

27 Prüfung unterschiedlicher N-Quellen in der Verdaulichkeitsmessung mit rohproteinarmen Futtermitteln

Martin Pries¹, Annette Menke¹, Ludger Steevens², Mathias Klahsen³, Heiner Westendarp³

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

² Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve

³ Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften, Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück

1. Einleitung

Der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) eines Futtermittels für Wiederkäuer lässt sich relativ genau aus den verdaulichen Rohnährstoffen mit Hilfe einer Regressionsgleichung bestimmen (GfE 2001). Wie im Einzelnen bei der Verdaulichkeitsmessung vorzugehen ist, ist in den „Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern“ vom Ausschuss für Bedarfsnormen der GfE in 1991 eindeutig geregelt. So bestehen klare Vorgaben für die zeitliche Dauer sowie für die Anzahl der Tiere je Futterprüfung. Ferner ist geregelt, dass während der Prüfung kein Mangel an Stickstoff (N), Phosphor und weiteren Elementen in der verabreichten Ration vorliegen darf. Konkret wird gefordert dass etwa 12 % Rohprotein in der Trockenmasse (TM) der Prüfration enthalten sein muss. Dies hat zur Folge, dass proteinarme Futtermittel, wie beispielsweise Maissilage, zwingend mit Rohprotein ergänzt werden müssen, damit zuverlässige Werte für die Verdaulichkeit der Nährstoffe aus der Maissilage ermittelt werden. Im vorliegenden Versuch wurden verschiedene Rohproteinquellen für die N-Versorgung im Rahmen der Verdaulichkeitsmessung an Maissilage geprüft.

2. Material und Methoden

An zwei Maissilagen aus der Ernte 2012 wurden im VBZL Haus Riswick Verdaulichkeitsmessungen gemäß den Leitlinien der GfE zur Durchführung von Verdaulichkeitsmessungen vorgenommen. Die Maissilage, Sorte Ronaldinio, wurde am 02.10.2012 mit üblicher Häckseltechnik geerntet und Material für die Prüfungen in drei 220 l Fässer abgefüllt. Einem weiteren Teil der Maissilage wurde Futterharnstoff in einer Menge von 3,7 kg je t Frischmasse im Futtermischwagen zu dosiert und anschließend ebenfalls in Fässer einsiliert. Nach einer fast 12-monatigen Lagerung wurde die Verdaulichkeitsmessung am 26.09.2013 begonnen. Die Tabelle 1 informiert über die chemische Zusammensetzung der Maissilagen.

Tabelle 1: Rohnährstoffgehalte, in vitro Größen und Gärparameter der Maissilagen

	Maissilage unbehandelt	Maissilage mit Harnstoff siliert
Trockenmasse, g/kg	345	341
Rohasche, g/kg TM	37	43
Rohprotein, g/kg TM	60	99 / 68*
Rohfett, g/kg TM	31	34
Rohfaser, g/kg TM	193	180
Organischer Rest, g/kg TM	739	742
Rohstärke, g/kg TM	380	396
aNDFom, g/kg TM	367	353
ADFom, g/kg TM	212	202
NFC, g/kg TM	505	470
Gasbildung, ml/200 mg TM	55	56
ELOS, g/kg TM	679	695
Harnstoff, g/kg TM	1,1	10,3
pH-Wert	3,7	3,3
NH ₃ -N, %	4,0	0,9
Essigsäure, g/kg TM	17	20
Milchsäure, g/kg TM	65	73

*ohne Berücksichtigung von N aus Harnstoff

Als Rohproteinergänzung für die unbehandelte Maissilage wurde Sojaextraktionsschrot (SES), Rapsextraktionsschrot (RES), Futterharnstoff und fettummantelter Harnstoff (Slow Release Harnstoff) eingesetzt.

Die Tabelle 2 zeigt die Rohnährstoffgehalte der Futtermittel auf Basis der chemischen Analysen. Die verabreichten Mengen an Maissilage sowie an Proteinergänzungsfuttermittel sind in der Tabelle 3 dargestellt. In jeder Futtergruppe wurden vier Hammel eingesetzt. Nach einer 14-tägigen Anfütterung wurden über sieben Tage Futter und Kot quantitativ erfasst. Die chemischen Analysen wurden von der LKS, Lichtenwalde, gemäß den methodischen Vorgaben des VDLUFA vorgenommen. Die verdaulichen Nährstoffe im SES und RES wurden auf Basis aktueller Verdaulichkeitsmessungen dieser Futtermittel berechnet. Der Energiegehalt der Maissilagen wurde gemäß Vorgaben der GfE (2001) aus den verdaulichen Nährstoffen kalkuliert.

Tabelle 2: Rohnährstoffe, unterstellte Verdaulichkeit der OM und Harnstoffgehalt der eingesetzten Proteinergänzer

Proteinergänzer	SES	RES	Futterharnstoff	Slow Release Harnstoff
Trockenmasse, g/kg	892	889	1.000	1.000
Rohasche, g/kg TM	71	71		
Rohprotein, g/kg TM	490	386		
Rohfett, g/kg TM	18	44		112
Rohfaser, g/kg TM	72	119		
Organischer Rest, g/kg TM	84	766		
Rohstärke, g/kg TM	110			
Zucker, g/kg TM	87	91		
aNDFom, g/kg TM	163	327		
ADFom, g/kg TM	116	212		
Verdaulichkeit OM, %	95,6	77,0		
Harnstoff, %			98,4	88,3

SES = Sojaextraktionsschrot, RES = Rapsextraktionsschrot, aNDFom = Neutral-Detergenzien-Faser (neutral detergent fibre), Amylase behandelt, aschefrei, ADFom = Säure-Detergenzien-Faser (acid detergent fibre), aschefrei, OM = organische Masse

Tabelle 3: Übersicht über die verfütterten Futterkomponenten

Gruppe / Futtermenge	Proteinergänzung, pro Tier und Tag	TM-Aufnahme, g/Tier/Tag	Rohproteingehalt, g/kg TM
Maissilage	140 g Sojaextraktionsschrot	1.022	113
unbehandelt	210 g Rapsextraktionsschrot	1.084	116
2.600 g/Tier/Tag	17,5 g Futterharnstoff	915	114
	20,0 g fettummantelter Harnstoff	917	114
Maissilage mit Harnstoff siliert	keine	887	99
2.600 g/Tier/Tag	12,5 g Futterharnstoff	899	138

3. Ergebnisse

Die Futtermischungen konnten, wie vorgesehen, geprüft werden. Akzeptanzprobleme oder Veränderungen der Kotkonsistenz traten nicht auf. In den Prüfvarianten mit der unbehandelten Maissilage variierte der XP-Gehalt zwischen 113 und 116 g/kg TM, womit die Vorgabe der GfE (1991) von 120 g/kg TM leicht unterschritten, aber ein vergleichbares Versorgungsniveau in allen Futtergruppen erreicht wird, siehe Tabelle 3.

In der bei der Einsilierung mit Harnstoff angereicherten Maissilage beträgt der XP-Gehalt 99 g/kg TM. Bei zusätzlicher Harnstoffgabe von 12,5 g/Tier/Tag ergibt sich ein rechnerischer XP-Gehalt von 138 g/kg TM.

Die Tabelle 4 zeigt die Verdaulichkeiten der Nährstoffe für die Maissilagen in Abhängigkeit der vorgenommenen XP-Ergänzung. Die Verdaulichkeit der organischen Masse (OM) der unbehandelten Maissilage beträgt bei der Zulage von SES, RES bzw. Harnstoff 77,9, 78,7 bzw. 77,8 %. Bei Zulage von fettummantelten Harnstoff geht die Verdaulichkeit auf 73,5 % zurück, was vornehmlich durch eine geringere

XP- und XF-Verdaulichkeit bedingt ist. Die Verdaulichkeit der OM für die bei der Einsilierung mit Harnstoff ergänzte Maissilage beträgt 76,2 % und liegt damit unterhalb der Werte für die mit SES, RES oder Harnstoff ergänzter unbehandelter Maissilage. Wird die behandelte Maissilage zusätzlich noch mit 12,5 g Harnstoff pro Tier und Tag ergänzt, steigt die Verdaulichkeit der OM auf 78 %. Die auf Basis der verdaulichen Nährstoffe berechneten Energiegehalte der Maissilagen liegen bei Ergänzung mit SES, RES und Harnstoff zwischen 11,4 und 11,6 MJ ME/kg TM. Bei Ergänzung mit fettummanteltem Harnstoff bzw. in der behandelten Maissilage ohne weitere Harnstoffergänzung sinken die Energiewerte auf 10,8 bzw. 11,2 MJ ME/kg.

Tabelle 4: Nährstoffverdaulichkeit von Maissilagen bei unterschiedlicher Rohproteinergänzung

Protein- ergänzung	Maissilage unbehandelt				Maissilage mit Futterharnstoff siliert							
	SES		RES		Harnstoff		SR- Harn- stoff		keine		Harnstoff	
		+/-		+/-		+/-		+/-		+/-		+/-
OM, %	77,9	1,1	78,7	1,6	77,8	1,9	73,5*	1,1	76,2	2,8	78,0	2,1
XP, %	51,2	7,8	52,1	5,3	50,6	3,7	40,6	6,6	50,9	7,2	55,7	9,5
XL, %	73,1	2,3	79,0*	3,2	79,1*	2,1	73,1	2,5	79,9*	3,3	77,1	4,1
XF, %	63,1	2,7	62,6	3,3	62,0	5,3	53,4*	2,6	58,0	6,8	61,3	6,0
aNDFom, %	59,5	2,7	61,4	3,1	58,5	4,7	50,1*	1,9	53,8	6,1	57,5	5,0
ADFom, %	62,1	5,5	62,7	3,9	59,5	4,5	50,7*	1,6	55,0	5,7	59,4	5,4
OR, %	81,9	0,8	82,9	1,3	81,8	1,2	78,7*	1,0	80,5	2,0	82,0	1,2
ME, MJ/kg TM	11,4	0,15	11,6	0,24	11,4	0,28	10,8*	0,15	11,2	0,38	11,4	0,29
NEL, MJ/kg TM	6,98	0,11	7,09	0,18	6,99	0,21	6,52*	0,11	6,84	0,29	7,01	0,22

SES = Sojaextraktionsschrot, RES = Rapsextraktionsschrot, SR- Harnstoff = Slow Release Harnstoff, OM = organische Masse, XP = Rohprotein, XL = Rohfett, XF = Rohfaser, aNDFom = Neutral-Detergenzien-Faser (neutral detergent fibre), Amylase behandelt, aschefrei, ADFom = Säure-Detergenzien-Faser (acid detergent fibre), aschefrei, OR = organischer Rest, ME = umsetzbare Energie, NEL = Nettoenergie-Laktation

* = signifikante Differenz zu SES, $p \leq 0,05$

4. Diskussion

Bei Ergänzung einer proteinarmen Maissilage mit SES, RES oder Harnstoff als Stickstoffquelle für die Pansenbakterien ergeben sich im vorliegenden Versuch vergleichbare Nährstoffverdaulichkeiten, so dass keine Futtermittel spezifischen Effekte in der N-Nutzung vorliegen. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen Spiekers et al. (2002), die Maissilage im Rahmen der Verdaulichkeitsmessung mit SES, Lupinen oder Harnstoff ergänzten. Auch bezüglich der Streuung zwischen den Hammeln innerhalb einer Futtervariante zeigen sich vergleichbare Tendenzen zwischen der vorliegenden Untersuchung und den Befunden von Spiekers et al. (2002). In beiden Studien gibt es bei Verwendung von Harnstoff etwas größere tierindividuelle Einflüsse auf die Nährstoffverdaulichkeiten.

Bei Verwendung von fettummanteltem Harnstoff sinkt die Verdaulichkeit der OM um etwa 5 %-Punkte im Vergleich zu SES, RES oder Harnstoffeinsatz, insbesondere bedingt durch schlechtere XP- und NDFom-Verdaulichkeit. Dies deutet darauf hin, dass der verabreichte Stickstoff in dem fettummanteltem Harnstoff mikrobiell nicht genutzt werden konnte und deshalb wieder im Kot erscheint. Im Gesamtkot der 7-tägigen Sammelperiode befinden sich in den Varianten SES, RES und Harnstoff 184, 181 bzw. 186 g XP, in der Variante fettummanteltem Harnstoff 225 g. In der mittleren Differenz von gut 41 g XP sind rund 6,6 g N enthalten. Die mit dem Kot ausgeschiedene Rohfettmenge beträgt in der Harnstoffvariante 40,6 g und bei Ergänzung mit fettummanteltem Harnstoff 52,4 g. Wird angenommen, dass die höhere Fettausscheidung aus nicht nutzbarem Fett des ummantelten Harnstoffs stammt, ergibt sich eine Verwertung des fettummantelten Harnstoffs von etwa 25 %.

Der mit Harnstoff einsilierte Mais besitzt einen XP-Gehalt von 99 g/kg TM. Die analytischen Befunde und die Kalkulation des XP-Gehaltes auf Basis der Harnstoffzulage stimmen gut überein. In der Verdaulichkeitsmessung ist ohne weitere N-Ergänzung aufgrund des N-Mangels in der Gesamtration die mikro-

bielle Fermentation insbesondere der Faserbestandteile vermindert. N-Mangel in der Ration führt demzufolge zu geringeren Energiegehalten für die Prüffutter.

5. Fazit

Proteinarme Futtermittel müssen in der Verdaulichkeitsmessung am Hammel mit XP- bzw. N-reichen Futtermitteln ergänzt werden. Die bedarfsdeckende Ergänzung mit SES, RES oder Futterharnstoff hat keinen Einfluss auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe in dem proteinarmen Futtermittel. Fettummantelter Harnstoff scheint als N-Zulage für die Verdaulichkeitsmessung nicht geeignet zu sein. Die bessere Verdaulichkeit eines Futtermittels bei N-Zulage wird energetisch dem zu prüfenden Futtermittel angerechnet und nicht der N-Zulage. Insofern hat Harnstoff und auch fettummantelter Harnstoff zwar einen physikalischen Brennwert, eine Energieangabe auf Basis ME oder NEL ist jedoch nicht zulässig, da der N-Gehalt im Harnstoff lediglich der Verbesserung der mikrobiellen Fermentation des Prüffutters dient.

6. Literatur

- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65, 229 – 234
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder, Band 8, DLG-Verlag
- Spiekers, H., Thaysen, J., Pfeffer, E. (2002): Determining OM digestibilities of maize silage in wethers; comparison of crude protein adjustment by urea or feed protein. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 11, 135