

# Untersuchungen zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe bei unterschiedlichem Niveau des Kraftfuttereinsatzes

T. Ettle, A. Obermaier, P. Edelmann

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

## Einleitung

Die Höhe des Kraftfuttereinsatzes bestimmt –bei einheitlicher Kraftfutterzusammensetzung– maßgeblich die Höhe des Gehaltes an ((schnell) abbaubarer) Stärke und Zucker sowie an strukturwirksamen Faserbestandteilen in der Ration bzw. den Strukturwert der Ration. Diese Parameter beeinflussen wiederum den Pansen-pH-Wert und damit eine wiederkäuergerechte und „tierwohlgerichte“ Fütterung. Die gängige Fütterungspraxis bewegt sich häufig in einem Bereich, der im Ruf steht, lediglich eine „subakute ruminale Acidose“ hervorzurufen, die über ein Absinken des pH-Wertes charakterisiert ist. Dieser ist in der Praxis jedoch nicht nachzuweisen. Als System zur Beurteilung der „Strukturwirksamkeit“ von Milchkurrationen wurde deshalb die peNDFom vorgestellt (GfE, 2014). Die in diesem System abgeleiteten Grenzwerte für die Ration wurden aus Literaturdaten mit direktem Bezug zum Pansen-pH-Wert abgeleitet (Zebeli et al., 2008). Da der Gehalt an peNDFom aus den mit der Schüttelbox ermittelten Siebfraktionen in Verbindung mit dem aNDFom-Gehalt der Gesamtration errechnet wird, ergeben sich in der Praxis Limitationen bei der Rationsplanung und der Beurteilung von Rationen, die nicht in Form von Totalen Mischrationen vorgelegt werden. Daher wurde von Rutzmoser et al. (2011) mit dem Strukturindex ein Maßstab entwickelt, der diese Limitationen umgeht und zeitgleich die Faktoren „Struktur“ und „pansenabbaubare Stärke + Zucker“ beurteilt. Da dieser Strukturindex bislang nur wenig evaluiert ist, wurde zur Überprüfung ein Milchviehfütterungsversuch mit gezielter Variation der Einflussgrößen durch unterschiedliche Höhe des Kraftfuttereinsatzes durchgeführt. Der Versuch war Teil eines vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) geförderten Projektes.

## Material und Methoden

Für den 12-wöchigen Milchviehfütterungsversuch wurden 48 Brown-Swiss und Fleckviehkühe ausgewählt, die unter Berücksichtigung von Rasse, Laktation, Laktationsstand, Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffen gleichmäßig auf die Gruppen „150 g Kraftfutter/kg ECM“ und „250 g Kraftfutter/kg ECM“ (Gruppen 150 g KF und 250 g KF) aufgeteilt wurden. In jeder Gruppe waren 8 Brown Swiss- und 16 Fleckviehkühe vertreten. In jeder Gruppe befanden sich 4 Erstlingskühe, im Mittel befanden sich die Tiere zu Versuchsbeginn am 110.±54 Laktationstag der 3. Laktation.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Teilmischration

Futtermittel	Anteil, % der TM
Grassilage	26,6
Maissilage	56,7
Heu	5,2
Rapsextraktionsschrot	10,9
Mineralfutter	0,6

Die Kühe wurden über eine Teilmischration auf Basis Maissilage, Grassilage, heu, Rapsextraktionsschrot und Mineralfutter) versorgt (Tabelle 2), die auf eine Leistung von für 21 kg Milch/Tag ausgelegt war. Die Kraftfutterzuteilung für darüber hinausgehende Milchleistungen erfolgte für

beide Gruppen nach Zuteilungskurven für ein Herdenleistungsniveau von 10.000 kg ECM/Tier und Jahr.

Tabelle 2: Rohrnährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel

	TM	XA	XP	XL	aNDF <sub>om</sub>	XS+XZ	nxP	NEL
	g/kg				g/kg TM			MJ/kg TM
Maissilage	339	30	72	34	396	368	134	6,90
Grassilage	309	134	176	48	454	33	132	5,68
Rapsextraktions- schrot	888	82	380	43	350	88	250	7,15
Leistungskraftfutter	875	72	191	34	279	367	176	7,76
Heu	888	61	62	13	596	89	105	5,03

Die Kühe wurden in einem Offenfrontstall mit Liegeboxen gehalten. Die Futteraufnahme wurde tierindividuell über Wiegetröge gemessen. Die Milchleistung wurde täglich erfasst, Milchproben wurden einmal je Woche vom Morgen- und Abendgemelk eines Tages gezogen. Die Körperkondition wurde zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende erfasst. Dabei wurde der Body Condition Score (BCS) auf einer 5-stufigen Skala nach den Angaben von Edmonson et al. (1989) und Jilg und Weinberg (1998) beurteilt. Die Rückenfettdicke (RFD) wurde mit einem Ultraschallgerät (Tringa Linear Vet, Esaote Europe BV, Maastricht, Niederlande) nach der Methode von Staufenbiel (1992) gemessen. Zusätzlich wurden die Kühe zu Versuchsbeginn und zum Versuchsende gewogen. Zehn Kühe jeder Versuchsgruppe wurden mit Boli zur Erfassung des reticuloruminalen pH-Wertes (smaxtec<sup>®</sup>) ausgestattet. Diese Pansenboli haben etwa die Größe eines Käfigmagnets und werden mit Hilfe eines Boluseingebers im Netzmagen der Tiere abgelegt. Der pH-Wert wird über eine garantierte Messperiode von 50 Tagen alle 10 Minuten erfasst und kann dann über eine Ausleseinheit abgerufen werden. Die Erfassung des Wiederkauverhaltens erfolgte über Nasenbandsensoren (Rumiwatch), die den mit Pansenboli ausgestatteten Tieren über einen Zeitraum von 13 Tagen angelegt wurden. Die Nasenbandsensoren zeichnen mit Hilfe von Druckschläuchen über den Nasenrücken Drucksignale auf, die in einer zeitlichen Auflösung von 1 min bis 24 h ausgelesen werden können. Die hier dargestellten Daten wurden mit der Software RumiWatch Converter (0.7.3.2) ausgewertet, die zeitliche Auflösung betrug 1 min.

Von den Kraft- und Grobfuttermitteln wurden monatliche Mischproben erstellt, an denen die Rohrnährstoffgehalte nach Standardmethoden (VDLUFA, 1976) bestimmt wurden. Die Energiegehalte der Futtermittel wurden nach den Vorgaben der GfE (2008) und DLG (2011) berechnet. Der Strukturindex der Rationen wurde nach Ettle et al. (2014) berechnet. Die Beständigkeitskoeffizienten der Stärke wurden DLG (2001) entnommen. Als Alternative zur Berechnung der peNDF<sub>om</sub> wurde die peNDF aus dem Grobfutter (GfE, 2014) kalkuliert. Die Rohrnährstoff- und Energiegehalte der TMR wurden aus den Analysenwerten der Einzelkomponenten und den über den Mischwagen erfassten tatsächlich täglich eingewogenen Mengen errechnet.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (Version 9.2, SAS Institut, Cary, NC, USA) unter Verwendung der Proczdur „mixed“ mit dem Testtagsmodell. Die Daten zur Körperkondition, reticuloruminalem pH-Wert und Wiederkauaktivität wurden einer einfaktoriellen Varianzanalyse unterzogen.

## Ergebnisse und Diskussion

Die tägliche TM-Aufnahme lag in der Gruppe 250 g Kraftfutter deutlich höher als in der Gruppe 150 g Kraftfutter (Tabelle 2). Diese höhere Gesamtfutteraufnahme ergibt sich durch eine höhere Kraftfutteraufnahme. Dadurch wurde gegenläufig Grobfutter aus der Ration verdrängt, so dass die Grobfutteraufnahme bei höherer Kraftfutterzulage um 1,5 kg TM/Tag erniedrigt war. Die tägliche Aufnahme an nxP und Energie lag in der Gruppe 250 g Kraftfutter deutlich höher als in der Gruppe 150 g Kraftfutter. Gleichzeitig erhöhte sich aber auch die Aufnahme an im Pansen abbaubarer Stärke und Zucker deutlich. Die Versorgung mit peNDF aus dem Grobfutter, sank dagegen ab. Im Mittel der ersten vier Versuchswochen wurde in den Tagesrationen der

Gruppen 150 g KF und 250 g KF ein Strukturindex von 56 und 46, ein Gehalt an peNDF aus dem Grobfutter von 31 und 26 % der TM und ein Strukturwert von 1,6 und 1,4 erreicht. In der Gruppe 150 g Kraftfutter ist damit in diesem Zeitraum der Strukturindex nach den Angaben von Etle et al. (2015) und die peNDFom aus dem Grobfutter nach den Angaben der GfE (2014) als erniedrigt einzuordnen. Gemessen an den Parametern Strukturindex und Strukturwert wurde in der Gruppe 250 g Kraftfutter zwar zu Versuchsbeginn im Mittel eine kritische Versorgung erreicht, auf Grund der sinkenden Kraftfuttergaben jedoch nicht im Mittel des Versuches. Der Strukturwert ist nach DLG (2001) zu jedem Zeitpunkt des Versuches auch für hohe Milchleistungen als unkritisch einzustufen.

Tabelle 2: Tägliche Futter- Energie- und Nährstoffaufnahme der Kühe nach Fütterung von 150 oder 250 g Kraftfutter/kg ECM

	Versuchsgruppe		s.e.	P
	150 g KF lsmean	250 g KF lsmean		
TM-Aufnahme, kg/Tag	21,8	23,4	0,3	0,001
Grobfutteraufnahme, kg TM/Tag	16,6	15,1	0,3	0,001
Kraftfutteraufnahme, kg TM/Tag	5,21	8,29	0,09	0,001
nXP-Aufnahme, g/Tag	3219	3545	49	0,001
NEL-Aufnahme, MJ/Tag	144	158	2	0,001
Stärke+ Zucker-Aufnahme, g/Tag	5118	5947	76	0,001
Aufnahme an pansenabbaubare Stärke + Zucker, g/Tag	4440	5163	66	0,001
peNDF Grobfutter, g/Tag	7142	6487	129	0,001
Strukturindex aNDFom	65,4	50,2	1,0	0,001
Strukturwert	1,68	1,44	0,01	0,001

Die natürliche und die energiekorrigierte Milchleistung erhöhten sich durch die höhere Kraftfuterzulage um etwa 2 kg/Tier und Tag, auch der Milcheiweißgehalt stieg sichtbar an. Der Milchfettgehalt, der bei stark erniedrigten Werten auf acidotische Bedingungen hinweist (Spiekers et al., 2009), unterschied sich zwischen den Gruppen jedoch nicht. Die absolute Höhe des Milchfettgehaltes von 3,6 % liegt im Vergleich zu früheren Untersuchungen in derselben Herde (Etle et al., 2014) relativ niedrig.

Tabelle 3: Milchleistungskriterien der Kühe nach Fütterung von 150 oder 250 g Kraftfutter/kg ECM

	Versuchsgruppe		s.e.	P
	150 g KF lsmean	250 g KF lsmean		
Milchleistung, kg/Tag	36,0	38,0	0,9	0,095
Milchfettgehalt, %	3,63	3,62	0,06	0,932
Milcheiweißgehalt, %	3,36	3,48	0,05	0,071
Milchlaktosegehalt, %	4,79	4,78	0,03	0,720
Zellzahl	170,4	162,8	39,4	0,887
Milchharnstoffgehalt, mg/l	222	224	7	0,858
ECM, kg/Tag	34,3	36,5	0,8	0,051
Milchfett, kg/Tag	1,30	1,37	0,04	0,160
Milcheiweiß, kg/Tag	1,20	1,32	0,03	0,001

Tabelle 4: Body Condition Score (BCS), Rückenfettdicke (RFD) und Gewicht der Kühe nach Fütterung von 150 oder 250 g Kraftfutter/kg ECM (Mittelwert±Standardabweichung)

	Versuchsgruppe	
	150 g Kraftfutter	250 g Kraftfutter
BCS, Versuchsbeginn	3,84±0,62	4,04±0,50
BCS, Versuchsende	3,70±0,82	4,08±0,54
RFD, Versuchsbeginn, cm	2,09±0,82	2,28±0,78
RFD, Versuchsende, cm	1,87±0,85	2,24±0,79
Gewicht, Versuchsbeginn	759±102	753±82
Gewicht, Versuchsende	740±96	753±74

Der Pansen pH-Wert lag bei den Kühen der Gruppe 150 g Kraftfutter im Durchschnitt bei 6,06, in der Gruppe 250 g Kraftfutter bei 6,13, was den Erwartungen widerspricht. Wichtiger als die mittleren täglichen pH-Werte sind aber die Schwankungen im Tagesverlauf (Seemann und Spohr, 2007) bzw. die Zeitdauer der Unterschreitung von pH-Wert-Minima (Steingass und Zebeli, 2008). An Hand dieser Kriterien wird eine subklinische Pansenacidose vom „Normalzustand“ abgegrenzt. Als Grenze gelten bei der Milchkuh ein Unterschreiten eines Pansen-pH von 6,15 im Mittel des Tages und ein Unterschreiten eines pH-Wertes von 5,8 über mehr als 5,2 Stunden. In vorliegendem Versuch wurden solche Bedingungen kaum festgestellt, was am Messort und der Messtechnik, aber auch an den Fütterungsbedingungen liegen könnte. Unabhängig davon wurden solche pH-Wert-Unterschreitungen allerdings eher bei niedrigerer Kraftfutterzulage gemessen. Im Gegensatz dazu lag die Wiederkauaktivität an jedem Messtag in der Gruppe mit höherer Kraftfutterzulage niedriger als in der Gruppe mit reduzierter Kraftfutterzulage. Im Mittel lag die Wiederkauaktivität in der Gruppe 150 g KF mit 590 min/d tendenziell ( $P=0,082$ ) höher als in der Gruppe 250 g KF mit 544 min/d. Auch wenn die absolute Höhe der mit dem verwendeten Messsystem ermittelten Wiederkauaktivität noch weiter überprüft werden muss (Schneider et al., 2016), lassen sich im Durchschnitt der Versuchsgruppen doch Unterschiede darstellen, die den Erwartungen in Bezug auf die unterschiedliche Faserversorgung entsprechen. Die mittlere Wiederkaudauer je kg TM-Aufnahme betrug in den Gruppen 150 g KF und 250 g KF  $32\pm 5$  min und  $27\pm 4$  min ( $p<0,05$ ).

Für eine differenziertere Betrachtung wurden lineare Regressionen zwischen der Aufnahme an pNDF aus dem Grobfutter und dem Strukturindex aNDFom und der mittleren Wiederkaudauer der Kühe berechnet. Der Zusammenhang zwischen Strukturindex und Wiederkaudauer (min/d)

war positiv ( $y = 0,67x + 528$ ), was den Erwartungen entspricht. Das Bestimmtheitsmaß der Beziehung von  $R^2 = 0,03$  zeigt jedoch, dass bei vorliegender Tierzahl eine Betrachtung auf Einzeltierbasis kaum möglich ist. In ähnlicher Weise stieg die durchschnittliche Wiederkaudauer (min/d) mit steigender Aufnahme an peNDFom aus dem Grobfutter (kg/d) an ( $y = 26,1x + 428$ ). Das Bestimmtheitsmaß war jedoch mit  $R^2 = 0,13$  auch für diesen Zusammenhang sehr niedrig. Neben den grundsätzlichen Fragen zur Güte der verschiedenen Bewertungssysteme sowie der Genauigkeit der Messtechnik muss berücksichtigt werden, dass die Anzahl der auswertbaren Datensätze zur Wiederkaudauer mit  $n=19$  gering ist. Der Zusammenhang zwischen der Aufnahme an (pansenabbaubarer) Stärke und Zucker und der täglichen Wiederkaudauer war negativ, allerdings bei noch geringerem Bestimmtheitsmaß.

## Fazit

An Hand von Daten aus einem Fütterungsversuch mit abgestufter Kraftfutterzulage sollte die Eignung unterschiedlicher Bewertungssysteme zur Versorgung der Milchkuh mit strukturwirksamer Faser und (abbaubarer) Stärke und Zucker überprüft werden. Weiterhin sollten Systeme zur Messung des reticuloruminalen pH-Wertes und der Wiederkauaktivität bewertet werden. Das geprüfte System zur automatisierten Messung des Wiederkauverhaltens ist in der Lage, eine abgestufte Versorgung mit strukturwirksamer Faser darzustellen, die absolute Höhe der Messwerte muss jedoch weiter überprüft werden. Weitere Untersuchungen mit höherer Tierzahl sind anzustreben, wobei sich bei dem verwendeten System Rumiwatch auf Grund der derzeit noch hohen Kosten Begrenzungen ergeben. Die Beziehung zwischen Wiederkauverhalten bzw. reticuloruminalen pH-Wert und dem Strukturindex der Ration oder der Aufnahme an peNDF aus dem Grobfutter war vor allem auf Einzeltierbasis gering. Daraus ergibt sich wiederum die Forderung nach weiteren Untersuchungen mit höherer Tierzahl aber auch mit stärkerer Abstufung in der Versorgung der Kühe.

## Literatur

DLG (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLG-Information 2/2001 des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung, incl. Ergänzung von 2008, DLG Frankfurt a.M.

DLG (2011): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.

Edmondson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, U.G. (1989): A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.

Ettle, T., Obermaier, A., Spiekers, H. (2014): Einsatz von Grascobs in Rationen hochleistender Milchkühe. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, 98 - 101

Ettle, T., Schuster, H., Rutzmoser, K. (2015): Bewertung der Strukturversorgung beim Rind. *Schule und Beratung (SUB)*, 4/5, 63 - 67

GfE (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-197.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2014): Communications of the committee for requirement standards of the society of nutrition physiology: Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 23, 165-179.

Jilg, T., Weinberg, L. (1998): Konditionsbewertung jetzt auch beim Fleckvieh. *top agrar* 6, R12-R15.

Rutzmoser, K., Ettle, T., Obermaier, A., Schuster, H. (2011): Ein Strukturindex als Fortführung zur Beschreibung der Strukturwirkung mit der physikalisch effektiven NDF. In: *Tagungsband 10. BOKU-Symposium Tierernährung*, 231-236

Schneider, M., Obermaier, A., Edelmann, P., Ettle, T. (2016): Überprüfung von Nasenbandsensoren (RumiWatch) zur Erfassung von Wiederkauverhalten und Fressdauer bei Milchkühen. *Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, 35-38

Seemann, G., Spohr, M. (2007): Untersuchungen zur Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose und zur Zuverlässigkeit üblicher Diagnostika. *Proc. 32. Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung*, 22. Juni.2007, Tierklinik Leipzig, 16–19

Spiekers, H., Ettle, T., Preißinger, W., Pries, M. (2009): Häcksellänge und Strukturwert von Silomais. *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research, Sonderheft 331*, 47-62

Staufenbiel, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettstärke. *Mh. Vet.-Med.* 47, 467-474.

Steingass, H., Zebeli, Q. (2008): Strukturbewertung von Rationen für Milchkühe. 35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, LVFZ Raumberg- Gumpenstein, 19-25

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.) (1976): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl. incl. 1.-8. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Zebeli Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj, B.N., Drochner, W. (2008): Modeling the Adequacy of Dietary Fiber in Dairy Cows Based on the Responses of Ruminant pH and Milk Fat Production to Composition of the Diet, *Journal of Dairy Science*, 91, 2046–2066