

# **Langsam verfügbarer Harnstoff in Rationen von hochleistenden Milchkühen**

**Futterharnstoff wurde bisher zur Anhebung der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) in den leicht positiven Bereich in Rationen von Wiederkäuern mit ausgereifter Pansenfunktion verfüttert. Hier sind Rationen mit hohen Anteilen an Maissilage zu nennen. So genannte langsam verfügbare Harnstoffprodukte (SRU = slow release urea) werden im Austausch mit Eiweißkonzentratfuttermitteln, wie z.B. Sojaschrot, eingesetzt, synchronisiert, und versprechen aufgrund einer langsameren Freisetzung des Harnstoffs im Pansen eine effizientere und sichere Pansenfermentation. Durch die kontinuierliche Versorgung der Pansenbakterien mit Stickstoff ist die Verdaulichkeit der Ration meistens verbessert und die Kühe reagieren mit einer erhöhten Futteraufnahme und einer erhöhten Milchleistung.**

**Ob langsam verfügbarer Harnstoff Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen verbessern kann, wurde im Rahmen von zwei Fütterungsversuchen am DLR Westpfalz, Lehr- u. Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle untersucht.**

**Christian Koch und Dr. Franz-Josef Romberg berichten nachfolgend über die Ergebnisse.**

Wiederkäuer sind aufgrund ihres Verdauungstraktes in der Lage, Nahrungskohlenhydrate und -proteine mit Hilfe von mikrobiellen Enzymen im Pansen abzubauen und die Abbauprodukte zur mikrobiellen Proteinsynthese effizient zu nutzen. Mikroorganismen des Pansens benutzen als Stickstoffquelle sowohl das Futterprotein als auch im Futter enthaltene oder zugeführte Nicht-Protein-Stickstoff-(NPN)-Verbindungen, wie zum Beispiel Harnstoff. NPN wird im Pansen von Mikroben zu Ammoniak umgebaut. Die Menge an NPN, die effizient genutzt werden kann ist aufgrund der meist sehr schnellen Umsetzung zu Ammoniak limitiert. Die Ammoniakbildung aus z.B. Futterharnstoff läuft im Pansen dabei so schnell ab, dass dieser oftmals durch die Pansenmikroben nicht vollständig genutzt werden kann. Folglich reichert sich das Ammoniak im Pansen an und muss durch die Pansenwand mit dem Blut zur Leber transportiert und dort entgiftet werden, was langfristig eine Einschränkung der Tiergesundheit durch Leber- und Stoffwechselbelastung bedeutet. In den letzten Jahren wurden neue SRU („slow release urea“)-Produkte in den Markt eingeführt, aus dem der Harnstoff gleichmäßig über mehrere Stunden freigesetzt werden soll. Das in diesem Versuch getestete SRU-Produkt (Optigen<sup>®</sup> II, Alltech, Nicholasville, KY, USA) enthält 88 % Harnstoff, der in eine poröse

Fettmatrix eingebettet ist. Nach Angaben des Herstellers gewährleistet diese neue Technologie eine Freisetzung von 80% des enthaltenen Harnstoffs in den ersten 8 Stunden. Die Abbaurate ist der von Sojaextraktionsschrot ähnlich. Ziel ist eine gleichmäßige Stickstoffversorgung der Pansenmikroben, vor allem der faserabbauenden Bakterien, ohne Stoffwechselbelastung. Jedoch muss den Mikroben ausreichend Energie zur Verfügung stehen, damit dieser Ammoniak verwertet werden kann. Die Folge ist eine verbesserte Nutzung des Grobfutters und eine intensivere Verdauung der Pflanzenzellwände. Die stärkere Vermehrung der Pansenmikroben führt zu einer gesteigerten Menge Mikrobeneiweiß, die der Kuh als wertvolle Aminosäurenquelle zur Verfügung steht.

Ein weiteres Argument für den Einsatz des getesteten SRU-Produktes ist die Möglichkeit, Proteinfuttermittel wie z.B. Sojaextraktionsschrot einzusparen. Oftmals werden 100 g dieses SRU-Produktes mit Energieausgleich, z.B. 700 g Maissilage, im Austausch gegen etwa 800 g Sojaextraktionsschrot eingesetzt. Somit können mehr betriebseigene Grobfuttermittel eingesetzt und pansenfreundlichere Rationen gestaltet werden.

In zwei aufeinander folgenden Fütterungsversuchen wurde an der Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle in Münchweiler an der Alsenz der Einsatz von langsam verfügbarem Futterharnstoff (SRU = slow release urea) oder Futterharnstoff gegen Rohprotein aus Sojaextraktionsschrot auf Milchleistungskenngrößen von hochleistenden Milchkühen geprüft.

### **Fütterungsversuche**

Zur Verfügung standen 60 erst- und höherlaktierende Kühe der Rasse Deutsche Holstein, die in zwei Gruppen zu je 30 Tieren aufgeteilt wurden. Die Gruppeneinteilung erfolgte nach Leistung, Laktationstag (Lakttag), Laktationsnummer (Laktnr) sowie Milchfett und -eiweißgehalt vor Versuchsbeginn (Tabelle 1).

Tabelle 1: Gruppeneinteilung

Gruppe	Kuh	Milch (kg)	Laktnr	Lakttag	Fett %	Eiweiß %
1	n = 30	35,3	2,2	130	3,97	3,45
2	n = 30	35,0	2,2	135	3,89	3,44

Die Versuchsdauer erstreckte sich über vier Monate (2 Monate je Versuch). In den ersten beiden Monaten wurde die Kontrollration (ohne Harnstoff) gegen eine Ration mit SRU im Austausch mit Sojaextraktionsschrot in einem 2-Perioden-Wechselversuch geprüft. Nachfolgend wurde in gleicher Versuchsanordnung der Einsatz von Futterharnstoff gegen Sojaextraktionsschrot geprüft. In beiden Versuchen erfolgte der Rationswechsel nach jeweils vier Versuchswochen, sodass alle Tiere die Kontroll- sowie zeitlich versetzt auch die Versuchsration erhalten haben. Die Ermittlung aller relevanten Daten fand tierindividuell statt.

Alle Tiere erhielten eine Gesamt-Mischration (TMR). Die Kontrollgruppe wurde mit einer TMR für eine Leistung von 34 kg energiekorrigierter Milch (ECM) und Erhaltungsbedarf (650 kg Lebendmasse) nach den Vorgaben der DLG (2006) versorgt. Die Zusammensetzung der Kontroll- und Versuchsrationen ist Tabelle 2 zu entnehmen. Die Futtervorlage erfolgte zweimal täglich in Wiegetrögen mit Einzeltiererkennung.

Tabelle 2: Rationszusammensetzung (alle Angaben auf Trockenmassebasis)

Futtermittel (%)	Kontrolle	„slow-release urea“ (SRU)	Futterharnstoff
Maissilage	33,0	36,3	36,3
Grassilage	21,2	21,2	21,2
Stroh	4,7	4,7	4,7
Getreidemischung	14,2	14,2	14,2
Sojaextraktionsschrot	11,8	8,0	8,0
Körnermais	14,2	14,2	14,2
Futterkalk	0,6	0,6	0,6
Mineralfutter	0,3	0,3	0,3
Futterharnstoff	--	--	0,4
SRU	--	0,5	--
NEL, MJ/kg TM	7,2	7,1	7,1
nXP, g/kg TM	160	155	155
RNB, g/kg TM	0,58	0,81	0,82
XF, g/kg TM	143	148	148
XF aus Grobfutter, g/kg TM	127	133	133

Tabelle 3: Inhaltsstoffe der verfütterten Gras- und Maissilagen (Mittelwerte)

	Inhaltsstoffe						
	TM	NEL	XP	nXP	XF	sXF	XS
	%	MJ/kg	-----g/kg TM-----				
		TM			-		
<b>Versuch SRU</b>							
Grassilage 1. Schnitt 2008 (n = 3)	50,6	6,74	180	150	203	203	
Maissilage 2007 (n = 3)	32,1	6,81	72	133	186	186	311
<b>Versuch Futterharnstoff</b>							
Grassilage 2. Schnitt 2008 (n = 3)	39,0	6,22	153	137	245	245	
Maissilage 2008 (n = 3)	32,0	7,45	78	143	142	142	397

TM: Trockenmasse; NEL: Netto-Energie-Laktation; sXF: strukturwirksame Rohfaser; XP: Rohprotein; nXP: nutzbares Rohprotein am Dünndarm; XF: Rohfaser; XS: Stärke

Die im vorliegenden Versuch eingesetzten Grobfuttermittel wiesen eine sehr gute Qualität auf (Tabelle 3), allerdings unterschieden sich die Inhaltsstoffe der Silagen in den beiden Versuchen deutlich. Die Rohproteingehalte der eingesetzten Grassilagen bewegten sich zwischen 145 und 192 g/kg TM. In der Konsequenz variierten auch die Faserkonzentrationen sehr deutlich (NDForg: 373–542 g/kg TM). Die eingesetzten Maissilagen hatten Stärkegehalte von 298–417 g/kg TM. Schwankende Grobfutterqualitäten wurden während des Versuches nicht in Form von Rationsänderungen angepasst, d. h. die verfütterten Grobfuttermengen (in kg TM je Tier und Tag) blieben gleich.

## Ergebnisse

Die mittleren Trockenmasse-(TM)-Aufnahmen sowie die biologischen Leistungen sind den Tabellen 4 und 5 für die jeweiligen Varianten zu entnehmen. Die mittleren TM-Aufnahmen der Tiere der SRU-Gruppe waren mit 19,8 kg signifikant um 1,1 kg niedriger als die TM-Aufnahmen der Tiere der Kontrollgruppe. Die energiekorrigierte Milchleistung war ebenfalls signifikant geringer als in der Kontrollgruppe. Bezüglich der täglich produzierten Milchfettmengen waren keine Unterschiede zu erkennen. Statistisch abzusichernde Unterschiede bestanden auch in der Milchproteinmenge, jedoch bei geringer numerischer

Differenz. Die (Futter-) Effizienz, ausgedrückt als kg ECM/kg TM-Aufnahme, war bei den SRU-Tieren signifikant besser.

Bei den Tieren, die normalen Futterharnstoff erhielten, lagen die mittleren TM-Aufnahmen sowie Milchleistungen im Vergleich zur Kontrollgruppe auf gleichem Niveau. Bei signifikant höherem Milchfettgehalt in der Versuchsgruppe produzierten alle Tiere gleiche tägliche Milchfettmengen. Geringe Differenzen wurden in der täglich produzierten Milchproteinmenge beobachtet.

Tabelle 4: Ergebnisse Kontrolle versus SRU

Variable	Gruppe			
	Kontrolle		„slow-release urea“ (SRU)	
	LSM	SE	LSM	SE
TM-Aufnahme (kg)	20,9 <sup>a</sup>	0,26	19,8 <sup>b</sup>	0,26
Milchmenge (kg)	32,9 <sup>a</sup>	0,71	31,9 <sup>b</sup>	0,71
ECM (kg)	32,1 <sup>a</sup>	0,63	31,3 <sup>b</sup>	0,63
Fett (%)	3,85 <sup>a</sup>	0,06	3,97 <sup>b</sup>	0,06
Eiweiß (%)	3,35 <sup>a</sup>	0,04	3,31 <sup>b</sup>	0,04
Fett (kg)	1,26	0,03	1,25	0,03
Eiweiß (kg)	1,09 <sup>a</sup>	0,02	1,04 <sup>b</sup>	0,02
Harnstoff (mg/l)	199 <sup>a</sup>	2,95	185 <sup>b</sup>	2,94
kg ECM/kg TM	1,54 <sup>a</sup>	0,03	1,58 <sup>b</sup>	0,03

unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (p<0,05)

ECM: energiekorrigierte Milchmenge

Tabelle 5: Ergebnisse Kontrolle versus Futterharnstoff

Variable	Gruppe			
	Kontrolle		Futterharnstoff	
	LSM	SE	LSM	SE
TM-Aufnahme (kg)	21,1	0,59	21,2	0,59
Milchmenge (kg)	31,4	1,09	31,0	1,09
ECM (kg)	30,3	0,96	30,3	0,97
Fett (%)	3,68 <sup>a</sup>	0,10	3,82 <sup>b</sup>	0,10
Eiweiß (%)	3,48 <sup>a</sup>	0,05	3,44 <sup>b</sup>	0,05
Fett (kg)	1,16	0,03	1,18	0,03
Eiweiß (kg)	1,08 <sup>a</sup>	0,02	1,06 <sup>b</sup>	0,02
Harnstoff (mg/l)	199 <sup>a</sup>	6,5	208 <sup>b</sup>	6,5
kg ECM/kg TM	1,48	0,05	1,48	0,05

unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ )

ECM: energiekorrigierte Milchleistung

Es soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass in den beiden dargestellten Fütterungsversuchen jeweils eine Harnstoffherkunft im Vergleich zu einer Kontrollration (ohne Futterharnstoff) geprüft wurde.

Seit den achtziger Jahren wurden immer wieder neue SRU-Produkte angeboten und mit unterschiedlichen Ergebnissen getestet. Allerdings handelte es sich bei diesen Produkten häufig um gekapselte Produkte, was zur Folge hatte, dass der gesamte Harnstoff nach Abbau der Kapsel gleichzeitig frei wurde, lediglich mit 1-2 Stunden Verzögerung nach der Futteraufnahme. Teilweise wurde auch der Versuch unternommen, eine verlangsamte Freisetzung durch mehrere Kapseln mit verschiedenen Mengenelementen oder Stärke zu erreichen, was ebenfalls keine erhebliche Verringerung der Freisetzungsgeschwindigkeit erbringen konnte. Das in diesem Versuch getestete SRU-Produkt ist in eine neu entwickelte poröse Fettmatrix eingebettet und unterscheidet sich daher deutlich von den angesprochenen Produkten. Es wurde sowohl im Labor als auch im Tier zahlreichen Untersuchungen unterzogen. Im Labor konnte nachgewiesen werden, dass die Geschwindigkeit der N-

Freisetzung mit der von Sojaextraktionsschrot vergleichbar ist. Amerikanische Universitäts- und Feldversuche zeigten, dass der langsam verfügbare Harnstoff die Milchleistung und Futteraufnahme von Milchkühen steigern kann. In Deutschland wird das SRU-Produkt seit über 3 Jahren in der Praxis eingesetzt.

Durch den Austausch von Sojaprotein durch Futterharnstoff oder langsam verfügbaren Futterharnstoff im vorliegenden Fütterungsversuch konnten keine Vorteile in den biologischen Leistungen im Vergleich zur Kontrollgruppe ausgewiesen werden.

Bei Einsatz von SRU ist daher die Prüfung der Ration und eine Analyse der Grobfuttermittel erforderlich, um festzustellen, ob SRU die Pansenfunktion und damit Tiergesundheit und Leistung verbessern kann.

Der hier geprüfte langsam verfügbare Harnstoff wird insbesondere in Rationen mit hohen Maissilageanteilen und Grassilagen mit hohen Rohfasergehalten und niedrigen bis mittleren Proteingehalten empfohlen. Bei den im Jahre 2009 schlechten Qualitäten einiger Grassilagen macht es Sinn, bei maissilagelastigen Rationen die RNB sowie den rechnerischen Rohproteingehalt mit Hilfe von Futterharnstoff oder langsam verfügbarem Futterharnstoff anzuheben.

### **Fazit**

Der Einsatz von langsam verfügbarem Harnstoff (SRU) und Futterharnstoff im Austausch gegen Rohprotein aus Sojaextraktionsschrot wurde in Rationen für hochleistende Milchkühe geprüft. Bei insgesamt guter Energie- und Nährstoffversorgung ergab der Einsatz beider Harnstoffherkünfte keine Leistungsvorteile gegenüber der jeweiligen Kontrollgruppe. Beim Einsatz von Futterharnstoff hatten die Tiere gleiche Milchleistungen und TM-Aufnahmen wie die Kontrollgruppe, während die SRU-Gruppe in diesen beiden Kenngrößen etwas, aber signifikant, gegen die Kontrolle abfiel. Allerdings unterschieden sich die Grobfutterqualitäten in beiden Versuchen deutlich, daher können beide Versuche nicht direkt miteinander verglichen werden. Eine stark negative RNB kann sehr gut mit Futterharnstoff ausgeglichen werden.

Forschungsbedarf besteht beim Einsatz von SRU in rohproteinarmen, faserreichen Grassilagen, um mit Hilfe von SRU und einer Kohlenhydratquelle den rechnerischen Rohproteingehalt über NPN (aus SRU) in der Grassilage zu erhöhen um einen verbesserten ruminalen Abbau/Ausnutzung des Rohproteins und der Faserbestandteile zu gewährleisten.