

## Futterharnstoff in Silomais

M. Berntsen, Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve  
Michael.berntsen@lwk-rheinland.nrw.de

N. Mues, Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve

H. Spiekers, Landwirtschaftskammer Rheinland, Endenicher Allee 60, 53115 Bonn

### 1. Einführung

Auf Grund der vergleichsweise hohen Preise für Proteinfutter und dem verstärkten Einsatz von Maisprodukten rückt der Einsatz von Futterharnstoff wieder stärker in die Diskussion. Der Einsatz kann über das Futter oder als Zusatz bei der Silierung erfolgen. Über den Einsatz von Harnstoff bei der Silierung von Mais soll die Ruminale N-Bilanz (RNB) und damit die Stickstoffversorgung der Mikroben im Pansen angehoben und die Lagerstabilität der Silage verbessert werden.

In maisbetonten Rationen für Milchkühe und Bullen ist der Einsatz von Futterharnstoff zum Ausgleich der RNB zu erwägen. Bei negativer RNB von über 50 g N je Kuh und Tag lässt sich Harnstoff sinnvoll einsetzen. Eine gleichmäßige Verteilung und gleitende Futterumstellung sind Voraussetzungen für den Einsatz von Harnstoff. In der Hochleistungsphase ist jedoch nicht nur Stickstoff, sondern in erster Linie UDP zu ergänzen, was der Harnstoff nicht liefern kann. Aus Sicht der Fütterung sind somit Harnstoffgehalte in der Maissilage von 0,5 bis 1 % der TM vertretbar. Für die Maissilierung heißt dies, dass etwa 3 kg Harnstoff je t Silomais zu empfehlen sind.

Erste Untersuchungen zum Einsatz von mit Futterharnstoff einsiliertem Silomais an Milchkühen in Haus Riswick (SPIEKERS und MUES, 2001) zeigten, dass keine Probleme in der Akzeptanz bestanden und ein Abfall in der Leistung nicht ersichtlich war. Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse wurde ein weiterer Versuch zur Abklärung der Einsatzmöglichkeiten in der Milchkuhfütterung durchgeführt.

Detaillierte Ausführungen zum Harnstoffeinsatz in Silomais sind dem Versuchsbericht **Riswicker Ergebnisse 1/2003** (SPIEKERS et al., 2003) zu entnehmen.

### 2. Versuchsanstellung

Aus den Angaben in der Literatur und den Erfahrungswerten resultiert die Hypothese, dass der Zusatz von Futterharnstoff zu Maissilage die Stabilität der Silage verbessert und sich damit positiv auf den Futterwert auswirkt. Ferner kann durch den Zusatz von Harnstoff Eiweißfutter eingespart werden. Um diese Hypothesen zu prüfen, wurde im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick im Jahr 2001 Mais mit und ohne Harnstoff einsiliert und im Januar 2002 ein Fütterungsversuch mit Milchkühen begonnen.

Folgenden Fragen sollte hier nachgegangen werden:

1. Welchen Einfluss hat der Zusatz von 6 l RUMISAN-SOL (40 % Harnstoff) je t Mais auf Gärqualität, Stabilität und Futterwert von Maissilage?
2. Wie wirkt sich der Zusatz auf die Leistung von Milchkühen aus?

#### 2.1 Material und Methoden

Die Maisernte fand am 24.09.2001 statt. Die Silierung erfolgte in zwei Flachsilos mit und ohne Harnstoffzusatz. Das flüssige Harnstoffprodukt RUMISAN-SOL der Fa. Hydro Gas and Chemicals GmbH, Oberhausen, wurde am Feldhäcksler mit der Technik zur Melasse-Einbringung gezielt zudosiert.

Die über eine Fuhrwerkswaage ermittelten Erntemengen beliefen sich auf 194 dt TM/ha. Die applizierte Menge an RUMISAN-SOL lag bei 6,3 l (= 7,0 kg)/t. Die Kosten für Produkt und Einbringung beliefen sich auf etwa 60 €/ha zuzüglich MwSt., dies entspricht ca. 1,25 €/t Frischmais inkl. MwSt. Der analysierte Gehalt an Harnstoff in der Lösung betrug 38,4 %.

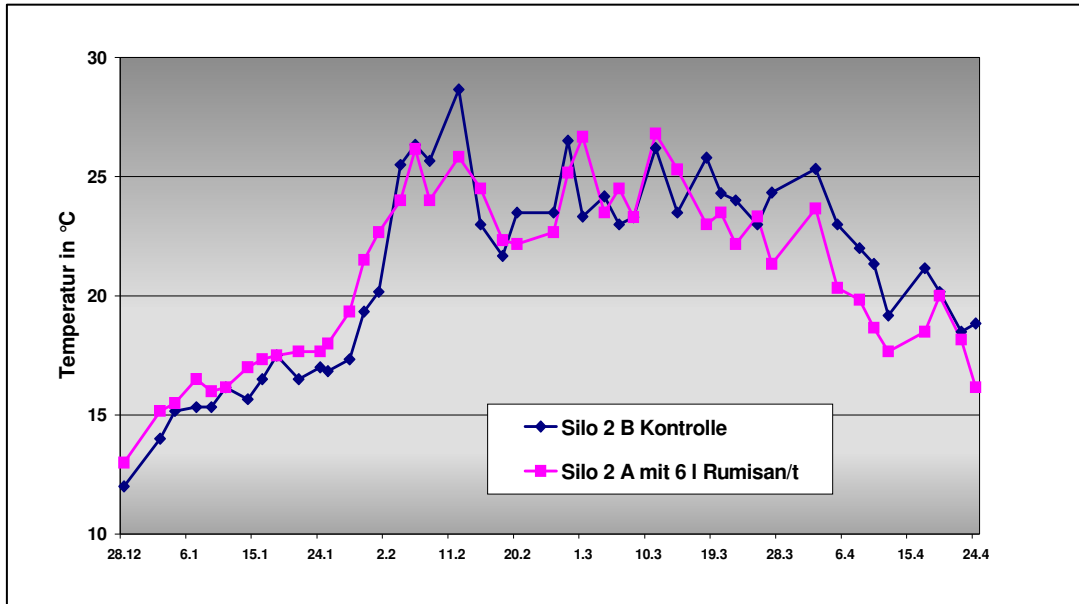
Die Befüllung der Silos erfolgte parallel. Es wurde jeweils ein Anhänger mit und ein Anhänger ohne Harnstoff gehäckselt. Die Verdichtung erfolgte mit einem Radlader.

#### 2.2 Verdaulichkeitsbestimmung an Hammeln

Mit den beiden Maissilagen wurde bei vollem Anschnitt eine Bestimmung der Verdaulichkeit an Hammeln durchgeführt. In der Verdaulichkeit der Organischen Substanz zeigten sich mit 79,0 % in der Kontrolle und 79,3 % in der Versuchsgruppe vergleichbare Werte. Gleiches galt für die Verdaulichkeit des Organischen Rests und den Energiegehalten mit je 7,23 MJ NEL je kg TM. Ein Einfluss der Harnstoffbehandlung war somit nicht gegeben. Dies steht in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen. Das beobachtete Niveau der Verdaulichkeit ist mit 79 % für die Organische Substanz sehr hoch. Erklären lässt sich dies mit einem hohen Kornanteil.

**2.3 Stabilität der Silagen**

Für die Durchführung des Fütterungsversuches wurden beide Silagen am 28.12.2001 geöffnet. Um objektive Aussagen zur aeroben Stabilität machen zu können, wurde die Silotemperatur am Anschnitt gemessen. Dies geschah dreimal pro Woche (Montag-Mittwoch-Freitag) über ein digitales Messthermometer (s. Abbildung 1). Bereits eine Woche nach der Öffnung stieg die Temperatur in beiden Silos auf 15 °C, nach weiteren 4 Wochen stieg die Temperatur auf über 20° C an. Mitte Februar wurden dann die Maximumwerte erreicht. Bei beschleunigtem Vorschub Ende April fiel die Temperatur wieder leicht ab. Ein Einfluss des Harnstoffzusatzes war nicht ersichtlich. Beide Silagen wurden warm, trotz eines Vorschubs im Bereich von 1,5 bis 2 m je Woche.



**Abbildung 1:** Temperaturentwicklung der Maissilage mit und ohne Futterharnstoff - 28.12.2001 bis 24.04.2002 -

**2.4 Fütterungsversuch mit Milchkühen**

Um eine vergleichbare Anfütterung zu erzielen, wurden sämtliche für den Versuch zur Verfügung stehenden Kühe nach Öffnung der Maissilagen mit und ohne Harnstoff vom 28.12.2001 bis zum Versuchsbeginn mit gleichen Anteilen aus beiden Mieten versorgt.

Zum 08.01.2002 erfolgte die Einteilung der Tiere auf die zwei Versuchsgruppen. 24 Paare wurden, nach zuvor durchgeführter Milchleistungsprüfung, nach den Kriterien Laktationsnummer (L-Nr.), Laktationstag (L-Tag), Milchmenge (MM, kg), Fett-%, Eiweiß-%, energiekorrigierte Milch (ECM, kg), Lebendmasse zusammengestellt (s. Tabelle 1). Versuchsbeginn war der 08.01.2002; nach 105 Versuchstagen wurden der Versuch am 22.04.2002 beendet.

**Tabelle 1:** Mittlere tägliche Leistung der Versuchsgruppen bei Versuchsbeginn, n = 24

Behandlung	L-Nr.	L-Tag	MM, kg	Fett, %	Eiweiß, %	ECM, kg	Lebendmasse, kg
Kontrolle	3,83	102	39,4	3,75	3,26	38,0	685
Mit Harnstoff	3,58	100	39,2	3,75	3,28	37,8	685

Die Futteraufnahmedaten jeder Kuh wurden über Einzeltrogwiegeeinrichtung automatisch erfasst. Jede Versuchsgruppe wurde in einem Stallabteil mit jeweils 12 Einzeltrögen gehalten .

**Rationsgestaltung:**

Im Versuchszeitraum wurde am Trog eine Mischration aus den Einzelkomponenten Maissilage, Grassilage, Biertreibersilage und Ergänzer gefüttert. Diese Futtermischungen wurden mit dem Frsmischwagen einmal täglich für jede Gruppe erstellt und in die Einzeltrge gefllt. Vorgelegt wurde ad libitum bei einem angestrebten Futterrest von 5 -10 %.

Folgende TM-Anteile wurden in der Mischung realisiert:

- 55,5 % Maissilage, jeweils mit oder ohne Harnstoff
- 18,5 % Grassilage
- 6,0 % Biertreibersilage
- 20,0 % Ergänzungsfutter

Die Rationsanteile wurden, nach Maßgabe der DLG-Information 1/2001, berechnet für eine tägliche Milchleistung von 30 kg je Kuh. Die Ergänzungsfutter wurden über eine fahrbare Mahl- und Mischanlage aus den in Tabelle 2 aufgeführten Anteilen als Vormischung erstellt.

**Tabelle 2:** Zusammensetzung der Ergänzungsfutter

Komponente	Kontrolle	Mit Harnstoff
Sojaextraktionsschrot	61 %	40 %
Winterweizen	30 %	51 %
Mineralfutter (22/2/8)	7 %	7 %
Sojaöl	2 %	2 %

Die beiden Ergänzungsfutter entsprachen sich im Energiegehalt. Unterschiedlich waren auf Grund des Austausches von Weizen gegen Sojaextraktionsschrot die Gehalte an Stärke, nXP und RNB. Der um ein Drittel reduzierte Einsatz von Sojaextraktionsschrot in dem Ergänzter für die Harnstoffgruppe ergab, bezogen auf die mittlere tägliche Mischrationenaufnahme je Kuh für diese Gruppe, eine Substitution von 0,9 kg Sojaextraktionsschrot durch 0,9 kg Winterweizen.

Oberhalb von 30 kg Milch bei Kühen und 25 kg bei Färsen wurde leistungsabhängig über Abrufstationen ein Standard-Milchleistungsfutter (160g nXP und 6,7 MJ NEL/kg) zugeteilt.

Es wurden im Versuchszeitraum zwei Grassilagen hintereinander eingesetzt. Die Futterwerte der Mischrationen sind Tabelle 3 zu entnehmen. Die unterschiedlichen Futterwerte der Grassilagen hatten nur wenig Einfluss auf die Mischrationen. Das kalkulierte nXP-Niveau entsprach den Vorgaben mit 160 g in der Kontrollgruppe und 155 g/kg TM in der Versuchsgruppe. Die RNB war in beiden Gruppen leicht negativ. Bei der Grassilage 2 war dieser Effekt stärker. Der angestrebte Ausgleich der RNB durch den Harnstoff konnte nicht vollständig realisiert werden. Der höhere Stärkegehalt bei den Mischungen mit Harnstoff resultierte aus dem höheren Winterweizenanteil.

**Tabelle 3:** Kalkulierte Futterwerte der im Versuch eingesetzten Mischrationen

Grassilage	Kontrolle		Mit Harnstoff	
	1	2	1	2
Stärke, g/kg TM	250	250	282	282
Zucker, g/kg TM	28	42	25	39
NEL, MJ/kg TM	<b>7,15</b>	<b>7,16</b>	<b>7,15</b>	<b>7,16</b>
nXP, g/kg TM	159	160	154	155
RNB, g/kg TM	-0,9	-1,4	-1,3	-1,9

### 3. Ergebnisse und Diskussion

In der Kontrollgruppe fiel eine Kuh wegen Stoffwechselstörung aus. In die Betrachtung wurde der entsprechende „Passer“ in der Versuchsvariante ebenfalls nicht einbezogen.

Die realisierten mittleren Futtermittelaufnahmen sind der Tabelle 4 zu entnehmen. Die Kühe der Gruppe mit Harnstoff nahmen im Mittel täglich 0,6 kg TM mehr Mischration auf. Diese Kühe verzehrten täglich über die Mischration etwa 30,5 kg Maissilage mit Harnstoff. Bei Ansatz von 25 % Verlust an Harnstoff über Ausgasung von Ammoniak errechnet sich eine tägliche Versorgung mit 64 g Harnstoff je Kuh und Tag.

**Tabelle 4:** Mittlere tägliche Futtermittelaufnahme im Versuchszeitraum (n = 23 je Gruppe)

Gruppe	Kontrolle	Mit Harnstoff
Mischration, kg TM	18,2 ± 1,9	18,8 ± 1,9
Milchleistungsfutter, kg	3,1 ± 1,2	2,7 ± 1,5
<b>Gesamt-TM-Aufnahme, kg</b>	<b>20,9 ± 2,3</b>	<b>21,2 ± 2,4</b>

Die Milchleistungsfuttermittelaufnahme war bei den Kühen der Variante mit Harnstoff im Mittel 0,4 kg/Kuh/Tag niedriger. In der Gesamt-Trockenmasseaufnahme unterschieden sich beide Gruppen nicht.

Im wöchentlichen Rhythmus erfolgte eine Milchleistungsprüfung. Die Milchmenge wurde über die elektronische Milchmengenmessung bei jeder Melkung registriert. Nach jeder Melkung wurden die Kühe nach Verlassen des Drehmelkstandes automatisch verwogen. Die Leistungsdaten der Versuchsgruppen sind in Tabelle 5 aufgeführt. In den aufgeführten Parametern zeigten sich nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Gruppen. Ein Einfluss der unterschiedlichen Fütterung war nicht gegeben. Unter den Bedingungen des Versuchs resultierten somit gleiche Leistungen.

Ein gewisser Unterschied zeigte sich in dem mit Autoanalyser bestimmten Harnstoffgehalt mit 221 ppm in der Versuchsgruppe und 235 in der Kontrollgruppe. Dies steht in Übereinstimmung mit den Unterschieden in der RNB.

**Tabelle 5:** Mittlere tägliche Milchleistung der Kühe im Versuch (n = 23 je Gruppe)

Gruppe	Kontrolle	Mit Harnstoff
Milch, kg	35,0 ± 6,6	35,2 ± 5,2
Fett, %	3,88 ± 0,54	3,94 ± 0,50
Eiweiß, %	3,25 ± 0,19	3,25 ± 0,19
<b>ECM, kg</b>	<b>34,2 ± 6,1</b>	<b>34,6 ± 4,8</b>
Harnstoff, ppm	235 ± 26	221 ± 20
Lebendmasse, kg	705 ± 72	706 ± 67

Das beobachtete Leistungsniveau steht in guter Übereinstimmung zu der am Hammel gemessenen Futterqualität der Maissilagen und der erzielten Futteraufnahme. Dies zeigt sich auch bei der Kalkulation der Energie- und Nährstoffbilanzen in Tabelle 6.

**Tabelle 6:** Kalkulierte Versorgung der Kühe mit NEL und nXP im Versuch

Gruppe	Kontrolle		Mit Harnstoff	
	NEL, MJ/Tag	nXP, g/Tag	NEL, MJ/Tag	nXP, g/Tag
<b><u>Versorgung:</u></b>				
- Mischration	130	2.894	134	2.895
- Milchleistungsfutter	21	496	18	432
<b>Gesamt</b>	<b>151</b>	<b>3.390</b>	<b>152</b>	<b>3.327</b>
<b><u>Bedarf:</u></b>				
- Erhaltung	40	470	40	470
- Milch	112	2.870	113	2.886
<b>Gesamt</b>	<b>152</b>	<b>3.340</b>	<b>153</b>	<b>3.356</b>
<b>Bilanz</b>	<b>- 1</b>	<b>+ 50</b>	<b>- 1</b>	<b>- 29</b>

Ohne Berücksichtigung der Veränderungen in der Lebendmasse resultiert für beide Gruppen eine ausgeglichene Energiebilanz. Zurückzuführen ist dies auf die relativ hohe Futteraufnahme. Ursächlich für die hohe Futteraufnahme dürfte die gute Qualität der Maissilage gewesen sein. Der an Hammeln bestimmte Energiegehalt war erheblich höher als zuvor kalkuliert. Insgesamt waren die gefütterten Rationen so konzipiert, dass eine bedarfs- und wiederkäuergerechte Versorgung gegeben war. Die Versorgung mit Stärke und Zucker lag im oberen Bereich der Empfehlungen.

Auf Grund der im Vergleich zur Leistung hohen Futteraufnahme ergab sich auch für die nXP-Versorgung in beiden Gruppen eine ausgeglichene bzw. schwach negative Bilanz. Die eingestellte nXP-Versorgung reichte für die realisierte Leistung. Auf Grund der negativen RNB war kein Überschuss an Stickstoff gegeben. Der beobachtete Unterschied im Harnstoffgehalt der Milch erklärt sich aus dem Unterschied in der RNB. Offensichtlich wurde der zugesetzte Harnstoff für die Bildung von Mikrobenprotein genutzt.

#### 4. Ökonomische Bewertung und Diskussion

Da kein Unterschied in der Leistung im vorliegenden Versuch gegeben war, kann auf Basis der Daten ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit erfolgen. Ein wesentlicher Aspekt für den Einsatz von Futterharnstoff in der Praxis sind Kosten und Leistungen. Diese hängen in erster Linie vom Preis des Ersatzfuttermittels ab. Für die eingesetzten Futtermittel/Zusätze wurden Handelspreise ohne MwSt. angenommen. Bei den Ergänzern wurden die Kosten für Vermahlung, Mischen und Befüllen des Hochsilos eingerechnet. Die Maissilage mit Behandlung verteuerte sich durch den Zusatz von Harnstoff um 0,30 €/dt. Die Kosten für Ergänzern, Mischration und Gesamtration sind der Tabelle 7 zu entnehmen, (näheres s. SPIEKERS et al., 2003)

Der Austausch von 0,9 kg Sojaextraktionsschrot gegen 0,9 kg Weizen bewirkte bei der angenommenen Preiskonstellation eine Vergünstigung des Ergänzerns von 2,34 EUR/dt. Der TM-Anteil des Ergänzerns an der Mischration von 20 % führte hier noch zu einer Kostendegression von 0,4 Cent/kg TM. Auf die Gesamtration (Mischration plus MLF) bezogen ergibt sich für diesen Versuch ein Preisvorteil von 0,37 Cent/kg TM zugunsten der Variante mit Harnstoff. Die Berechnung der Futterkosten je Kuh und Tag ergeben für die Kontrolle 2,56 € und für die Variante mit Harnstoff 2,48 €. Beim Vergleich der Kosten je kg ECM war in diesem Versuch durch den Einsatz von RUMISAN-SOL in Maissilage eine Einsparung von 0,3 Cent möglich.

**Tabelle 7:** Kosten von Ergänzer, Mischration und Gesamtration

<b>Kosten</b>	<b>Kontrolle</b>	<b>Mit Harnstoff</b>
Ergänzer, €/dt	21,97	19,63
Mischration, Cent/kg TM	11,9	11,5
Mischration und MLF, Cent/kg TM	12,24	11,87
Kosten Gesamtration, €/Tag	2,56	2,48
Kosten je kg ECM, Cent	7,5	7,2

**5. Fazit**

Der Einsatz von mit Futterharnstoff siliertem Silomais bei gleichzeitigem Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Weizen hatte keine Auswirkungen auf die mittlere Milchleistung.

Wird der Harnstoff gezielt zum Ausgleich der RNB eingesetzt, ist bei derzeitigen Preisen die Wirtschaftlichkeit gegeben.

Ein Teil des Harnstoffs geht bei der Silierung verloren. Die bisher in Ansatz gebrachte Größe von etwa 75 % zu nutzendem Harnstoff wurde bestätigt.

Die Temperaturentwicklung in den Versuchsmieten zeigten keine Vorteile der Harnstoffvariante. Die Wirkungssicherheit des Harnstoffs im Hinblick auf die aerobe Stabilität ist nicht immer gegeben.

Die flüssige Einbringung über den Melasse-Dosierer am Häcksler ist unproblematisch und gewährt eine gleichmäßige Verteilung.

Literatur:

DLG (2001): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen

DLG-Information 1/2001

DLG, Frankfurt a. M

SPIEKERS, H.; N. MUES (2001): Futterwert und Siliereignung von Maissilage in Abhängigkeit vom Sortentyp, 23 Seiten

Riswicker Ergebnisse 2/2001

Landwirtschaftskammern NRW: Referat Tierische Erzeugung – LWZ Haus Riswick, Bonn/Kleve

SPIEKERS, H.; M. BERNTSEN; N. MUES (2003): Einsatz von Futterharnstoff in Silomais, 34 S.

Riswicker Ergebnisse 1/2003

Landwirtschaftskammern NRW: Referat Tierische Erzeugung – LWZ Haus Riswick, Bonn/Kleve