
Schätzung des Energiegehaltes in Grasprodukten – Bericht zum Stand neuer Ableitungen

B. Losand¹, M. Pries², Annette Menke², E. Tholen³, L. Gruber⁴, F. Hertwig⁵, T. Jilg⁶, H. Kluth⁷, H. Spiekers⁸, H. Steingäß⁹ und K.-H. Südekum³

¹ Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion Dummerstorf, W.-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf

² Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Nevinghoff 40, 48147 Münster;

³ Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Endenicher Allee 15, 53115 Bonn

⁴ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A 8952 Irdning, Österreich

⁵ Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg, Gutshof 7; 14641 Paulinenaue;

⁶ Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf, Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf;

⁷ Martin-Luther-Universität Halle, Professur für Tierernährung, E.-Abderhalden-Strasse 26, 06108 Halle;

⁸ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Prof.-Dürnwächter-Platz 3, 85586 Poing;

⁹ Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung, Emil-Wolff-Straße 8 u. 10, 70599 Stuttgart

Einleitung und Problemstellung

Der Schätzung des Futterwertes konkreter wirtschaftseigener Futtermittel kommt aufgrund der hohen Variabilität der Inhaltsstoffe und deren Verdaulichkeit einerseits und wachsender Anforderungen an die Genauigkeit der Rationserstellung wie auch Kontrollierbarkeit der Fütterung andererseits für den Landwirt eine immer größere Bedeutung zu. Allein in den letzten 10 bis 15 Jahren wurde der durchschnittliche Energiegehalt von Grassilagen beispielsweise um fast 0,5 MJ NEL/kg TM erhöht. Die ständige Veränderung der Eigenschaften von Grünlandaufwüchsen auf züchterischem Wege modifiziert zudem die bekannten Beziehungen zwischen dem Gehalt an wertbestimmenden Roh Nährstoffen und deren Verdaulichkeit. Dies führt im Hinblick auf Methoden zur Schätzung des Futterwertes international immer mehr zur Nutzung von in vitro- Parametern (z.B. Enzymlöslichkeit der organischen Substanz - ELOS, Gasbildung – Gb), die die Verdaulichkeit der organischen Substanz oder der Faserstoffe selbst imitieren.

Ein weiterer Aspekt, bestehende Schätzmöglichkeiten für den Energiegehalt zu überdenken, ist die prinzipielle Infragestellung der Weender Futtermittelanalyse im Hinblick auf die Charakterisierung der Kohlenhydrate der Pflanzenzellen. Als Alternative zur Rohfaser und NfE wurde von Van Soest mit der Neutral-Detergentien-Faser (NDF) und der Säure-Detergenzien-Faser (ADF) eine erweiterte Faseranalytik angeboten. Die Einbeziehung dieser erweiterten Faseranalytik in die Futterwertcharakterisierung scheiterte bisher vor allem daran, dass Rohfaser und NfE in dem jetzt in Deutschland angewendeten System von Futterbewertung und Nährstoff- bzw. Energiebedarfsbeschreibung tragende Parameter sind und Doppelbestimmungen von Kohlenhydratfraktionen ökonomisch nicht sinnvoll erscheinen. Seit einigen Jahren gibt es jedoch auch im deutschsprachigen Raum Europas zunehmend praktische Erfahrungen in der Anwendung der erweiterten Faseranalytik bei der Bewertung des Futters einerseits und der Bedürfnisse der Tiere andererseits, so dass deren Einbeziehung in die Futterbewertung umgesetzt werden kann.

Material und Methoden

In die Auswertung kamen Ergebnisse aus 506 Verdauungsversuchen an Hammeln mit Frischgras, Grassilagen und Heu aus acht verschiedenen Einrichtungen Deutschlands und Österreichs der Jahre ab 1990. Die Verteilung auf die Einrichtungen und Grasprodukte zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Anzahl der Datensätze nach Produkten und Einrichtungen

Produkt			Grasprodukte gesamt	Grassilagen	Frischgras	Heu
Anzahl gesamt	Mit Gasbildung	Mit ELOS	506	264	61	181
Einrichtung						
Gumpenstein	X	X	119	40	13	66
Dummerstorf		X	113	76	7	30
Haus Riswick	X	X	99	44	-	55
Paulinenaue	(X) *	X	76	35	41	-
Aulendorf	X	X	47	28	-	19
Hohenheim	X	X	27	27	-	-
Grub		X	21	12	-	9
Halle	X		4	2	-	2

*nur in Grassilagen

Tab. 2 zeigt eine zusammenfassende Beschreibung der verschiedenen Materialien des zur Ableitung von Schätzgleichungen genutzten Datenpools. Der Gehalt an ME wurde aus den verdaulichen Nährstoffen gemäß den Vorgaben der GfE (1995) berechnet. Für die Schätzung des Energiegehaltes wurden Rohnährstoffgehalte und in vitro-Parameter verwandt. Im ersten Schritt wurden Schätzgleichungen erarbeitet, die wie bisher die einzelnen Materialien von Grasaufwüchsen (Frischgras, Grassilagen, Heu) gesamt sowie nach Schnittnummern charakterisieren. Anschließend wurden alle Materialien zusammen und getrennt nach Schnittnummern ausgewertet. In einem dritten Schritt wurde die Genauigkeit der Gleichungen für das Gesamtmaterial mit der für die spezielleren Ableitungen der Teilmaterialien verglichen. Ziel war die Entscheidung, ob die allgemeine die spezifischen Ableitungen ohne Genauigkeitsverlust ersetzen kann. Die Schätzgleichungen wurden mit Hilfe von SAS-Prozeduren im Stepwise-Verfahren abgeleitet. In den Schätzmodellen verblieben nur solche Parameter, die ein Signifikanzniveau von $p = 0,15$ unterschritten.

Tab. 2: Rohnährstoffgehalte, in vitro Parameter sowie in vivo ermittelte Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME) des Gesamtmaterials der Grasprodukte für die Ableitung von Schätzgleichungen

Variable		n	Mean	Std Dev	min	max
TM	g/kg	344	567	258	126	937
XA	g/kg TM	395	96	27	35	207
XP	g/kg TM	395	145	41	49	265
XL	g/kg TM	395	28	10	6	62
XF	g/kg TM	395	269	42	176	396
ADF _{org}	g/kg TM	395	321	54	204	487
NDF _{org}	g/kg TM	395	523	90	306	739
GB	ml/200 mg in TM	257	44	6	21	59
ELOS	g/kg TM	341	602	89	338	790
ME	MJ/kg TM	395	9,52	1,17	5,88	11,84

Die in die Auswertung einbezogenen Parameter waren:

- Rohnährstoffe: Rohasche, Rohfett, Rohprotein, ADF_{org}, NDF_{org}
- *in vitro*-Kriterien: Gasbildung (GB), ELOS

Ergebnisse und Diskussion

Für die Ableitung allgemeingültiger und robuster Schätzgleichungen waren folgende Fragen zu beantworten.

- Welche Parameter sind in den Schätzgleichungen zu verwenden?

Die besten Ergebnisse werden durch Gleichungen mit den Parametern Rohnährstoffe + GB erzielt. Mit geringem Abstand folgen Gleichungen auf Basis Rohnährstoffe + ELOS. Modelle, die ausschließlich Rohnährstoffparameter verwenden, liegen im Bestimmtheitsmaß häufig um 10 %-Punkte niedriger. Der Schätzfehler ist um etwa 2 %-Punkte erhöht.

- Soll nach Grassilage, Frischgras und Heu differenziert werden?

Eine Energieschätzung im Material Grassilage mit Hilfe der Gleichung für das Gesamtmaterial Grasprodukte führt zu Schätzfehlern, die sich nicht von den Schätzfehlern der speziellen Grassilagegleichungen unterscheiden. Auch beim Heu ergeben sich so gut wie keine Unterschiede zwischen den Schätzfehlern bei Anwendung der Gleichung für das Gesamtmaterial gegenüber der speziellen Heugleichung. Für Frischgras kann auf Grund der zu geringen Stichprobenzahl keine Schätzung mit dem Parameter Gasbildung vorgenommen werden. Bei Anwendung der Gleichung für alle Materialien und Schnitte auf Frischgras ergeben sich die gleichen Schätzfehler wie bei Verwendung materialspezifischer Gleichungen für alle Schnitte.

- Soll nach Schnittnummer unterschieden werden?

Wird eine einheitliche Gleichung für alle Aufwüchse angewendet, ergibt sich für die ersten Aufwüchse sowohl bei Grassilage als auch Heu keine nennenswerte Veränderung der Vorhersagegenauigkeit gegenüber den speziellen Gleichungen für den ersten Aufwuchs. Dagegen scheint sich unabhängig von der Verwendung der Parameter eine größere Ungenauigkeit vor allem für die Folgeaufwüchse zu ergeben. Für Frischgras konnten aufgrund der geringen Datendichte keine aufwuchsspezifischen Gleichungen abgeleitet werden.

Schlussfolgerungen

Aufgrund der genaueren Energieschätzung gegenüber der Verwendung von Rohnährstoffgleichungen sind Gleichungen mit dem in vitro-Parameter Gasbildung zu wählen. Alternativ können auch Gleichungen auf Basis ELOS Anwendung finden. Da beide in vitro-Parameter in verschiedenen Untersuchungseinrichtungen in Anwendung sind, werden zwei alternative Gleichungen empfohlen.

Die Verwendung einer Gleichung für alle Materialien führt zu einer hinreichenden Genauigkeit, so dass die Anwendung produktspezifischer Gleichungen nicht erforderlich ist. Eine Differenzierung nach Schnittnummer erscheint ebenso insgesamt nicht erforderlich.

Als Gesamtaussage können deshalb folgende Gleichungen für alle Materialien und Schnitte unter Verwendung von in vitro Parametern empfohlen werden:

$$\begin{aligned}
 (1) \text{ ME (MJ/kg TM) } &= 7,80 \\
 &+ 0,0756 \quad \times \quad \text{GB} \\
 &- 0,00384 \quad \times \quad \text{XA} \\
 &+ 0,00563 \quad \times \quad \text{XP} \\
 &+ 0,0192 \quad \times \quad \text{XL} \\
 &- 0,0083 \quad \times \quad \text{ADF}_{\text{org}} \\
 \text{B} &= 82,4 \% ; \quad \text{Schätzfehler: } 4,7 \%
 \end{aligned}$$

Postersektion II: Futterqualität/ Neue Methoden

$$\begin{aligned} (2) \text{ ME (MJ/kg TM)} &= 5,51 \\ &+ 0,00827 \quad \times \quad \text{ELOS} \\ &- 0,0051 \quad \times \quad \text{XA} \\ &+ 0,0251 \quad \times \quad \text{XL} \\ &- 0,00393 \quad \times \quad \text{ADF}_{\text{org}} \end{aligned}$$

B = 81,2 %; Schätzfehler: 5,2 %

Angaben: XA, XP, XL, ADF_{org} und ELOS in g/kg TM sowie Gasbildung (GB) in ml/200 mg TM
