

# Beitrag zur Lösung der Harnstoffapplikation bei der Konservierung von Futterstroh

Dr. agr. A. Klug, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Problemanalyse und Aufgabe

Die Versorgung der Tierbestände aus eigenen Futteraufkommen setzt voraus, den Getreideanbau zu erhöhen und den Getreideanteil bei der Fütterung von Wiederkäuern zu senken.

Mit erhöhtem Getreideanbau steigt auch das Strohaufkommen. Der Strohertrag von 4 ha Getreidefläche als Futter eingesetzt ersetzt etwa 1 ha Ackerfutterfläche. Stroh muß deshalb planmäßig für die Fütterung vorgesehen werden und ganzjährig oder zumindest in der Winterfütterungsperiode in guter Qualität zur Verfügung stehen. Verringerte Getreideanteile in der Gesamtration setzen höhere Grobfutteraufnahme mit höherer Verdaulichkeit voraus. Dies erfordert höhere Qualität und höhere Energiekonzentration des Grobfutters.

Stroh hat nur eine geringe Energiekonzentration von 350 EFr/kg Trocksubstanz (TS). Die überwiegende Strohlagerung in Freimieten ist mit Verlusten und mit starken Qualitätsminderungen verbunden.

Die Verminderung der Verluste bei der Lagerung, die Erhaltung der Qualität und die Erhöhung des Futterwerts sind bei erhöhtem Stroheinsatz dringend erforderlich.

Durch ein vom Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock vorgeschlagenes Verfahren kann Stroh mit Harnstoff konserviert und im Futterwert erhöht werden. Dieses Konservierungsverfahren hat gegenüber den anderen Verfahren wesentliche Vorteile, weil Harnstoff das Stroh chemisch konserviert, die Verdaulichkeit der Zellulose erhöht und dann auch noch für die Pansenproteinsynthese zur Verfügung steht. In Tafel 1 sind die verfügbaren Verfahren der Futterstrohlagerung und -aufbereitung zusammengestellt. Bei den ersten drei Verfahren ist ein TS-Gehalt des Strohs von > 84 % zum Zeitpunkt der Einlagerung erforderlich, um Qualitätsminderungen durch

Schimmelbefall von vornherein auszuschließen. Das Anlegen von vorwiegend kleinen Strohmieten am Feldrand bringt arbeitswirtschaftliche Vorteile für die Pflanzenproduktionsbetriebe, leitet aber erste Schritte zur Qualitätsminderung auch bei eingelagertem Trockenstroh, verursacht durch Eindringen von Niederschlägen, ein, die durch kein Aufbereitungsverfahren wieder ausgeglichen werden kann.

Schlechtwetterperioden während der Getreideernte verzögern die Ernte von trockenem Stroh. Um die Felder auch dann schneller räumen und die Aussaat von Zwischenfrüchten zum agrotechnisch günstigen Termin durchführen zu können, ist die Lagerung von feuchtem Stroh im Interesse einer guten Qualität des Grobfutters und auch arbeitsorganisatorisch von Vorteil.

Die beiden letzten Verfahren in Tafel 1 ermöglichen die Ernte von Stroh in einem weiten TS-Bereich von 40 bis 90 %. Um das Wetterrisiko weitgehend auszuschalten, wird zukünftig diesen beiden Verfahren besondere Aufmerksamkeit zu widmen sein. Bei der Lagerung und Aufbereitung von feuchtem Häckselstroh liegen bereits Erfahrungen und Ergebnisse aus Produktionsexperimenten vor. Das Verfahren der Applikation von Harnstoff bei der Ballenherstellung befindet sich noch im Forschungsstadium.

Für die Lösung eines technischen Problems sind die einzuhaltenden Parameter vorzugeben. Im Fall der Strohkonservierung kommt dem Hauptparameter Harnstoffanteil von 3 bis 4 % in der Originalsubstanz (OS) die größte Bedeutung zu. Die Zugabe und die richtige Bemessung des Konservierungsmittels Harnstoff ist ein Dosierproblem, das mit geringen Aufwendungen und möglichst mit hoher Genauigkeit gelöst werden soll.

Die Dosiergenauigkeit wird durch den Hauptparameter Harnstoffanteil vorgegeben. Über die Dosiergleichmäßigkeit – das ist der

Variationskoeffizient des Istwerts in einer vorgegebenen Probengröße, die z. B. der Tagesration einer Kuh entspricht – konnten keine Vorgaben festgelegt werden. Da der Einfluß der Dosiergleichmäßigkeit des Harnstoffs auf den Aufschluß- und Konservierungseffekt schwierig vorzugeben ist, muß zunächst versucht werden, mehrere Varianten praktischer Lösungen zu untersuchen, und es ist durch Futteranalysen auf die Brauchbarkeit der technischen Lösung zur Dosierung des Harnstoffs zu schließen. Die Ernte und Lagerung von feuchtem Stroh ist mit der von Welkgut identisch. Das Dosierproblem ist bei der Einlagerung in Hochsilos einfach zu lösen, weil die Anhängerladung in einen kontinuierlichen Gutstrom überführt wird, zu dem der Harnstoff – oder bei zu trockenem Stroh auch Wasser – kontinuierlich entsprechend dem gewünschten Verhältnis zuzuführen ist. Das Strohkonservierungsverfahren mit Harnstoff ist aber dann im Anwendungsumfang eingeschränkt, weil nur ein ganz geringer Anteil Hochsiloraum dafür zur Verfügung steht.

Der Anwendungsumfang könnte erweitert werden, wenn es gelingt, Stroh mit Harnstoff und eventuell auch mit Wasser ausreichend genau zu vermischen und in Horizontalsilos einzulagern. Das Verfahren ist schwieriger durchzuführen, weil ein kontinuierlicher Gutstrom nur unmittelbar nach dem Häckseln auf dem Feld vorliegt. Für die Zugabe des Harnstoffs auf dem Feld steht keine Maschine zur Verfügung.

Es ist künftig vorgesehen, für den Umschlag von Halmfutter in der Tierproduktion umsetzbare Annahmedosierer zu entwickeln, die für den Strohumschlag am Horizontalsilo günstige Bedingungen für die Dosierung von Harnstoff und Wasser schaffen könnten. Der dafür geeignete Annahmedosierer AD84 des VEB KfL Sebnitz/Pirna wird erst in geringen Stückzahlen produziert.

Vom Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim wurde deshalb untersucht, ob durch geringe Zugabe von Harnstoff bei der Einlagerung im Horizontalsilo und auch bei erforderlicher Zugabe von Wasser auf zu trockenes Stroh, um die Verdichtbarkeit des Strohs durch Traktoren zu gewährleisten, im Vergleich zur kontinuierlichen Zugabe des Harnstoffs meßbare Unterschiede im Konservierungs- und Aufschlußeffekt festzustellen sind und ob dieses Verfahren der Praxis als Übergangslösung empfohlen werden kann.

## 2. Lösungsweg

Das Stroh wird an der Siloeinfahrt vom Anhänger gekippt (Bild 1). Ein Traktor mit Heckschiebegabel schiebt das Gut an einem Anhänger vorbei, auf dem der Harnstoff gelagert ist. Von Hand wird der Harnstoff breit verteilt. Bei erforderlicher Zugabe von Wasser erfolgt dies über ein Strahlrohr von der Silowand aus auf das grobverteilte Gut auf der Auffahrschräge des Futterstocks. Über eine zwischengeschaltete Wasseruhr kann

Tafel 1. Verfahren der Futterstrohlagerung und -aufbereitung

Lagerung	Aufbereitung nach der Lagerung	Energiekonzentration in EFr/kg TS		Bedingungen und TS-Gehalt
		Verminderung	Erhöhung	
Stroh-Mais-Gemisch oder mit Rübenblatt im Hoch- oder Horizontalsilo	–	–	+50 durch Sickersaftbindung	Zwischenlagerung in Silonähe $\geq 84\%$
Stroh in Mieten oder unter Dach	Nachhäckseln und Vermischen mit Silage	–30...–50... –100 je nach Lagerbedingungen	–	$\geq 84\%$
Stroh in Freimieten oder unter Dach	Mahlen, Mischen und Pelletieren	–30...–50... –100 je nach Lagerbedingungen	+50 durch Aufschluß mit NaOH	$\geq 84\%$
Stroh mit Harnstoff vermischt im Hoch- oder Horizontalsilo	Mischen mit Silage	–	+50...+120 Aufschluß durch $\text{NH}_3$	40...70% bei >70% Wasserzugabe
Stroh mit Harnstoff vermischt als Klein- und Großballen	Auflösen der Ballen, Zerkleinern und Mischen	–	+50...+100 Aufschluß durch $\text{NH}_3$	50...90%

die Wassermenge leicht bestimmt werden. Das für das Hochsilo vorgesehene Verfahren der Dosierung des Harnstoffs mit dem Mineralstoffdosierer H82 (Hersteller: VEB Landtechnische Industrieanlagen Havelberg) und des Wassers über Sprühstab sowie Vermischung mit dem Stroh durch die Frästromeln des Grobfutterdosierers wurde als Vergleichsvariante herangezogen, weil hier die beste Dosiergleichmäßigkeit erwartet wird. Um das Ergebnis besser vergleichen zu können, wurde das vermischte Gut anschließend mit der gleichen Technik wie bei der zu untersuchenden Variante im Horizontalsilo eingelagert.

Die Bestimmung der Harnstoffmasse bei der chemischen Konservierung von Stroh in Abhängigkeit von der Lademasse ist in Tafel 2 dargestellt.

Im Fall der Strohkonservierung muß die einzulagernde Strohmasse bestimmt und das Wasser sowie der Harnstoff zugemessen werden. Der Harnstoff wird immer bis zu einer Masse von 150 kg ( $\approx$  3 Säcke) für die Verteilung vorbereitet (klumpenfrei gemacht) und auf eine vorher gewogene und damit bestimmbare Anzahl von 2, 3 oder 5 Anhängerladungen von Hand verteilt. Nicht jeder Anhänger muß gewogen werden, jeder 5. oder 10. genügt. Bei gleichem Anhängervolumen kann aufgrund der Lademasse auf den ungefähren TS-Gehalt geschlossen werden.

**3. Ergebnis**

Kennzeichnend für die Dosiergleichmäßigkeit der Harnstoff- und Wasserverteilung sind der Variationskoeffizient V des Roheiweißgehalts und der TS-Gehalt im Konservat (Tafel 3). Stroh weist nur einen geringen Roheiweißgehalt von rd. 40 g/kg TS auf. Die in der Futteranalyse bestimmbaren stickstoffhaltigen Verbindungen, wie Ammoniak und Harnstoff, werden zum Roheiweißgehalt zusammengefaßt. Alle über den Wert des Rohstrohs hinausgehenden Roheiweißgehalte kommen aus dem zugeführten Harnstoff. Abweichungen vom erreichten Roheiweißgehalt sind ein Maß für die Dosiergleichmäßigkeit der Harnstoffverteilung bei der Einlagerung in das Silo. Der Konservierungseffekt wird durch einen pH-Wert > 8 charakterisiert.

Im Ergebnis der Untersuchungen zeigte sich, daß bei der chargenweise Zugabe des Harnstoffs von Hand der Variationskoeffizient des Roheiweißgehalts mit  $V = \pm 32\%$  erwartungsgemäß höher liegt als bei der Vergleichsvariante mit  $V = \pm 12,9\%$ . Auf den pH-Wert hat dieser höhere Variationskoeffizient keinen wesentlichen Einfluß. In beiden Fällen wurde ein für eine chemische Konservierung ausreichender pH-Wert > 8 erreicht. Durch die Zugabe von Wasser mit Hilfe eines Strahlrohrs über die eingelagerte und verdichtete Schicht bei einem TS-Gehalt des Ausgangsmaterials von  $\geq 84\%$  ist es möglich, einen gewünschten mittleren TS-Gehalt mit einem geringen Variationskoeffizienten zu erreichen. Durch die Art der Verteilung des Guts auf der Auffahrschräge des Futterstocks und durch die Einwirkung der Räder des Traktors auf die Futterstoffoberfläche erfolgt eine intensive Vermischung. Durch die Möglichkeit, Wasser auf trocken-

Tafel 2 Bestimmung der Harnstoffmasse bei der chemischen Konservierung von Stroh in Abhängigkeit von der Lademasse (Anhänger HW 80)

Lademasse je Anhänger	TS-Gehalt %	mittlere Harnstoffmasse kg	Anzahl der Anhänger bei Harnstoffmasse 300 kg <sup>1)</sup>	Anzahl der Anhänger bei Harnstoffmasse 150 kg <sup>2)</sup>	Wasser je Anhänger l
<b>Häckselstroh vom Feld</b>					
> 2,2	< 40	Einlagerung nicht möglich			
1,6...2,2	40...50	75	4	2	-
1,1...1,5	51...60	50	6	3	-
0,8...1,0	61...70	30	10	5	-
< 0,8	> 70	30	10	5	200
<b>Stroh aus der Freimiete</b>					
0,8	> 80	30	10	5	250
1,0	> 80	40	8	4	300
1,2	> 80	50	6	3	400
1,5	> 80	60	5	2...3	500

1) Düngerstreuer D028  
2) Düngerstreuer D020 oder von Hand

Tafel 3. Verteilgenauigkeit von Harnstoff und Wasser bei der Strohkonservierung im Horizontalsilo (Harnstoffkonzentration 3 bis 4% in OS Feuchstroh)

Verteilvariante		Anzahl der Proben <sup>1)</sup>	TS-Gehalt <sup>2)</sup> Konservat	Roheiweiß	pH-Wert	Harnstoffanteil in OS des Konservats %
			$\bar{x}$ V %	$\bar{x}$ V g/kg TS	$\bar{x}$ V	
Wasser	von Hand	49	59,1 $\pm$ 9,0	121,4 $\pm$ 32,2	8,1 $\pm$ 3,2	1,65
	von Hand in DS300 <sup>3)</sup>	40	60,6 $\pm$ 6,2	109,3 $\pm$ 12,9	8,6 $\pm$ 1,7	1,48

1) mittlere Masse der Probe  $\bar{m} = 1200$  g  
2) Ausgangsmaterial TS-Gehalt  $\geq 84\%$   
3) Annahmedosierer DS300

nes Stroh zugeben zu können, kann Stroh unabhängig vom Witterungsverlauf mit einem TS-Gehalt von 40 bis 90 % geerntet und in Silos eingelagert werden. Bei Einhaltung der vorgegebenen Harnstoffmenge von 3 bis 4 % wird eine Erhöhung des Futterwerts um 70 bis 120 Efr/kg TS erreicht. Damit steht ein hochwertiges Futter mit einer Energiekonzentration von 420 bis 450 Efr/kg TS zur Verfügung. Interessierte Praxisbetriebe können also, noch bevor ihnen Maschinen für die Annahme und Dosierung der Strohladung am Horizontalsilo zur Verfügung stehen, das Verfahren der Strohkonservierung anwenden.

In der LPG(T) Sieversdorf, Bezirk Potsdam, wurden mit dieser einfachen Methode der Harnstoff- und Wasserverteilung sehr gute Erfahrungen gesammelt. Über einen längeren Fütterungsabschnitt wurden bei Milchkühen bis zu 10% und bei Jungvieh bis zu 30% des Energiebedarfs der Tiere durch Stroh gedeckt.

Interessierte Praxisbetriebe können also, noch bevor ihnen Maschinen für die Annahme und Dosierung der Strohladung am Horizontalsilo zur Verfügung stehen, das Verfahren der Strohkonservierung anwenden.

In der LPG(T) Sieversdorf, Bezirk Potsdam, wurden mit dieser einfachen Methode der Harnstoff- und Wasserverteilung sehr gute Erfahrungen gesammelt. Über einen längeren Fütterungsabschnitt wurden bei Milchkühen bis zu 10% und bei Jungvieh bis zu 30% des Energiebedarfs der Tiere durch Stroh gedeckt.

**4. Zusammenfassung**

Um Getreide in der Wiederkäuerfütterung einzusparen, muß die Grobfutteraufnahme erhöht und deren Qualität verbessert werden. In Mieten eingelagertes Futterstroh verursacht hohe Verluste und verminderte Qualität. Durch die Zugabe eines Anteils von 3 bis 4% Harnstoff kann Futterstroh chemisch konserviert in Hoch- und Horizontalsilos mit einem TS-Gehalt von 40 bis 70% gelagert und im Futterwert erheblich verbessert werden. Als Übergangslösung wird eine einfache Methode der Harnstoffapplikation empfohlen, die in Praxisbetrieben mit Erfolg angewendet wird.

Bild 1. Strohkonservierung mit Harnstoff- und Wasserzugabe

