

Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie

Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie von Mischfuttermitteln für Rinder

Originaltext

GfE (2009): New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 18, 143-146. Mit Ergänzungen zum Anwendungsbereich und zur Umrechnung des Energiegehaltes in Netto-Energie-Laktation (MJ NEL).

Einleitung

Der Ausschuss für Bedarfsnormen hat zuletzt im Jahre 1996 Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie (ME) und der Nettoenergie für Laktation (NEL) in Mischfuttermitteln für Wiederkäuer publiziert (GfE, 1996). Seitdem hat sich die Zusammensetzung der Mischfuttermittel stark verändert, und für Mischfuttermittel mit hohen Energiegehalten wurde festgestellt, dass der geschätzte Gehalt an ME niedriger war als der auf Basis der verdaulichen Rohnährstoffe berechnete (Pries et al., 2006). Eine Überarbeitung der Schätzgleichung war daher geboten und wurde möglich, weil Daten aus Verdaulichkeitsbestimmungen vorlagen, die mit Mischfuttermitteln neueren Herstellungsdatums durchgeführt worden waren.

Für Wiederkäuerfutter wird der Gehalt an ME unter Einbeziehung von Verdaulichkeitswerten wie folgt berechnet (GfE, 1995):

$$\begin{aligned}
 \text{ME (MJ)} &= 0,0312 \times \text{verdauliches Rohfett (g)} && \text{Gl. 1} \\
 &+ 0,0136 \times \text{verdauliche Rohfaser (g)} \\
 &+ 0,0147 \times (\text{verdauliche organische Substanz} - \text{verdauliches} \\
 &\quad \text{Rohfett} - \text{verdauliche Rohfaser}) \text{ (g)} \\
 &+ 0,00234 \times \text{Rohprotein (g)},
 \end{aligned}$$

wobei die Einheit der Regressionskoeffizienten MJ/g ist.

Die mit dieser Formel ermittelten ME-Gehalte waren die Referenzwerte bei der Ableitung neuer Schätzgleichungen.

Auf der Basis der Ergebnisse aus Verdaulichkeitsbestimmungen mit Mischfuttermitteln wurden die neuen Gleichungen von Pries et al. (2009) abgeleitet und validiert. Auf diese Arbeit aufbauend empfiehlt der Ausschuss für Bedarfsnormen neue Formeln zur Schätzung der ME, die die bisher verwendeten (GfE, 1996) ersetzen sollen.

Verwendete Abkürzungen: **ADF_{org}**: Säure-Detergenzien-Faser, aschefrei; **XA**: Rohasche; **XF**: Rohfaser; **XL**: Rohfett; **XP**: Rohprotein; **TM**: Trockenmasse; **ELOS**: Enzymlösliche Organische Substanz, bestimmt als Pepsin-Salzsäure-Cellulase-lösliche Organische Substanz; **GB**: Gasbildung; **ME**: Umsetzbare Energie; **NDF_{org}**: Neutral-Detergenzien-Faser, aschefrei, ohne Zusatz von Amylase bestimmt; **NEL**: Nettoenergie für Laktation; **OS**: Organische Substanz; **OR**: Organischer Rest (OS-XL-XF); **R²**: Bestimmtheitsmaß; **RMSE**: Standardfehler der Residuen; **SD**: Standardabweichung.

Datengrundlage und Vorgehensweise

Insgesamt wurden 349 Mischfuttermittel in die Auswertung einbezogen. Die Konzentration an ME wurde aus den verdaulichen Rohnährstoffen gemäß Gleichung 1 berechnet. Alle Verdaulichkeitsbestimmungen waren mit Hammeln entsprechend den Vorgaben der GfE (1991) durchgeführt worden. Die Daten wurden in den Jahren 1999 bis 2008 von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen in Haus Riswick und von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Poing erhoben. In allen Mischfuttermitteln wurden die Gehalte an Weender Rohnährstoffen, NDForg, ADForg, Stärke und Zucker analysiert und zudem die Gasbildung (GB) und die enzymlösliche organische Substanz (ELOS) ermittelt (VDLUFA, 1976). Dieser Datensatz bildete die Basis für die Ableitung und Validierung der neuen Schätzformeln. Der größte Anteil der Futter waren Mischfuttermittel für Milchkühe (Tabelle 1). Rindermastfutter und Kälberaufzuchtfutter waren aber ebenfalls vertreten. In Tabelle 2 sind die relevanten Variablen zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1. Anzahl und Verteilung der in der Auswertung verwendeten Mischfuttermittel

	Anzahl	Milchkühe	Mastrinder	Kälber
Haus Riswick	338	308	27	3
Poing	11	4	-	7

Tabelle 2. Analysierte Inhaltsstoffe, *in vitro*-Variable, Verdaulichkeiten und ME-Gehalte der Mischfuttermittel (n = 349)

		Mittelwert	SD	Min.	Max.
TM	g/kg	888	11,8	858	929
XA	g/kg TM	77	14,6	51	140
XP	g/kg TM	232	50,1	155	455
XL	g/kg TM	42	10,9	14	129
XF	g/kg TM	105	24,5	47	216
OR	g/kg TM	775	36,0	575	866
Stärke	g/kg TM	208	89,4	32	490
Zucker	g/kg TM	85	21,7	27	184
NDForg	g/kg TM	299	71,4	79	468
ADForg	g/kg TM	148	42,6	50	373
ELOS	g/kg TM	792	48,2	638	924
GB	mL/200 mg TM	57,2	4,5	38,1	65,3
Verdaulichkeit (%)					
OS		84	3,1	72	93
XP		81	3,9	67	92
XL		86	5,3	52	99
XF		60	9,8	28	85
OR		87	2,6	78	94
ME	MJ/kg TM	12,4	0,51	10,5	13,9

Der gesamte Datensatz wurde nach den Werten für den ME-Gehalt sortiert. Jeder fünfte Wert wurde für die Validierung, die übrigen für die Ableitung der Gleichungen verwendet.

Im Prozess der Ableitung wurden in stufenweiser Regression Gleichungen abgeleitet und miteinander verglichen. Die Berechnungen wurden mit dem Programmpaket SAS durchgeführt. Die berücksichtigten Variablen waren XA, XP, XL, XF, Stärke, NDForg, ADForg und, als *in vitro*-Kriterien GB und ELOS. Es verblieben nur die Variablen im Modell, die mit einem P-Wert von weniger als 0,15 einen Beitrag zur Verbesserung der

Schätzungsgenauigkeit lieferten. Zusätzlich wurde als Restriktion aufgenommen, dass NDForg und ADForg nicht gemeinsam in derselben Gleichung berücksichtigt werden sollten.

Empfohlene Gleichung und Ergebnis der Validierung

Als Resultat der vergleichenden Berechnungen verblieben die folgenden beiden Gleichungen. Sie weisen eine höhere Genauigkeit der Schätzung auf als die bisher (GfE 1996) empfohlenen, insbesondere bei sehr hohen Konzentrationen von Rohfett, Rohfaser oder Stärke im Mischfuttermittel. Die Gleichung GB weist einen geringeren Schätzfehler auf als die Gleichung ELOS. Die Gleichung GB wird daher für die zukünftige Schätzung der ME in Mischfuttermitteln für Rinder und kleine Wiederkäuer empfohlen. Alternativ kann die Schätzung unter Berücksichtigung von ELOS erfolgen, wenn Werte für die GB nicht vorhanden sind.

Gleichung GB		Gleichung ELOS	
ME (MJ/kg TM)	= 7,17	ME (MJ/kg TM)	= 9,67
	- 0,01171 XA		- 0,01698 XA
	+ 0,00712 XP		+ 0,00340 XP
	+ 0,01657 XL		+ 0,01126 XL
	+ 0,00200 Stärke		+ 0,00123 Stärke
	- 0,00202 ADForg		- 0,00097 NDForg
	+ 0,06463 GB		+ 0,00360 ELOS
R^2	= 0,79	R^2	= 0,76
RMSE	= 1,89 %	RMSE	= 2,04 %
mit XA, XP, XL, NDForg, ADForg und ELOS in g/kg TM and GB in mL/200 mg TM.			
Validierung (n = 69 Mischfuttermittel):			
RMSE	= 2,00 %	RMSE	= 2,03 %
Bias	= - 0,03 MJ ME/kg TM	Bias	= - 0,03 MJ ME/kg TM
Die Gleichungen sollten gemäß Pries et al. (2009) nur auf Mischfuttermittel angewandt werden, für die analysierten Kenngrößen in den folgenden Bereichen liegen:			
Rohasche	55 bis 140 g/kg TM		
Rohprotein	155 bis 455 g/kg TM		
Rohfett	15 bis 100 g/kg TM		
Stärke	35 bis 440 g/kg TM		
NDForg	150 bis 450 g/kg TM		
ADForg	55 bis 370 g/kg TM		
ELOS	645 bis 920 g/kg TM		
GB	40 bis 65 mL/200 mg TM		
Eine Anwendung der Gleichungen für Mischfuttermittel, deren Nährstoffgehalte außerhalb dieser Begrenzungen liegen, ist grundsätzlich möglich. Es muss hierbei aber mit einem höheren Schätzfehler gerechnet werden.			

Die Berechnungen haben auch gezeigt, dass Mischfuttermittel, die Glycerin oder Propylenglykol enthalten, mit den neuen Formeln dann hinreichend genau bewertet werden können, wenn der Anteil dieser Stoffe im Mischfuttermittel 8% nicht überschreitet.

Für Milchkühe kann die NEL aus der ME unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit der Bruttoenergie und des Teilwirkungsgrades gemäß GfE (2001) oder, wenn die

Bruttoenergie und damit die Umsetzbarkeit nicht ermittelt werden können, vereinfacht nach folgender Gleichung (WEISSBACH et al. 1996) berechnet werden:

$$NEL = ME [0,46 + 12,38 ME / (1000 - XA)]$$

Literatur

- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie], (1991): Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 65, 229-234
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie], (1995): Zur Energiebewertung beim Wiederkäuer. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 4, 121-123
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie], (1996): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie und Nettoenergie-Laktation in Mischfuttern. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 153-155
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie], (2001): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main
- Pries, M., Menke, A., Steevens, L. (2006): Wird der Energiegehalt von Milchleistungsfutter über in vitro-Parameter richtig geschätzt? 118. VDLUFA-Kongress, Freiburg, Kurzfassungen der Referate, 45
- Pries, M., Menke, A., Tholen, E., Südekum, K.-H. (2009): Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie von Mischfutter für Rinder. <http://www.futtermittel.net>
- VDLUFA [Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten] (Hrsg.) (1976): VDLUFA Methodenbuch Band 3, mit Ergänzungslieferungen von 1983, 1988, 1993, 1997, 2004, 2006 und 2007, VDLUFA Verlag, Darmstadt
- Weißbach, F., L. Schmidt und S. Kuhla (1996): Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, 117

Adresse:

Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
Eschborner Landstraße 122
60489 Frankfurt am Main

Mitglieder:

Flachowsky, G., Braunschweig (Vorsitzender)
Kamphues, J., Hannover
Rodehutschord, M., Stuttgart
Schenkel, H., Stuttgart
Südekum, K.-H., Bonn
Susenbeth, A., Kiel
Staudacher, W., Frankfurt

Sachverständige:

Gruber, L., Irdning
Hertwig, F., Paulinenaue
Kirchhof, S., Stuttgart
Menke, A., Münster
Pallauf, J., Gießen
Pfeffer, E., Bonn
Pries, M., Münster
Schulz, E., Braunschweig
Spiekers, H., Poing
Tholen, E., Bonn