

23 Einfluss der Dosierung und Bindungsform von Futterharnstoff auf die Leistung von Milchkühen

Sebastian Hoppe¹, Christoph Hoffmanns¹, Martin Pries², Lisa Weiner³, Karl-Heinz Südekum³

¹Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve, sebastian.hoppe@lwk.nrw.de

²Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Nevinghoff 40, 48147 Münster

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

1. Einleitung

Insbesondere in Ackerbauregionen ist Maissilage eine Hauptkomponente in der Fütterung von Milchkühen. Für eine bedarfsgerechte Fütterung ist in maisbetonten Rationen ein Proteinausgleich vorzunehmen, in der Regel durch Proteinfuttermittel wie Soja- oder Rapsextraktionsschrot. In Zeiten hoher Futterpreise kann der Einsatz alternativer Stickstoffquellen wie Futterharnstoff wirtschaftlich interessant werden.

Bei einem moderaten Niveau der Harnstoffzulage von 80 g/Tier und Tag konnte in einem vorhergehenden Versuch festgestellt werden (Klahsen et al., 2014), dass in der Variante, in der der Futterharnstoff bereits der Maissilage zum Zeitpunkt der Ernte zugesetzt wurde, die Kühe eine niedrigere TM-Aufnahme und signifikant niedrigere Leistungen haben.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob eine Verdoppelung der Harnstoffzulagen in beiden Bindungsformen bei gleichzeitiger Rücknahme des Proteinfuttermittels Rapsextraktionsschrot zu vergleichbaren tierischen Leistungen führt.

2. Material und Methoden

Im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick (VBZL), Kleve, wurde von Januar bis Mai 2014 ein Fütterungsversuch mit vier Gruppen à 24 hochleistende Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein mit unterschiedlichen Harnstoffmengen und -bindungsformen durchgeführt (Tabelle 1). Während des gesamten Versuchs waren die Tiere im Milchviehversuchsstall R6 untergebracht. In den 4 Gruppen des Liegeboxenlaufstalles befindet sich Spaltenboden, die Liegeboxen sind als Hochboxen mit Komfortmatratze ausgelegt. Das Tier-Liegeboxen-Verhältnis betrug 1:1, das Tier-Fressplatz-Verhältnis 2:1. Über automatische Wiegetröge erfolgte die tierindividuelle Erfassung der Futter- und Wasseraufnahmen. Es wurden Gesamtmischrationen gefüttert, deren Nährstoff- und Energiegehalte auf eine Leistung von 35 kg Milch einschließlich des Erhaltungsbedarfs gemäß den Vorgaben der DLG (2001) ausgerichtet waren. Die Rationszusammensetzung kann der Tabelle 2 entnommen werden.

Die Zulage des Harnstoffs erfolgte in allen Varianten über das Milchleistungsfutter. Die Zusammensetzung der Milchleistungsfutter ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 1: Fütterungsgruppen

Bezeichnung	Beschreibung
Urea 80 g	Zulage von 80 g Futterharnstoff je Kuh und Tag
srUrea 90 g	Zulage von 90 g slow-release Harnstoff je Kuh und Tag
Urea 160 g	Zulage von 160 g Futterharnstoff je Kuh und Tag
srUrea 180 g	Zulage von 180 g slow-release Harnstoff je Kuh und Tag

Tab. 2: Anteile der Rationsbestandteile an der TM der TMR

Komponenten	Anteil in % TM (von – bis)
Maissilage	40,3 (37,7 – 47,3)
Grassilage	14,0 (13,8 – 14,1)
Luzerneheu	5,9
Pressschnitzelsilage	6,8 (0 – 8,5)
Stroh	0,4 (0 – 1,9)
Milchleistungsfutter	31,7 (31,3 – 32,0)
Mineralfutter + Viehsalz	1,0

Tab. 3: Zusammensetzung der Milchleistungsfutter, Anteile in %

Komponenten	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
Rapsextraktionsschrot	43,0	43,0	24,5	24,5
Weizenkleie	15,1	15,1	21,2	21,2
Mais	14,0	14,0	19,5	19,5
Triticale	8,3	8,3	11,3	11,3
Maiskleberfutter	5,0	5,0	7,0	7,0
Vinasse	5,0	5,0	5,0	5,0
Futterfett, geschützt	4,4	4,3	3,8	3,5
Trockenschnitzel	3,5	3,5	4,7	4,7
Harnstoff	1,0	1,1	2,0	2,3
Futterkalk + Viehsalz	0,7	0,7	1,0	1,0

Die Nährstoff- und Energiegehalte der gefütterten Rationen, die auf Basis der täglichen ermittelten Trockenmassegehalte nachkalkuliert wurden, zeigt Tabelle 4.

Tab. 4: Nährstoffgehalte der Rationen je kg Trockenmasse

Inhaltsstoffe	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
TM, g/FM	430	430	429	429
XA, g	70	69	68	68
XP, g	156	155	153	155
XL, g	49	48	47	45
XF, g	171	171	167	167
XZ, g	35	36	31	31
XS, g	223	223	242	243
bXS, g	41	41	48	48
aNDFom, g	353	355	351	348
ADFom, g	196	195	187	187
UDP, %	31	31	30	31
nXP, g	167	167	166	167
RNB, g	-1,7	-1,8	-2,2	-2,0
NEL, MJ	7,2	7,1	7,2	7,2

Die Milchmenge wurde täglich, die Milchleistungsparameter wöchentlich über die Milchleistungsprüfung oder eigenbetriebliche wöchentliche Zwischenkontrollen ermittelt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Software-Paket IBM SPSS Statistics 22 (IBM, USA) mit einem allgemeinen linearen Modell. Hierbei wurden als fixe Effekte die Versuchsgruppe, die Laktationsnummer sowie die Interaktion dieser beiden Effekte berücksichtigt. Der Laktationstag der Kuh ging als Kovariable in das Modell ein.

3. Ergebnisse

Für die verschiedenen Fütterungsgruppen konnten insgesamt zwischen 380 und 428 Beobachtungen ausgewertet werden (Tabelle 5). Der Versuch war geplant mit den in Tabelle 1 genannten Harnstoffaufnahmen je Tier und Tag. Lediglich die Kühe in der Variante Urea 160 g haben im Versuch mit 178 g Harnstoff je Tier und Tag eine etwas höhere Harnstoffaufnahme erreicht. Die TM-Aufnahmen in den beiden Varianten mit niedrigerer Harnstoffzulage liegen mit 22,4 und 22,7 kg signifikant ($p < 0,05$) über denen der beiden Gruppen mit hohen Dosierungen, die 21,0 bzw. 21,8 kg TM fressen (Tabelle 5). Aufgrund der isoenergetischen und isonitrogenen Zusammensetzung der Rationen folgt hieraus ebenfalls eine Differenz in den XP-Aufnahmen zwischen 3.183 g (Urea 160 g) und 3.503 g (srUrea 90 g). Bei den nXP-Aufnahmen ergeben sich Werte zwischen 3.499 g und 3.760 g je Tier und Tag in den Gruppen mit niedrigster (Urea 160 g) und höchster nXP-Aufnahme (srUrea 90 g).

Tab. 5: Mittelwerte verschiedener Parameter der Nährstoffaufnahmen je Tier und Tag (LSQ-Means; \pm SE)

Parameter	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
n	427	428	428	380
TM, kg	22,4 ^a \pm 0,13	22,7 ^a \pm 0,13	21,0 ^c \pm 0,13	21,8 ^b \pm 0,14
Wasser, kg	82,5 ^a \pm 0,52	79,2 ^b \pm 0,51	76,5 ^c \pm 0,52	74,7 ^c \pm 0,55
XP, g	3.487 ^a \pm 19,4	3.503 ^a \pm 19,4	3.183 ^c \pm 19,4	3.365 ^b \pm 20,7
nXP, g	3.760 ^a \pm 21,7	3.795 ^a \pm 21,7	3.499 ^c \pm 21,7	3.664 ^b \pm 23,2
RNB, g	-43,4 ^a \pm 0,55	-46,0 ^b \pm 0,55	-49,6 ^c \pm 0,55	-47,3 ^b \pm 0,59
Harnstoff, g	88,0 ^a \pm 0,70	88,8 ^a \pm 0,70	178 ^b \pm 0,70	169 ^c \pm 0,74
N aus Harnstoff, g	41,1 ^a \pm 0,33	41,5 ^a \pm 0,33	83,0 ^b \pm 0,33	79,0 ^c \pm 0,35

^{a,b,c} $p \leq 0,05$

Entsprechend der höheren Futteraufnahmen in den Gruppen mit niedriger Harnstoffzulage realisierten diese Kühe auch die höheren Energieaufnahmen im Vergleich zu den beiden Gruppen mit hohen Zulagen des Harnstoffs (Tabelle 6).

Tab. 6: Mittelwerte verschiedener Parameter der Nährstoffeffizienz je Tier und Tag (LSQ-Means; \pm SE)

Parameter	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
n	427	428	428	380
Energieaufnahme, MJ NEL	162 ^{a,b} \pm 0,95	163 ^a \pm 0,95	153 ^c \pm 0,95	159 ^b \pm 1,02
Energiebilanz, MJ NEL	9,3 \pm 0,86	10,3 \pm 0,85	7,7 \pm 0,86	9,8 \pm 0,91
Futtermittelfizienz, kg ECM/kg TM	1,59 \pm 0,01	1,58 \pm 0,01	1,58 \pm 0,01	1,57 \pm 0,01
N-Effizienz, %	34,0 ^a \pm 0,19	34,0 ^a \pm 0,19	34,2 ^a \pm 0,19	33,1 ^b \pm 0,20

^{a,b,c} $p \leq 0,05$

Die LSQ-Means für die untersuchten Leistungsparameter sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Die höchsten natürlichen Milchmengen wurden in den Gruppen mit niedriger Harnstoffdosierung unabhängig von der Bindungsform des Harnstoffs erzielt. Mit Werten von 37,8 kg (srUrea 90 g) und 37,5 kg (Urea 80 g) liegen die Milchmengen signifikant ($p \leq 0,05$) höher als bei doppelter Harnstoffzulage in der Ration. Die höchsten Fettgehalte von 3,67 % ($p \leq 0,05$) im Vergleich zu den anderen drei Varianten erreichten die mit 180 g srUrea versorgten Kühe. Die Eiweißgehalte waren bei den Kühen des niedrigen Harnstoffniveaus höher und lagen bei 3,18 % bzw. 3,19 %. Der Unterschied zwischen der Variante srUrea 90 g und beiden Varianten der hohen Harnstoffzulage war signifikant ($p \leq 0,05$).

Tab. 7: Mittelwerte verschiedener Parameter der Milchleistung (LSQ-Means; \pm SE)

Parameter	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
n	427	428	428	380
Milchmenge, kg	37,5 ^a \pm 0,24	37,8 ^a \pm 0,24	35,7 ^b \pm 0,24	36,1 ^b \pm 0,25
Fettgehalt, %	3,51 ^b \pm 0,03	3,53 ^b \pm 0,03	3,52 ^b \pm 0,03	3,67 ^a \pm 0,03
Fettmenge, kg	1,31 ^a \pm 0,01	1,33 ^a \pm 0,01	1,25 ^b \pm 0,01	1,31 ^a \pm 0,01
Eiweißgehalt, %	3,18 ^{a,b} \pm 0,01	3,19 ^a \pm 0,01	3,12 ^c \pm 0,01	3,15 ^{b,c} \pm 0,01
Eiweißmenge, kg	1,19 ^a \pm 0,01	1,20 ^a \pm 0,01	1,11 ^b \pm 0,01	1,13 ^b \pm 0,01
Fett/Eiweiß-Verhältnis	1,11 ^b \pm 0,01	1,11 ^b \pm 0,01	1,13 ^b \pm 0,01	1,17 ^a \pm 0,01
Laktosegehalt, %	4,76 ^b \pm 0,01	4,79 ^{a,b} \pm 0,01	4,76 ^b \pm 0,01	4,81 ^a \pm 0,01
Harnstoffgehalt, mg/l	176 ^{a,b} \pm 2,30	169 ^{b,c} \pm 2,30	165 ^c \pm 2,30	178 ^a \pm 2,45
ECM, kg	34,7 ^{a,b} \pm 0,21	35,2 ^a \pm 0,21	33,0 ^c \pm 0,21	34,0 ^b \pm 0,22

^{a,b,c} $p \leq 0,05$

Insgesamt erreichten die Kühe, die mit slow-release Harnstoff auf niedrigem Niveau versorgt wurden, mit 35,2 kg ECM die höchste Leistung. Auf einen ähnlichen Wert kamen die Kühe der Vergleichsgruppe der niedrigen Dosierung (34,7 kg ECM bei Urea 80 g). Gegenüber den hohen Dosierungen war die ECM-Leistung der Variante srUrea 90 g signifikant erhöht ($p \leq 0,05$). Für die in den Milchkontrollen ermittelten Harnstoffwerte ergaben sich ähnliche Größen zwischen 165 mg/l und 178 mg/l.

Bezogen auf die ECM-Leistung war die Futtereffizienz zwischen allen Gruppen vergleichbar mit Werten zwischen 1,57 kg ECM/kg TM und 1,59 kg ECM/kg TM (Tabelle 6).

4. Diskussion

Der Einsatz von Futterharnstoff in verschiedenen Dosierungen und Bindungsformen in der Fütterung hochleistender Milchkühe hatte in diesem Versuch signifikante Auswirkungen auf die TM-Aufnahmen der Tiere. Sie lagen in den Varianten der niedrigen Dosierung signifikant über denen der Kühe, die mit 160 g Futterharnstoff versorgt wurden. Dixon (2013) konnte zeigen, dass eine mit Harnstoff angereicherte Melasse-Zusatzstoffmischung schlechter gefressen wird. Er führt dies auf den bitteren Geschmack des Harnstoffs zurück. Auch in den Experimenten von Konyali et al. (2003) wurde von der mit 250 g Harnstoff je Tier und Tag angereicherten Mais dominierten Futtermischung weniger gefressen als von einer Graspellets-reichen Ration mit gleichem Rohproteingehalt. Für die niedrige Dosierung sind die erzielten TM-Aufnahmen vergleichbar mit Werten von Klahsen et al. (2014). Die resultierenden Unterschiede in den Energie- und Nährstoffaufnahmen führten zu einer höheren Milchleistung bei Urea 80 g und srUrea 90 g verglichen mit den hohen Dosierungen. Gleichzeitig sind die Eiweißgehalte und dementsprechend die Eiweißmengen bei niedriger Dosierung signifikant erhöht, was für eine gleichmäßigere Energie- und Stickstoffversorgung der Kühe spricht.

Innerhalb der niedrigen Dosierung zeigten sich keine Unterschiede in den Milchleistungsparametern der Kühe. Diese Beobachtung bestätigt die Ergebnisse von Klahsen et al. (2014). Slow-release Harnstoff soll durch eine langsamere Freisetzung des Stickstoffs eine effizientere mikrobielle Nutzung gewährleisten. Die Verdoppelung des Harnstoffeinsatzes in den Varianten Urea 160 g und srUrea 180 g führte zu einer signifikant niedrigeren natürlichen Milchleistung als bei moderatem Harnstoffeinsatz. Die Inhaltsstoffe der Milch zeigten in diesen beiden Varianten jedoch deutliche Unterschiede. Der Fettgehalt bei srUrea 180 g war mit 3,67 % signifikant höher als bei Urea 160 g mit 3,52 %. Im Merkmal Eiweißgehalt lagen die entsprechenden Werte bei 3,15 % (srUrea 180 g) bzw. 3,12 % (Urea 160 g), wobei die Differenzen nicht signifikant waren. Hieraus resultierend war die ECM-Leistung bei hohen Einsatzmengen des Harnstoffs signifikant verschieden zwischen Urea 160 g mit 33,0 kg und srUrea 180 g, wo 34,0 kg erreicht wurden.

Auf Basis dieser Ergebnisse kann geschlossen werden, dass bei hohen Einsatzmengen des Futterharnstoffs der Einsatz einer slow-release Form vorteilhaft sein kann, womit die Befunde von Highstreet et al. (2010) bestätigt werden. Zu berücksichtigen bleibt aber die insgesamt reduzierte TM-Aufnahme und Abnahme in den Leistungsparametern bei hohen Einsatzmengen. Die Futtereffizienz war vergleichbar in allen Gruppen. Die Harnstoffwerte in der Milch lagen bei einer deutlich negativen RNB je Tier und Tag in allen Varianten um 170 mg/l und somit noch in einem normalen Bereich. Die Empfehlungen von Steingäß (2014) können somit bestätigt werden.

5. Literatur

- Dixon, R. M. (2013): Controlling voluntary intake of molasses-based supplements in grazing cattle. *Animal Production Science* 53, 217 – 225.
- DLG (2001): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. In: DLG-Information 1/2001, DLG-Verlag, Frankfurt.
- Highstreet, A., Robinson, P. H., Robison, J., Garret, J. G. (2010): Response of Holstein cows to replacing urea with a slowly released urea in a diet high in soluble crude protein. *Livestock Science* 129, 179 – 185.
- Klahsen, M., Pries, M., Hoppe, S., Hoffmanns, C., Beintmann, S., Westendarp, H. (2015): Einfluss von Futterharnstoff auf Leistungsparameter hochleistender Milchkühe. VDLUFA-Schriftenreihe 70, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, im Druck
- Konyali, A., 2001. Effects of synchronous and asynchronous concentrates on performance and efficiency of nitrogen utilization of lactating dairy cows. Schriftenreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 124.
- Steingäß, H. (2014): Ruminale Stickstoff-Bilanz als Indikator der Stickstoff-Ausnutzung bei Wiederkäuern. Symposium des Bonner Förderkreis Tierernährung e.V. (BFT) am 07.02.2014