

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 Futterraufnahme der Rinder haben ein
höherer Trockensubstanzgehalt der Ration
und das Vermischen der Futtermittel.

Je nach Tierkonzentration und Mechanisie-
rung der Ställe ist die Futtermittelverteilung
unterschiedlich gelöst. International hat der Anteil
an mobilen und stationären Ausrüstungen
zum Herstellen von Futtermischungen 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 Amtes
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
einem 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,
Futtermittelverteilung mit Bandförderer oder ma-
nuell

Variante II

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

Variante III

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

Variante IV

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

Verwendet wurde Gerstenstroh, das mit dem
Feldhäcksler E 280 geerntet (Massenanteil
von $66,4\% \leq 40$ mm) und mit der Häcksel-
maschine 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 rela-
tiv große Häcksellängen. Der Strohteil
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 Futtermittelverteilung
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 Grobfuttermisch, 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	1:3,9	1:2,8	1:2,2	1:1,4	1:0,7	1:9,8	1:1,3	1:3,4
Verhältnis Stroh/Silage, bezogen auf Trockensubstanz	16,6	12,0	5,6	15,0				
Massenstrom in t/h	E 280	E 280	HN 400	HN 400	HN 400	HN 400	E 280	E 280
Stroh vom								
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 Häckseln 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

