

Bestimmung der Verdaulichkeit der Nährstoffe und des Energiegehaltes von Getreidetrockenschlempe aus Weizen und Weizen-Gerste-Gemischen

B. Losand, Dummerstorf¹; W. Preißinger, H. Spiekers, Poing-Grub²; M. Urdl und L. Gruber, Irdning³

¹ Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion Dummerstorf, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf; ² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing; ³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A 8952 Irdning, Österreich;

1 Einleitung

Verdaulichkeitsuntersuchungen am Zieltier, also in vivo, sind in jedem System der Futterbewertung die Grundlage zur Bestimmung des energetischen Futterwertes. Sie sind zudem die einzige Möglichkeit zur Validierung von Futterwerten, entwickelten Schätzmethode. Eine Tabellierung von Futterwerten sollte deshalb vorrangig mit Ergebnissen aus Verdauungsversuchen erfolgen. Wenn neue Futtermittel entwickelt oder Futterpflanzen neu- und weitergezüchtet werden, sind daher Verdauungsversuche am Tier nach wie vor erforderlich.

Die Durchführung von Verdauungsversuchen ist streng an Richtlinien gebunden (SCHIEMANN 1981; AfB 1991), die die Erarbeitung genauer, repräsentativer und wiederholbarer Ergebnisse ermöglichen sollen. Für die Prüfung von Alleinfuttermitteln reicht der klassische Verdauungsversuch, während für Konzentrate und strukturarme Futtermittel die Verdaulichkeit im Differenzversuch mit einem vorher zu prüfenden Alleinfutter durchzuführen ist. Dabei wird etwa die Hälfte des Alleinfutters (Beifutter) durch das zu prüfende Futtermittel ersetzt. Beim Substitutionsversuch wird in mehreren Verdauungsversuchen das Beifutter durch steigende Anteile des zu prüfenden Futtermittels ersetzt. Die Auswertung erfolgt hierbei nicht durch Differenzbildung, sondern durch Berechnung einer linearen Regression der verdaulichen Nährstoffe der Gesamtration über die Anteile des Prüffutters an der Gesamtration. Beide Verfahren setzen die Additivität der Verdaulichkeitsquotienten verschiedener Futtermittel in einer Futtermischung voraus und können zu abweichenden Ergebnissen führen.

Getreideschlempen sind kein neues Produkt, aber mit der Ausweitung der Bioenergiegewinnung auf die getreidebasierende Bioethanolherstellung kamen einerseits veränderte bzw. weiter entwickelte Technologien zum Einsatz und erhöhte sich andererseits die Bedeutung der Schlempe am Futtermittelmarkt. Da in den bisherigen Futtermitteltabellen für Wiederkäuer (DLG 1997) die

Getreideschlempen nur sehr unzureichend charakterisiert werden und zudem eine starke Rohstoffabhängigkeit des Futterwertes besteht, wurde eine Neubewertung notwendig. Ziel der vorzustellenden Untersuchung war eine einheitliche energetische Bewertung von Trockenschlempen aus Weizen und Weizen-Gerste-Gemischen für Wiederkäuer und der Vergleich verschiedener methodischer Ansätze.

2 Material und Methoden

Für die Ableitung tabellierbarer Verdaulichkeitsangaben von Trockenschlempen aus der Verarbeitung von Weizen bzw. Weizen-Gerste-Gemischen in Anlagen zur Bioethanologewinnung wurden insgesamt 15 Verdaulichkeitsprüfungen an Hammeln von drei Versuchsanstaltern mit Trockenschlempen aus 7 Herkünften (Schweden, Deutschland, Österreich) bei Anteilen von 15 bis 75 % der Prüfrationen ausgewertet. Als Beifutter kamen Heu und Grassilagen verschiedener Qualitäten zum Einsatz. Die Nährstoffgehalte der geprüften Getreideschlempen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Mit Ausnahme des Rohfettgehaltes in der österreichischen Charge (Starprot Weizen) sind die unterschiedlichen Herkünfte als durchaus einheitlich in ihrer Nährstoffzusammensetzung (Weender Analyse) anzusehen. Bedarf besteht in der Charakterisierung der Zellwandbestandteile mithilfe der erweiterten Faseranalyse nach VAN SOEST (1963). Hier sind die Ergebnisse aus drei Analysen noch uneinheitlich.

Tabelle 1: Rohnährstoffgehalt der verwendeten Getreideschlempechargen

Charge	TM	XA	XP	XL	XF	NfE	OR	NDF	ADF	ADL
	g/kg					g/kg TM				
Grub 1	909	59	370	48	81	442	812			
Grub 2	915	56	390	62	76	417	807			
Grub 3	935	43	374	51	77	455	829			
Grub 4	937	58	358	47	82	455	813			
Dummerstorf 1	945	56	361	59	86	438	799	316	193	
Dummerstorf 2	963	61	379	56	64	440	819	327	166	
Gumpenstein	931	48	358	25	56	510	871	272	106	43
Mittelwert	934	54	370	50	75	451	821	305	155	(43)

Tabelle 2 charakterisiert die durchgeführten Versuche nach ihrem Anteil des Prüffutters, den verwendeten Beifuttern und der Anzahl der jeweils verwendeten Hammel. Ergänzend wurden vorgeschaltet oder gleichzeitig Untersuchungen mit 100 % Beifutter (B) durchgeführt.

2.1 Berechnungen

Die Berechnung der Verdaulichkeit (V) der Rohnährstoffe (RN) des Prüffutters (Prüf) erfolgte nach folgender Formel:

$$(1) \% \text{VRN}_{\text{Prüf}} = [\text{g RN}_{\text{Prüf}} - (\text{g uvRN}_{\text{gesamt}} - \text{g uvRN}_{\text{B}})] * 100 / \text{g RN}_{\text{Prüf}}$$

Die Menge an unverdauten Rohnährstoffen aus dem Beifutter (uvRN_{B}) lässt sich aus dem vorher im Direktversuch (0 % Prüffutter) ermittelten Verdaulichkeitswerten berechnen. Dabei wird die vorher ermittelte Verdaulichkeit des Beifutters auch in der Mischung mit dem Prüffutter als konstant angesehen.

Tabelle 2: Prüffutteranteil (TM-Basis), Beifutterart und Anzahl Hammel

Versuch/Charge	% Prüffutteranteil	Beifutter	Prüftiere
Dummerstorf 1	15	Grassilage	5
Gumpenstein	25	Heu	4
Dummerstorf 1	30	Grassilage	6
Grub 1	40	Heu	4
Grub 2	40	Heu	4
Grub 3	40	Heu	4
Grub 4	40	Heu	4
Dummerstorf 1	45	Grassilage	6
Dummerstorf 2	50	Grassilage	6
Gumpenstein	50	Heu	4
Grub 1	60	Heu	4
Grub 2	60	Heu	4
Grub 3	60	Heu	4
Grub 4	60	Heu	5
Gumpenstein	75	Heu	4
15 Versuche	42,4		68

2.2 Auswertung

Die Ermittlung mittlerer Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe erfolgte zum einen durch Mittelwertbildung aller Einzeltielergebnisse ($n=68$) aus der Differenzbildung (1) und andererseits auf dem Wege der Regressionsberechnung unter Verwendung der Einzeltielergebnisse ($n=68+32$) der Verdaulichkeit der Rohnährstoffe der Gesamtration ($\% \text{VRN}_{\text{gesamt}}$) in zwei Schritten (2) und (3):

$$(2) \% \text{VRN}_{\text{gesamt}} = a_{\text{RN}} + b_{\text{RN}} * \text{Anteil Prüffutter} (\%)$$

$$(3) \% \text{VRN}_{\text{Prüf}} = a_{\text{RN}} + b_{\text{RN}} * 100\%$$

Der Prüffutteranteil variierte zwischen 0 und 75%.

Die Berechnung des Energiegehaltes erfolgte nach DLG (1997) auf Basis der in Tabelle 1 ausgewiesenen mittleren Rohnährstoffgehalte und den nach (1) bzw. (2) und (3) errechneten mittleren Rohnährstoffverdaulichkeiten.¶

3 Ergebnisse

Tabelle 3: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt von Getreide-trockenschlempe (Weizen bzw. Weizen-Gerste-Gemisch) nach unterschiedlicher Berechnung

	Mittelwert		Regression
	%VQ	s	%VQ
Organische Masse	75,8	4,8	73,8
Rohprotein	73,5	4,7	77,0
Rohfett	83,9	10,7	90,0
Rohfaser	51,7	25,9	56,1
NfE	80,4	6,5	78,1
Organischer Rest	77,2	4,0	76,8
NDF¹⁾	65,0	13,1	63,9
ADF¹⁾	54,4	11,0	55,1
Energiegehalt			
MJ ME/kg TM	12,02		12,1
MJ NEL/kg TM	7,28		7,34

1) nur Dummerstorf

Beide Berechnungsmethoden führen zu einem vergleichbaren Energiegehalt der untersuchten Trockenschlempen. Der Variationskoeffizient der Verdaulichkeit der organischen Substanz bei der Mittelwertbildung beträgt 6,3 %. Trotz eines vergleichbaren Energiegehaltes gibt es teilweise deutliche Differenzen in den Ergebnissen der Verdaulichkeitsberechnung, die nicht in eine Richtung zeigen, in der Summe aber nach der Regressionsmethode zu einer um 2 Prozentpunkte niedrigeren Verdaulichkeit der organischen Masse führen. Die Verdaulichkeit der Faserparameter und des Rohfettes sind mit der größten Unsicherheit ihrer Bestimmung behaftet. Abbildung 1 zeigt die Variation der Einzeltierwerte für die nach Differenzbildung berechnete Rohfaserverdaulichkeit der Trockenschlempe. Hier zeigt sich, dass die Faserverdaulichkeit in den einzelnen Versuchen teilweise sehr deutlich schwankt und in dieser Form nicht zu einem repräsentativen Wert führt. Werte >100 % und <0 % sind biologisch nicht erklärbar, zeigen aber das Problem des Differenzversuches auf. Gerade der Rohfasergehalt der Schlempe ist relativ niedrig. Selbst bei Anteilen um 40 bis 50 % Schlempe an der Prüfration beträgt der Anteil der Schlempefaser nur etwa 15 bis 25 % der Gesamtfaser. Da die Rohfaserverdaulichkeit des Beifut-

ters als konstant ohne Variation vorausgesetzt wird, wird die im Differenzversuch erreichte Varianz der Gesamtverdaulichkeit ausschließlich der Schlempe zugerechnet. Zusätzlich ist die Reaktion auf die mit der Mischration verursachte Veränderung des Milieus im Verdauungsraum gegenüber der ausschließlichen Beifütteration, gerade in Bezug auf die Fermentation bzw. Verdauung der Zellwandbestandteile, offensichtlich sehr tierindividuell.

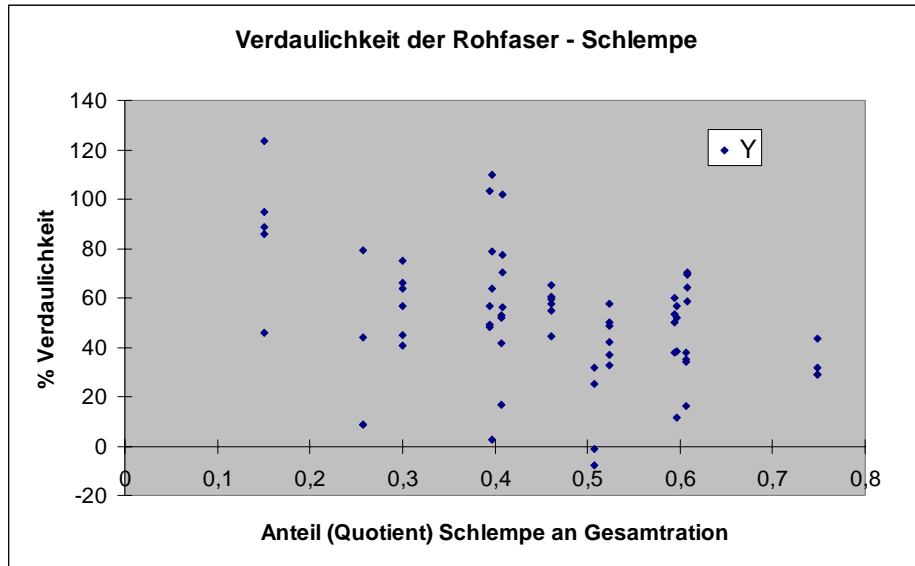


Abbildung 1: Verdaulichkeit der Rohfaser der Schlempe (Einzeltierwerte) in Abhängigkeit vom Prüffutteranteil an der Gesamtration

Ein zweiter Aspekt ist die in der Abbildung 1 sichtbare Tendenz einer abnehmenden Verdaulichkeit der Rohfaser mit zunehmendem Anteil Schlempe an der Gesamtration, die jedoch durch die große tierindividuelle Varianz verschleiert wird. Diese Tendenz wird im Wesentlichen durch die Ergebnisse mit dem sehr hohen und dem sehr niedrigen Prüffutteranteil geprägt. Bei einem sehr niedrigen Anteil wirkt die Substitution möglicherweise in Richtung Verbesserung der Faserverdaulichkeit auch aus dem Beifutter. Bei zu hohem Anteil Prüffutter zeigen sich demgegenüber bei einzelnen Tieren Verdauungsdepressionen. Beide Erscheinungen werden durch die Differenzbildung dem Prüffutter zugerechnet. Sie sind aber nicht produkttypisch und daher nicht als allgemeingültig (tabellierbar) anzusehen. Bei Ausschluss der Versuche mit den extremen Anteilen ergeben sich auf dem Wege der Mittelwertbildung keine anderen Ergebnisse für die Verdaulichkeit der Rohfaser, so dass sie unter Beachtung der hohen Varianz dennoch als allgemeingültig angesehen werden können.

Die regressive Auswertung gleicht die Nachteile der Differenzbildung nicht aus, da sie für eine höhere Genauigkeit eine möglichst hohe Breite (Prüffutter-

anteil) an Ergebnissen einbeziehen muss. Jedoch erscheint sie durch Einbeziehung der Beifutterversuche (0 % Prüffutteranteil) robuster zu sein. Unter Beachtung der hohen Varianz bei den Faserverdaulichkeiten sind die Ergebnisse aus Mittelwertbildung und regressiver Auswertung aber nicht als unterschiedlich anzusehen. Beide Auswertungsmethoden bestätigen etwa die bereits von URDL u.a. (2006) bzw. von SPIEKERS u.a. (2006) aufgeführten Angaben zur Verdaulichkeit der Rohnährstoffe Rohfaser bzw. Organischer Rest und zum Energiegehalt von Getreideschlempen auf Basis von Weizen oder Weizen und Gerste. Die deutlich niedrigere Rohfettverdaulichkeit bei URDL u.a. (2006) ist möglicherweise auf den vergleichsweise geringeren Rohfettgehalt des Starprot Weizen zurückzuführen. Wegen der Abhängigkeit der (scheinbaren) Rohfettverdaulichkeit vom Rohfettverzehr ist gegebenenfalls eine Verdaulichkeitsprüfung mit einem ähnlich rohfetthaltigem Beifutter oder Beifuttergemisch durchzuführen, um einen allgemeingültigen Wert zu erhalten.

Die in der vorliegenden Auswertung ermittelte etwas höhere Rohfaserverdaulichkeit kann wegen der hohen Varianz als nicht unterschiedlich angesehen werden

4 Fazit

Die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe sowie der Energiegehalt von Getreidetrockenschlempe aus Weizen und Weizen-Gerste-Gemischen wurden in Differenzversuchen bei Anteilen zwischen 15 und 75 % der TM der Gesamtration geprüft.

Die mittleren Ergebnisse der Differenzversuche wie auch die regressiver Auswertung führen zu teilweise differenzierten Rohnährstoffverdaulichkeiten, jedoch nicht eindeutig in Richtung einer der Auswertungsmethoden.

Trotz der differenzierten Rohnährstoffverdaulichkeiten hatte die untersuchte Getreidetrockenschlempe sowohl durch Mittelwertbildung von 68 Einzeltierergebnissen aus 15 Versuchen als auch mit Hilfe der regressiven Auswertung einen gleichen Energiegehalt von 12,1 MJ ME bzw. 7,3 MJ NEL/kg TM.

Die Verdaulichkeit der Faserfraktionen unterliegt im Bereich hoher bzw. niedriger Anteile der Schlempe an der Prüfration nichtadditiven Fütterungswirkungen

Die Wahl des Beifutters sollte eine große Bandbreite der Anteile des Prüffutters an der Gesamtration ermöglichen, ohne dass nichtadditive Fütterungswirkungen durch die teilweise Substitution auftreten. Bei Auswertung als Differenzversuch sollten Prüfanteile von < 40 % und >50 % vermieden werden.

Unter Berücksichtigung der von URDL u.a. (2006) sowie SPIEKERS u.a. (2006) dargestellten Auswertungen mit Teilmengen der Daten, die auch in die vorliegende Auswertung eingegangen sind, können folgende Werte für die Verdaulichkeit von Rohnährstoffen zur Nutzung empfohlen werden:

VQ Rohfett	87 %
VQ Rohfaser	50 % (47 ...56)
VQ Organischer Rest	77 %
VQ Organische Masse	76 %.

Literatur

AfB der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 1991 in J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. **65**, 229-234

DLG 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer, 7., erweiterte Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

Schiemann, Reinhard 1981: Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwertschätzung. Arch. Tierernährung **31**, 1-19

Spiekers, H., M. Urdl, W. Preißinger und L. Gruber 2006: Bewertung und Einsatz von Getreideschlempen beim Wiederkäuer. 5. BOKU-Symposium Tierernährung 2. November 2006, Universität für Bodenkultur Wien, Tagungsband, 25-34

Urdl, M., L. Gruber, J. Häusler, G. Maierhofer und A. Schauer 2006: Untersuchungen zum Einsatz von getrockneter Weizen- und Maisschlempe (Starprot) bei Wiederkäuern. 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 26.-27. April 2006, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 51-62

Van Soest, P.J., 1963. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. *Journal of Analytical Chemistry*. 46 : 829-835