieren) bzw. Darmsaftproben (von je 7 Tieren) entnommen. Die Ration bestand auf T-Basis aus 30 % Maissilage, 20 % Grassilage und 50 % Kraftfutter. Alle Kühe erhielten die gleiche Ration in Bezug auf Zusammensetzung und Menge. Die eingesetzte Ration wurde auf ihre Nährstoffgehalte nach den Vorschriften des VDLUFA-Methodenbuches

(Naumann et al., 1976) untersucht.

Die Ration wurde den Milchkühen in drei verschiedenen Fütterungsstrategien vorgelegt. Die Höhe der Futteraufnahme wurde für alle Kühe an das Tier mit der geringsten Aufnahme angepasst. Zweimal täglich erhielten die Kühe mit Fütterungsstrategie A jeweils 7,8 kg TMR, mit B zweimal täglich zunächst 1,95 kg KF, 1 ½ h später 3,9 kg GF und 1 ½ h später abermals 1,95 kg KF. Mit Fütterungsstrategie C erhielten die Tiere zweimal täglich zunächst 3,9 kg GF und drei Stunden später 3,9 kg KF (25 % Sojaextraktionsschrot, 20 % Gerste, 27 % Weizen, 24 % Trockenschnitzel, 2 % Sojaöl und 2 % vitaminisiertem Mineralfutter) (Tabelle 1).

Tabelle 1:
Futtervorlage mit den einzelnen Fütterungsstrategien

Fütterungsstrategie	05:30 Uhr	07:00 Uhr	08:30 Uhr	15:00 Uhr	16:30 Uhr	18:00 Uhr
A (TMR) (n = 7)	½ TMR			½ TMR		
B (1.KF) (n = 6)	¼ KF	½ GF	¼ KF	¼ KF	½ GF	¼ KF
C (1.GF) (n = 7)	½ GF		½ KF	½ GF		½ KF

Die Aufteilung der Milchkühe auf die 3 Fütterungsstrategien während der 4 Perioden ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2:
Aufteilung der Milchkühe auf die 3 Fütterungsstrategien während der 4 Perioden

Versuchsperiode	Fütterungsstrategie		
	A (n = 7)	B (n = 6 ¹)	C (n = 7)
1	Wolke*	Ambra, Elli	Walli, Fichte
2	Elli, Walli	Gerri	Urte, Wolke
3	Ambra, Fichte	Urte, Wolke	Gerri
4	Urte, Gerri	Walli,(Fichte) ¹	Ambra, Elli

* Namen der Versuchstiere
¹ "Fichte" wegen akuter Mastitis in Periode 4 ausgefallen

Die Pansensaftentnahme erfolgte aus arbeitstechnischen Gründen bei nur jeweils 5 der 7 Tiere pro Behandlung an einem Tag der 3. Versuchswoche über 6 Stunden zu 9 verschiedenen Zeitpunkten (0, 30, 60, 120, 180, 210, 240, 300 und 360 min. nach Beginn der Morgenfütterung). Nach der Nachmittagsfütterung wurden keine weiteren Proben gezogen da zu erwarten ist, dass eventuelle Unterschiede zwischen den Behandlungen zumindest teilweise durch die Fermentation von Futterresten von der Morgenfütterung überdeckt werden.

In jeder Probe wurden der pH-Wert sowie die Konzentration an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren bestimmt.

Die Darmsaftsammlung erfolgte bei 7 Tieren über 5 Tage der 4. Versuchswoche alle zwei Stunden. Die gewonnenen Proben eines Tages (06:00 Uhr bis 04:00 Uhr des folgenden Tages) wurden in einer 2 L Probenflasche gesammelt. In Weizenmehl verbackenes Cr₂O₃ wurde als Marker eingesetzt, um den Nährstofffluss am Duodenum berechnen zu können. Herstellung, Verabreichung und Bestimmung des Chrommarkers erfolgte in Anlehnung an Rohr et al. (1979). Der Anteil an Mikrobenprotein am Nicht-Ammoniak-Stickstoff im Darmsaft wurde nach Lebzien und Paul (1997) mit Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) bestimmt.

2.1 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogrammes SAS (Statistical Analysis System), Version 9.1. Zur Überprüfung der Signifikanz vorhandener Unterschiede zwischen den Fütterungsvarianten erfolgte eine einfaktorielle Varianzanalyse mit der GLM-Prozedur. Mittelwertvergleiche zwischen den Fütterungsvarianten wurden mittels Tukey-Test durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % (p ≤ 0,05) gewählt. Signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten wurden durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

3 Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt variierten die Rohnährstoffgehalte des Grundfutters zwischen den Versuchsperioden nur in geringem

Umfang. Das Gleiche gilt für die Rohnährstoffgehalte des in den vier Versuchsperioden eingesetzten Kraftfutters (Tabelle 3).

Tabelle 3:

Mittlere Rohnährstoff-, Stärke-, Zucker-, ADF- und NDF- Gehalte der eingesetzten Futtermittel über alle vier Versuchsperioden (n = 4)

Rohnährstoffgehalte	Grundfutter (60 % Maissilage, 40 % Grassilage)	Kraftfutter
Trockensubstanz (T) (g/kg)	320 ± 41	889 ± 6
Organische Substanz (g/kg T)	928 ± 12	951 ± 28
Rohprotein (g/kg T)	119 ± 7	207 ± 3
Rohfett (g/kg T)	33 ± 4	40 ± 3
Stärke (g/kg T)	163 ± 15	351 ± 16
Zucker (g/kg T)	11 ± 8	84 ± 5
Rohfaser (g/kg T)	258 ± 21	72 ± 3
Acid Detergent Fiber (ADF) (g/kg T)	280 ± 18	89 ± 6
Neutral Detergent Fibre (NDF) (g/kg T)	516 ± 20	217 ± 6

In Abbildung 1 ist der Verlauf des pH-Wertes im Pansen über 6 Stunden nach Fütterungsbeginn bei den drei Fütterungsstrategien dargestellt. Signifikante Unterschiede waren lediglich zu einem Zeitpunkt (180 min. nach Fütterungsbeginn) zwischen Fütterungsstrategie A (TMR) und C (1.GF) zu beobachten.

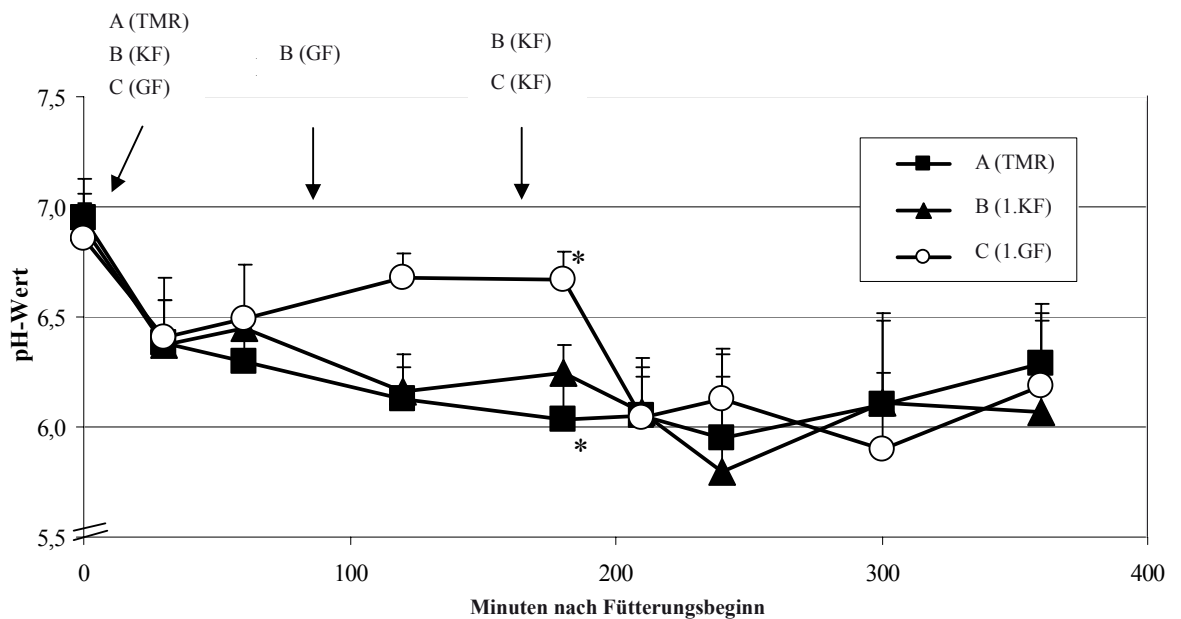


Abbildung 1:

pH-Wert im Pansen in den ersten 6 Stunden nach Beginn der Morgenfütterung bei den Fütterungsstrategien (n = 5), Pfeile kennzeichnen die Fütterungszeiten; * = signifikante Unterschiede.

Zu diesem Zeitpunkt lag der pH-Wert beim Einsatz der TMR (A) signifikant tiefer, als wenn zuerst Grundfutter gefüttert wurde (C). Es hatte jedoch weder die Reihenfolge der Grund- und Kraftfuttermvorlage noch das Mischen von Grund- und Kraftfutter einen signifikanten Einfluss auf den mittleren pH-Wert im Pansen (Tabelle 4). Die Untersuchung bestätigt Ergebnisse früherer Studien (Bargo et al., 2002; Maekawa et al., 2002), in denen sich die Fütterungsstrategien trotz zum Teil unterschiedlicher pH-Wert-Verläufe - über den gesamten Probeentnahmezeitraum gesehen - nicht signifikant auf den mittleren pH-Wert auswirkten.

Der Verlauf der Gesamtfettsäurenkonzentration im Pansen über den gesamten Probeentnahmezeitraum bei den drei Fütterungsstrategien ist in Abbildung 2 dargestellt. Er verlief der Tendenz nach, wie zu erwarten, entgegengesetzt zum pH-Wert -Verlauf (Abbildung 1), ohne diesen jedoch exakt im Detail widerzuspiegeln. So lag z.B. 120 min nach Fütterungsbeginn der pH-Wert bei Strategie C (1.GF) über dem bei Strategie B (1.KF), obwohl auch die Konzentration an Gesamtfettsäuren bei Strategie C (1.GF) tendenziell höher war. Dies ist nur durch Unterschiede in der Pufferkapazität zu erklären. Fütterungsstrategie A (TMR) wies zu keinem Zeitpunkt bezüglich der Gesamtfettsäurenkonzentration signifikante Unterschiede zu den Fütterungsstrategien B (1.KF) und C (1.GF) auf. Der Verlauf der Gesamtfettsäurenkonzentration der Fütterungsstrategie B (1.KF) verhielt sich entgegengesetzt zu dem bei Fütterungsstrategie C (1.GF). Wie zu erwarten stieg bei der Aufnahme des Kraftfutters die Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren im Pansensaft an, während die Verfüterung von Grundfutter einen Abfall der Gesamtfettsäurenkonzentration bei den

Fütterungsstrategien B (1.KF) und C (1.GF) bewirkte. Die Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren unterschied sich aber lediglich 180 min. nach Fütterungsbeginn signifikant zwischen Fütterungsstrategie B (1.KF) und C (1. GF).

Ein Effekt auf die mittlere Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren war nicht zu beobachten (Tabelle 4). Trotz unterschiedlicher Rationskomponenten und unterschiedlicher Grund- zu Kraftfuttermverhältnisse beobachteten auch Bargo et al. (2002) sowie McAllan et al. (1994) zwischen verschiedenen Fütterungsstrategien keine signifikanten Unterschiede in der mittleren Gesamtfettsäurenkonzentration.

Der Verlauf der Ammoniak (NH₃)-Konzentration im Pansensaft über die 6 Stunden nach Fütterungsbeginn bei den drei Fütterungsstrategien ist in Abbildung 3 dargestellt. Fütterungsstrategie A (TMR) und C (1.GF) unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt der Probenentnahme hinsichtlich der NH₃-Konzentration im Panssaft signifikant voneinander. Die NH₃-Konzentration bei Fütterungsstrategie B (1.KF) stieg im Gegensatz zu der bei den anderen beiden Fütterungsstrategien nur langsam an und erreichte ihren Höchstgehalt erst 180 min. (13,3 mmol/l) nach Fütterungsbeginn.

Bei der Verfüterung der stärkereicherer Rationskomponenten (Kraftfutter) als erstes (Fütterungsstrategie B (1.KF)) war eine geringere Konzentration an Ammoniak im Pansensaft gegenüber den anderen beiden Fütterungsstrategien während der ersten 120 min. nach Fütterungsbeginn zu beobachten. Mit der Fütterung des Grundfutters bei Fütterungsstrategie B (1.KF) (90 min. nach Fütterungsbeginn) erhöhte sich die Ammoniak-Konzentration im Pansensaft und glich sich dem Niveau der Fütterungs-

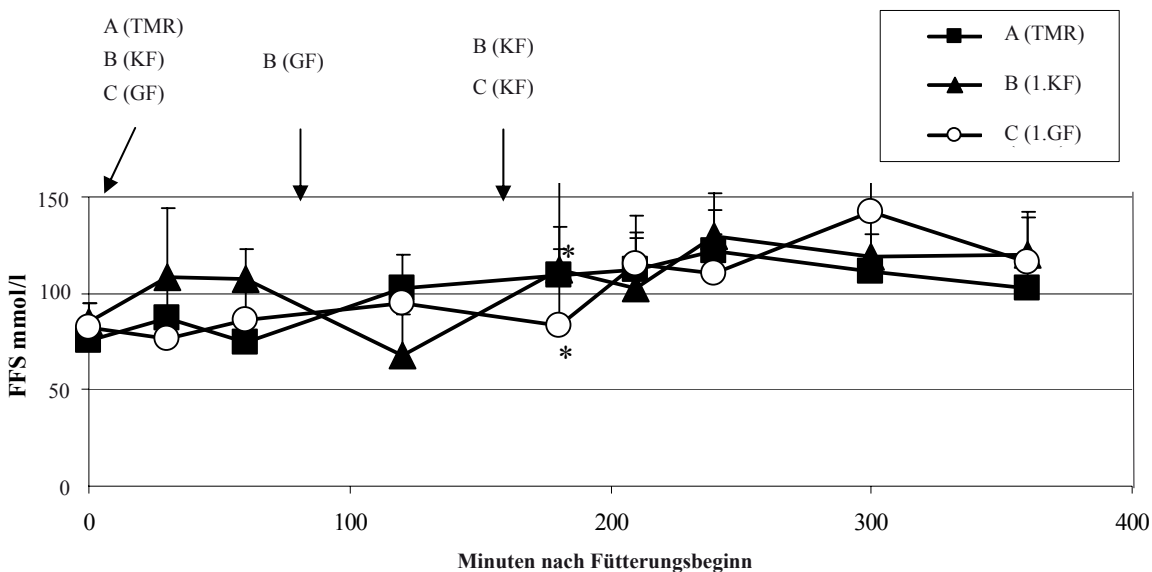


Abbildung 2: Gesamtkonzentration an kurzkettigen Fettsäuren (FFS) im Pansensaft während der ersten 6 Stunden nach Beginn der Morgenfütterung bei den einzelnen Fütterungsstrategien (n = 5), Pfeile kennzeichnen die Fütterungszeiten; * = signifikante Unterschiede

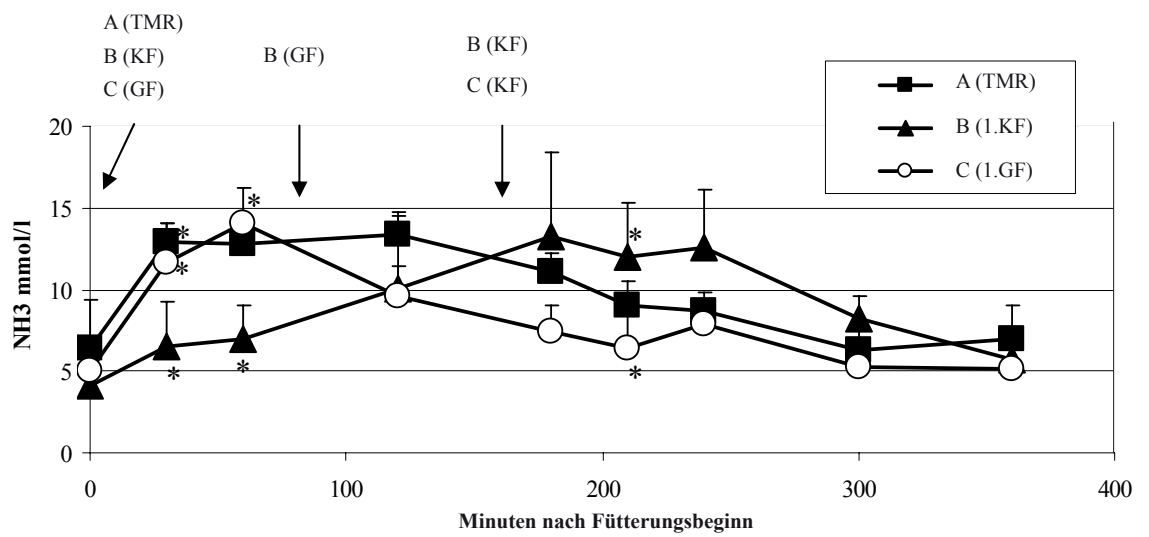


Abbildung 3:

Ammoniak-Konzentration im Pansensaft in den ersten 6 Stunden nach Beginn der Morgenfütterung bei den drei Fütterungsstrategien (n = 5), Pfeile kennzeichnen die Fütterungszeiten; * = signifikante Unterschiede

Tabelle 4:

Mittlere Pansenparameter, scheinbare ruminale Nährstoffverdaulichkeiten, fermentierte organische Substanz sowie Futterproteinabbau und mikrobielle Proteinsynthese bei den drei Fütterungsstrategien

Parameter	Fütterungsstrategie		
	A (TMR) (n = 5)	B (1.KF) (n = 5)	C (1.GF) (n = 5)
Mittlere Pansenparameter*			
- pH-Wert	6,24 ± 0,30	6,24 ± 0,31	6,37 ± 0,33
- kurzkettige Fettsäuren (mmol/l)	100 ± 16,8	106 ± 18,8	101 ± 21,7
- NH ₃ (mmol/l)	9,7 ± 3,1	8,8 ± 4,3	8,1 ± 3,5
Scheinbare ruminale Nährstoffverdaulichkeiten			
	(n = 7)	(n = 6)	(n = 7)
- Trockensubstanz (%)	37,5 ± 4,7	34,5 ± 7,6	37,6 ± 6,3
- organ. Substanz (OS) (%)	46,2 ± 3,8	43,1 ± 6,3	46,7 ± 5,7
- Rohfaser (%)	54,8 ± 8,8	54,5 ± 6,7	55,6 ± 6,0
- NDF (%)	53,0 ± 4,4	53,1 ± 5,9	53,4 ± 5,2
- ADF (%)	48,2 ± 7,6	48,1 ± 6,1	48,5 ± 6,9
FOS** (% der OS Aufnahme)	66,6 ± 2,4	64,9 ± 4,1	66,7 ± 3,9
unabgebautes Futterprotein (g/Tag)	634 ± 78	651 ± 60	637 ± 77
Mikrobielle Proteinsynthese			
- g/Tag	1.511 ± 108	1.626 ± 152	1.500 ± 139
- g/kg FOS	164 ± 19	178 ± 26	162 ± 24
- g/MJ ME	8,4 ± 0,6	8,8 ± 0,7	8,2 ± 0,9
nXP*** (g/Tag)	2.145 ± 157	2.285 ± 164	2.137 ± 194

* während der ersten 360 min nach Beginn der Morgenfütterung

** FOS = fermentierte OS = OS-Aufnahme - (OS am Duodenum - Mikroben-OS), wobei Mikroben-OS = Mikroben-N x 11.8 (Schaffit, 1983)

*** nXP = 6.25 (Nicht-NH₃-N - endogener N), wobei endogener N = 3.6 x kg T am Duodenum (Brandt et al., 1981)

strategien A (TMR) und C (1.GF) an. Das heißt, bezüglich der Ammoniak-Konzentration im Pansen saft zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung in den ersten 120 min. nach Fütterungsbeginn ein Einfluss der Reihenfolge der Vorlage von Grund- und Kraftfutter.

Oba et al. (2003) erklären in ihrer Untersuchung eine niedrigere Ammoniak-Konzentration bei dem höheren Stärkeanteil in der Ration mit einer erhöhten ruminalen Stickstoffbindung für die mikrobielle Proteinsynthese, da sie einen signifikant höheren Anteil an mikrobiellem Stickstoff am Duodenum bei hohem Anteil an Stärke in der Ration beobachteten. Oba et al. (2003) folgerten, dass bei einem niedrigeren Anteil an Stärke in der Ration und somit an leichtfermentierbarer Energie die mikrobielle Proteinsynthese vermindert ist.

Mit Fütterungsstrategie B (1.KF) wurde während der ersten 120 min. nach Fütterungsbeginn ein erhöhter Anteil an leichtfermentierbarer Energie aufgenommen. Dies führte jedoch nur zu einem nichtsignifikanten Anstieg der mikrobiellen Proteinsynthese (Tabelle 4).

Signifikante Unterschiede waren zwischen den Fütterungsstrategien bezüglich Umfang und Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese nicht festzustellen (Tabelle 4). Die kurzzeitig unterschiedlichen Fermentationsbedingungen (pH-Wert, Ammoniak-Konzentration im Pansen saft) bei den drei Fütterungsstrategien hatten somit keinen signifikanten Einfluss auf den Futterproteinabbau und die mikrobielle Proteinsynthese.

Oba et al. (2003) kamen zu dem Schluss, dass die Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese weder mit der Ammoniak-Konzentration im Pansen noch mit dem mittleren pH-Wert oder mit dem pH-Minimum im Pansen im Zusammenhang stehe. Nach Oba et al. (2003) spielt vielmehr die Verfügbarkeit der Stärke für die Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese die wichtigste Rolle.

In der vorliegenden Untersuchung unterschieden sich die Tagesrationen hinsichtlich des insgesamt verfügbaren Stärkeanteils nicht. Die Tiere erhielten mit allen Fütterungsstrategien die gleiche Ration in Bezug auf Zusammensetzung und Menge, weshalb nach Oba et al. (2003) auch kein Unterschied hinsichtlich der mikrobiellen Proteinsynthese zu erwarten war. Im Tagesverlauf sind mögliche Verschiebungen hinsichtlich der mikrobiellen Proteinsynthese aufgrund der unterschiedlichen Fütterungsstrategien zwar nicht auszuschließen; anhand der untersuchten Parameter können hierzu allerdings keine Aussagen gemacht werden.

Robinson (1989) ist der Ansicht, dass die Fütterungsfrequenz, das heißt die Häufigkeit der Futtermittelvorgabe, einen Einfluss auf die mikrobielle Proteinsynthese hat. Robinson (1989) verglich in seinem Review verschiedene Untersuchungen, die unterschiedliche Fütterungsfrequenzen verwendeten und stellte fest, dass die getrennte Vorlage von

Grund- und Kraftfutter, bei der die Kraftfuttermittelvorgabe über Kraftfütterungsautomaten und die Grundfütterung ad libitum am Futtertisch erfolgte, die Effizienz der Fermentation im Pansen sowie die Energieaufnahme erhöhten und dass eine hohe Fütterungsfrequenz des Kraftfutters diesen Effekt noch verstärkte.

Bei Fütterungsstrategie B (1.KF) erfolgte in dieser Untersuchung eine Teilung der Kraftfütterungsvorgabe. Es wurde viermal täglich vorgelegt (Tabelle 1). Bei Fütterungsstrategie C (1.GF) erfolgte die Kraftfütterungsvorgabe zweimal täglich und bei Fütterungsstrategie A mit der TMR. Ein Einfluss dieser unterschiedlichen Fütterungsfrequenzen auf den Futterproteinabbau und die Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese konnte jedoch nicht festgestellt werden, so dass das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung die Aussage von Robinson (1989), dass eine hohe Fütterungsfrequenz die Syntheseleistungen verbessere, nicht bestätigte.

Clark et al. (1992) nennen neben der Bereitstellung der Energie in Form von fermentierbarer organischer Substanz auch die Menge und das Verhältnis von anderen Nährstoffen in der Ration (die sie jedoch nicht definieren) und die Synchronisation des Abbaus der Inhaltsstoffe einer Ration als Faktoren, die Einfluss auf den Umfang der mikrobiellen Proteinsynthese haben können. Die Bereitstellung der Nährstoffe zu jeder Zeit in einem optimalen Verhältnis fördere ein maximales Mikrowachstum und verbessere die Lebensbedingungen der Mikroorganismen im Pansen. Daraus folgern Clark et al. (1992), dass ein Mischen (TMR) von Grund- und Kraftfutter zu einer höheren und effizienteren mikrobiellen Proteinsynthese führe als eine getrennte Vorlage.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen diese Aussage von Clark et al. (1992) jedoch nicht. Die drei untersuchten Fütterungsstrategien führten zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich der mikrobiellen Proteinsynthese. Auch Kaswari et al. (2007) konnten keinen Effekt einer Synchronisation der im Pansen verfügbaren Energie- und Proteinträger nachweisen.

Die Untersuchungsergebnisse bezüglich der Pansenparameter und der mikrobiellen Proteinsynthese zeigten hohe Standardabweichungen (Tabelle 4, Abbildung 1 - 3), die auf einen hohen tierindividuellen Einfluss hindeuten. Firkins und Yu (2006) kommen in ihrer Untersuchung zu der Feststellung, dass einzelne Tiere trotz gleicher Fütterung hinsichtlich der Zusammensetzung der Mikroorganismenpopulation im Pansen und somit auch den daraus resultierenden Umsetzungen im Pansen und der Nährstoffverdaulichkeit deutlich von anderen abweichen. Diese tierindividuellen Unterschiede haben nach Firkins und Yu (2006) einen größeren Einfluss als bisher angenommen. Der tierindividuelle Einfluss scheint daher nach der vorliegenden Untersuchung ein bedeutenderer Faktor zu sein als die Fütterungsstrategie.

4 Schlussfolgerung

Die Fütterungsstrategien unterschieden sich nur kurzzeitig hinsichtlich der Fermentationsbedingungen im Pansen. Diese Unterschiede spiegelten sich allerdings nicht im Nährstofffluss, in der scheinbaren ruminalen Nährstoffverdaulichkeit sowie im Futterproteinabbau und der Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese wieder. Hinsichtlich dieser Parameter unterschieden sich die Fütterungsstrategien nicht signifikant voneinander. Weder der Einsatz der TMR gegenüber einer getrennten Vorlage noch die Reihenfolge der Futtermittel von Grund- und Kraftfutter führten nach der vorliegenden Untersuchung zu signifikant unterschiedlichen Ergebnissen. Auffallend waren zum Teil beträchtliche tierindividuelle Unterschiede.

Die vorliegende Untersuchung rechtfertigt daher nicht aus ernährungsphysiologischen Gründen, einer der verwendeten Fütterungsstrategien den Vorrang zu geben.

Literatur

- Bargo F, Muller LD, Varga GA, Delahoy JE, Cassidy TW (2002) Ruminant digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci* 85:2964-2973
- Brandt M, Rohr K, Lebzien P (1982) Beiträge zur Quantifizierung der N-Umsetzungen in den Vormägen von Milchkühen : 2. Mitteilung, Einfluß eines teilweisen Ersatzes von Futterprotein durch Harnstoff sowie einer erhöhten Fütterungsfrequenz und die mikrobielle Proteinsynthese. *Z Tierphysiol Tierernähr Futtermittelkd* 48:49-59
- Clark JH, Klumeyer TH, Cameron MR (1992) Microbial protein-synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy-cows 479. *J Dairy Sci* 75:2304-2323
- Fischer B (2001) Zur Versorgung von Milchkühen mit Mischrationen. In: Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein (2001) Bericht über die 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung ‚Milchviehfütterung : Grundlagen und Praxisempfehlungen‘, gemäß Lehrer- und Beraterfortbildungsplan 2001 am 2. und 3. Mai 2001. Gumpenstein : BAL, pp 37-45
- Kaswari T, Lebzien P, Flachowsky G, ter Meulen U (2007) Studies on the relationship between the synchronization index and the microbial protein synthesis in the rumen of dairy cows. *Anim Feed Sci Technol* (in press)
- Lebzien P, Paul C (1997) Use of near-infrared reflectance spectroscopy for the estimation of the microbial portion of non-ammonia-nitrogen in the duodenum of dairy cows. *Anim Feed Sci Technol* 68(3-4):225-233
- Maekawa M, Beauchemin KA, Christensen DA (2002) Effect of concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and ruminal pH of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 85:1165-1175
- McAllan AB, Sutton JD, Beever DE, Napper DJ (1994) Rumen fermentation characteristics and duodenal nutrient flow in lactating cows receiving 2 types of grass-silage with 2 levels of concentrates. *Anim Feed Sci Technol* 46:277-291
- Naumann C, Bassler R (1976) Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. *Melsungen : Neumann-Neudamm, Loseblattsammlung, VD-LUFA-Methodenbuch* 3
- Oba M, Allen MS (2003) Effects of diet fermentability on efficiency of microbial nitrogen production in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 86:195-207
- Robinson PH (1989) Dynamic aspects of feeding management for dairy cows. *J Dairy Sci* 72:1197-1209
- Rohr K, Brandt M, Castrillo O, Lebzien P, Assmus G (1979) Der Einfluss eines teilweisen Ersatzes von Futterprotein durch Harnstoff auf den Stickstoff- und Aminosäurenfluß am Duodenum. *Landbauforsch Völkenrode* 29(1):32-40
- Schafft H (1983) Untersuchungen zur Quantifizierung des Abbaus von Futterrohprotein in den Vormägen von Milchkühen. 132 p, Göttingen, Univ, Fachbereich Agrarwissenschaften, Diss, 1983
- Yrjanen S, Kaustell K, Kangasniemi R, Sariola J, Khalili H (2003) Effects of concentrate feeding strategy on the performance of dairy cows housed in a free stall barn. *Livest Prod Sci* 81:173-181

