

Zur Futterbewertung und Rationsgestaltung für Milchkühe: ein Vergleich zwischen amerikanischem und deutschem System

KATJA HÜTTER^{*}, R. MAIERHOFER^{**}, A. OBERMAIER^{**}, G. BELLOF^{*}

Einleitung und Fragestellung

Ausländische Futterbewertungssysteme und Fütterungsstrategien für Milchkühe werden zunehmend auch in Deutschland angewandt. Dem US-amerikanischen Fütterungssystem werden Vorteile bei der Versorgung von Hochleistungskühen zugesprochen, da die Bewertung von Eiweiß- und Faserstoffen differenzierter erfolgt als im deutschen System (KÜHL et al. 1999).

In einem Fütterungsversuch mit hochleistenden Kühen sollten das amerikanische und das deutsche System einem Vergleich unterzogen werden.

Kurze Beschreibung des amerikanischen Fütterungssystems

In der amerikanischen Futterbewertung wird die Pflanze in Zellwand und Zellinhalt unterschieden. Die Zellwand besteht aus Hemicellulose, Cellulose, Pektin und der unverdaulichen Nicht-Kohlenhydrat-Komponente Lignin. Zum Zellinhalt zählt man Stärke und Zucker (SALEWSKI, 1998). In Abbildung 1 ist die Zusammensetzung der Kohlenhydrate dargestellt.

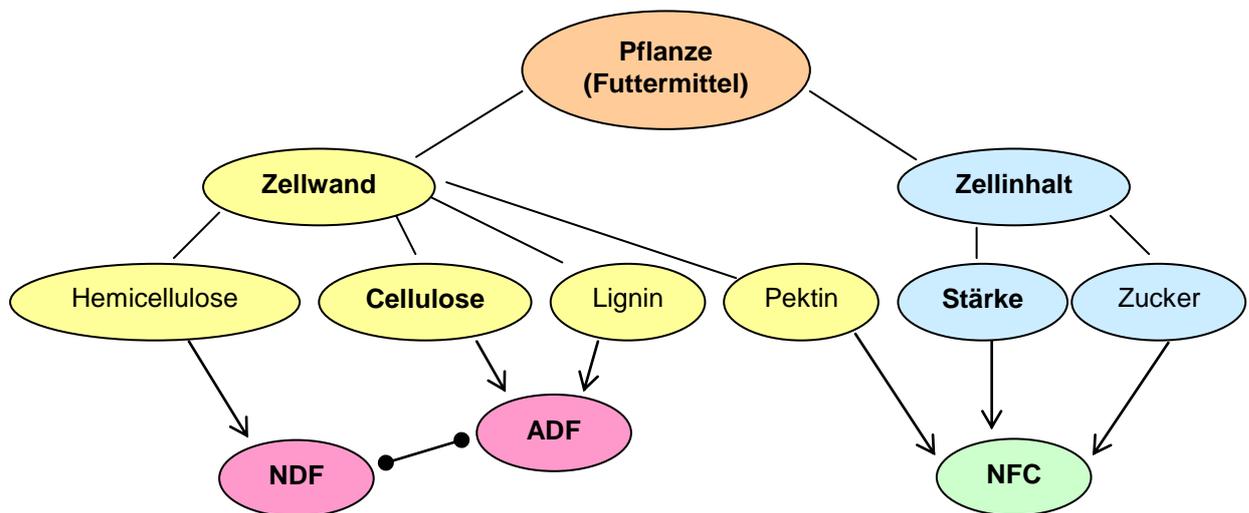


Abbildung 1: Bewertung der Kohlenhydratfraktionen im Futter (USA)

Quelle: SALEWSKI 1998; verändert)

Die Summe der Zellwandsubstanzen Hemicellulose, Cellulose und Lignin wird im amerikanischen Bewertungssystem unter dem Begriff **Neutral-Detergent-Fiber**, kurz **NDF** (Neutrale Detergenzfaser) zusammengefasst. Für diese Zellwandbestandteile bestehen Unterschiede im Ausmaß und der Geschwindigkeit der Fermentation in den Vormägen. Den schwer verdaubaren Teil der Schätzgröße NDF bezeichnet man als **Acid-Detergent-Fiber**, kurz **ADF** (Säuredetergenzfaser). Diese Kohlenhydratfraktion beinhaltet Cellulose, Lignin und unlösliche Rohasche

* Fachhochschule Weihenstephan, FB Land- u. Ernährungswirtschaft, Fachgebiet Tierernährung, 85350 Freising

** BLT Grub, Abteilung Tierernährung, Produktqualität, 85586 Poing

Nicht-Faser-Kohlenhydrate sind die löslichen Kohlenhydrate Stärke, Zucker und Pektin. Diese Kohlenhydratfraktion wird im US-Bewertungssystem mit dem Begriff **Non-Fiber-Carbohydrate**, kurz **NFC**, angegeben. Stärke und Zucker sind Kohlenhydrate des Zellinhaltes, während Pektin in der Zellwand gebunden ist.

Analog zum deutschen System für Rohfaser und Stärke/Zucker gibt es auch bei der Rationsgestaltung nach amerikanischem System Mindestgehalte für NDF und ADF sowie Höchstgehalte an NFC, wobei im amerikanischen System diese Werte in Abhängigkeit vom Laktationsstadium genauer beschrieben werden. Weiterhin wird in beiden Systemen die Rohfaser bzw. NDF auf ihre Strukturwirksamkeit näher charakterisiert durch die Begriffe strukturierte Rohfaser (Mindestwert: 66 % der gesamten Rohfaser) bzw. **physikalisch effektive NDF (pe- NDF)** (Mindestwert 70- 80 % der NDF).

Gering sind die Unterschiede zwischen beiden Systemen in der Beschreibung der Proteinversorgung. In beiden Fällen wird die Proteinversorgung aus dem dünn darmverfügbaren Protein berechnet. Unterschiedlich sind die Bedarfswerte. Im amerikanischen System wird ein Rohproteingehalt im Futter von 19 % für Hochleistungskühe gefordert. Außerdem werden im amerikanischen System höhere Anforderungen an die Größe pansenstabiles Protein gestellt; wobei aber den Futtermitteln tendenziell höhere UDP- Anteile zugewiesen sind. US- Fütterungsnormen stellen auch Anforderungen hinsichtlich des Aminosäuregehaltes des unangebautes Protein. Um die Forderung von 7,3 % Lysin und 2,5 % Methionin zu erfüllen, wird in der USA Blut- und Fischmehl in der Milchviehfütterung eingesetzt, was in der EU verboten ist.

In beiden Systemen erfolgt die Energieberechnung nach Nettoenergielaktation (NEL). Geringe Differenzen bestehen hierbei in dem Bedarf für Erhaltung und Milchleistung, aber auch in der Einschätzung der Futtermittel.

Fütterungsversuch

Material und Methoden

Der Fütterungsversuch wurde im Winter 2000 in dem staatlichen Versuchsbetrieb Hübschenried durchgeführt. Aus der Milchviehherde (65 Fleckvieh x Red-Holstein-Kühe, Herdendurchschnittsleistung 8.000 kg Milch, Anbindestall, Einzelfütterung) wurden 12 frischmelkende Kühe (6 Kuhpaare) ausgewählt und in zwei Gruppen aufgeteilt. Für die erste Gruppe (D) erfolgte die Rationsgestaltung nach deutschen, für die zweite Gruppe (USA) nach amerikanischen Richtwerten (DLG 1997; NRC 1988). Alle Rationskomponenten wurden sowohl nach deutschen als auch nach amerikanischen Kriterien analysiert und bewertet. Die Tiere erhielten die jeweiligen Futtermittel in Form einer aufgewerteten Mischration (siehe Tabelle 1). Ergänzend wurde Milchleistungsfutter leistungsbezogen über eine mobile Abrufstation zugeteilt. Der Versuch war vom zeitlichen Umfang auf eine Diplomarbeit abgestimmt.

Tab. 1: **Gestaltung der Futterrationen**

Futtermittel	Ration D		Ration USA	
	kg FM	kg TM	kg FM	kg TM
Maissilage (28,6 % TS; 6,56 MJ NEL/kg TM)	26,0	7,3	32,0	9,0
Grassilage (1. Schn.; 23,9 % TS; 5,69 MJ NEL/kg TM; 15,1 % XP)	13,0	3,3	16,0	4,0
Heu (1. Schn.; 5,20 MJ NEL/kg TM; 12,7 % XP)	4,0	3,4	1,5	1,3
Ausgleichskraftfutter (D/USA) ¹	4,5	4,0	4,5	3,9
Mineralfutter (20 % Ca; 5 % P)	-	-	0,1	0,1
aufgewertete Mischration	47,5	18,0	54,1	18,3
Leistungskraftfutter (D/USA) ¹	(ab 24 kg Milch)		(ab 26 kg Milch)	
max. Tagesmenge (Kühe > 1. Lakt. / 1. Lakt.)	10,0 / 8,6		10,7 / 9,1	

¹ Zusammensetzung, siehe Tab. 2

Nach den vorab durchgeführten Kalkulationen konnten mit diesen Rationen an der jeweiligen physiologischen Leistungsgrenze folgende maximale Milchleistungen erreicht werden:

- Rationsgestaltung nach deutschem Bewertungssystem: 37 kg FCM (Erstkalbskühe 34 kg);
- Rationsgestaltung nach amerikanischem Bewertungssystem: 39 kg FCM (Erstkalbskühe 36 kg).

Die jeweiligen Leistungs- und Ausgleichskraftfutter wurden als Eigenmischungen erstellt (siehe Tabelle 2). Bei der Komponentenwahl wurde bewusst auf in Deutschland gängige Futtermittel zurückgegriffen. Die nach amerikanischen Empfehlungen höhere Proteinversorgung der Tiere erfolgte maßgeblich über das entsprechend ausgestattete Ausgleichskraftfutter.

Tab. 2: Zusammensetzung und wichtige Inhaltsstoffe der Kraftfuttermischungen

Futtermittel		Leistungskraftfutter (LKF)		Ausgleichskraftfutter (AKF)	
		D	USA	D	USA
Gerste	%	43,0	43,0	-	-
Mais	%	21,0	15,0	-	-
Melasse	%	5,0	5,0	-	-
Sojaextr.-schrot (44 % XP)	%	17,5	17,5	54,0	-
Sojaextr.-schrot (geschützt)	%	11,5	17,5	-	56,0
Trockenschnitzel	%	-	-	40,0	-
Kohlensaurer Kalk	%	1,0	1,0	-	-
Mineralfutter (20 / 5)	%	1,0	1,0	6,0	-
LKF (USA)	%	-	-	-	44,0
Inhaltsstoffe ¹					
TS	%	86,9	87,1	88,8	87,1
Rohfaser / ADF	% d. TS	4,1 / 8,6	5,6 / 10,5	10,3 / 17,1	5,2 / 10,0
Rohprotein (XP)	% d. TS	23,1	24,0	30,6	37,2
nXP	% d. TS	19,1	21,1	20,2	32,7
RNB	g/kg TM	6,4	5,3	16,7	7,1
UDP _D / UIP _{USA}	% d. XP	37 / 38	38 / 39	39 / 39	53 / 54
NEL _D	MJ/kg TM	8,1	8,1	7,5	8,4

¹ Analysenergebnisse

Der Versuchszeitraum erstreckte sich von der 3./4. bis zur 12./13. Laktationswoche. Nach vier Wochen wurde das Fütterungsregime innerhalb des Kuhpaares getauscht, eine dreitägige Umgewöhnungsphase zwischengeschaltet und die Datenerhebung über weitere vier Wochen fortgesetzt.

Folgende tierbezogenen Daten wurden erhoben: Milchleistungsmerkmale (zweimal wöchentlich; incl. Harnstoffgehalt und Zellzahl), Milchacetongehalt (Schnelltest), Lebendmasse und Futteraufnahme.

Ergebnisse und Diskussion

Die in der Versuchsperiode realisierte Futteraufnahme ist in der Tabelle 3 dargestellt. Die Tiere beider Gruppen erreichten nicht das angestrebte hohe Futteraufnahmeniveau. Als Gründe hierfür sind anzuführen: 50 % Erstkalbskühe, geringe Tiergewichte ($\bar{\emptyset}$ 622 kg) sowie relativ niedrige TS-Gehalte in den Mischrationen (siehe Tabelle 3). Das letztgenannte Argument gilt insbesondere für die nach ameri-

kanischen Vorgaben konzipierte Ration. Von dieser Ration nahmen die Kühe durchschnittlich 0,7 kg TM weniger auf. Den wöchentlichen Verlauf der Futtermittelaufnahme zeigt die Abbildung 2.

Tab. 3: **Futtermittelaufnahme im Fütterungsversuch**

Merkmal	Ration		Signifikanz-Prüfung p
	D	USA	
aufgewertete Mischration			
TS-Gehalt %	37,3	32,9	-
Futtermittelaufnahme kg TM	12,8	11,9	0,03
Tagesration			
TS-Gehalt %	45,3	41,4	-
Futtermittelaufnahme kg TM	18,4	17,7	0,22
davon LKF kg TM	5,6	5,8	0,51

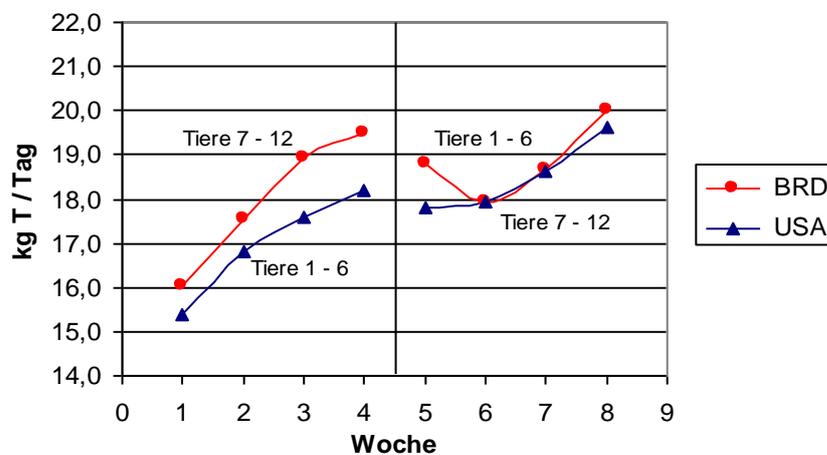


Abbildung 2: **Verlauf der täglichen Futtermittelaufnahme in der Versuchsperiode**

Die wichtigsten Milchleistungsergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Bei der Beurteilung des in der Versuchsperiode erreichten Leistungsniveaus (\bar{x} knapp 35 kg FCM) ist der hohe Färsenanteil zu beachten.

Tab. 4: **Ergebnisse der Milchleistung**

Merkmal	Ration		Signifikanz-Prüfung p
	D	USA	
Milchmenge kg	32,5	33,6	0,22
Milchfett %	4,41	4,27	0,23
Milchfett g	1430	1430	0,96
Milcheiweiß %	3,06	3,12	0,15
Milcheiweiß g	985	1040	0,02
Harnstoff mg/dl	25,2	29,2	0,00
Zellzahl 1000/ml	89,8	240,4	0,25
FPCM kg	33,2	34,0	0,38

Tendenziell zeigte sich in den Milchleistungsmerkmalen (Ausnahme Fettgehalt) eine Überlegenheit für die nach amerikanischen Richtwerten gefütterten Tiere. Diese Kühe produzierten signifikant mehr Milcheiweiß (+5,6 %) als die Tiere der Vergleichsgruppe. Der Milchharnstoffgehalt lag in der amerikanischen Gruppe ebenfalls signifikant höher. Die Abbildungen 3 bis 6 dokumentieren den Verlauf der Milchleistung und der -inhaltsstoffe in der Versuchsperiode.

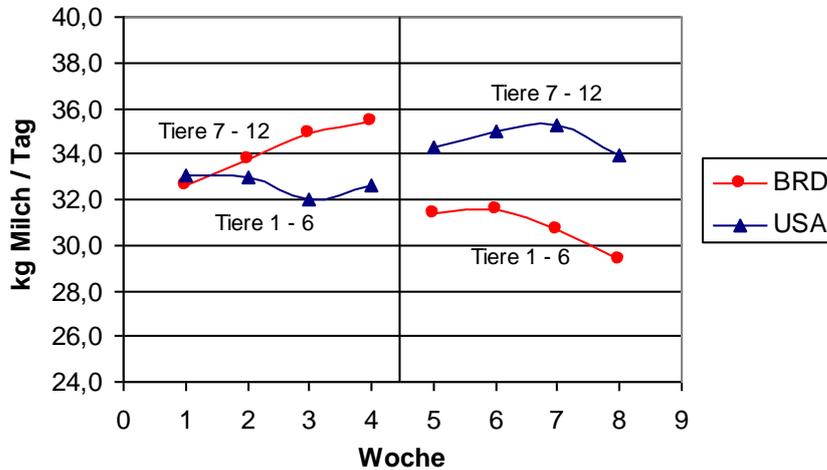


Abbildung 3: Verlauf der Milchleistung in der Versuchsperiode

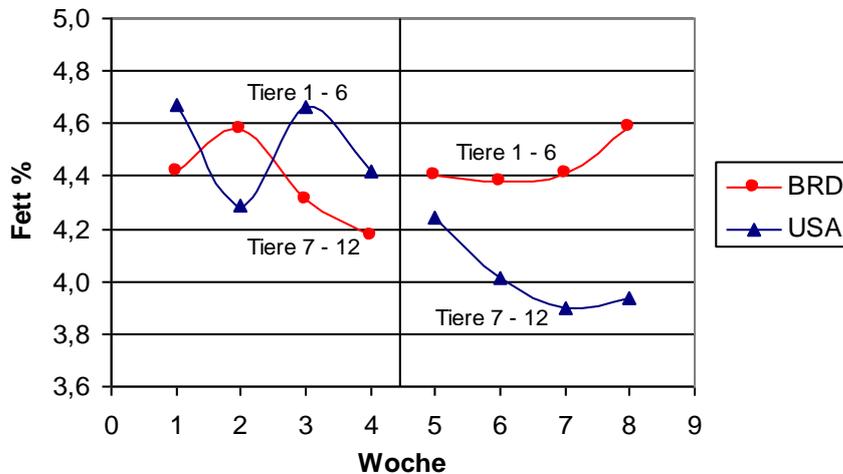


Abbildung 4: Verlauf des Milchfettgehaltes in der Versuchsperiode

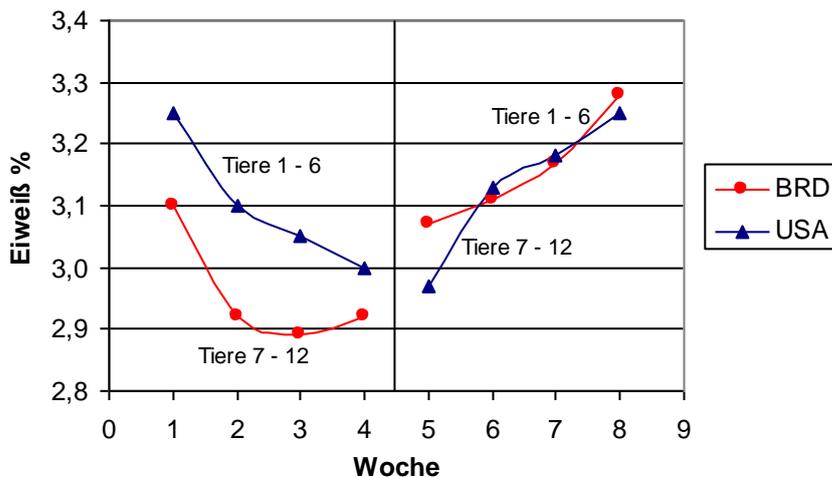


Abbildung 5: Verlauf des Milcheiweißgehaltes in der Versuchsperiode

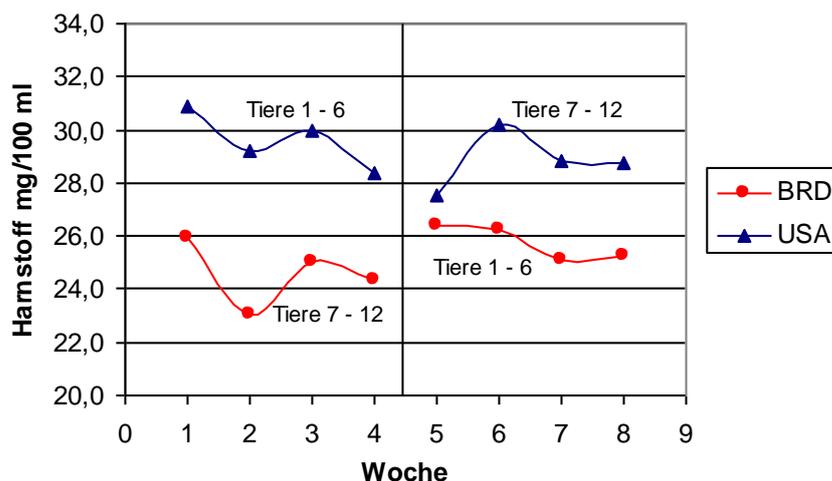


Abbildung 6: Verlauf des Milchharnstoffgehaltes in der Versuchsperiode

Die, auf der Basis der tatsächlich verzehrten Futtermengen und der ermittelten Milchleistungen, vorgenommenen Kalkulationen zur Einschätzung der Versorgungssituation sind in der Tabelle 5 dargestellt. Für die deutsche Ration ergibt sich hinsichtlich der Rohfaserversorgung eine befriedigende Situation. Gemessen an dem Kennwert strukturwirksame Rohfaser, ist allerdings für diese Ration die physiologische Leistungsgrenze bereits erreicht. Die amerikanischen Faser- (ADF, NDF) und Strukturwerte (peNDF) zeigen dagegen an, dass die Ration eher faser- und strukturbetont ist. Somit wurde mit dieser Ration das Leistungspotential nicht ausgeschöpft. Darauf deutet auch der niedrige NFC-Gehalt hin. Die Milchleistungsmerkmale der mit dieser Ration gefütterten Tiere bestätigen diese Aussage.

Die nach amerikanischen Vorgaben entwickelte Ration ist nach deutschen Kriterien als nicht mehr wiederkäuergerecht zu beurteilen. Dagegen signalisieren alle amerikanischen Kennwerte eine unbedenkliche Situation. Bei strikter Auslegung der Richtwerte, hätte auch in dieser Ration der Kraftfutteranteil (NFC) noch ansteigen können. Diese Feststellung muss allerdings für den vorliegenden Versuch relativiert werden, da die Fütterungstechnik nicht der amerikanischen Fütterungspraxis entsprach (keine „echte“ TMR). Die geringere Futteraufnahme bei einer Fütterung nach US-Normen könnte durch eine zu geringe Strukturversorgung und damit Pansenübersäuerung verursacht sein.

Tab. 5: Vergleich der Milchviehrationen anhand der deutschen und amerikanischen Kennwerte

Kennwert	Tagesration		Richtwert (in % d. TS)
	Ration D	Ration USA	
	(Richtwert = 100 %)		
Faser			
XF _D	109	101	min. 16
ADF _{USA}	121	116	min. 19
NDF _{USA}	194	194	min. 25
Struktur			
strukturierte XF _D	101	85	min. 10,5
peNDF _{USA}	188	175	min. 19
sonst. Kohlenhydrate			
Stärke + Zucker _D	84	86	max. 30
NFC _{USA}	60	59	max. 42
Proteinversorgung			
XP _D	104	102	16,2 ¹ / 17,7
XP _{USA}	89	90	19,0 ¹ / 19,9
nXP _D	101	99	16,2 ¹ / 17,7
RNB _D	12,8 g	13,4 g	0 - 50 g
UDP _D ²	89	94	35 % d. XP
DIP _{USA} ²	89	88	65 % d. XP
UIP _{USA} ²	87	95	35 % d. XP
lös. XP _{USA} ²	90	81	35 % d. XP
Energieversorgung			MJ/Tag
NEL _D	87	86	144,9 ³ / 146,2
NEL _{USA}	90	88	147,2 ³ / 148,4

¹ 1. Zahl: Bedarf D-Gruppe / 2. Zahl: Bedarf USA-Gruppe
Proteinbedarf bezieht sich auf Gesamtfutteraufnahme (kg T)

² Bezug: tatsächliche Versorgung zu Proteinbedarf

³ 1. Zahl: Bedarf D-Gruppe / 2. Zahl: Bedarf USA-Gruppe

Für die nach deutschen Vorgaben gefütterten Kühe ergibt sich eine bedarfsdeckende Proteinversorgung. Auch der RNB-Wert signalisiert eine ausreichende Stickstoffversorgung im Pansen. Der geforderte UDP-Anteil (35 %) wird in der deutschen Ration nicht ganz erreicht. Der berechnete Milcherzeugungswert nach nutzbarem Protein weicht nur geringfügig von der erzielten Milchleistung ab (Unterversorgung nach nutzbarem Protein im Mittel 0,8 kg FPCM). Nach amerikanischen Maßstäben wurden die Tiere bei beiden Rationstypen eindeutig zu knapp mit Protein versorgt. Dies gilt sowohl für die Proteinmenge als auch für die Anteile an UIP (UDP) und löslichem Protein. Die mittleren Milchharnstoffgehalte (29,2 mg/dl) für die Kühe dieser Gruppe zeigen aber bereits eine beginnende Überschusssituation an. Hierbei muss allerdings die knappe Energieversorgung der Tiere beachtet werden. Die hohen Abweichungen in der berechneten Proteinversorgung nach amerikanischen Normen können damit erklärt werden, dass die US-Normen nach dem Milchfettgehalt ausgerichtet sind. In der USA wird der Eiweißgehalt der Milch nicht obligatorisch festgestellt. Ein hoher Milchfettgehalt (bezogen auf gesamte Laktation) ist positiv korreliert mit dem Milcheiweißgehalt. Dieser Aspekt fließt in die Berechnung der amerikanischen Richtwerte ein. Für den Abschnitt der Früh-laktation trifft die genannte Korrelation allerdings nicht zu; somit sind die Richtwerte zur Proteinversorgung für diesen Abschnitt nur bedingt aussagekräftig.

Sowohl nach dem deutschen als auch nach dem amerikanischen Energiebewertungssystem ergibt sich für beide Rationstypen ein nennenswerter Energiemangel. Dies spiegeln auch die in beiden Gruppen auf niedrigem Niveau liegenden Milcheiweißgehalte wider. Die knappe Energiebereitstellung begrenzte

offenbar die mikrobielle Proteinsynthese. Da die amerikanische Ration aber erhöhte UDP-Mengen (geschütztes Sojaextraktionsschrot) enthielt, konnte die Eiweißversorgung am Dünndarm dieser Tiere stabilisiert werden. Dies belegen die, gegenüber der Vergleichsgruppe, höheren Milcheiweißgehalte.

Hinsichtlich des Maßstabes Energieversorgung zeigt sich nur ein geringfügiger Unterschied zwischen den beiden Systemen. Nach der amerikanischen Energiebewertung war der Bedarf der Tiere im Mittel des gesamten Erhebungszeitraumes um 2 – 3 Prozentpunkte besser gedeckt. Betrachtet man die nach beiden Systemen berechneten Milcherzeugungswerte, so liegen die nach amerikanischen Bedarfsangaben ermittelten Milcherzeugungswerte um 0,9 kg – 1,1 kg über den Werten des deutschen Systems.

Wie bereits dargestellt, waren die Milchkühe sowohl nach deutschem als auch amerikanischem Bewertungssystem – insbesondere zu Versuchsbeginn – gravierend mit Energie unterversorgt. Erst in der 8. Versuchswoche konnte in beiden Fütterungsgruppen eine bedarfsgerechte Energieversorgung erreicht werden. Das Energiedefizit zeigte sich auch in Form eines Körpersubstanzabbaues (D-Gruppe -28 kg; USA-Gruppe -22 kg). Der durchgeführte Ketosetest spiegelte diesen Sachverhalt nur andeutungsweise wider.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Aus dem durchgeführten Versuch können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- Milchviehrationen, die nach dem amerikanischen Futterbewertungssystem eingestellt werden, weisen niedrigere Anteile an Rohfaser und strukturwirksamer Rohfaser auf. Der gewonnene Spielraum kann für erhöhte Anteile an leichtverdaulichen Kohlenhydraten - und damit einer Anhebung der Energiekonzentration - genutzt werden.
- Das amerikanische Fütterungskonzept verlangt - gegenüber dem deutschen System - erhöhte Rohproteingehalte und UDP-Mengen. Im vorliegenden Versuch wurde die Proteinversorgung durch das deutsche Bewertungssystem exakter beschrieben.
- Die veränderte Ausrichtung der Ration, weniger Struktur und erhöhte Anteile an Pansen stabilen Eiweiß, führt tendenziell zu erhöhten Milch- und Eiweißmengen, bei verringerten Milchfettgehalten.
- Bei enger Orientierung an den amerikanischen Richtwerten sollte auch das amerikanische Fütterungsmanagement (z. B. TMR, höhere Trockensubstanzgehalte in der TMR und damit verbesserte Wiederkautätigkeit) übernommen werden.

Literatur

DLG (1997): DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

KÜHL, J; LEIPOLD, J; SALEWSKI, A. (1999): Mit amerikanischen Normen besser füttern?, top agrar, 12/1999, R4-R7

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1988): Nutrient Requirements of Dairy Cattle, National Academy of Sciences, Washington, D.C.

SALEWSKI, A., 1998: Wie Amerikaner auf Hochleistungen füttern. top agrar, 1/1998, R14-R18