

Tafel 4. Futterkosten je kg Milch bei unterschiedlicher Jahresgrundfütterration und 4 000 kg Jahresleistung

Variante		Futterkosten	
		Gesamt	je kg Milch
		M	M
I	Weidegang der Kühe	1 052	26,3
II	Ganzjährige Konservatfütterung	1 336	33,4
III	Grünfütterstallfütterung zu beiden Mahlzeiten	1 163	29,1
IV	Grünfütterstallfütterung zu einer Mahlzeit	1 245	31,1

kosten bei ganzjähriger Konservatfütterung gegenüber Variante I übersteigen bereits den derzeit erzielten Gewinn in der Milchviehhaltung.

In Variante III wird davon ausgegangen, daß die Kühe in den Sommermonaten Frischfutter im Stall erhalten. In der Winterfütterration wird Silage und Trockengut verabreicht. Dieses Fütterungssystem stellt hohe Anforderungen sowohl an den Pflanzenbau als auch an die Technologie. Der Pflanzenbau hat die Futterkontinuität nach Menge und Güte zu sichern. Diese Forderung wird derzeit nur bei Beregnungsfutterbau erfüllt, wenn wir von einigen klimatisch günstigen Vorgebirgslagen und begrenzten Küstenregionen absehen. Technologisch ist bei diesem Fütterungssystem zu gewährleisten, daß jederzeit das Frischfutter geerntet werden kann und durch Belüftungsanlagen vor Erwärmung geschützt wird.

Da die Futterkontinuität bei ausschließlicher Frischverfütterung im Sommer relativ unsicher ist, wird in Variante IV ein Fütterungssystem dargestellt, das einen begrenzten Ein-

satz von Frischfutter vorsieht. In unserem Beispiel werden nur 50 Prozent des Grundfutterbedarfs im Sommer als Frischfutter verabreicht. Die restlichen 50 Prozent werden durch Silage substituiert. Mit dieser Variante sei darauf hingewiesen, daß sich die Substitution von Grundfuttermitteln u. U. kostenerhöhend auswirkt.

Wird die Hälfte des Grundfutters als Frischfutter eingesetzt, so bedeutet das nicht unbedingt, daß die Kühe eine Mahlzeit mit Frischfutter und die andere mit Konservatfutter zu versorgen sind. Es ist durchaus möglich, z. B. in den Monaten Mai bis Juli, die Kühe voll mit Frischfutter und die übrige Zeit des Jahres voll mit Konservaten zu füttern. Damit soll zum Ausdruck kommen, daß allen Möglichkeiten der Kostensenkung nachzugehen ist.

### Zusammenfassung

Tafel 4 vermittelt eine zusammenfassende Darstellung der Futterkosten je Kuh und Jahr sowie je kg Milch in Abhängigkeit unterschiedlicher Fütterungssysteme. Auch in der Junggründer- und Mastründerfütterung ist mit ähnlich großen ökonomischen Auswirkungen zu rechnen. Frischfutter ist stets am billigsten, und kein Konservatfutter kann bessere Futterqualitäten haben als das Ausgangsmaterial. Trotz dieser großen Vorteile ist Frischfutter nur begrenzt einzusetzen. Silage wird künftig noch größere Bedeutung in der Fütterung erlangen, und es kommt mehr denn je darauf an, die Technologie der Silierung so zu verbessern, daß die Kosten je Nährstoffeinheit in der Silage durch niedrige Verfahrenskosten und geringen Lagerungsaufwand auf dem derzeitigen Stand gehalten und wenn möglich sogar gesenkt werden können.

A 30/90

## Grundmitteleinsatz und Kosten bei Lagerung, Entnahme und Verteilung von Grundfutter für die Milchproduktion

Dr. agr. habil. F. DAHSE\*

### Aufgabenstellung

Während bei der Milchgewinnung und der Entmistung in den letzten Jahren hochproduktive Verfahren, teilweise mit Elementen der Automatisierung, entwickelt und in die Praxis eingeführt wurden, verlief die Mechanisierung der Fütterungsarbeiten in der Milchproduktion zögernd und mit relativ geringem Wirkungsgrad. Vielfältige unterschiedliche Voraussetzungen hinsichtlich Haltungsform, Futterwirtschaft, baulicher Lösung usw. ließen viele spezielle Lösungen entstehen, von denen nur der Einsatz des Futterverteilungswagens zu einer spürbaren Senkung des Arbeitszeitbedarfs und zu einer wesentlichen Erleichterung der Arbeit führte.

Im Rahmen des im Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft bearbeiteten Forschungsthemas „Mechanisierung und Automatisierung der Rinderproduktion in Großanlagen“ wurde daher die Aufgabe gestellt, technologisch-ökonomische Vorkalkulation über die Ökonomie von Mechanisierung, Automatisierung und Bau bei der Verabreichung von Grundfutter von der Lagerung bis zur Futterverteilung mit stationären Anlagen auf der Grundlage der im Perspektivplan bzw. im Prognosezeitraum zu erwartenden Entwicklung auf den genannten Gebieten anzustellen. Dabei waren der Bedarf an Grundmitteln und die Kosten zu minimieren, weiterhin sollte der Arbeitszeitbedarf für Entnahme, Umschlag und Verteilung des Grundfutters 0,4 Akl je Kuh und Tag nicht überschreiten. Die Rechenwerte sollten die Programmierung für den elektronischen Kleinrechner SER 2 d zulassen.

### Angenommene Ausgangsdaten

Die Untersuchungen umfaßten 6 verschiedene Grundfutterkombinationen (Tafel 1). Dabei wurde besonderer Wert auf

die Beantwortung der Frage nach den Auswirkungen einer schrittweisen Einschränkung des Rohfutterangebots von 4 kg auf 0 kg je Tier und Tag gelegt. Die stark diskutierte Monofütterung mit ganzjährigem Einsatz von Gärfutter fand Berücksichtigung, indem das Grünfutterangebot von 62 kg über 30 kg auf 0 kg ermäßigt und statt dessen Welksilage eingesetzt wurde. Der Wert der entsprechenden Konservierungsverluste ging als verfahrensbedingte Kosten in die Rechnung mit ein.

Weiterhin wurden ertragsbedingte Unterschiede in den Größen der Futterfläche je GV berücksichtigt und die Konzentration des Futterbaus zwischen 75 Prozent, 50 Prozent und 25 Prozent der Ackerfläche variiert (Tafel 2).

Da ein erheblicher Einfluß auf die Höhe von Grundmitteln und Kosten durch die Art und Größe der Futterlagerbehälter zu erwarten war, berücksichtigte die Kalkulation für Rohfutter und Frischsilage Behälter unterschiedlicher Größe, für Welksilage unterschiedlicher Art und Größe. So wurden für Rohfutter Heutürme mit Nutzraum von 1 800, 2 400 und 3 000 m<sup>3</sup> (15, 18 und 21 m Durchmesser) vorgesehen, für deren Entnahmeeinrichtungen Leistungen von 4, 4,8 und 5,6 t/h in Ansatz kamen. Die Preise der Türme wurden auf 95 bis 75 M/m<sup>3</sup> einschließlich Belüftungsanlage, jedoch ohne Entnahmetechnik, veranschlagt (Bild 1). Für Welksilage gingen Hochsilos mit 2 500, 3 500 und 5 000 m<sup>3</sup> (12, 15 und 18 m Durchmesser) in die Kalkulation ein. Es wurde mit einer durchschnittlichen Dichte von 900 kg/m<sup>3</sup> gerechnet, die angesetzten Preise lagen zwischen 100 und 70 M/m<sup>3</sup> ohne Entnahmetechnik. Die Leistungen der Entnahmeeinrichtungen

\* VEB Landbauprojekt Potsdam (Direktor: Obering. K. SCHIRRIJOLZ)

Tafel 1. Grundfütterationen (netto) und Grundfutterbedarf (einschl. Konservierungsverluste)

Ration	Sommerfütterung kg/Kuh · d		Winterfütterung kg/Kuh · d		Frisch- silage	Trocken- masse t/Kuh · a
	Grün- futter	Welk- silage	Rauh- futter	Welk- silage		
1	62	—	4	10	24	4,75
2	62	—	2	15	23	4,75
3	62	—	1	20	18	4,75
4	62	—	—	22	18	4,72
5	30	16	—	24	15	4,75
6	—	31	—	26	11	4,72

Tafel 2. Versorgungsgebiet, Transportentfernung und Transportkosten bei unterschiedlicher Futterstruktur (Konzentration: 2000 Milchkuhe, LKW W 50 mit Hänger HW 80)

Futterfläche	ha/Kuh	0,55	0,75
Hauptfutterfläche	% von AF	75	50
Versorgungsgebiet	T/ha	2,66	4,00
mittl. Transportentfernung	km	2,9	3,6
Transportkosten	M/t Trockenmasse	2,2	2,4
	M/GV · a	10,4	11,4
			19,5

Tafel 3. Grundmittelbedarf und Kosten für Lagerung und Umschlag von Grundfutter (M/t Trockenmasse)

	Grundmittel	Kosten
<b>Rauhfutter</b>		
Heuturm	3000 m <sup>3</sup>	1490
	2400 m <sup>3</sup>	1680
	1800 m <sup>3</sup>	1860
<b>Welksilage</b>		
Hochsilo	5000 m <sup>3</sup>	340
	3500 m <sup>3</sup>	390
	2500 m <sup>3</sup>	480
<b>Horizontalsilo</b>		
	20000 m <sup>3</sup>	330
	15000 m <sup>3</sup>	335
	10000 m <sup>3</sup>	350

sollten 7,5, 10 und 12,5 t/h betragen, wobei eine AK von einer Steuerzentrale aus gleichzeitig mehrere Maschinen steuern und überwachen kann. Zur Einhaltung der Forderungen, die Befüllung eines Silos innerhalb von 7 Tagen abzuschließen und täglich eine Schichtstärke von 4 m zu erreichen, sind in die Silos zwischen 250 und 550 t Welkgut je Tag einzubringen.

Bei den Rationen mit Ersatz von Grünfutter durch Welksilage wurde berücksichtigt, daß man in Anbetracht des Zeitraumes für den Anfall der Silierfrüchte und der Dauer der Vergärung, d. h. des möglichen Entnahmebeginns, einen Teil des Behälterraumes zweimal jährlich füllen kann. Es handelt sich dabei um 12,5 bzw. 25 Prozent, so daß sich 6,25 bzw. 12,5 Prozent des rechnerisch erforderlichen Silobedarfs einsparen lassen.

Horizontalsilos wurden für Welk- und Frischsilage in die Kalkulation einbezogen. Entsprechend den in letzter Zeit mit perspektivischer Blickrichtung durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erfolgten die Berechnungen für Silos mit 15 m Breite, 6,6 m Höhe und 100, 150 und 200 m Länge. Als Preis für den Behälter ohne Entnahmetechnik kamen 60 M/m<sup>3</sup>, als Entnahmeeistung 20 t/h für Welk- und 25 t/h für Frischsilage in Ansatz.

Für die Verteilung des Grundfutters wurden drei Varianten, und zwar

1. ein längs und quer verfahrbares Förderband für alle Krippen,
2. eine Futterkette für jede Krippe und
3. ein quer verfahrbares Förderband für jeweils ein Krippenpaar

kalkuliert.

Die Beschickung dieser Einrichtung sollte in allen Fällen über eine zentrale Förderstrecke erfolgen.

Die Aufgabe sah vor, die Einflüsse verschiedener Grundfütterationen und unterschiedlicher Varianten der Lagerung

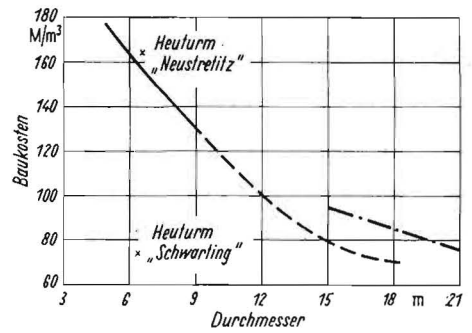


Bild 1. Spezifische Baukosten für Heutürme (---, nach KLAMKE, 1969) und Hochsilos (—, nach KLINK u. a., 1968)

und Verteilung des Grundfutters auf den Bedarf an Grundmitteln und, unter Einbeziehung des Transports der Futterstoffe vom Feld in die Anlage, die Höhe der Verfahrenskosten zu bestimmen. Unter Verwendung der vorstehend genannten Grunddaten erarbeitete die Rechenstelle des Instituts für Mechanisierung der Landwirtschaft (Leiter: Dr. habil. BAGANZ) zwei Rechenprogramme für den elektronischen Rechner SER 2 d. Unter Einbeziehung von 6 Varianten hinsichtlich Konzentration der Milchkuhe, über deren Auswirkungen in diesem Zusammenhang nicht berichtet wird, berücksichtigte die Grundmittelkalkulation etwa 17 500 Kombinationsmöglichkeiten und die Kostenkalkulation durch Verrechnung mit drei futterbaustrukturell bedingten Transportvarianten etwa 52 500 Kombinationen.

### Ergebnisse der Kalkulation

Bei der Festlegung der Größen der Heutürme lag es nahe, daß sich bei kleineren Türmen möglicherweise eine bessere Anpassung des zu errichtenden Nutzraumes an den tatsächlichen Bedarf als bei größeren Türmen ergibt. Jedoch ergab die Rechnung bei Verwendung der mittleren oder kleineren Form in keinem Fall günstigere Werte als für den großen Heuturm.

Bei den Hochsilos warf der Rechner die günstigsten Werte für Grundmittel und Kosten überwiegend für die größte Variante, daneben auch für die mittlere Variante aus. Bei den hohen Horizontalsilos traten abwechselnd alle drei Varianten als optimal in Erscheinung.

Ein Vergleich zwischen Welksilage und Rauhfutter auf der Grundlage gleicher Trockenmassen zeigt, daß eine Masseneinheit Trockenmasse bei Welksilage an Grundmitteln und Kosten für Lagerung, Entnahme und Umschlag des Grundfutters nur mit etwa 20 bis 25 Prozent des bei Rauhfutter erforderlichen Betrages belastet ist (Tafel 3). Welksilage erfordert in Hochsilos etwas mehr Grundmittel als in hohen Horizontalsilos, hinsichtlich der Kosten bestehen praktisch keine Unterschiede (Tafel 3).

Damit ermöglicht die Reduzierung der Rauhfuttergabe erhebliche Einsparung von Grundmitteln für die Fütterung, die je nach Umfang des Rauhfutterersatzes durch Welksilage 20, 30 und 40 Prozent betragen kann (Tafel 4). Die Kosten sinken gleichzeitig um 10, 15 oder 20 Prozent. Falls sich die Verminderung des Rauhfutterangebots negativ auf die Höhe der Milchleistung auswirken sollte, wäre zu entscheiden, ob die Zielfunktion auf höchste Leistung bei hohem Grundmitteleinsatz und hohen Kosten oder auf geringere Investitionen und Kosten bei hoher Leistung unter Verzicht auf den letzten Liter Milch zu richten ist. Dabei sind nicht nur die extremen Rationen 1 und 4, sondern auch die Rationen 2 und 3 mit den entsprechenden Einflüssen auf die Milchleistung zu betrachten.

Wird auch das Grünfutter durch Konservat ersetzt (Rationen 5 und 6), steigen Grundmittelbedarf und Kosten naturgemäß an, und zwar erreichen die Kosten bei vollem Ersatz den

Tafel 4. Grundmittelbedarf und Kosten für Transport, Lagerung und Umschlag von Grundfutter

Ration	Grundmittel M/Kuhplatz	%	Kosten M/Kuhplatz	%
1	2200	100	435	100
2	1750	80	395	91
3	1500	68	370	85
4	1250	57	350	80
5	1415	64	400	92
6	1665	76	450	104

höchsten Satz aller untersuchten Varianten. Die Ursache dafür ist in erster Linie in den hohen Konservierungsverlusten bei Monofütterung zu suchen. So steigen die Kosten der Verluste bei Ersatz der halben Grünfüttermenge um 20 bis 35 Prozent, bei vollem Ersatz um 45 Prozent, während sich die benötigten Grundmittel um 25 bis 30 Prozent erhöhen. Daraus wird deutlich, daß die Entscheidung für oder gegen die Verabreichung von Grünfütter sehr vielschichtig ist und nicht allein unter dem Gesichtspunkt der Schwierigkeiten bei der täglichen Frischfütterbereitung getroffen werden sollte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sprechen für den Einsatz von mindestens der halben Tagesration in Form von Grünfütter.

Allgemein kann gelten, daß der Anteil der Kosten der Verluste an den Verfahrenskosten dem Anteil der Kosten der baulichen und technischen Anlagen entspricht, beide Positionen beanspruchen mehr als 40 Prozent. Die Zielstellung, für die Grundfütterung einen Arbeitszeitbedarf von 0,4 AK min je Kuh und Tag nicht zu überschreiten, ist unter

den genannten Maschinenleistungen bei allen Rationen und beiden Lagerungsformen für Welksilage zu erreichen. Bei schrittweisem Ersatz des in Heutürmen lagernden Rauhfütters durch in Horizontalsilos lagernde Welksilage ist ein leichter Anstieg des Arbeitszeitbedarfs zu verzeichnen, bei Lagerung in Hochsilos ist die Tendenz entgegengesetzt.

#### Literatur

- DAIÏSE, F.: Technologisch-ökonomische Vorauskalkulation zur Grundfütterung. Unveröffentlichter Teilabschlußbericht des IML Potsdam-Bornim, 1969
- DREISSIG, M. / G. BRAUNE: Der Transport von Grün- und Welkgut mit Lastkraftwagen. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 5, S. 226 bis 227
- GRIMM, A.: Die Kosten der Grasanwelksilage bei verschiedenen Ernte-, Konservierungs- und Fütterungsverfahren. KTL-Bericht über Landtechnik 106. Helmut-Neureuter-Verlag, München-Wolfratshausen, 1967
- KLAMKE, R.: Untersuchungen zur Rauhfütterentnahme und -verteilung bei mobiler und stationärer Mechanisierung der Fütterung. Unveröffentlichter Forschungsbericht des IML Potsdam-Bornim, 1969
- KLINK, G., u. a.: Hochsilos für Gärfütter. Schriftenreihe der Bauforschung, Reihe Landw.-Bau. Deutsche Bauakademie, Deutsche Bauinformation, Berlin 1968
- MÜLLER, M.: Verfahrenstechnische Grundlagen der Beschickung von Hochsilos. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 5, S. 223 bis 225
- NOACK, W. / H. J. PAULI: Einige Ergebnisse der mechanischen Entnahme von Gärfütter aus Hochbehältern. Deutsche Agrartechnik 19 (1966) H. 12, S. 545 bis 548
- SIMON, W.: Persönliche Mitteilungen zu fütterwirtschaftlichen Fragen. Paulinenaue, 1968
- THURM, R.: Die Entwicklung der Verfahren der Fütterernte und der Rinderhaltung. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 2, S. 61
- WERNER, K.: Steigerung des Milchertages durch zweckmäßige Organisation der Rinderfütterbereitung. Tierzucht 22 (1968) H. 12, S. 537 bis 539

## Technologie der Bewirtschaftung von Gärfütter-Horizontalsilos

Dipl.-Landw. DORIS HUBNER

### 1. Aufgabenstellung

Horizontalsilos sind eine bewährte Behälterform zur Silagebereitung. Seit 1965 hat die Gestaltung dieser Behälterform in der DDR eine bedeutende Entwicklung genommen. Sinn dieser Veränderungen war es, die Behälter sowohl entsprechend den gärbioologischen als auch den technologischen Anforderungen bei der Silagebereitung auszuliegen.

So wurden die Horizontalsilos höher gebaut, um die freie Futterstockoberfläche im Verhältnis zum genutzten Siloraum einzuschränken und um das Volumen bei gleicher Grundfläche zu vergrößern. Die obere Grenze für die Behälterhöhe liegt derzeit für durchfahrbare Behälter bei rd. 4 m.

Bei den Elementen der mechanisierungsgerechten Gestaltung des Baukörpers fallen besonders gestaltete Ein- und Ausfahrsegmente der Silos auf, ferner Rampen zur seitlichen Füllung und größere Behälterbreiten, die ein Wenden von Transportzügen auf der Silogrundfläche gestatten.

Die mobile Bewirtschaftungsform mit dem Traktor als Antriebsmaschine für die Arbeitsmaschinen überwiegt, wenn auch einzelne Horizontalsiloplanlagen mit stationärer Beschickungs- und Entnahmetechnik durch Portalkräne ausgerüstet sind. Eine entscheidende Ursache dafür ist darin zu sehen, daß bei der mobilen Bewirtschaftung zum Füllen und Entleeren die im Betrieb bereits vorhandene Technik eingesetzt werden kann. Dieser Vorteil und ebenso die gegenüber Hochsilos geringeren Investitionen für den Baukörper werden auch zukünftig von großer Bedeutung sein. Man darf jedoch nicht übersehen, daß bei der Silagebereitung in Horizontalsilos höhere Anforderungen an die Siliertechnik und an das Zudecken des Futterstocks gestellt werden.

### 2. Horizontalsilos

#### als Konservierungs- und Lagerungsbehälter

##### 2.1. Der Baukörper

Ein Typenprojekt für Horizontalsilos existiert z. Z. nicht. Die noch im Angebot befindlichen Horizontalsilos genügen den gärbioologischen und technologischen Anforderungen nicht in vollem Maße. Auffälligster Mangel ist ihre geringe Breite von lediglich 9,8 bis 11,0 m, nachteilig ist ebenfalls eine Seitenwandhöhe von maximal nur 3,6 m. Bei den vereinzelt aufgebauten breiteren Horizontalsiloplanlagen traten Gesichtspunkte der mechanisierungsgerechten Gestaltung in den Hintergrund.

In folgenden werden Horizontalbehälter betrachtet, die von Gestaltung und Abmessungen her günstigere Voraussetzungen bieten.

Die diskutierten Varianten unterscheiden sich in Abmessungen und Gestaltung. Es werden Behälterhöhen von 3,0 bis 6,0 m, Längen von 60 bis 100 m und Breiten von 10 bis 20 m sowie eine Anordnung in 2er-Batterien vorgesehen. Zwischen zwei Silos ist in jedem Falle eine seitliche Rampe als Innenrampe in Silolängsachse angeordnet. Die Begrenzung kann variabel ausgebildet werden, es sind Varianten ohne Außenrampen und solche mit 2 Außenrampen einbezogen. Bei letzteren kann die Böschung aus einer Erdaufschüttung bestehen oder massiv sein.

Die spezifischen Baupreise werden für alle Varianten auf der Preisbasis 1967 kalkuliert [1].

Bei allen Behälterformen nimmt mit steigender Futterstockhöhe die spezifische Futterstockoberfläche ab, d. h., die auf 1 m<sup>2</sup> Siloraum entfallende ungeschützte Futterstockoberfläche ver-