

Einsatz von Grobfutterdosierern für das Mischen der Grobfuttermittel

Dipl.-Ing. M. Llepe/Dipl.-Ing. E. Schade/Ing. H. Fuchs
 Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

In der Rinderfütterung ist eine hohe Grobfut-
 teraufnahme durch die Tiere erforderlich.
 Die Rationen können beim Einsatz wirt-
 schaftseigener Futtermittel vielseitig zusam-
 mengesetzt sein. Nach den Empfehlungen
 der Tierernährung sollen die Rationen 3 bis 4
 Grobfutterarten enthalten. Die Ration soll
 den Rindern zu den Mahlzeiten in mehreren
 Gaben verabreicht werden. Positiven Einfluß
 auf die Futteraufnahme der Rinder haben ein
 höherer Trockensubstanzgehalt der Ration
 und das Vermischen der Futtermittel.

Je nach Tierkonzentration und Mechanisie-
 rung der Ställe ist die Futterverteilung un-
 terschiedlich gelöst. International hat der Anteil
 an mobilen und stationären Ausrüstungen
 zum Herstellen von Futtergemischen für die
 Rinder zugenommen. Meistens wurden für
 das Mischen der Grobfuttermittel spezielle
 Ausrüstungen entwickelt. Ziel von Untersu-
 chungen war es, die Eignung der vorhande-
 nen stationären und mobilen Grobfutterdo-
 sierer für das Mischen der Grobfuttermittel
 qualitativ zu überprüfen. Dabei galt es, die
 Arbeitsqualität mit einem Variationskoeffi-
 zienten von $\leq 25\%$ einzuhalten.

2. Methode

Zur Bestimmung der Homogenität der Futter-
 Mischung wurde die radiometrische Me-
 thode angewendet.

Als Isotop findet das in vielen Praxisuntersu-
 chungen bewährte Nuklid Au-198 Verwen-
 dung [1]. Aufgrund seiner kurzen Halbwert-
 zeit von 2,7 Tagen kann damit markiertes
 Futter sofort an Mastrinder verfüttert wer-
 den. Außerdem muß gewährleistet werden,
 daß die Rinder innerhalb der nächsten drei
 Wochen nicht zum Schlachten vorgesehen
 sind. Die Genehmigung des Staatlichen Am-
 tes für Atomicherheit und Strahlenschutz
 für diese Versuche liegt vor.

Bei den Untersuchungen wurde das Stroh-
 häcksel als einzumischende Komponente mit
 dem geringsten Massenanteil gewählt. Aus
 Strahlenschutzgründen und aus mischtechni-
 schen Gründen war eine Markierung der ge-
 samten Strohmenge nicht möglich. Deshalb
 erfolgte die Markierung eines 1 m breiten
 Streifens der Oberfläche der Strohschicht in
 Richtung des Vorschubs. Dazu wurde eine
 entsprechende Menge einer Lösung von
 Goldchlorid in Azeton gleichmäßig mit Hilfe
 von Druckluft auf das Stroh gesprüht.

Die Markierung dieses Streifens ist ausrei-
 chend, da über den gesamten Dosierprozeß
 das Verhältnis zum Gesamtquerschnitt kon-
 stant bleibt. Die Kontrolle der Gleichmäßig-
 keit der Markierung ergab in wiederholten
 Vorversuchen mit einem Variationskoeffi-
 zienten $< 5\%$ ausreichend genaue Werte.

Als Maßzahl für die Gleichmäßigkeit der Ver-
 teilung einer Komponente in einer Mischung
 wird die relative Standardabweichung (Vari-
 ationskoeffizient) verwendet [1]:

$$S\% = \frac{100}{x} \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

wobei x_i die einzelnen Meßwerte, \bar{x} den Mit-
 telwert und n die Anzahl der Meßwerte cha-
 rakterisieren. Die relative Standardabwei-
 chung sagt aus, daß 95 % aller Einzelproben
 um das Doppelte ihres Betrags vom Mittel-
 wert abweichen können.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang die
 richtige Auswahl der Probengröße. Bei einer
 zu geringen mittleren Teilchenzahl (\bar{n}_T) in-
 nerhalb einer Probe ist eine wesentliche Ab-
 weichung vom Mittelwert unvermeidbar.
 Aus der Siebanalyse ist eine Abschätzung
 der optimal möglichen Verteilung nach fol-
 gender Beziehung möglich [1]:

$$S\%_{\min} = \frac{100}{\sqrt{\bar{n}_T}}$$

Bei den vorliegenden Untersuchungen wur-
 den Probengrößen von 500 g und 1 000 g
 gewählt. Zur Messung des radioaktiv mar-
 kierten Anteils in den Proben dient eine spe-
 zielle Szintillationsmeßanordnung, die aus ei-
 nem abgeschirmten Detektor, einem Kern-
 strahlungsmeßgerät und einem Ergebnis-
 drucker besteht. Dabei werden der radioak-
 tive Zerfall (rd. 1 %/h) und der durch kosmi-
 sche und Umgebungstrahlung hervorgeru-
 fene Nulleffekt automatisch während des
 Meßvorgangs korrigiert. Die Meßzeiten lie-
 gen bei 10 bis 20 s.

3. Versuchsinhalt und -durchführung

Aus technologischer Sicht wurden vier Va-
 rianten betrachtet:

Variante I

Stroh und Silage schichtenweise in stationä-
 ren Grobfutterdosierer H 10.2 einbringen,
 Futterverteilung mit Bandförderer oder ma-
 nuell

Variante II

stationärer Grobfutterdosierer H 10.2 wie
 bei Variante I, aber Futterverteilung mit Fu-
 terverteilmittel L 431

Variante III

Strohdosierung mit H 10.2, Silagedosierung
 aus L 431, Zusammenführen der beiden Gut-
 ströme auf dem Bandförderer, Futterverteil-
 ung mit L 431

Variante IV

Futterverteilmittel L 431 schichtenweise
 mit Stroh und Silage mit Hilfe eines Mobil-
 krans beschicken, danach Futterverteilung
 im Stall.

Verwendet wurde Gerstenstroh, das mit dem
 Feldhäcksler E 280 geerntet (Massenanteil
 von $66,4\% \leq 40$ mm) und mit der Häcks-
 elmaschine HN 400-1 zerkleinert wurde
 ($85,2\% \leq 40$ mm). Die Grassilage hatte mit
 $31,4\% \leq 40$ mm und $64,0\% \leq 100$ mm re-
 lativ große Häcksellängen. Der Strohan-
 teil wurde bezogen auf eine Ration je GV in
 Trockensubstanz im Bereich von etwa 1 bis
 6 kg verändert. Bei Variante I wurde der
 Massenstrom des Grobfutterdosierers zwi-
 schen 5,6 und 16,6 t/h variiert.

Im Dosierer H 10.2 erfolgte das Egalisieren
 der Stroh- und Silageschicht manuell. Die
 einzelnen Schütthöhen wurden grob vermes-
 sen. Die Massen vom Stroh, von der Silage
 und vom Stroh-Silage-Gemisch wurden mit
 der Fahrzeugwaage bestimmt.

Entsprechend den einzelnen Varianten sind
 die Proben nach dem Grobfutterdosierer
 H 10.2 und nach dem Futterverteilmittel
 L 431 (aus der Krippe) gezogen worden. Von
 jedem Meßort gelangten je Versuch 30 Pro-
 ben zur Auswertung.

4. Ergebnisse

Beim Abfräsen des Futterstapels durch die
 Dosierwalzen der Grobfutterdosierer werden
 die Futtermittel vermischt.

Sollen verschiedene Futtermittel, die schich-
 tenweise in den Grobfutterdosierer einzubrin-
 gen sind, vermischt werden, dann wird die
 Mischqualität entscheidend von der Gleich-
 mäßigkeit der Schichten beeinflusst. Durch
 die Grobfutterdosierer werden ungleichmä-
 ßige Schichthöhen in Längsrichtung des Do-
 sierers nur geringfügig ausgeglichen. Dies
 ergab sich aus Versuchen, bei denen speziell
 ungleichmäßige Schichthöhen markiert wur-
 den. Sind im Grobfutterdosierer zwei
 Schichten aus Stroh und Silage enthalten,
 dann ist die Strohkomponente nach dem
 Austragen mit einem Variationskoeffizienten
 von 23 bis 34 % im Grobfuttergemisch, bezo-
 gen auf 1 000-g-Proben, verteilt, wenn die

Tafel 1. Homogenität des Stroh-Silage-Gemisches

Variante	I/II		III		IV			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Versuch	1	2	3	4	5	6	7	8
Verhältnis Stroh/Silage, bezogen auf Trockensubstanz	1:3,9	1:2,8	1:2,2	1:1,4	1:0,7	1:9,8	1:1,3	1:3,4
Massenstrom in t/h	16,6	12,0	5,6	15,0				
Stroh vom	E 280	E 280	HN 400	HN 400	HN 400	HN 400	E 280	E 280
Häcksellänge (Massenanteil in %)								
Stroh ≤ 40 mm	66,6	66,6	85,2	85,2	85,2	85,2	66,6	66,6
≤ 100 mm	94,8	94,8	100,0	100,0	100,0	100,0	94,8	94,8
Silage ≤ 40 mm	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4
≤ 100 mm	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
500-g-Proben								
- S % nach H 10.2	35,4	23,7	44,9	32,8	-	-	-	-
- S % nach L 431	21,2	15,9	31,1	17,0	9,4	66,7	86,9	46,8
1 000-g-Proben								
- S % nach H 10.2	32,3	23,4	34,4	28,3	-	-	-	-
- S % nach L 431	13,6	13,8	9,9	9,8	8,1	14,8	71,9	30,0

Schichten vor dem Abfräsen egalisiert werden (Tafel 1, Versuche 1 bis 4 und 8).

Werden die Grobfutterkomponenten mit einem Mobilkran ohne Egalisieren der Schichten in den Grobfutterdosierer gegeben, dann kann sich der Variationskoeffizient je nach Ungleichmäßigkeit der Schichten bis auf etwa 70 % erhöhen (Versuch 7). Durch einen weiteren Mischgang beim Verteilen des Futtergemisches mit dem Futterverteilfahrzeug verbessert sich die Homogenität. Der Variationskoeffizient liegt dann unter 15 % (Versuche 1 bis 4).

Eine ähnlich gute Homogenisierung wird erreicht, wenn nach Variante III die einzelnen dosierten Gutströme auf einem Bandförderer zusammengeführt werden und das Gemisch nochmals durch ein Futterverteilfahrzeug ausgetragen wird (Versuche 5 und 6).

Der Massenstrom des Grobfutterdosierers und der Anteil der Komponenten im Gemisch haben keinen erkennbaren Einfluß auf die Mischqualität (Versuche 1 bis 4).

Die Homogenität des Silage-Stroh-Gemisches verbessert sich nach dem zweiten Mischgang, wenn Häckselstroh mit kürzeren Häckselängen eingesetzt wird (Versuche 1 und 2 gegenüber Versuchen 3 und 4). Dieser Effekt kann auf das Entmischungsverhalten beim Befüllen des Futterverteilfahrzeugs mit dem Bandförderer zurückgeführt werden.

Da sich der Variationskoeffizient mit zunehmender Probengröße verringert, kann unterstellt werden, daß, bezogen auf die Futtermasse je Tier und Mahlzeit, auch bei einmaligem Mischgang mit einem Grobfutterdosierer die vorgegebene Homogenität erreicht wird, wenn die Futterschichten im Grobfutterdosierer gleichmäßig verteilt werden.

Die Einhaltung der Massenanteile der Grobfutterkomponenten im Gemisch ist sicher beherrschbar, wenn für jede Futterkomponente ein Dosierer eingesetzt wird. Mit dem Verändern der Massenströme der Dosierer kann die gewünschte Gemischzusammensetzung eingestellt werden. Die damit entstehende gute Arbeitsqualität erfordert den Einsatz von mindestens zwei Grobfutterdosierern, wobei je Mahlzeit nur zwei Grobfutterarten einsetzbar sind. Eine ausreichende Arbeitsqualität bezüglich des Anteils der Grobfutterkomponenten für ein Gemisch ist auch erreichbar, wenn in einen Grobfutterdosierer die verschiedenen Komponenten schichtenweise eingebracht werden. Damit das verfügbare Volumen des Grobfutterdosierers gut ausgenutzt wird, sollten die Komponenten mit geringer Schüttdichte, wie Stroh, als untere Schicht im Dosierer verteilt werden. Durch das Aufbringen der Silageschicht wird die Strohschicht mindestens um die Hälfte verringert (Tafel 2). Die Schütthöhen im Dosierer sind von den Schüttdichten der Gutarten abhängig. Die Rezepturzusammensetzung ist durch das Bedienpersonal ausgehend von den bereitgestellten und gewogenen Futtermassen vorzunehmen. Zur Erfassung der erreichten Zusammensetzung des Gemisches kann die Bestimmung der Trockensubstanzgehalte in Verbindung mit der Massebestimmung als Kontrollmethode angewendet werden (Tafel 2). Dabei ist auf die Entnahme von repräsentativen Proben zu achten.

5. Schlußfolgerungen

Bei einem Teil der Rinderanlagen ist es zur Vereinfachung der Organisation der Futterverteilung und für das Erreichen einer höhe-

Tafel 2. Massen, Schichthöhen und Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalte) der Futtermittel bei Verwendung des Grobfutterdosierers H 10.2

Meßgröße	Versuch			
	1	2	3	4
Masse Stroh	kg 210	280	230	380
Masse Silage	kg 2 195	2 410	1 795	1 490
Masse gesamt	kg 2 405	2 890	2 025	1 870
Massenanteil Stroh	% 8,7	10,4	7,7	20,3
Schichthöhe Stroh	m 0,55	0,55	0,40	0,70
Schichthöhe Silage	m 0,75	0,60	0,60	0,65
Schichthöhe gesamt	m 1,00	0,85	0,80	1,05
Schichthöhe Stroh unter Silage	m 0,25	0,25	0,20	0,40
TS-Gehalt Stroh	% 85	85	84,1	84,1
TS-Gehalt Silage	% 24,7	19	23,2	28,8
TS-Gehalt Stroh-Silage-Gemisch (Meßwert)	% 30,7	27,1	29,1	35,7
TS-Gehalt Stroh-Silage-Gemisch (Rechenwert)	% 34,7	23,3	30,1	34,7

ren Futterraufnahme der Tiere aus dem Grobfutter vorteilhaft, den Rindern die Grobfuttermittel im Gemisch anzubieten. Für die Gemischherstellung eignen sich die vorhandenen stationären und mobilen Grobfutterdosierer. Das Grobfuttergemisch kann durch das stetige Zusammenführen von mehreren dosierten Massenströmen oder mit geringem technischem Aufwand durch das schichtenweise Einbringen der Grobfuttermittel in einen Grobfutterdosierer hergestellt werden (Bild 1).

Mit der Schichten-Methode können weitere wirtschaftseigene Futtermittel, wie zerkleinerte Hackfrüchte u. a., günstig der Ration beigegeben werden. Werden die Schichten im Grobfutterdosierer gleichmäßig verteilt, dann ist nach einem Mischgang der Anteil der Komponenten im Gemisch mit einem Variationskoeffizienten unter 25 % und nach dem zweiten Mischgang unter 15 %, bezogen auf eine Futtermasse entsprechend dem Bedarf je GV und Mahlzeit, gekennzeichnet. Damit werden die praktischen Erfordernisse hinreichend genau erfüllt. Wenn Stroh unter der Silageschicht im Dosierer liegt, kann eine größere Futtermasse im Grobfutterdosierer bevorratet werden, und die Wickelneigung an den Dosierwalzen verringert sich beim Einsatz von Langstroh. Die Halmlängen (Massenanteil) können bis etwa $50 \% \leq 200 \text{ mm}$ und etwa $90 \% \leq 400 \text{ mm}$

betragen (Stroh vom Mähdrusch). Gegenüber dem derzeitigen Stand kann mit den Ergebnissen das Einsatzgebiet der Grobfutterdosierer erweitert werden. Der technische Aufwand für Futterhäuser der Rinderproduktion verringert sich.

6. Zusammenfassung

Untersuchungen haben gezeigt, daß die radiometrische Methode zu Mischungsuntersuchungen auch für Grobfutter geeignet ist. Mit ihrer Hilfe wurde nachgewiesen, daß Grobfutterdosierer für das Herstellen von Futtermischungen für die Rinder einsetzbar sind. Die erreichbare Mischqualität entspricht den Anforderungen an das Verteilen von Grobfuttermitteln in den Rinderställen. Wird das Verfahren des schichtenweisen Befüllens der Grobfutterdosierer angewendet, dann können verschiedene wirtschaftseigene Futtermittel zu Gemischen zusammengeführt werden, die kontrolliert zur Futterverteilung in den Ställen einsetzbar sind.

Literatur

[1] Autorenkollektiv: Technologie Mischfuttermittel. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1981.

A 3641

Bild 1. Maschinenfolgen für das Mischen von Grobfuttermitteln; a Traktor mit Anhänger, b Traktor mit Frontlader, c Grobfutterdosierer, d Bandförderer, e Verteilereinrichtung, f Futterverteilfahrzeug

