

Verdaulichkeitsbestimmung von TMR bei variierendem Ernährungsniveau

M. Pries¹, Annette Menke¹, L. Steevens², H. van de Sand²

¹ Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Nevinghoff 40, 48147 Münster,
martin.pries@lwk.nrw.de, annette.menke@lwk.nrw.de

² Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, Elsenpaß 5,
47533 Kleve,

Einleitung

Für die Energiebestimmung in den Futtermitteln ist die Kenntnis der Verdaulichkeit der Nährstoffe unbedingte Voraussetzung. Standardmäßig werden Hammel, gefüttert auf Erhaltungsbedarf, zur Verdaulichkeitsmessung eingesetzt (GfE, 2001). Dabei wird unterstellt, dass die Verdaulichkeitswerte aus dem Hammelversuch weitestgehend auch für die Verdauungsverhältnisse bei Milchkühen gelten.

Schon seit längerem ist bekannt, dass die Verdaulichkeit des Futters bei steigender Futteraufnahme zurückgeht. Ursächlich hierfür ist vor allem die geringere Verweilzeit der Ingesta im Pansen (Flachowsky, u.a., 2004). Trotz der grundsätzlichen Kenntnis der Verdaulichkeitsdepression bei höherer Futteraufnahme wird bei Rationsplanungen und –kalkulationen auch für hochleistende Milchkühe der bei Fütterung auf Ernährungsniveau bestimmte Energiewert verwandt. In Anwendung ist damit ein statisches Modell, welches den verminderten Energiegehalt aufgrund reduzierter Verdaulichkeit bei höherem Ernährungsniveau (EN) nicht berücksichtigt. Eine dynamische Betrachtung mit in Abhängigkeit von der Futteraufnahme variierenden Energiewerten scheidet bisher vor allem am Fehlen exakter Werte für die Verdaulichkeitsdepression. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse aus fünf Verdaulichkeitsmessungen vorgestellt, die parallel an Schafen bei EN 1 und Kühen mit EN >3,0 durchgeführt wurden. Damit soll zur Quantifizierung des Verdaulichkeitsrückgangs bei höherer Futteraufnahme beigetragen werden.

Material und Methode

Die Messung der Verdaulichkeit erfolgte im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, Kleve, an dort erstellten Totalen Mischrationen (TMR). Die komponentenmäßige Zusammensetzung, bezogen auf die Trockenmasse, zeigt die Tabelle 1. Der aus den Analysen der Einzelkomponenten errechnete Gehalt an Rohnährstoffen und Energie ist in der Tabelle 2 dargestellt. Die kalkulierte Energiedichte lag je nach Versuch zwischen 6,7 und 7,18 MJ NEL/kg TM. Der Nährstoffgehalt der Rationen wurde entsprechend der Vorgaben der DLG (2001) für Leistungen von 30 kg in V1, 39 kg in V2/V3 sowie für 35 kg Milch in V4/V5 ausgelegt.

Tabelle 1: Zusammensetzung der TMR in den Versuchen V1 bis V5 (Anteil in % der TM)				Tabelle 2: Kalkulierte Nährstoffgehalte der TMR in den Versuchen V1 bis V5			
Komponenten	V1	V2 / V3	V4 / V5	V1	V2 / V3	V4 / V5	
	Grassil.	Mais kurz / lang	ohne / mit CLA		Grassil.	Mais kurz / lang	ohne / mit CLA
Grassilage	45,0	9,3	36,4	TM, g/kg	461	450	
Maissilage	15,3	52,4	29,3	XF, g/kg TM	196	169	
Pressschnitzel	10,8	-	-	nXP, g/kg TM	150	158	
Kraftfutter incl. Minfu	28,9	38,3	34,3	NEL, MJ/kg TM	6,7	7,18	
					7,0		

Verdaulichkeitsbestimmung mit Milchkühen

Zur Messung der Verdaulichkeit bei den Kühen wurden je Versuch vier Tiere in Einzelhaltung in einem Boxenlaufstall mit Planbefestigter Lauffläche, á 12 m² /Kuh, und hoch verlegten Liegeboxen gehalten. Die Mischrationen wurden zur freien Aufnahme vorgelegt, Futterreste quantitativ erfasst und aus der Differenz zur Vorlage die tägliche Futteraufnahme ermittelt. Nach einer dreitägigen Gewöhnung wurde über fünf Tage der Kot tierindividuell nach jeder Absetzung gesammelt. Von der täglichen Kotmenge wurde nach Homogenisierung mittels Quirl eine Teilprobe von 5 % entnommen und eingefroren. Nach der Sammelperiode wurden diese Teilproben zusammengefügt, homogenisiert und eine Probe für die Untersuchung erstellt. Die Adaptionsfütterung für die TMR erfolgte über einen Zeitraum von mindestens 14 Tagen. Während dieser Zeit wurde die tierindividuelle Futteraufnahme über Einzeltrogverwiegung ermittelt. Während der Kotsammelphase wurde von der TMR-Vorlage täglich bzw. jeden zweiten Tag eine Probe entnommen und analysiert. Aus den fünf bzw. drei Einzelergebnissen wurde für die Verdaulichkeit

lichkeitsbestimmung eine Durchschnittsprobe berechnet. Trockenmasseaufnahmen sowie die Milchmengen der Kühe wurden täglich tierindividuell erfasst. Zur Berechnung der ECM-Mengen wurden die gemittelten Milchinhaltsstoffe der Milchkontrollen verwendet, die vor, während und nach der Kotsammelphase durchgeführt wurden.

Verdaulichkeitsbestimmung mit Hammeln

Die Verdaulichkeitsmessungen am Hammel erfolgten gemäß den Vorgaben der GfE (1991). Nach einer zweiwöchigen Anfütterung wurden Kot und Futter über sieben Tage quantitativ erfasst. Die Futterportionen waren so bemessen, dass eine TM-Aufnahme von etwa 950 g pro Hammel und Tag gewährleistet war und eine Versorgung in Höhe des Erhaltungsbedarfs (EN = 1,0) erreicht wurde. Es wurden je Versuch fünf Hammel eingesetzt.

Sämtliche Kot- und Futterproben wurden in der LUFA NRW, Münster, analysiert. Das Vorgehen orientiert sich an den Vorgaben des VDLUFA. Auf Basis der verdaulichen Roh Nährstoffe wurden die Gehalte an ME und NEL nach Maßgabe der GfE (2001) kalkuliert. Unter Berücksichtigung der Gär säuregehalte erfolgte eine Korrektur der Trockenmasse nach Vorgaben von Weißbach und Kuhla (1995). Zusätzlich erfolgte eine Energieschätzung aus den Roh Nährstoffen der Futtermation nach Maßgabe der GfE (2004).

Ergebnisse

Die Tabelle 3 zeigt die Lebendmassen, TM-Aufnahmen und Milchmengen der im Versuch eingesetzten Milchkühe sowie das aus dem Energiebedarf für die jeweilige Milchmenge abgeleitete Ernährungs niveau (EN-Bedarf) und das aus TM-Aufnahme und kalkulierte Energiedichte errechnete Ernährungs niveau (EN-Versorgung). Auf Basis der Versorgung ergeben sich die höchsten EN-Werte in V2 (4,3) und V3 (4,1). In V1, V4 bzw. V5 beträgt das EN 3,6 bzw. 3,5.

	V1	V2	V3	V4	V5
	Grassil.	Mais kurz	Mais lang	ohne CLA	mit CLA
Lebendmasse, kg	704	779	706	613	632
ECM, kg/d	30,4	35,8	35,6	31,6	33,0
TM-Aufnahme, kg/d	21,8	25,7	23,1	18,0	18,9
EN-Bedarf	3,4	3,6	3,8	3,8	3,8
EN-Versorgung	3,6	4,3	4,1	3,5	3,6

In der Tabelle 4 werden die analysierten Nährstoffgehalte der Futtermationen für die einzelnen Versuche dargestellt. Es ergibt sich im Wesentlichen eine gute Übereinstimmung mit den kalkulierten Gehalten der Rationen. Lediglich in V1 liegt der analysierte Rohfasergehalt um etwa 30 g/kg TM unterhalb des kalkulierten Wertes.

	V1	V2	V3	V4	V5
	Grassil.	Mais kurz	Mais lang	ohne CLA	mit CLA
TM, g/kg	435	489	486	416	420
XA, g/kg TM	84	81	69	82	85
XP, g/kg TM	159	164	184	179	188
XL, g/kg TM	39	41	37	30	30
XF, g/kg TM	167	155	152	202	194

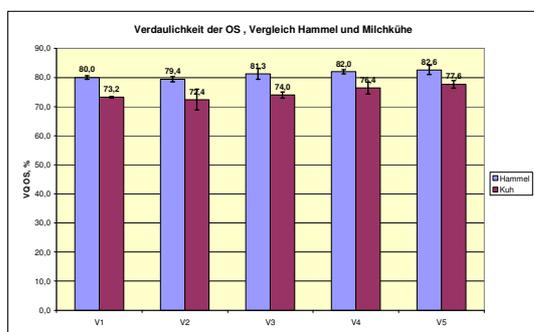


Abb. 1: Vergleich der Verdaulichkeit der Organischen Substanz (%) im Hammel- und Kuhversuch

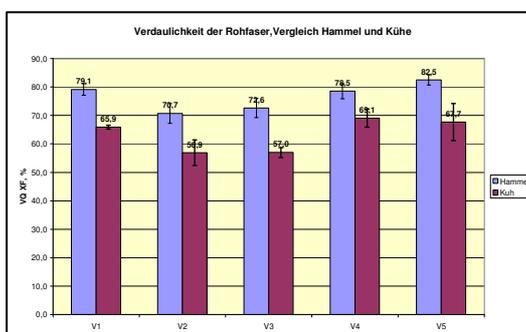


Abb. 2: Vergleich der Verdaulichkeit der Rohfaser (%) im Hammel- und Kuhversuch

Die Abbildungen 1 bis 4 zeigen die Verdaulichkeit der Organischen Substanz, der Rohfaser und des Organischen Restes sowie den Energiegehalt vergleichend zwischen Hammeln und Kühen für die einzelnen

Versuche. In allen Kriterien ergeben sich deutliche Vorteile in der Verdaulichkeit bei der Prüfung am Hammel. Besonders große Differenzen zugunsten des Hammelversuchs werden für die Verdaulichkeit der Rohfaser festgestellt.

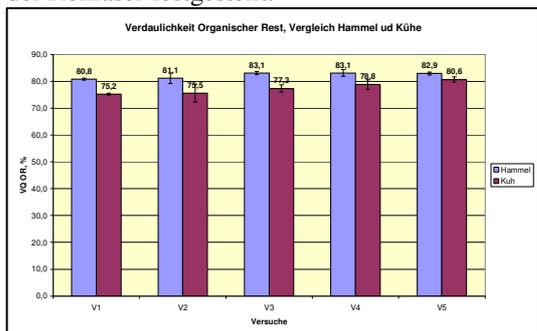


Abb. 3: Vergleich der Verdaulichkeit des Organischen Rests (%) im Hammel- und Kuhversuch

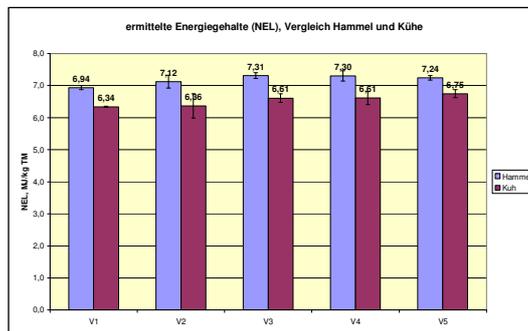


Abb. 4: Vergleich der ermittelten Energiegehalte (NEL MJ/kg TM) im Hammel- und Kuhversuch

Im Mittel aller Versuche ist die Verdaulichkeit der Organischen Substanz im Kuhversuch um 6,3 %-Punkte geringer als im Hammelversuch (Tab. 5). Besonders große Differenzen werden für V2 und V3 ausgewiesen, was mit der besonders hohen Futterraufnahme der Milchkühe in diesen Versuchen erklärt werden kann. Je EN-Stufe ist die Verdaulichkeit der Organischen Substanz um 2,3 %-Punkte vermindert. Hierdurch vermindert sich der NEL-Gehalt je kg TM um 0,65 MJ insgesamt bzw. um 0,23 MJ je EN.

Tabelle 5: Differenz der Verdaulichkeiten der Organischen Substanz zwischen Hammeln (EN = 1) und Milchkühen (EN >3) in den Versuchen V1 bis V5

	V1 Grassil.	V2 Mais kurz	V3 Mais lang	V4 ohne CLA	V5 mit CLA	Ø
Δ VQ OS, %-Punkte	-6,8	-7,0	-7,3	-5,6	-5,0	-6,3
Δ VQ OS je EN-Versorgung, %-Punkte	-2,6	-2,1	-2,3	-2,3	-1,9	-2,2
Δ NEL, MJ/kg TM	-0,60	-0,76	-0,70	-0,69	-0,49	-0,65
Δ NEL, MJ/kg TM je EN-Versorgung	-0,23	-0,23	-0,22	-0,28	-0,19	-0,23

Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung bestehen mit 6,3 %-Punkten erhebliche Unterschiede in der Verdaulichkeit der Organischen Substanz zugunsten des Hammelversuches. Nach Steingäß et al. (1994) bestehen zwischen Rind und Schaf bei gleichem Ernährungsniveau keine wesentlichen Unterschiede in der Verdaulichkeit der Organischen Substanz. Gegebenenfalls auftretende Unterschiede in der Verdaulichkeit zwischen Rind und Schaf sind nicht zuletzt in der differierenden Kauintensität zugunsten des Schafes zu sehen. Deshalb kann insbesondere bei körnerreichen Silagen mit ungenügender Kornzerkleinerung eine bessere Verdaulichkeit beim Schaf beobachtet werden. Dies könnte als Erklärung für die besonders großen Verdaulichkeitsdifferenzen in V2 und V3 gesehen werden, da hier ein besonders hoher Anteil Maissilage gegeben war.

Ein Einfluss des EN auf die Verdaulichkeit der Organischen Substanz ist umfangreich beschrieben. Radke et. al (2003) fütterten vergleichbare Rationen an Schafe (EN: ca. 1,4) und Milchkühe (EN: 2,7 – 5,0) und ermittelten einen signifikanten Rückgang der Verdaulichkeit. Die Minderung betrug 3,18 %-Punkte je EN für die Organische Substanz bzw. 3,21 %-Punkte je EN für die Energie. Der Rückgang der Rohfaserverdaulichkeit war mit 4 bzw. 5 %-Punkten je EN in der Versuchsserie 2 besonders deutlich. Diese Ergebnisse stehen in guter Übereinstimmung mit den vorliegenden Versuchen, in denen die Depression der Verdaulichkeit der Organischen Substanz 2,2 %-Punkte je EN beträgt. Ähnlich wie bei Radke ist auch hier die Rohfaserverdaulichkeit besonders stark reduziert.

Im vorliegenden Versuch ergibt sich bei höherem EN (>3,5) ein deutlich reduzierter Energiegehalt von -0,65 MJ NEL je kg TM. Jedoch gehen nach den Ergebnissen von Windisch et al. (1991) bei intensiverer Fütterung und gleichzeitig höherem Kraftfutteranteil die Energieverluste über den Harn und über die Methanausscheidungen deutlich zurück, so dass trotz Abnahme der Verdaulichkeit keine wesentlichen Unterschiede im ME bzw. NEL-Gehalt bei höherem Ernährungsniveau bestehen. Die geringeren Methanausscheidungen bei höheren Kraftfuttergaben erklären sich vor allem über einen erhöhten Propion- und

reduzierten Essigsäureanfall im Pansen. Die Bildung von Propionsäure ist im Vergleich zu Essigsäure mit deutlich weniger Methanproduktion verbunden.

In den Empfehlungen der GfE zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder (2001) wird einer möglicherweise vorhandenen Depression der metabolisierbaren Energie bei zunehmender Ernährungsintensität dadurch Rechnung getragen, dass zum kalkulierten Energiebedarf ein linearer Zuschlag von 0,1 MJ NEL je kg Milch vorgenommen wird. Für eine Milchleistung von 40 kg bedeutet dies zum Beispiel ein um 4 MJ NEL/Tier/Tag erhöhter Energiebedarf im Vergleich zu den tatsächlichen Energieausscheidungen über die Milch.

Zwischen den im Hammelversuch ermittelten und den kalkulierten Energiewerten bestehen nur geringe Unterschiede von im Mittel 0,17 MJ NEL/kg TM (siehe Tabelle 6). Die gute Vergleichbarkeit der kalkulierten und am Hammel bestimmten Energiegehalte lässt auch den Schluss zu, dass von einer Additivität der Energiegehalte der einzelnen Futtermittel ausgegangen werden kann. Ein Vergleich der am Hammel bestimmten Energiegehalte mit der Schätzgleichung für Mischrationen gemäß GfE (2004) zeigt ebenfalls eine gute Übereinstimmung. Der Schätzfehler beträgt lediglich 3,70 %.

Tabelle 6: Vergleich der NEL-Gehalte (MJ/kg TM) nach Schätzmethoden und Energiebestimmung am Hammel und Kühen						
	V1 Grassil.	V2 Mais kurz	V3 Mais lang	V4 ohne CLA	V5 mit CLA	Ø
Kalkulation	6,7	7,18	7,18	7,0	7,0	7,01
TMR-Schätzgleichung	6,71	7,34	7,36	6,98	6,72	7,02
am Hammel ermittelt	6,94	7,12	7,31	7,30	7,24	7,18
an Kühen ermittelt	6,34	6,36	6,61	6,61	6,75	6,53
Differenz TMR – VQ Hammel	-0,23	0,22	0,05	-0,32	-0,52	-0,16
Schätzfehler, %						3,70

Schlussfolgerungen

Die Bestimmung des Energiegehaltes einer TMR im Hammelversuch bei EN=1 bestätigt den Energiewert aus der Kalkulation über den anteilmäßigen Energiegehalt der Einzelkomponenten und die Energieschätzung gemäß der Vorgaben der GfE (2004) weitestgehend. Für eine niedrige Ernährungsintensität liegt damit ein in sich schlüssiges Energiebewertungssystem vor.

Mit zunehmender Futteraufnahme wird in den vorgelegten Versuchen ein Rückgang der Verdaulichkeit der Ration festgestellt. Die Verdaulichkeitsdepression ist besonders groß für die Rohfaserfraktion. Auch scheinen maissilagereiche Rationen mit hoher Futteraufnahme einen größeren Rückgang der Verdaulichkeit zu bewirken. In weiteren Versuchen soll die Datenbasis für die Einschätzung des Energierückgangs bei sehr hoher Fütterungsintensität vergrößert werden. Dies ist Voraussetzung, um die Depression der ME bei höherem Ernährungsniveau möglicherweise bei der Futterbewertung und nicht wie bisher auf der Bedarfsseite durch Zuschläge zur Milchenergieabgabe zu berücksichtigen.

Literatur:

- DLG (2001):** Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen ,DLG-Information 1/2001
- Flachowsky, G.;** Lebzien, P.; Meyer, U. (2004): Zur energetischen Futterbewertung bei Hochleistungskühen, Übersichten zur Tierernährung 32, 23 – 56
- GfE (1991):** (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern, J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr. 65, 229-234
- GfE (2001):** (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder
- GfE (2004):** (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Mischrationen (TMR) für Wiederkäuer, Proc. Soc. Nutr. Physiol. (2004) 13, 195 – 198
- Radke, M.;** Hagemann, A.; Gabel, M.; Pieper, B.; Voigt, J.; Kuhla, S. (2003): Verdaulichkeitsdepression bei der Hochleistungskuh – Berücksichtigung bei der Rationsformulierung, Arch. Tierzucht 46, 115 – 121
- Steingäß, H.;** Haas, A.; Stetter, R.; Jilg, T.; Susenbeth, A. (1994): Einfluss des Futterniveaus auf die Nährstoff- und Energieverdaulichkeit bei Schaf und Rind, Wirtschaftseigene Futter 40, 215 – 228
- Weißbach und Kuhla (1995):** Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter, Übers. Tierernährg. 23 (1995), 189 - 214