

Rinder aktuell: Energie von Maisprodukten

## Neue Schätzgleichung für umsetzbare Energie bei Wiederkäuern

Jedes Futtermittel liefert eine bestimmte Menge an Bruttoenergie, auch als Gesamtenergie bezeichnet. Das ist die Wärmeenergie eines Futtermittels bei vollständiger Verbrennung (in einem Bombenkalorimeter). Von dieser Bruttoenergiemenge ist für das Tier aber nur ein gewisser Anteil, nämlich nach Abzug der Energieverluste über den Kot, Harn und die Gär-gase (Methan, Kohlendioxid), tatsächlich nutzbar. Das ist die umsetzbare Energie, die schlussendlich für die Stoffwechselfunktionen des Tieres zur Verfügung steht und beim Wiederkäuer zirka ein Drittel der ursprünglich im Futtermittel vorhandenen Energiemenge ausmacht. Diese umsetzbare Energie (ME) ist der Maßstab zur Energiebewertung beim Wiederkäuer.

Bei der Fütterung von Tieren geht es grundsätzlich immer darum, die zur Verfügung stehenden Futtermittel möglichst realistisch hinsichtlich ihrer Nährstoff- und Energielieferung einzuschätzen, um somit eine bedarfsgerechte Versorgung, im besten Fall punktgenau, gewährleisten zu können. Vor diesem Hintergrund arbeitet die Wissenschaft stets an der Erstellung von Schätzgleichungen, mit denen der Energiegehalt von Futtermitteln möglichst exakt berechnet werden kann.

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) hat aktuell eine neue Schätzgleichung auf der Basis von Verdaulichkeitsmessungen für Maisprodukte abgeleitet, wir berichteten bereits in Kurzform.

### Bisherige Gleichung

Die bisherige Schätzgleichung auf der Grundlage der Gehalte an  $\text{NDF}_{\text{OM}}$ , Rohfett und dem In-vitro-Parameter Elos wurde anhand von 120 neuen Verdaulichkeitsmessungen mit Maisprodukten (aus Versuchseinrichtungen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz) aus den Jahren 2007 bis 2018 validiert. Bei einer solchen Validierung soll festgestellt werden, dass beziehungsweise ob eine bestimmte Methode für einen bestimmten Zweck geeignet und gültig ist.

Hierbei zeigte sich nun eine Differenz von bis zu 1 MJ ME/kg TM

zwischen den geschätzten und den aus exakten Verdaulichkeitsmessungen (Verdauungsversuchen) ermittelten Gehalten an umsetzbare Energie. Der sich bei dieser Validierung ergebende Schätzfehler war mit 3,2 % zwar erfreulich gering, aber das Bestimmtheitsmaß betrug nur 0,58.

Das Bestimmtheitsmaß ist eine statistische Kennzahl zur Beurteilung der Anpassungsgüte einer Regression. Hiermit kann bewertet werden, wie gut die gefundenen Messwerte zu einem Modell passen. Der Wert liegt grundsätzlich zwischen 0 und 1. Beträgt er 1, liegen alle Datenpaare auf einer Geraden, was einer 100%igen Übereinstimmung und folglich einer perfekten Anpassung entspricht. Je kleiner dieser Wert ist, umso mehr weichen die Messwerte von den zum Beispiel geschätzten Werten ab und umso unbrauchbarer ist das gewählte Modell beziehungsweise die gewählte Schätzgleichung.

Das sich bei der nun erfolgten Validierung der bisherigen Schätzgleichung ergebende Bestimmtheitsmaß von 0,58 bedeutete also, dass nur 58 % der Varianz beider Variablen determiniert sind. Dieses Ergebnis ist sehr unbefriedigend und lässt nicht den Schluss zu, dass die bis dahin gewählte Schätzgleichung zu stets zufriedenstellend genauen Ergebnissen führt. Die nun also oft gefundene zu große Ungenauigkeit war daher der Grund für die Ableitung einer neuen Schätzgleichung.

### 156 Datensätze aus Verdauungsversuchen

Die Auswertung beinhaltete 156 Datensätze aus Verdaulichkeitsbe-



Um Tiere bedarfsgerecht versorgen zu können, ist eine genaue Einschätzung der Nährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel zwingend notwendig. Fotos: Prof. Katrin Mahlkow-Nerge

31 in Kleve (Nordrhein-Westfalen), 20 in Paulinenaue (Brandenburg), 17 in Grub (Bayern), 16 in Dummerstorf (Mecklenburg-Vorpommern), die in den Jahren 2000 bis 2018 durchgeführt wurden. Die hierbei geprüften Futtermittel waren frischer Silomais (n=10), Maissilagen (n=141) und siliertes Restpflanzenmaterial (n=5).

Bei den silierten Materialien erfolgte immer eine Korrektur der Trockenmasse und der Nährstoffgehalte um die beim Trocknungsprozess verflüchtigten Substanzen (TM-Korrektur nach Vorgaben von Weißbach und Kuhla, 1995).

Das Gesamtmaterial, welches in diese Auswertung einbezogen wurde, zeichnete sich durch den in der Tabelle dargestellten Futterwert aus.

Mit diesen doch recht großen Spanneiten bei den einzelnen Parametern

wies das Gesamtmaterial eine für die Ableitung von Regressionsgleichungen ausreichend hohe Streuung auf. Letztlich wurden hierfür

**Tabelle 1: Inhaltstoffe, In-vitro-Parameter, Verdaulichkeit der organischen Masse ( $\text{VQ}_{\text{OM}}$ ) und berechneter Gehalt an umsetzbarer Energie des Gesamtmaterials**

Merkmal	Einheit	Anzahl	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
TM	g/kg	156	337	55	210	569
XA	g/kg TM	156	39	8,3	22	75
XP		156	75	8,7	52	106
XL		156	29	4,9	6	106
XF		156	204	36	141	334
$\text{aNDF}_{\text{OM}}$		156	421	64,3	271	690
$\text{ADF}_{\text{OM}}$		156	230	42,3	145	437
Stärke		94	339	61	169	499
Gasbildung	ml/200 mg TM	120	55	4,85	46,2	68,4
Elos	g/kg TM	156	688	67,3	325	827
$\text{VQ}_{\text{OM}}$	%	156	74,5	4,2	55,7	82,3
ME	MJ/kg TM	156	10,9	0,7	4,5	12,1

nur Parameter berücksichtigt, die sich bei einem Signifikanzniveau von  $p < 0,15$  als signifikant erwiesen.

### Neue ME-Schätzgleichung

Insgesamt wurden 35 Schätzgleichungen abgeleitet, deren Bestimmtheitsmaße zwischen 0,2 und 0,78 variierten. Anders als bei der bisher benutzten Schätzgleichung erwies sich nun die Einbeziehung des Merkmals  $aNDF_{OM}$  keinesfalls als sinnvoll. Anders zeigte sich das für die Verwendung der  $ADF_{OM}$ .

Nach wie vor zeigte sich eine große Abhängigkeit des ME-Gehaltes vom In-vitro-Parameter Elos. Dieser Zusammenhang war erneut enger als der zwischen dem Gehalt an ME und der Gasbildung.

Letztlich ergab sich für diese Gleichung zur Schätzung der ME von Maisprodukten für Wiederkäuer

$$ME \text{ (MJ/kg TM)} = 9,46 + 0,00336 \times \text{Elos (g/kg TM)} - 0,00636 \times ADF_{OM} \text{ (saure Detergenzienfaser, g/kg TM)} + 0,01829 \times \text{XL (Rohfett, g/kg TM)} + 0,00865 \times \text{XP (Rohprotein, g/kg TM)} + 0,01474 \times \text{XA (Rohasche, g/kg TM)}$$

ein Bestimmtheitsmaß von  $r^2=0,78$  (Quelle: Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2020)): Gleichungen zur Schätzung der umsetzbaren Energie und der Verdaulichkeit der organischen Masse von Maisprodukten für Wiederkäuer.)

Die Berechnung des NEL-Gehaltes kann dann, wie in der Vergangenheit, aus der ME nach dieser Gleichung erfolgen:

$$NEL \text{ (MJ)} = 0,6 \times [1 + 0,004 (q-57)] ME \text{ (MJ)}, \text{ wobei } q = ME/GE \times 100 \text{ ist und die Bruttoenergie (GE) aus den Rohnährstoffen Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und den stickstofffreien Extraktstoffen nach folgender Formel berechnet wird:}$$



Die neue Energieschätzgleichung der GfE führt zu minimal geringeren Energiegehalten bei den Maissilagen.

Bruttoenergie (GE) (MJ/kg TM) =  $0,0239 \times \text{XP (Rohprotein, g/kg TM)} + 0,0398 \times \text{XL (Rohfett, g/kg TM)} + 0,0201 \times \text{XF (Rohfaser, g/kg TM)} + 0,0175 \times \text{NfE (stickstofffreie Extraktstoffe, g/kg TM)}$

Als Gültigkeitsbereich dieser Schätzgleichungen werden von der GfE angegeben:

Elos: 325 - 825 g/kg TM  
 $ADF_{OM}$ : 145 - 435 g/kg TM  
 Rohfett: 5 - 105 g/kg TM  
 Rohprotein: 55 - 105 g/kg TM  
 Rohasche: 25 - 75 g/kg TM

Würden also die Nährstoffgehalte einer Maissilage beispielsweise außerhalb dieser dargestellten Bereiche liegen, nimmt die Genauigkeit der Schätzung des ME-Gehaltes deutlich ab.

### Moderate Differenzen im Energiehaushalt

Anhand von drei Beispielen soll nachfolgend aufgezeigt werden, in welcher Größenordnung sich die Differenzen im Energiegehalt bei Maissilagen bewegen, wenn im Vergleich zur alten Berechnungsgrundlage nun die neue Schätzgleichung angewandt wird.

Im ersten Beispiel handelt es sich um eine Maissilage (Maissilage 1), die durch die Mittelwerte des oben dargestellten Gesamtmaterials gekennzeichnet ist und eine vergleichsweise übliche Qualität aufweist. Das zweite Beispiel verkörpert eine sehr kolbenarme und damit stärkearme und faserreiche Maissilage (Maissilage 2) und das dritte Beispiel hingegen eine extrem stärkereiche, im Hochschnitt

geerntete Maissilage (Maissilage 3) (Tabelle 2).

Der sich durch die Anwendung der neuen Schätzgleichung ergebende Unterschied im Gehalt an umsetzbarer Energie scheint allgemein mit 0,01 bis 0,07 MJ/kg TM sehr moderat auszufallen. Hierdurch bedingt ist der berechnete Gehalt an Nettoenergie Laktation nun um zirka 0,01 bis 0,04 MJ/kg TM geringer.

Prof. Katrin Mahlkow-Nerge  
 Fachhochschule Kiel,  
 Fachbereich Agrarwirtschaft  
 Tel.: 0 43 31-84 51 38  
 katrin.mahlkow-nerge@fh-kiel.de

### FAZIT

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie hat aktuell eine neue Schätzgleichung für die Energieberechnung für Maisprodukte abgeleitet. Der nun berechnete Gehalt an umsetzbarer Energie dürfte in den meisten Fällen um 0,01 bis 0,07 MJ/kg TM geringer ausfallen im Vergleich zur bisherigen Energieschätzgleichung. Auch wenn damit keine gravierenden Auswirkungen auf die Rationsgestaltung und die aus der aufgenommenen Energie der Maissilage berechnete Milchleistung verbunden sind, so erhöht sich durch die Anwendung dieser neuen Schätzgleichung die Chance, dass für zahlreiche Maissilagen der berechnete Energiegehalt korrekt(er) und realitätsnah ist.

Tabelle 2: Energiegehalte von drei Maissilagen auf der Grundlage der neuen im Vergleich zur alten ME-Schätzgleichung

Merkmal	Einheit	Maissilage 1: Durchschnitt		Maissilage 2: kolbenarm, faserreich		Maissilage 3: sehr stärkereich	
		bisherige ME-Gleichung	neue ME-Gleichung	bisherige ME-Gleichung	neue ME-Gleichung	bisherige ME-Gleichung	neue ME-Gleichung
TM	g/kg	337		343		413	
XA	g/kg TM	39		37		33	
XP		75		76		76	
XL		29		31		25	
XF		204		210		185	
$aNDF_{OM}$		421		430		327	
$ADF_{OM}$		230		238		207	
Stärke		339		270		387	
Elos		688		660		693	
ME	MJ/kg TM	10,98	10,91	10,85	10,84	11,12	11,10
NEL		6,64	6,60	6,55	6,54	6,76	6,74