

## **Auswirkungen reduzierter Proteingehalte auf die Leistung und auf die N-Ausscheidung von Milchkühen**

A. Meyer<sup>1</sup>, T. Engelhard<sup>2</sup>, M. Bulang<sup>3</sup>, W. Richardt<sup>4</sup>, R. Staufenberg<sup>5</sup>

A.

<sup>1</sup>LWK Niedersachsen, Hans-Böckler-Allee 20, 30173 Hannover, andrea.meyer@lwk-niedersachsen.de

<sup>2</sup>Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt, Lindenstr. 18 39606 Iden, thomas.engelhard@lfg.mlu.sachsen-anhalt.de, <sup>3</sup>Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Theodor-Lieser-Straße 11, 06120 Halle/S., <sup>4</sup>LKSmbH, August-Bebel-Str. 6, 09577 Lichtenwalde, <sup>5</sup>Freie Universität Berlin, Königsweg 65, 14163 Berlin

### **1. Zielsetzung**

Mit der Absenkung der Rohproteingehalte und der Ruminale-N-Bilanz (RNB) in Rationen für Milchkühe besteht die Möglichkeit, N-Ausscheidungen zu reduzieren, betriebliche N-Bilanzen zu optimieren und die Effizienz des Futter-N-Einsatzes zu erhöhen. Teilweise wird in speziellen Strategien praktischer Fütterungsberatung eine deutlich unterhalb der Bedarfsangaben der GfE abgesenkte Proteinversorgung als Möglichkeit zur Verbesserung der Tiergesundheit dargestellt. Mit der Fütterung von Rationen mit reduzierten Proteingehalten können die Anteile an Proteinkonzentraten im Futter und so die Futterkosten gesenkt werden. Andererseits ist bei einer Proteinversorgung unterhalb des Bedarfs mit Milchleistungseinbußen zu rechnen. In einem Fütterungsversuch am Zentrum für Tierhaltung und Technik in Iden in Kooperation mit der LWK Niedersachsen wurden die Effekte einer Absenkung der Proteingehalte in Rationen für Kühe mit hohem Milchleistungspotenzial im 1. Laktationsdrittel geprüft.

### **2. Material und Methoden**

75 DH-Kühe wurden in der Reihenfolge der Abkalbung sowie unter Berücksichtigung von Merkmalen der Leistung und der körperlichen Entwicklung einer Versuchsgruppe (Proteingehalt der TMR reduziert, PR) oder einer Kontrollgruppe (Proteingehalt der TMR nach Norm, PN) zugeteilt (Tabelle 1). Die Zusammensetzungen der TMR aus den eingesetzten Einzelkomponenten als Mittel der Ladeprotokolle des Futtermischwagens im Versuchszeitraum zeigt die Tabelle 2. Im Versuchsverlauf wurden Anpassungen der Rationen aufgrund aktueller Analysenwerte der eingesetzten Futtermittel und zur Einhaltung der Zielwerte der Rationsberechnung vorgenommen. Die grundsätzlich angestrebte Differenzierung der Proteingehalte und die weitestgehende Angleichung der

Gehalte an Energie sowie an leicht verdaulichen und an Strukturkohlenhydraten bleiben dabei bestehen.

Alle Kühe erhielten während der Vorbereitungsfütterung vor der Kalbung die gleiche Ration mit geringem Rohproteingehalt und negativer RNB (6,5 MJ NEL/kg TM, 130 g XP, - 2 g RNB, 144 g nXP) und während der ersten Laktationswoche vor der Einstellung in das Versuchsabteil die Ration der Versuchsgruppe mit reduziertem Proteingehalt.

Insgesamt 33 Kühe aus jeder Gruppe wurden in jeweils 3 Stichprobengruppen von 11 Tieren, die innerhalb eines Monatszeitraumes abgekalbt hatten, zusammengefasst. Von den Tieren einer Stichprobengruppe wurden dreimal im Versuchsverlauf im Abstand von ca. 30 Tagen Harnproben gewonnen und daraus jeweils eine Poolprobe gebildet. Darin erfolgten Messungen der Gehalte an N und Kreatinin und daraus unter Einbeziehung der Lebendmassen der Kühe Schätzungen der täglichen Harn-N-Ausscheidungen nach Chen und Oskov (2003) sowie Chizzot et al. (2007).

Zeitgleich kam es für diese Stichprobengruppen und nach gleichem Verfahren zur Erstellung von Blut- und Milchpoolproben. Im Blut wurden die Gehalte an im Pansen synthetisierten Vitaminen (B<sub>12</sub>, H) in Wiederholungsmessungen untersucht, in der Milch spezielle ungerade und verzweigte Milchsäuren (odd branched chain fatty acid, OBCFA) mittels Gaschromatographie. Anhand der analysierten OBCFA sollten nach Vlaeminck et al. (2005, 2006) sowie Fievez et al. (2012) mögliche Unterschiede in den Fermentations- und Syntheseprozessen im Pansen der Kühe beurteilt werden.

Die statistische Auswertung für die Daten der Futteraufnahmen sowie der Milchleistungen und Milchinhaltsstoffe erfolgte mittels gemischtem linearem Modell (Testtagsmodell) mit der SAS-Prozedur MIXED. Neben den interessierenden festen Effekt der Proteinversorgung waren als weitere Einflussgrößen Laktationstag (fest) sowie wiederholte Leistungen (zufällig) zu berücksichtigen. Für die untersuchten Stoffwechselfparameter, die OBCFA in der Milch sowie für Körpermassen und Rückenfettdicken erfolgte die Prüfung der Mittelwertdifferenzen auf Signifikanz mittels t-Test für eine unabhängige Stichprobe, die der Vitamine im Blut mittels gemischtem Modell mit Messwertwiederholung (Programm SPSS).

**Tabelle 1: Beschreibung der Tiere in den Gruppen**

	Versuchsgruppe PR	Kontrollgruppe PN
Kühe, n (dav. 1. Laktation)	38 (6)	37 (6)
Parameter	Mittelwert ( <i>Stabw</i> )	
Laktationsnummer	3,7 (2,3)	3,5 (2,2)
Milchmenge Vorlaktation, kg	11.543 (1.907)	11.378 (1.795)
Milchfettgehalt / Milcheiweißgehalt, %	3,86 (0,45) / 3,43 (0,20)	3,90 (0,52) / 3,43 (0,19)
Zur Kalbung		
Körpermasse, kg / Rückenfettdicke, mm Laktation	726 (47) / 19,7 (4,6)	710 (52) / 19,7 (5,9)
1. Laktation	599 (43) / 17,8 (3,8)	580 (61) / 16,3 (4,3)

**Tabelle 2: Beschreibung der im Versuch gefütterten Rationen**

Futtermittel Futterwertparameter	Variante/TMR	
	Versuchsgruppe PR	Kontrollgruppe PN
Anteil an der TM der TMR, %		
Maissilage / Grassilage, 1. Schnitt / Stroh	27,8 / 23,9 / 3,3	28,1 / 24,2 / 3,3
Raps- / Sojaextraktionsschrot	13,5 / -	16,0 / 2,5
Feuchtkornmais / Getreidemix / Trockenschnitzel	8,3 / 10,3 / 9,9	8,1 / 8,9 / 6,3
Fett, Propylenglycol + Glycerin / Mineralfutter	1,8 / 1,2	1,5 / 1,1
Gehalte je kg TM der TMR		
NEL, MJ	7,15	7,13
Rohprotein / nXP / RNB, g	144 / 153 / -1,5	163 / 160 / 0,4
Rohfaser / ADF / NDF, g	162 / 183 / 324	160 / 183 / 320
Stärke / Zucker, g	229 / 41	221 / 40

### 3. Ergebnisse

Die mittlere TM-Aufnahme von der 2. bis zur 16. Laktationswoche lag in der Versuchsgruppe um 0,8 kg TM geringer als in der Kontrollgruppe, ohne dass die Differenz statistisch gesichert war (Tabelle 3). Daraus ergaben sich entsprechend geringere bis ähnliche Aufnahmen an Energie und Kohlenhydraten. Signifikant reduziert waren in der Versuchsgruppe die Aufnahmen an nXP und Rohprotein sowie die stark negative Ausprägung der RNB. Die mittlere tägliche Milchmenge lag in der Versuchsgruppe um 3 kg niedriger als in der Kontrollgruppe, ebenso waren die Mengen an energiekorrigierter Milch und Eiweiß signifikant geringer. Die Gehalte an Fett(-) und Eiweiß in der Milch waren nur wenig differenziert, deutlich dagegen der Harnstoffgehalt. Die mittlere Energiebilanz der Kühe war für beide Gruppen negativ ausgeprägt, ohne dass signifikante Unterschiede auftraten. Die kalkulierte N-Bilanz lag für die Versuchsgruppe signifikant geringer, und die Futter-N-Ausnutzung war für diese Kühe ebenso erhöht.

Die Veränderungen der Körpermassen sowie der Rückenfettdicke (RFD) unterschieden sich nicht erheblich zwischen den Gruppen (Tabelle 4) und dementsprechend auch nicht die Messwerte ausgewählter Parameter des Energie- und Fettstoffwechsels im Blut der Kühe (Tabelle 5). Die gemessenen Freien Fettsäuren im Blut (NEFA) deuteten jeweils auf einen lang anhaltenden und intensiven Körperfettabbau hin, wobei die Gehalte an  $\beta$ -Hydroxybutyrat (BHOB) keine verstärkt ketogene Stoffwechsellaage anzeigen.

Aus den untersuchten Leberwerten waren keine Unterschied zwischen den Gruppen und kein Hinweis auf eine kritische Belastung abzuleiten.

Für den Blutharnstoffgehalt wird ein Referenzbereich von 3,3 bis 5,0 mmol/l ausgewiesen. Diesen unterschritten zu den Terminen der Blutprobenentnahme in der 2. bis 3. sowie in der 7. bis 8. Laktationswoche in der Versuchsgruppe jeweils 32 % der Messwerte, 8 % bzw. 3 % überschritten ihn. In der Kontrollgruppe lagen 16 % bzw. 8 % zu den beiden Beprobungszeiträumen unterhalb des Referenzbereiches und 19 % bzw. 38 % darüber.

Für die zusammengefasste Bewertung der jeweils gebildeten neun Blutpoolproben je Gruppe ergaben sich für das Vitamin B<sub>12</sub> erkennbare, aber im Umfang kaum relevante Unterschiede (Kontrollgruppe 149 ng/l, Versuchsgruppe 151 ng/l, p-Wert = 0,08) und somit kein Hinweis auf unterschiedliche Umfänge der Synthese im Pansen. Die mittlere

ren Gehalte an Vitamin H in den Blutpoolproben der Versuchsgruppe lagen signifikant geringer (720 ng/l, p-Wert = 0,007) als die der Kontrollgruppe (806 ng/l), was auf eine verminderte Synthese im Pansen hindeutet.

Bei der Untersuchung der mittleren Gehalte an OBCFA in den entsprechend gebildeten Milchpoolproben ergaben sich keine gesicherten Unterschiede zwischen den Gruppen. In der zusammengefassten Auswertung lag der Gesamtgehalt an OBCFA je 100 g Milchfett sehr ähnlich bei 3,58 g für die Versuchsgruppe und 3,56 für die Kontrollgruppe ( $p = 0,905$ ). Auch die Gesamtmenge an OBCFA unterschied sich trotz differenzierter Milchfettmengen nicht signifikant (Versuchsgruppe 59,7; Kontrollgruppe 63,2,  $p = 0,226$ ). Dies deutet darauf hin, dass die mikrobiellen Syntheseprozesse im Pansen noch nicht nachhaltig beeinträchtigt waren oder diese Methode zu unscharf ist für die Charakterisierung der Unterschiede auf diesem Leistungs- und Versorgungsniveau.

Die analysierten N-Gehalte der gebildeten Harnpoolproben lagen in einem der drei einbezogenen Zeiträume des 1. Laktationsdrittels sowie im Mittel aller gewonnenen Poolproben für die Versuchsgruppe signifikant niedriger (Tabelle 6). Die Differenz der geschätzten Harn-N-Ausscheidungen war dagegen nicht statistisch abzusichern. Mit zunehmendem Laktationstag stiegen bei zunehmenden Futter- und Proteinaufnahmen die N-Gehalte und die geschätzten N-Ausscheidungen in beiden Gruppen erwartungsgemäß und signifikant an.

Die aus den Milchdaten nach Bannink und Hindle (2003) geschätzten mittleren Gesamt-N-Ausscheidungen mit den Exkrementen lagen im Mittel des Versuchszeitraums in der Versuchsgruppe wesentlich niedriger (331 g/Tier/Tag,  $p < 0,001$ ) als in der Kontrollgruppe (377 g) und bestätigten damit zwar den Wert für die Kontrollgruppe aus der kalkulierten N-Bilanz (siehe Tabelle 3), unterschätzten aber den Unterschied zwischen den beiden Gruppen .

**Tabelle 3: Ergebnisse zur Versorgungslage, zur Leistung und zu berechneten Bilanzen**

	Versuchsgruppe PR		Kontrollgruppe PN		p-Wert
	Mittelwert	SE	Mittelwert	SE	
TM-Aufnahme, kg/Tag	22,2	0,43	23,0	0,44	0,176
Energieaufnahme, MJ/Tag	158,1	3,08	164,3	3,12	0,158
Rohproteinaufnahme, g/Tag	3183 <sup>a</sup>	66	3731 <sup>b</sup>	67	< 0,001
nXP-Aufnahme, g/Tag	3395 <sup>a</sup>	67	3678 <sup>b</sup>	68	0,004
RNB, g/Tag	-33,7 <sup>a</sup>	0,55	8,67 <sup>b</sup>	0,56	< 0,001
Milchmenge, kg/Tag	41,1 <sup>a</sup>	1,03	44,1 <sup>b</sup>	1,05	0,048
ECM, kg/Tag	40,5 <sup>a</sup>	1,04	44,0 <sup>b</sup>	1,04	0,026
Milchfettgehalt, %	3,89	0,06	3,90	0,06	0,932
Milcheiweißgehalt, %	3,25	0,03	3,27	0,03	0,596
Milchfettmenge, g/Tag	1626	62,4	1760	63,0	0,134
Milcheiweißmenge, g/Tag	1344 <sup>a</sup>	32,7	1455 <sup>b</sup>	32,4	0,015
Milchharnstoffgehalt, mg/l	155,3 <sup>a</sup>	39,0	209,2 <sup>b</sup>	39,3	< 0,001
Energiebilanz, MJ NEL/Tag	-13	3,5	-17	3,5	0,492
N-Bilanz, g/Tag	303 <sup>a</sup>	5,9	375 <sup>b</sup>	6,0	< 0,001
Futter-N-Ausnutzung, %	41,3 <sup>a</sup>	0,76	38,0 <sup>b</sup>	0,77	0,004

**Tabelle 4: Veränderung der Körpermassen und Rückenfettdicken (RFD)**

Parameter, Zeitraum	Versuchsgruppe PR		Kontrollgruppe PN		p- Wert
	Mittelwert	Stab w	Mittelwert	Stab w	
Körpermasse nach der Kalbung, kg					
Veränderung Kalbung – 60. Laktationstag	706	66	689	72	0,286
Veränderung 60. – 100. Laktationstag	-40	37	-37	46	0,744
	-6	20	1	23	0,168
Rückenfettdicke nach der Kalbung, mm		4,6		5,7	
Veränderung Kalbung – 60. Laktationstag	19,4	4,2	19,1	0,22	0,794
Veränderung 60. – 100. Laktationstag	-6,2	2,7	-7,5	2,6	0,220
	-2,3		-2,3		0,991

**Tabelle 5: Messwerte von Stoffwechselfparametern im Blut und Anteil an Referenzwertüberschreitungen**

Parameter, Zeitraum	Versuchsgruppe PR		Kontrollgruppe PN		p-Wert
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	
NEFA, mmol/l					
1. – 3. Laktationstag					
2. – 3. Laktationswo-	0,62	0,30	0,67	0,39	0,526
che	0,73	0,73	0,72	0,41	0,933
7. – 8. Laktationswo-	0,35	0,23	0,44	0,50	0,319
che					
$\beta$ -Hydroxybutyrat, mmol/l					
1. – 3. Laktationstag					
2. – 3.	0,75	1,08	0,66	0,31	0,622
Laktationswoche	0,81	0,50	0,88	0,63	0,596
7. – 8. Laktationswo-	0,83	0,82	0,62	0,28	0,107
che					
GLDH, U/l					
1. – 3. Laktationstag					
2. – 3. Laktationswo-	7,2	4,1	8,5	5,2	0,252
che	11,1	6,9	14,6	9,1	0,060
7. – 8. Laktationswo-	13,9	12,7	12,1	4,7	0,409
che					
GOT, U/l					
1. – 3. Laktationstag	72,8	32,2	72,1	22,0	0,915
2. – 3. Laktationswo-	69,2	21,8	72,2	22,4	0,553
che	62,3	19,2	58,8	13,5	0,362
7. – 8. Laktationswo-					
che					

Referenzbereich: Freie Fettsäuren (NEFA) 1. Wo. < 0,8 mmol/l, danach < 0,4 mmol/l;

$\beta$ -Hydroxybutyrat (BHOB) < 1,0 mmol/l;

Glutamatdehydrogenase (GLDH) < 25 U/l; Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT)

< 105 U/l , nach Staufenbiel (2008)

**Tabelle 6: Mittlere Gehalte an N im Harn und geschätzte N-Ausscheidungen der Kühe mit dem Harn**

Zeitraum, Parameter	Versuchsgruppe PR		Kontrollgruppe PN		p- Wert
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	
Laktationstag 10 bis 40, N-Gehalt, g/l	6,4 <sup>a</sup>	0,5	7,7 <sup>b</sup>	0,2	0,032
N-Ausscheidung, g/Kuh/Tag	117	37	130	44	0,704
Laktationstag 40 bis 70, N-Gehalt, g/l	7,2	0,8	9,0	2,3	0,297
N-Ausscheidung, g/Kuh/Tag	167	5	179	49	0,716
Laktationstag 40 bis 70, Harn-N-Gehalt, g/l	7,8	0,6	10,2	1,3	0,067
N-Ausscheidung, g/Kuh/Tag	166	33	201	28	0,234
Zusammenfassung der Zeiträume					
N-Gehalt, g/l	7,1 <sup>a</sup>	0,8	9,0 <sup>b</sup>	1,7	0,013
N-Ausscheidung, g/Kuh/Tag	150	35	170	48	0,319

#### 4. Fazit

In einer TMR für die Milchkühe einer Versuchsgruppe wurden gegenüber der TMR für eine Kontrollgruppe über den Zeitraum des 1. Laktationsdrittels die Gehalte je kg TM an Rohprotein (163 g → 144 g), an nXP (160 g → 153 g) und der RNB (0,4 g → -1,5 g) gesenkt. Daraus ergaben sich für die Kühe der Versuchsgruppe bei etwas geringeren Futteraufnahmen (ca. 4 %), deutlicher reduzierte Aufnahmen an Rohprotein (ca. 15 %) und nXP (ca. 8 %) sowie eine stark in den negativen Bereich ausgeprägte RNB. Dies führte nachfolgend zu geringeren Milchleistungen und Milcheiweißmengen (ca. 8 %). Der Status des Energie- und Fettstoffwechsel wurde nicht nachteilig durch die Proteinabsenkung beeinflusst oder aber gefördert. Effekte auf die mikrobiellen Syntheseprozesse im Pansen deuteten sich nur teilweise an und konnten nicht sicher abgeleitet werden. Die Milchwahnharnstoffgehalte, die N-Bilanzen sowie die N-Gehalte im Harn der Kühe der Versuchsgruppe gingen in erheblichem Umfang zurück (19 bis 25 %). Im Versuch führte die Proteinreduzierung zu erhöhten Futterkosten je kg ECM und zu wirtschaftlichen Einbußen (Milchgeld nach Futterkosten). Die beschriebenen Reaktionen der Kühe beziehen sich auf den begrenzten Zeitraum des 1. Laktationsdrittels nach angepasst proteinarmer Vorbereitungsfütterung vor der Kalbung. Aussagen zur

Auswirkung proteinarmer Fütterung über längere Zeiträume können aus dem Versuch nicht sicher abgeleitet werden.

## 5. Literatur

**BANNINK, A.;** V.A. HINDLE (2003): Prediction of N-intake and N-excretion by dairy cows from milk data (in dutch). Report 030008567, Animal Sciences Group Lelystad

**CHEN, X.B.;** E.R. ØRSKOV (2003): Research on urinary excretion of purine derivatives in ruminants: Past, present and future. International Feed Research Unit, Aberdeen, UK 34 p

CHIZOTTI, M.L.; S. DE CAMPOS VALADARES FILIHO; R. FERREIRA DINIZ VALADARES; F.H. MARTINS CHIZOTTI; L.O. TEDESCHI (2008): Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. Livestock science 113, 218 – 225.

FIEVEZ, V.; E. COLEMAN; J.M. CASTRO-MONTOYA; I. STEDANOV; R. VLAEMINCK, B. (2012): Milk odd- and branched-chain fatty acids as biomarkers of rumen function-An update. Anim. Feed Sci. Tech. 172, 51– 65.

STAUFENBIEL, R. (2008): Referenzwerte zur Bestanduntersuchung, Tierärztliche Nutztierambulanz und Diagnostischer Dienst am Rind, Freie Universität Berlin

VLAEMINCK, B.; C. DUFOUR; A.M. VAN VUUREN; A.R.J. CABRITA; R.J. DEWHURST, D. DEMEYER; V. FIEVEZ, S. (2005): Use of odd and branched-chain fatty acids in rumen contents and milk as a potential microbial marker. J. Dairy Sci. 88, 1031 – 1042.

VLAEMINCK, B.; C. DUFOUR; A.M. VAN VUUREN; A.R.J. CABRITA; R.J. DEWHURST, D. DEMEYER; V. FIEVEZ, (2005): Use of odd and branched-chain fatty acids in rumen contents and milk as a potential microbial marker. J. Dairy Sci. 88, 1031 – 1042.

VLAEMINCK, B.; V. FIEVEZ; A.R.J. CABRITA, A.J.M. FONESECA, R.J. DEWHURST  
(2006a): Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review.  
*Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 389 – 417.

VLAEMINCK, B.; V. FIEVEZ; S. TAMMINGA; R.J. DEWHURST; A. VAN VUUREN; D.  
DE BRABANDER; D. DEMEYER (2006b): Milk odd- and branched-chain fatty ac-  
ids in relation to the rumen fermentation pattern. *J. Dairy Sci.* 89, 3954 – 3964.