

Auswahl von Gärfuttermilchsilos und Mechanisierung der Silageentnahme¹

1. Aufgabenstellung

Das Fehlen geeigneter Gärfuttermilchsilotypen hemmt die Entwicklung von Entnahmemaschinen und erschwert die Ausarbeitung von Grundsätzen für die Zuordnung der Silos zu den Stallanlagen. Die Aufgabe besteht darin, einen aus ökonomischer Sicht günstigsten Silotyp auszuwählen, der den Anforderungen der Ernte- und Fütterungstechnik optimal entspricht.

Mit zunehmendem Silovolumen verringert sich der spezifische Preis bei Horizontal- und Hochsilos. Es ist deshalb von Interesse, welche Volumenvergrößerung aus technologischen Gründen noch vertretbar ist.

2. Gärbiologische Anforderungen

Die konservierende Wirkung der Milchsäure ist an das Vorhandensein anaerober Konservier- und Lagerbedingungen gebunden. Bei der Beschickung und Entnahme dringt Luft-sauerstoff über die freie Oberfläche in den Futterstock ein. Dieser fördert die Tätigkeit schädlicher Mikroorganismen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, eine tägliche Mindestschichtdicke einzulagern oder zu entnehmen. Für bestimmte Werte des Futterbedarfs, der Lagerungsdichte und der Dicke der täglichen Entnahmeschicht lassen sich die zulässigen freien Oberflächen des Futterstocks ermitteln (Tafel 1).

Die Dicke der täglich entnommenen Silageschicht wird im Einzelfall durch Silageart, Lagerungsdichte, Intensität des Gasaustausches sowie weitere Faktoren bestimmt (Tafel 2, 3, 4).

3. Typenreihe für Silos

Für die Bestimmung des maximal möglichen Durchmessers von Hochsilos einer Typenreihe wurden folgende Ausgangswerte festgelegt (Tafel 5):

Anzahl der Tiere: 50, 75, 100, 200, 400, 600, 1000

Futterbedarf: 15 kg Silage und 20 kg Welksilage je Tier und Tag

Hochsilos für Frischsilage mit Obenentnahme können in Anlagengrößen von mehr als 50 Tieren, für Welksilage für mehr als 75 Tiere aufgebaut werden (Tafel 6).

Hochsilotypen mit Untenentnahme sollten auf Durchmesser von 6,4 m und 7,3 m beschränkt bleiben. Bei mehr als 75 Tieren besteht die Möglichkeit, auf Hochsilos für Welksilage mit Obenentnahme überzugehen.

* Allunions-Forschungsinstitut für Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft Moskau (Laboratorium für Be- und Entlade- sowie Transportarbeiten)

¹ Gekürzte Fassung eines Vortrages auf der Wissenschaftlichen Tagung des Instituts für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL, zu Berlin am 14. und 15. Oktober 1970

Tafel 1. Zulässige freie Oberfläche des Futterstockes bei der Silageentnahme

Hochsilo	Horizontalsilo
$F_{\max} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{\rho \cdot S \cdot B}}$	$b_{\max} \cdot h_{\max} = \frac{Q}{\rho \cdot S \cdot B}$

Darin sind:

- Q Täglicher Futterbedarf $10^{-3} \cdot q \cdot n$ in t
- q Futtermenge je Tier und Tag in kg
- n Anzahl der Tiere
- S Tägliche Mindestschichtdicke bei der Entnahme in m
- B Anzahl der Silos, aus denen gleichzeitig entnommen wird
- ρ Lagerungsdichte in t/m^3
- b Maximale Breite des Horizontalsilos in m
- h Maximale Höhe des Horizontalsilos in m

Auch für Horizontalsilos lassen sich optimale Behälterabmessungen finden.

4. Maschinen zur Ernte und Entnahme

Entnahmeeinrichtungen zur Untenentnahme erfordern Schnittlängen von 2 cm. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an die Schneidspalteinstellung beim Häcksler. In Abständen von 2 bis 3 Einsatzstunden sind bei Feldern mit geringem Steinbesatz die Messer nachzuschleifen. Gezogene Schwadhäcksler setzen mit einem Antriebstraktor der 1,4-Mp-Klasse 2 bis 3 t/h durch. Bei einem zukünftigen Arbeitsmaß von 40 bis 50 Tieren je AK stehen nur noch 2 AK/min je Tier und Tag für die Futterverteilung im Stall zur Verfügung. Die Untenentnahmefräse entnimmt durchschnittlich 1,5 t/h (0,3 bis 2,5 t/h) bei einem Energieaufwand von durchschnittlich 3,5 kWh/t gegenüber 0,2 bis 1,0 kWh/t bei der Obenentnahme.

In Hochsilos mit Obenentnahme kann Siliergut mit 5 cm Schnittlänge eingelagert werden. Das ermöglicht eine Durchsatzsteigerung beim Häckseln. Die Entnahmedurchsätze betragen 6 t/h. Vergleichsversuche, die von westdeutschen Spezialisten durchgeführt wurden, brachten eine mögliche Kosteneinsparung von 50 Prozent bei Hochsilos mit Oben-

Tafel 2. Geforderte Mindestschichtdicke bei der Silageentnahme

Art des Begeraumes und des Futters	Schichtdicke m je Tag		Lagerungsdichte t/m^3	
	Hochsilo	Horizontalsilo	Hochsilo	Horizontalsilo
Silofutter	0,10	0,15	0,75	0,65
Silage	0,15 [†]	0,35	0,58	0,50
Obenentnahme von Welksilage	0,25	0,50	0,45	0,40
Untenentnahme von Welksilage	0,05 ... 0,08 [†]	—	—	—

[†] Meßwerte aus englischen, amerikanischen und westdeutschen Silotypen

Tafel 3. Projektierte Schichtdicken bei der Obenentnahme aus Hochsilos

Firma	Durchmesser m	Höhe m	Fassungsvermögen m^3	Anzahl der Silos	Durchschnittl. Schichtdicke m je Tag
Colman	7,3	48,3	750	115	0,15
Simpo Ex	6,1	12,0	351	50	0,10
Clayton	5,48 9,14	10,6 18,0	250 1130	36 165	0,09 0,14

Dauer der Stallfütterungsperiode: 110 Tage

Füllungsgrad der Silos: 0,8

Lagerungsdichte: 0,5 t/m^3

Tafel 4. Projektierte Schichtdicken bei der Untenentnahme aus Hochsilos

Firma	Durchmesser m	Fassungsvermögen m^3	Anzahl der Silos	Durchschnittl. Schichtdicke m je Tag
Fella	4,2 5,0	107 240	14 30	0,04 0,06
Harvestore	6,0	400	50	0,08
Kemper	5,18 6,0	152 408	19 50	0,05 0,08
Esterer	4,77 6,38	200 400	25 50	0,06 0,06

Dauer der Stallfütterungsperiode: 130 Tage

Füllungsgrad: 0,8

Lagerungsdichte: 0,4 t/m^3

Tafel 5
Kennzahlen einer Typenreihe für
Hochsilos und der Bedingungen
für die Bewirtschaftung

Silodurchmesser	m	4,5	5,2	6,4	7,3	9,4	10,4	13,0	16,0
Fassungsvermögen	m ³	286	382	580	760	1240	1530	2400	3620
Futterstockoberfläche	m ²	15,9	21,2	32,2	42,4	69,2	84,5	133	201
Mindesttierbestand Anz.									
Welksilage/ Obenentnahme		75	100		200		400	600	
Frischsilage/ Obenentnahme		50	75		100		200	400	600
Welksilage/ Untenentnahme		—	—	50	75	—	—	—	—
Futternvorrat bei...									
270	Anz.	15	20	30	40	60	75	120	180
210	Anz.	20	25	40	50	80	100	155	230
150	Anz.	25	35	50	70	110	140	215	320
90	Anz.	45	55	90	115	185	230	360	540
40 ¹	Anz.	100	130	195	250	410	510	800	1210
Fütterungstagen									
Erforderl. Feldhäcksler	Anz.	1	2	2	3	5	6	9	14
Tägl. Einfüllmassen	t/Tag	25	50	50	75	125	150	225	350

¹ Vegetationsperiode während des ganzen Jahres Silohöhe: 18 m

entnahme im Vergleich zu Hochsilos mit Untenentnahme. Silos mit Untenentnahme haben gegenwärtig wegen des Fehlens von Automatisierungsmitteln, hoher Kosten und hoher Anforderungen an die Felderntetechnik keine entscheidende Bedeutung. Sie sind zweckmäßig bei geringen Viehbeständen und kontinuierlicher Siliergutlieferung z. B. in den südlichen Gebieten des Landes.

Bei kleinen Tierbeständen, wie in Italien 6, in der DBR 7, in den USA 17 und in England 26, beträgt die täglich entnommene Schichtdicke 1 bis 6 cm. Das ist für die Obenentnahme aus Hochsilos zu wenig. Die Suche nach einem mechanisierten Silo für kleine Betriebe und die notwendige Einschränkung des Gasaustausches führten zur Untenentnahme. Dann sind Schichtdicken von 5 bis 8 cm möglich. In Österreich und in der DBR produzieren ungefähr 10 Firmen Hochsilos mit Untenentnahme und Durchmessern von 4,2 m bis 6 m. Zukünftig rechnet man mit 150 bis 200 m³ Fassungsvermögen.

In England werden die spezifisch billigeren Hochsilos mit Obenentnahme für nicht so stark gewelltes Futter bevorzugt angeboten. Sie sind für Anlagen mit mehr als 40 Tieren vorgesehen und deshalb für viele Betriebe ungeeignet. 1967 wurden nur 2 Prozent des Grundfutters als Silage in diesen Silos bereit.

In der UdSSR ist mit einem durchschnittlichen Tierbestand von 112 Tieren je Anlage zu rechnen. Dadurch sind günstigere Bedingungen für die Entwicklung von Silos und Mechanisierungsmitteln zur Welksilagebereitung gegeben.

Die klimabedingte kurze Vegetationszeitspanne im mittleren Gebiet der UdSSR wirkt sich erhöhend auf den Bedarf an Lagerräumen aus.

5. Schlußfolgerungen

Für die UdSSR ist es von Bedeutung, Hochsilos mit 4,5 m bis 13 m Durchmesser und Obenentnahme zu entwickeln.

Tafel 6. Anzahl der Silos für eine Rinderanlage

Fütterungstage	Obenentnahme ¹ Welksilage Anzahl	Frischsilage Anzahl	Untenentnahme ² Welksilage Anzahl
270	5	4	2
210	4	3	1,5
150	3	2	1
90	2	1	0,6
40	1	0,5	0,25
Maximaler Durchmesser in m	13	16	7,3

¹ bis 600 Tiere

² bis 75 Tiere

Automatisierungseinrichtungen sind für Anlagen mit 200 Tieren und mehr erforderlich. Der Antrieb für die Entnahme-einrichtung sollte vor allem bei Silos mit großem Durchmesser über einen Rundtrieb erfolgen. Dadurch bleibt die Arbeitsqualität der Siliergutverteilung ohne Einfluß auf die Entnahme; die Automatisierung wird erleichtert, und der Bedienungs- und Beobachtungsaufwand verringert sich. Der Zentralschacht ermöglicht eine einfachere Konstruktion der Entnahmemaschine und erleichtert die Automatisierung.

Die Auswahl der Silotypen und die Mechanisierung der Silos muß unter den Bedingungen der UdSSR mit größeren Tierkonzentrationen und den klimatischen Besonderheiten unter anderen Gesichtspunkten erfolgen als in den kapitalistischen Ländern. Eine direkte Übertragung ausländischer Erfahrungen auf sowjetische Verhältnisse kann zu falschen Entscheidungen führen und der Wirtschaft unseres Landes schaden.

Werden Silos mit Obenentnahme und maximalem Durchmesser ausgewählt, sind für 600 Tiere maximal fünf Welksilagehochsilos mit 13 m Dmr. oder 4 Frischsilagehochsilos mit 16 m Dmr. in einer Anlage aufzubauen. Für 75 Tiere werden maximal zwei Hochsilos mit Untenentnahme benötigt.

Durch den Silotyp wird die zulässige Einlagerungsdauer bestimmt. Die verfügbare Erntezeitspanne für die Silierguternte ist regional unterschiedlich und von der Schnitthäufigkeit sowie den Futterkulturen abhängig. Optimale Erntezeitspannen sind bei Klee und Luzerne 5, maximal 10 bis 12 Tage. Durch Einbeziehung frühreifer Futterpflanzen läßt sich die Ernteperiode auf 20 bis 25 Tage verlängern.

Für die Projektierung sind die Auswahl der Silotypen vorzunehmen und die Anzahl der Silos für eine Anlage sowie die Ermittlung des Maschinenbedarfs für die Silierguternte zu bestimmen. Dazu werden folgende Werte berechnet:

maximaler Silodurchmesser, zulässige Fülldauer, verfügbare Erntezeitspanne, Silohöhe und die Anzahl der Silos, täglich anzuliefernde Siliergutmenge, Anzahl der Feldhäcksler.

Die ausführliche Erläuterung des Berechnungsverfahrens liegt vor und kann im IML eingesehen werden.

Das vorgelegte Material gestattet es, die Typen der Silotürme für die zu silierenden Futtermittel und die Perspektivrichtung für die Mechanisierungsmethoden der Silageentnahme zu bestimmen und es besteht die Möglichkeit, in jedem konkreten Fall eines Betriebes oder einer Anlage die konstruktiven Parameter und die erforderliche Anzahl der Silos auszuwählen, wobei eine optimale Ausnutzung der Erntemaschinen gewährleistet wird.

A 8167