

Tafel 3. Technisch-ökonomische Parameter von für die chemische Konservierung geeigneten Hochsilotypen

	ME	HS 25 M Versuchsbehälter		
		Stahlbeton	Stahl	
Eingebauter Baum (ER)	m ³	2330	3635	3635
Durchmesser	m	12	15	15
Höhe	m	22	22	22
Bauweise		mono-lithisch	Stahlbeton	SchweißBk.
Zementverbrauch	kg/m ³ ER	81	67	
Stahlverbrauch	kg/m ³ ER	26	19,5	
Bauinvestitionen	M/m ³ ER	182 ¹	141 ¹	140 ²

¹ glasfaserverstärktes Polyester

² Kunststoffbeschichtung auf EP-Basis

vierung hinsichtlich Gasaustausch und Flüssigkeitsdichtheit gut geeignet und ökonomisch mit Stahlbetonbehältern gleichwertig einzuschätzen sind.

Die wichtigsten technisch-ökonomischen Parameter von Hochsilos, die für eine chemische Konservierung von Hackfrüchten geeignet sind, werden in Tafel 3 aufgeführt.

4. Abschließende Einschätzung des derzeitigen Entwicklungsstandes

Die Forschungsarbeiten zur einheitlichen Gestaltung von Silage- und Konservathochsilos begannen erst im Jahre 1969. Seit dieser Zeit sind auf diesem Gebiet dank einer guten Zusammenarbeit zwischen VEB LIA Nauen, dem Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim, dem

Dr. G. Otto*
Dipl.-Landw. A. Neuschulz, KDT*
Dipl.-Ing. E. Scherping*

Industriemäßige Verfahren der Silierguternte und -einlagerung müssen die Voraussetzungen bieten, um das Siliergut in den verfügbaren Erntezeitspannen möglichst ohne Wertminderung zu bergen und Silage mit hoher Qualität zu erzeugen.

Anforderungen an die Leistungsfähigkeit

Bei der Entwicklung von leistungsfähigen und funktions-sicheren Verfahren der Silagebereitung ist es erforderlich, die Leistungsparameter der Maschinen für die Futterernte und für die Einlagerung technologisch aufeinander abzustimmen. Die Kapazität der Maschinen für den Siliergutumschlag leitet sich aus den gärbiologischen Anforderungen und dem Durchsatz der komplex eingesetzten Erntemaschinen ab.

Mit einem hohen maximalen Durchsatzvermögen der Beschickungs- und Entnahmetechnik läßt sich auch eine Verbesserung der Betriebssicherheit für mittlere Durchsätze erreichen.

Die Versorgung großer Tierproduktionsanlagen und die schnelle Beladung von Transportfahrzeugen an zentralen Siloanlagen bestimmt die Durchsätze für die Entnahmesmaschinen.

In Tafel 1 sind die absehbaren Durchsatzanforderungen bei der Beschickung und Entnahme zusammengefaßt.

* Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR (Direktor: Obering. O. Bostelmann)

¹ Vortrag zur Wissenschaftlich-technischen Tagung „Maschinen, Anlagen und Verfahren für die industriemäßige Futterproduktion“ der KDT am 10. und 11. Mai 1973 in Neubrandenburg

Institut für Futterproduktion Paulinenaue und dem Institut für Landwirtschaftliche Bauten der Bauakademie große Fortschritte gemacht worden. Der mögliche Endstand ist jedoch noch nicht erreicht.

Besondere Anstrengungen sind auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes der Betonkonstruktionen zu unternehmen. Diese Aufgabe ist ein internationales Problem. Eine kurzfristige Lösung ist nur in sozialistischer Wissenschaftskooperation vor allen Dingen mit der Sowjetunion zu erwarten.

Das Institut für Mechanisierung und die Bauakademie der DDR vertreten die Ansicht, daß industriemäßig produzierende Anlagen mit großen Tierkonzentrationen und die Entwicklung neuer Futtererntetechniken größere Lageräume für die Futtermittelkonservierung erfordern und ermöglichen. Dafür liegen mit den vorgestellten Pilotanlagen erfolgversprechende Konstruktionslösungen vor.

Literatur

- 1/ Wulff, H. u. a.: Analyse der Praxisbestlösungen. Institut für Landwirtschaftliche Bauten der BA 1972 (unveröffentlicht)
- 2/ —: Projektgrundlösung für ein hohes Horizontalsilo. Institut für Landwirtschaftliche Bauten der BA 1972 (unveröffentlicht)
- 3/ —: Neue Lösungen für die Konservatfutterproduktion. Institut für Futterproduktion Paulinenaue Nov. 1971, VD 92/58/71 (unveröffentlicht)
- 4/ —: Erarbeitung von Maßnahmen zum verbesserten Korrosionsschutz bei Stahlbetonkonstruktionen in Düngemittellagern, Silos und Güllebehältern. Institut für Landwirtschaftliche Bauten der BA Nov. 1972, VD 4 85/72 (unveröffentlicht)
- 5/ —: Information über Angebotsprojekte für Hochsilos. VEB LIA Nauen/VEB Lapro Potsdam Nov. 1972 A 9199

Maschinen und technische Ausrüstungen für die Grünfuttersilierung¹

Unter Berücksichtigung der verfügbaren Erntezeitspannen, der täglichen Mindestfüllmenge der Behälter und der zulässigen Fülldauer wird künftig die Einlagerung großer Futtermassen in noch geringeren Zeitspannen als gegenwärtig mit etwa 7 Tagen bei Hochsilos und 10 Tagen bei großvolumigen Horizontalsilos je Behälter notwendig.

Beimischung von Zusätzen

Zur Erhöhung der verfahrenstechnischen Sicherheit und zur Nährstoffanreicherung sind technische Einrichtungen für das Ausbringen streufähiger Zusätze als Siliermittel bzw. Harnstoff erforderlich. Entsprechend den Verfahrensgelösungen werden diese Einrichtungen als Aubaugeräte für den Feldhäcksler und als Zusatzgeräte bei der stationären Beschickungsstrecke bei Hochsilos vorgesehen. Als Dosierprinzip haben sich Tellerdosierer mit Schöpfrädern bewährt. 1973 wird der VEB Kombinat Fortschritt, Neustadt, in Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen der AdL die ersten Geräte einsetzen.

Tafel 1. Durchsätze bei der Beschickung von Hoch- und Horizontalsilos und bei der Entnahme

Siliergut	Massedurchsätze t/h in T ₁			
	Beschickung bis nach		Entnahme bis nach	
	1975	1975	1975	1975
Welkgut	50	75	10	20
Frischgut				
— Mähfrüchte	100	≈150	25	35
— Rübblatt	100	≈150	25	35

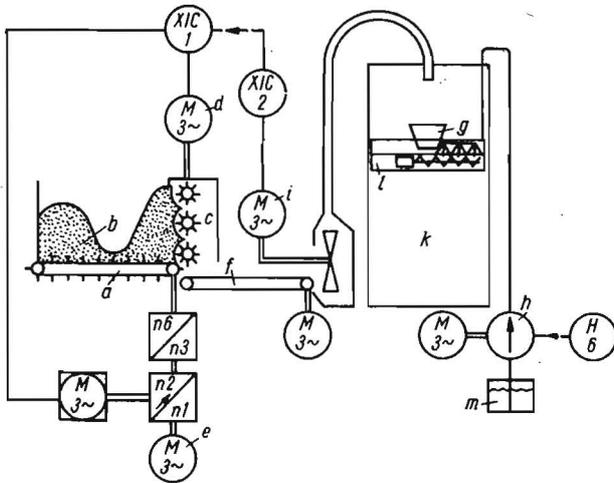


Bild 1. Schema der durchsatzproportionalen Ameisensäure-Dosierung bei Hochsilobefüllung (nach Kraut); a Kratzerkette des Dosierers, b Siliergut im Dosierer, c Frästrommeln des Dosierers, d Antriebsmotor der Frästrommeln, e Antriebsmotor der Kratzerkette, f Zwischenförderer, g Sprüheinrichtung, h Dosierpumpe (Kolbenpumpe), i Antriebsmotor des Fördergebläses (Wurfbgebläse), k Hochsilobehälter, l Verteileinrichtung, m 85-prozentige Ameisensäure, XIC 1 Regelung des Leistungsbedarfs von d, XIC 2 Hauptregelung für Durchsatz, führt Regelung XIC 1 nach Nennleistungsbedarf von i, H 6 Sollwertverstellung von Hand

Von besonderem Interesse sind Applikationseinrichtungen für Ameisensäure. Ein bereits international bewährtes, einfaches und vom Oskar-Keller-Institut Rostock für die Anwendung in der DDR vorgeschlagenes Verfahren sieht die Zuführung von Ameisensäure in den Auswurfbogen des Feldhäckslers vor. Auch die Befüllstrecke für Hochsilos wird künftig mit Einrichtungen für das Ausbringen von Ameisensäure ausgerüstet werden müssen. Gegenüber der mobilen Variante, die vorzugsweise für die Horizontalsilobefüllung vorgesehen ist, gestalten sich Transport und Ausbringung der Ameisensäure für die Hochsilobefüllung einfacher. Schwerpunkte eingeleiteter Forschungsarbeiten sind die Auswahl geeigneter Düsen und Verteilsysteme sowie deren zweckmäßige Anordnung in der Befüllkette. Ziel der Untersuchungen ist, die Ameisensäure so auf das Siliergut aufzubringen, daß ihr Einfluß auf die technischen Einrichtungen der Befüllkette auf ein Minimum reduziert wird.

Vorliegende Untersuchungsergebnisse über die Durchsatzregelung bei der Hochsilobefüllung vor allem mit Gebläsen bieten die Möglichkeit einer durchsatzabhängigen Ameisensäuredosierung mit den Vorteilen einer günstigen Verteilung und einer Verringerung des Ameisensäureaufwands (Bild 1).

Bild 2. Verteilhaken für Silage am ZT 300



Das Beschicken von Horizontalsilos

Mögliche Varianten dafür sind:

- Überfahren des Futterstocks
- Abkippen von einer seitlichen Fahrrampe und
- abschnittsweises Aufsetzen des Futterstocks von der Silogrundfläche aus.

Als täglich mindestens zu erreichende Schichthöhe für verdichtetes Siliergut werden 50 cm angegeben. Es ist zweckmäßig, diese Höhe zu überschreiten. Für großvolumige Horizontalsilos ist ein abschnittsweises Befüllen durch

- Abkippen von seitlicher Fahrrampe und
- abschnittsweises Aufsetzen des Futterstocks von der Silogrundfläche aus möglich.

Das von der seitlichen Fahrrampe abgekippte Siliergut wird mit Verteilhaken bei einem stündlichen Verteildurchsatz von 25 t/h Welkgut oder etwa 40 t/h Frischgut quer zur Silolängsachse verteilt (Bild 2).

Für das abschnittsweise Aufsetzen haben sich Heckgabeln mit Haltevorrichtung bewährt, die als Anbaugeräte für Traktoren zum Einsatz kommen. Dieses Verfahren wird insbesondere für Horizontalsilos angewendet, die Rinderanlagen mit Schwarz-Weiß-Trönnung zugeordnet sind und ein Überfahren der seitlichen Fahrrampen oder des Futterstocks nicht gestatten.

Die Verdichtung der Futterschüttung mit Traktoren läßt sich mit geringstem Aufwand durchführen, wenn der Rohfasergehalt durch rechtzeitige Mahd im Bereich zwischen 25 und 30 Prozent gehalten werden kann und die Schütthöhen 40 bis 80 cm betragen.

Hochsilos

Mit der Bau- und Ausrüstungskonzeption für Hochsilos mit 12 m Durchmesser ist die technologische Grundlösung geschaffen worden, die in der Zeitspanne bis 1980 für industriemäßige Anlagen der Tierproduktion angeboten werden soll. Unter weitgehender Beibehaltung dieser technologischen Grundlösung sollen Anlagen für die Silierung von mährfrischem Grüngut, Welkgut, Zuckerrüben und Kartoffeln bereitgestellt werden.

50 t/h Welkgut oder 100 t/h mährfrisches Futter werden durch Transportfahrzeuge mit zwei Ladeeinheiten in den Dosierer abgekippt, der etwa 16 t Siliergut aufnimmt und sie kontinuierlich dem Steilförderer zuführt. Die Doppelschnecken-Verteilmaschine verteilt die Siliergüter mit den gleichen Durchsätzen bei annähernd konstanter Dichte über den Siloquerschnitt. Nach Umrüsten zur Entnahme können mit der Doppelschnecken-Maschine 12,5 t/h Welk- oder 25 t/h Frischsilage entnommen werden (Bild 3). Diese Verfahrensgrundlösung erfüllt die Anforderungen an eine industriemäßige Futterproduktion.

Hochsilos wurden bisher ausschließlich aus Formsteinen errichtet. Die Produktion monolithischer Hochsilos wird gegenwärtig aufgenommen. Formstein-Hochsilos stellen wegen der Möglichkeit des Gär-saftaustritts durch die Silowand und wegen der höheren Gasdurchlässigkeit höhere Anforderungen an die Einhaltung eines optimalen Trockenmassegehalts, der zwischen 35 und 45 Prozent liegt. Unter diesen Bedingungen läßt sich ein Gär-saftaustritt fast völlig unterbinden und es wird eine hohe Lagerungsdichte erreicht, die den Gasaustausch reduziert. Bei Unterschreiten der Trockenmassegrenzen zum feuchten Bereich hin tritt Gär-saft durch die Behälterwand aus und bei höherem Trockenmassegehalt besteht die Gefahr überhöhter Erwärmung.

Das Einhalten dieses optimalen Trockenmassegehalts setzt höhere Aufwendungen bei der Welkgutbereitung für das Lüften und Wenden der Schwaden voraus und verringert den Anteil verfügbarer Silierzeit in der Kampagne, gewährleistet allerdings auch die Bereitung einer hochwertigen Welksilage.

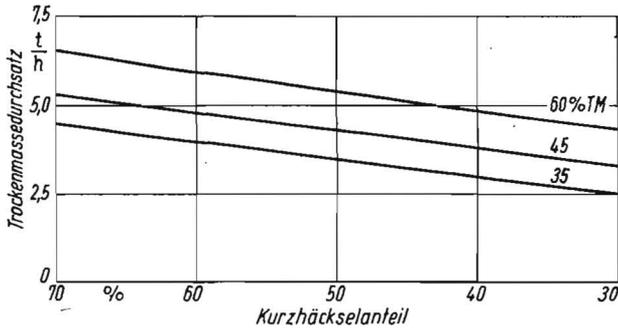


Bild 3. Trockenmasse durchsatz der Entnahmemaschine in Abhängigkeit vom Kurzhäckselanteil und vom Trockenmassegehalt bei Lagerungsdichten von 730 bis 830 kg/m³; $y = 3,18 - 0,05 x_2 + 0,08 x_3$, x_2 Kurzhäckselanteil, x_3 Trockenmassegehalt, $B = 0,24^{+++}$

Die Anwendung von Formsteinsilos als *alleinige* Siloform ist auf den meisten Standorten in der DDR nicht möglich, wenn Frischsilage mit 16 bis 20 Prozent und Welksilage mit 25 bis 60 Prozent Trockenmassegehalt bereitet werden sollen.

Innerhalb des optimalen Trockenmassebereichs von 35 bis 45 Prozent sind beide Siloformen für die industriemäßigen Verfahren der Silageproduktion geeignet.

Die Prinziplösung für das Verteilen und die Entnahme läßt sich auch für die Rekonstruktion von Hochsilos mit 7,3 m Durchmesser anwenden. Nach Abschluß der laufenden Entwicklung von Hochsilos mit 12 m Durchmesser wird mit der vorhandenen verfahrenstechnischen Grundlösung das

einheitliche Bau- und Mechanisierungssystem durch Silos mit 15 m Durchmesser zu erweitern sein.

Durch Vergrößern des Durchmessers und eine umfassende Standardisierung der ausrüstungstechnischen Baugruppen für Silos mit unterschiedlichem Durchmesser ist eine Verringerung des Investitionsaufwands für Bau und Mechanisierung um etwa 20 Prozent möglich.

Zusammenfassung

Technologische und gärbio-logische Anforderungen müssen bei Verfahren der Silierguternte und -einlagerung berücksichtigt werden, um das Siliergut in den verfügbaren Erntezeitspannen möglichst ohne Wertminderung zu bergen und Silage mit hoher Qualität zu erzeugen.

Die Durchsätze für die Maschinen zur Entnahme von Silage werden durch die für die Versorgung großer Tierproduktionsanlagen erforderliche Futtermasse und durch das schnelle Beladen von Transportfahrzeugen an zentralen Siloanlagen bestimmt.

Für großvolumige Horizontalsilos, die Rinderanlagen mit Schwarz-Weiß-Trennung zugeordnet sind und ein Überfahren der seitlichen Fahrampen oder des Futterstocks nicht gestatten, ist ein Befüllen durch abschnittsweises Aufsetzen des Futterstocks von der Silogrundfläche aus möglich.

Der Einsatz von Formstein-Hochsilos zur Welksilagebereitung setzt einen optimalen Trockenmassegehalt des Welkguts von 35 bis 45 Prozent voraus. Zur Erfüllung dieser Forderung sind die Schwaden zusätzlich zu lüften und zu wenden.

Mit der gegenwärtig anlaufenden Produktion monolithischer Hochsilos ist es möglich, Welksilage mit 25 bis 60 Prozent Trockenmassegehalt zu bereiten.

A 9223

Dr. H. Bennewitz*

Ökonomische Beurteilung von industriemäßigen Verfahren der Grünfütterernte und -silierung¹

Grünfütterernte und -silierung müssen unter den Bedingungen der industriemäßigen Produktion technologisch als eine Einheit betrachtet werden, da alle von der Mahd bis zur Verdichtung bzw. Verteilung des Futters im Silo eingesetzten Mechanisierungsmittel in einem Fließarbeitsverfahren miteinander verknüpft sind.

Das bedeutet, daß in Zukunft nur noch solche Verfahren der Silierung praktische Bedeutung haben werden, die eine zügige Einlagerung des mit 2 bis 3 komplex eingesetzten Feldhäckseln geernteten Futters gewährleisten. Dabei ist von folgenden Mindestforderungen an die Einlagerungsleistung in der Durchführungszeit T_{04} auszugehen:

Welkgut	40 Prozent Trockensubstanz	50 t/h
Silomais	20 Prozent Trockensubstanz	80 t/h

Diese Leistungen sind mit Hilfe herkömmlicher Einlagerungsverfahren nicht zu erreichen. Sie setzen die abschnittsweise Befüllung großvolumiger Horizontalsilos von der Silosohle oder von Hochstraßen bzw. den Einsatz von Hochsiloplanlagen HS 25 M voraus (Tafel 1).

Das Einlagern von der Silosohle aus kommt sowohl für Welkgut als auch für Silomais in Betracht. Es kann mit Radtraktoren K-700 oder ZT 303 mit speziellen Heckanbaue-

räten durchgeführt werden. Für das Abkippen von Hochstraßen aus ist nur mähfrisches Futter geeignet, da sich in loser Schüttung abgeladenes Welkgut bei den geforderten Einlagerungsleistungen nicht ordnungsgemäß im Silo verteilen läßt. Zur Befüllung des obersten Silodrittels sind bei diesem Verfahren Mobilkräne erforderlich. Hochsilos HS 25 M sollten im Hinblick auf eine hocheffektive Nutzung in der Regel nur mit angewelktem Futter beschickt werden.

Zur ökonomischen Beurteilung werden die beschriebenen industriemäßigen Verfahren untereinander sowie mit einem typischen herkömmlichen Verfahren der Grünfütterernte und -silierung verglichen. Der Vergleich geht bei allen Horizontalsilovarianten von der Verteilung und Verdichtung des Silierguts mit zwillingsbereiften Radtraktoren ZT 300, der ganzflächigen Bedeckung des Futterstapels mit Folie und Erde und der Silageentnahme mit dem Mobilkran T 174 aus.

Die ökonomische Beurteilung erfolgt anhand folgender Kriterien:

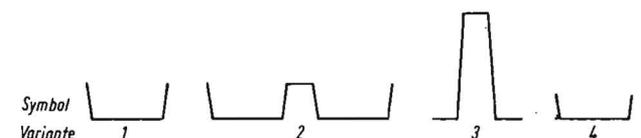


Bild 1. Symbolische Kennzeichnung der untersuchten Silo-Varianten

* Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR (Direktor: Dr. H. Thöns)

¹ Vortrag zur Wissenschaftlich-technischen Tagung „Maschinen, Anlagen und Verfahren für die industriemäßige Futterproduktion“ der KDT am 10. und 11. Mai 1973 in Neubrandenburg