

Tafel 5. Wesentliche leistungsbeeinflussende Faktoren bei der Strohernte

Ernte	Transport	Einlagerung
Strohertrag	Strohertrag	Strohmasse am Abladeplatz
Strohfeuchte	Strohfeuchte	Strohfeuchte
Schlaggröße und -länge	Feldentfernung	Diemenabmessungen und -form
Geländegestaltung	Fahrbahnverhältnisse	Fahrbahnverhältnisse
Witterung	Dichte des Erntegutes	Dichte des Erntegutes
Maschineneinstellung	Ladevolumen	Arbeitstechnik
Fertigkeit der Bedienerperson	Fertigkeit der Bedienerperson	Fertigkeit der Bedienerperson
maschinenseitige Einflüsse (z. B. Störungen usw.)	Zustand der Transporteinheit einschließlich Leichtgutaufbau	maschinenseitige Einflüsse (z. B. Störungen usw.)
Qualität der organisatorischen Vorbereitung und der Leitung	Qualität der organisatorischen Vorbereitung und der Leitung	Qualität der organisatorischen Vorbereitung und der Leitung

Tafel 6. Maschinenkomplexe für die Futterstrohernte bei einem Ertrag von 40 dt/ha und einer Feldentfernung von 3 km

	Berge- maschinen St.	Transport- einheit (TE) ¹⁾ St.	Ablade- einheit St.
Häcksellinie			
E 280, TE, DL 650	4...5	16...20	1
E 280, TE, DL 650, AFG 1000	4...5	16...20	1+2
Ballenlinie			
K 453, TE, DL 650	3...4	9...12	1
K 453, TE, MSG 900 direkte Beschickung	2...3	6...9	1
indirekte Beschickung, DL 650	3...4	9...12	1+1

1) ZT 300+2 HW 60 mit SHA 6

Tafel 7. Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten bei Futterstrohernte, -einlagerung, -umschlag und -transport bis zur Pelletieranlage

Verfahrensabschnitt	Arbeitszeitbedarf in AKh/t		Verfahrenskosten in M/t	
	Häcksel	Ballen	Häcksel	Ballen
Strohernte und Transport bei 3 km				
Transportentfernung	0,31...0,42	0,21...0,32	20,90...23,90	24,20...27,00
Einlagerung und Lagerung	0,03...0,04	0,01...0,12	2,40...2,50	4,50...5,50
Auslagerung und 2. Transportstufe	0,53...0,70	0,32...0,43	15,40...17,60	10,85...11,95
Gesamtsumme bei 3 km in der 1. Transportstufe	0,87...1,16	0,54...0,87	38,70...44,00	39,55...44,45
Gesamtsumme bei 5 km in der 1. Transportstufe	0,97...1,21	0,64...0,92	42,80...49,10	40,35...45,95

dieser Beziehung die Kenntnis der in Tafel 5 zusammengefaßten leistungsbeeinflussenden Faktoren von besonderer Bedeutung. Derzeit werden in der Praxis rd. 30% der Leistung durch ungenügende organisatorische Vorbereitung und Leitung verschenkt. Bei der Stroheinlagerung mit den neuen Mechanisierungsmitteln üben die Fertigkeit der Bedienerperson, die Arbeitstechnik und die Diemenabmessungen einen deutlichen Einfluß auf die Leistung aus.

Unter Beachtung der Leistungen der untersuchten Mechanisierungsmittel ergeben sich die in Tafel 6 angegebenen Maschinenkomplexe für die Futterstrohernte. Größere Komplexe (Vielfaches der genannten Stückzahlen) sind möglich, wenn an zwei Abladestellen eingelagert wird oder an einem Diemen jeweils zwei DL 650 oder MSG 900 zum Einsatz kommen. Ausgehend von der zugelassenen Grundfläche von 1000 m² je Diemen, können in einem

Diemen je nach Gestaltungsart 200 bis 275 t Futterstroh eingelagert werden. Bei der Leistung eines DL 650 ist der Diemen in 10 bis 12 h gefüllt, mit dem MSG 900 sind 15 bis 20 h erforderlich.

Aus dem Nomogramm (Bild 7) kann, ausgehend von der stündlichen Mähdrescherleistung, der erforderliche Bedarf an Bergeaggregaten und Umschlagmitteln abgelesen werden.

Im Beispiel werden von einem 10er-Mähdrescherkomplex 8 ha/h geerntet. Dann sind zur Strohaufnahme 4 Bergeaggregate und zum Strohumschlag bei einer Leistung von 15 t/h zwei Maschinen, bei einer Leistung von 30 bis 35 t/h nur ein Mechanisierungsmittel erforderlich.

Tafel 7 ermöglicht einen Vergleich des Arbeitszeitbedarfs und der Verfahrenskosten zwischen Häckselgut- und Ballenlinie und bei Feldentfernungen in der 1. Transportstufe von 3 km und 5 km. Deutlich ist erkennbar, daß bei 3 km die Verfahrenskosten beider Strohbergverfahren fast gleich sind. Bei Transportentfernungen von 5 km ist die Ballenlinie mit rd. 40 bis 46 M kostengünstiger.

Bis 1985 haben beide Verfahrenslinien für die Futterstrohbergung Bedeutung. A 1956

Technisch-technologische Lösungen der Grobfuttereinlagerung in großvolumigen Horizontalsilos

Dipl.-Landw. H. Müller-Welde/Dozent Dr. sc. H. Lorenz, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

1. Problemstellung

Die Futterproduktion hat einerseits die ganzjährige Versorgung der Tierproduktion mit Futtermitteln in hoher Qualität zu sichern, zum anderen sind die beim Komplexeinsatz der Erntetechnik anfallenden Grobfutterarten bei

durchgängiger Mechanisierung der Verfahren schnell und verlustarm zu konservieren.

Eine wichtige Form der Konservierung ist die Silierung des Grobfutters in großvolumigen Horizontalsilos. Da für die Silierung großer Grobfuttermassen bisher kaum industriemäßige

Verfahren praktiziert wurden, waren Lösungsvorschläge für die Gestaltung von Einlagerungsverfahren in derartigen Silos zu erarbeiten.

2. Anforderungen an Grobfutter und Einlagerungsverfahren

Zur Herstellung qualitativ hochwertiger Silagen muß das Grobfutter folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) nicht unter 15 %
- Rohaschegehalt in der Trockensubstanz unter 24 % (wird von der Zusatzverschmutzung des Grüngutes bestimmt)
- Anfangslagerungsdichte im Silo über 600 kg/m^3 .

Zu den technologischen Anforderungen gehören

- Einhaltung kurzer Silobefüllzeiten
- Sickersaftabführung und -beseitigung
- Bedecken des Futterstocks unmittelbar nach der abschnittswisen Silobefüllung.

Das Grüngut muß in die Horizontalsilos bei einer Aufnahmeleistung von 200 t/h und mehr unter Vermeidung von Zusatzverschmutzung und unter Gewährleistung einer sicheren Verteilung und Verdichtung eingelagert werden können. Zur ganzjährigen Silageversorgung der Tierproduktionsanlagen wird unter Berücksichtigung einer möglichen jährlichen Doppelbeschickung der Silos in Höhe von 10 % und einer ökonomisch begründeten Reservehaltung an Silagen von durchschnittlich 12 % des Silagefutterbedarfs ein Siloraum von $22,5 \text{ m}^3/\text{RGV}$ benötigt. Gegenwärtig müssen noch etwa 30 % des zu silierenden Grobfutters in Behelfsilomieten konserviert werden.

3. Anforderungen an Horizontalsilos

Horizontalsilos werden im wesentlichen in drei Varianten gebaut:

- mit stationärer oder halbstationärer Beschickungs- und Entnahmetechnik
- ohne seitlich als Rampe ausgebildete Hochfahrstraßen
- mit seitlich als Rampe ausgebildeten Hochfahrstraßen.

Silos nach der ersten Variante sind sehr investitionsintensiv, ermöglichen nicht die notwendigen Einlagerungsleistungen und gestatten keine effektive Grundmittelauslastung. Die zweite und dritte Silovariante sind zur Anwendung zu empfehlen. In beiden Silos können Silagen in guter Qualität bei effektivem Einsatz der Produktionsmittel hergestellt werden.

An Horizontalsilos müssen bautechnische und technologische Forderungen gestellt werden:

- Die Silobreite muß 18 bis 22 m betragen, um das Wenden und Ent- bzw. Beladen der Transportfahrzeuge auch mit zwei Anhängern zu ermöglichen. Größere Breiten sind aus gärbiologischen Gründen ungünstig.
- Die Silohöhe entspricht den standardisierten Bauelementen. Höhen von über 5 m ermöglichen bei der Auslagerung nicht mehr den Einsatz von Mobilkränen T 174.
- Die Silolänge sollte einen Siloinhalt von 10000 m^3 als wirtschaftliche Einheit festlegen.
- Die Sickersaftableitung aus dem Silo, das kurzfristige Zwischenlagern in Sammelbehältern mit einem Volumen von 3 % des Siloinhalts und die Möglichkeit der mobilen Ausbringung oder Verregnung sind gärbiologische und umweltschützende Forderungen.
- Die Befestigung der Transportwege im Silo, einer genügend großen Fläche vor dem Silo und die Lage des Silos an befestigten Straßen sind technologisch günstig, vermeiden Überlastung der Arbeitsmittel und

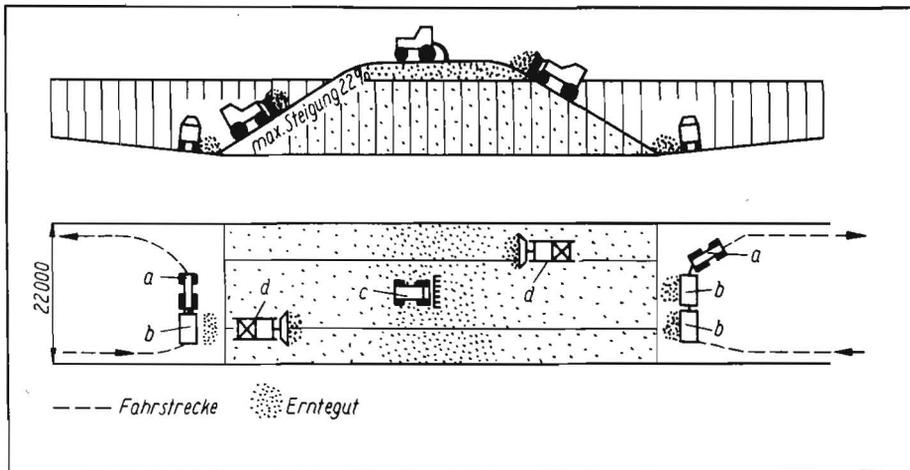


Bild 1. Silierguteinlagerung in Horizontalsilos ohne Hochfahrstraßen durch Einschieben; a ZT 300/303, b HW 80.11 mit SHA 8, c ZT 300/303 (zwillingsbereift mit Verteilhaken), d Kettentraktor T-100 mit Schiebeschild

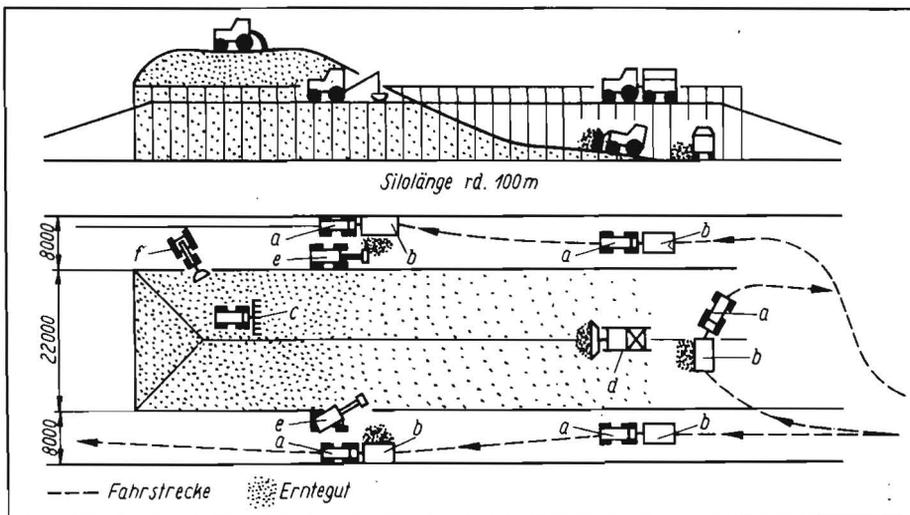


Bild 2. Silierguteinlagerung in Horizontalsilos mit Hochfahrstraßen durch Abkippen und Einschieben; a ZT 300/303, b HW 80.11 mit SHA 8, c ZT 300/303 (zwillingsbereift mit Verteilhaken), d Kettentraktor T-100 mit Schiebeschild, e Mobilkran T 174, f GT 124 mit Hublader T 150

verhindern Zusatzverschmutzungen des Futters.

Für den Horizontalsilobau und die Anlage von noch notwendigen Behelfsilomieten können mit Hilfe der Vogelschen Approximationsmethode Standorte bestimmt werden, die zur Vermeidung hoher Transportaufwendungen während transportintensiver Grobfuttererntearbeitsschnitte und zur Verschiebung notwendiger Transporte in arbeitsärmere Zeiten führen.

Durch die anschließende Optimierung der für die Frischguteinlagerung und Silageauslagerung notwendigen Transportarbeiten — ebenfalls mit Hilfe von wenig aufwendigen Rechenverfahren — kann der Transportraumbedarf um etwa 33 % gesenkt werden. Durch Arbeitsausgleich verbessern sich die Arbeits- und Lebensbedingungen.

4. Silierguteinlagerung in Horizontalsilos ohne Hochfahrstraßen (Bild 1)

Die Transportfahrzeuge kippen das Grobfutter in oder vor dem Silo ab. Mit Schiebeschild ausgerüstete Kettentraktoren T-100 oder S-100 schieben das Siliergut bei gleichzeitiger Verdichtung auf einer schiefen Ebene bis 1 m über die Silooberkante. Dabei können Einlagerungsleistungen von 100 t/h (T_{05}) erzielt werden. Die doppelte Einlagerungsleistung wird er-

reicht, wenn das Durchfahrtsilo, von der Mitte beginnend, von beiden Seiten gleichzeitig auf diese Weise beschickt wird. Eine weitere Steigerung der Leistung um 50 t/h kann durch den zusätzlichen Einsatz eines zwillingsbereiften Traktors ZT 300 mit Verteilhaken B 250 zur Feinverteilung und Verdichtung auf dem Futterstock erfolgen.

5. Silierguteinlagerung in Horizontalsilos mit Hochfahrstraßen (Bild 2)

Die Silobefüllung erfolgt abschnittsweise, indem das Siliergut von der Hochfahrstraße bis zur randvollen Befüllung in das Silo abgekippt wird. Die Weiterverteilung und Verdichtung im Silo geschieht durch ständig auf dem Futterstock verbleibende Kettentraktoren mit Schiebeschild und/oder Verteilhaken.

Die weitere Befüllung bis zu 2 m über die Silooberkante hinaus erfolgt durch beidseitiges Absetzen des auf der Hochfahrstraße abgekippten Grüngutes mit Hilfe von zwei Mobilkränen T 174. Zum Zusammenschieben des Futters und zur Schmutzbeseitigung hat sich der Einsatz eines GT 124 mit Fronthubler T 150 bewährt. In diesem Einlagerungsabschnitt können 60 t/h Grüngut eingelagert werden. Die Einlagerungsleistung kann auf 100 t/h erhöht werden, indem das Siliergut an

der Stirnseite des Silos abgekippt und nach Variante 2 eingeschoben wird (Bild 2).

4. Bewertung der Verfahrensvarianten

Zur Bewertung und zum Vergleich der bei der Silagebereitung anwendbaren technologischen Verfahren wurden Kennzahlen erarbeitet, nach denen die spezialisierten und industriemäßig produzierenden Betriebe der Pflanzenproduktion über die Anwendung der unter den jeweiligen betrieblichen Produktionsbedingungen günstigen Verfahren entscheiden können. Folgende Kennzahlen werden für die Bewertung von Verfahren, Arbeitsabschnitten und Arbeitsgängen der Silierguteinlagerung für aussagekräftig erachtet:

- Arbeitsmittelbedarf, ermittelt nach dem Bruttowert der Grundmittel
- Arbeitskräftebedarf und notwendige Qualifikation
- Verfahrenskosten
- Verweildauer der Transportfahrzeuge bei der Einlagerung im Silo
- Anzahl der Entladestellen im Silo
- Einlagerungsleistung
- Leistungen beim Verteilen und Verdichten
- Aufwand an lebendiger Arbeit.

Als Ergebnisse eines Verfahrensvergleichs bei der Grobfuttereinlagerung in Horizontalsilos anhand der Kennzahlen können genannt werden:

- Der vergleichbare Bruttowert der zur Silierguteinlagerung mit mobiler Technik notwendigen Arbeitsmittel steigt mit zunehmender Einlagerungsleistung langsamer an als die Einlagerungsleistungen selbst. Für Einlagerungsleistungen von 200 t/h werden Arbeitsmittel mit einem Bruttowert von etwa 200 000 M benötigt.

- Der Bedarf an Arbeitskräften nimmt mit steigender Einlagerungsleistung ebenfalls langsamer zu. Handarbeit wird zunehmend mechanisiert. Für Einlagerungsleistungen von 200 t/h werden etwa 3 bis 6 Mechanisatoren und 2 bis 4 Handarbeitskräfte benötigt.
- Die Verfahrenskosten betragen am Beispiel der Zuckerrübenblattsilage bei normalen Erntebedingungen 18,00 M/t Silage.
- Die Einlagerungsleistung wird in Horizontalsilos in hohem Maß von der Anzahl der Entladestellen und von der Verweildauer der Transportfahrzeuge bestimmt. Zur Vermeidung von Behinderungen der Verteil- und Verdichtungstraktoren sollte die Verweildauer 2 bis 3 min je Transporteinheit nicht wesentlich überschreiten. In Silos mit Hochfahrstraßen sind durch mehrere Möglichkeiten der gleichzeitigen Entladung höhere Annahmelleistungen erreichbar.
- Der Grobfuttertransport von der Erntemaschine zum Silo muß zur Vermeidung von Zusatzverschmutzungen und Nährstoffverlusten in ungebrochener Form erfolgen. Er ist mit einer auf Ernteertrag und Transportentfernung abgestimmten Anzahl von Traktorenzügen je nach Witterungs- und Bodenbedingungen mit einem oder mit zwei Anhängern mit Schwerhäckselaufbauten durchzuführen. Lkw-Transporteinheiten sind speziell bei der Zuckerrübenenernte zweckmäßiger zum Rübentransport einzusetzen.
- Bei Anwendung der projektierten Einlagerungsverfahren kann in Horizontalsilos ohne Rampen Grüngut bis maximal 200 t/h, in Horizontalsilos mit Rampen bis maximal 300 t/h eingelagert werden.

- Das Verteilen des Gutes im Silo erfolgt bei gleichzeitiger Verdichtung am zweckmäßigsten durch schwere Kettentraktoren mit Schiebeschild bzw. als Ergänzung und zur Steigerung der Leistung durch zwillingsbereifte Radtraktoren mit Verteilhaken und durch Mobilkrane. In Silos ohne Rampen wird die notwendige Anfangslagerungsdichte von 600 kg/m³ bereits durch die Verteilfahrzeuge hergestellt. In Silos mit Rampen dagegen muß dazu ein zusätzlicher Verdichtungsaufwand von 1 min/t erbracht werden.
- Der Gesamtaufwand an lebendiger Arbeit zur Herstellung von 1 t Silage von der Erntemaschine über die Lagerung im Silo und den Transport bis zur Tierproduktionsanlage beträgt am Beispiel der Rübenblattsilage etwa 24 min.
- Beide Siloformen sind mit den entsprechenden Einlagerungsvarianten der Praxis zur Anwendung zu empfehlen. Sie ermöglichen gute Silagequalitäten und ein kontinuierliches Zusammenwirken von Arbeitskräften und Arbeitsmitteln bei verbesserten Arbeitsbedingungen.

7. Zusammenfassung

Für die Grobfuttereinlagerung in großvolumigen Horizontalsilos werden die Anforderungen an das Grobfutter, die Verfahren und die Horizontalsilos dargelegt. Die technologischen Lösungen und die zweckmäßige Verfahrensgestaltung werden beschrieben. Der Variantenvergleich ergibt Aussagen über Produktionsmittel, Leistungen, Kosten und andere Parameter.

A 1955

Unifizierte Futterzubereitung für die Rinderproduktion

TZL Dr. agr. M. Koallick/Dipl.-Ing. P. Thiem

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Die Intensivierung der Tierproduktion erfordert konsequent, neue industriemäßige Anlagen zu errichten und vorhandene zu rekonstruieren. Die Errichtung dieser Anlagen auf der Grundlage zentraler Angebots- und Wiederverwendungsprojekte stellt einen Schwerpunkt der Investitionspolitik dar, da auf diesem Wege u. a. „eine serienmäßige Vorfertigung auf der Grundlage standardisierter Elementesortimente und Konstruktionssysteme“ [1] durchgesetzt wird.

Im Prozeßabschnitt Fütterung ist die Aufgabe zu lösen, aus den in Lagern oder Zwischenlagern bereitstehenden Futterkomponenten eine leistungsgerechte Futterration für einzelne Tiergruppen herzustellen und diese als Mischung oder Einzelkomponenten an die Tiere zu verteilen. Da in den Produktionsstufen Jung-rinderaufzucht, Rindermast und Milchproduktion weitgehend gleiche Futtermittel eingesetzt werden, erscheint es möglich, bei der Ausrüstung der Futterhäuser auch gleiche bzw. sehr ähnliche Maschinenketten vorzusehen. Vergleicht man die in industriemäßig pro-

duzierenden Rinderproduktionsanlagen verwirklichten Lösungen für den Bau und die Ausrüstung von Futterhäusern, so ist selbst bei den Angebotsprojekten eine nicht zu begründende Variantenvielfalt anzutreffen, obwohl in fast allen Futterhäusern gleiche Maschinen eingesetzt werden. Zusätzliche Komplikationen ergeben sich oft durch die funktionelle und räumliche Trennung in „schwarzen“ und „weißen“ Bereich, um den veterinärmedizinischen Erfordernissen zu entsprechen.

So werden zum Beispiel Futterübergabestellen mit Rampen oder Gruben und Annahmedosierern errichtet oder ein zusätzliches Aufladen mit zusätzlichen Zwischentransporten erforderlich. Gleiche Schwierigkeiten treten bei der Bewirtschaftung der unmittelbar an den Anlagen liegenden Horizontalsilos auf, die während der Befüllung dem „schwarzen“ und bei der Entnahme dem „weißen“ Bereich zugeordnet werden. Zur Überwindung dieser bestehenden Nachteile wird ein Lösungsvorschlag mit einheitlicher Bauhülle und einer nach Produktions- und Kapazitätsstufen variablen Aus-

rüstung vorgestellt, bei dem der gesamte Futterumschlag unter Dach durchgeführt wird und eine funktionell und räumlich einwandfreie Trennung von „schwarzem“ und „weißem“ Bereich gegeben ist.

In der Rinderfütterung werden Futtermittel unterschiedlicher Struktur eingesetzt, die an die Prozeßteilabschnitte Zwischenlagerung, Zubereitung und Verteilung spezielle Anforderungen stellen und damit spezielle technologisch-technische Lösungen erfordern. Die Futtermittel lassen sich folgendermaßen einteilen:

- Zerkleinerte Grundfuttermittel als Häcksel oder Bröckel, z. B. Grünfütter, Silagen, Hackfrüchte, Heu, Stroh, Trockenfütter
- Konzentrate in Form von Schrot oder Pellets als Einzelkomponente, Teilfertigfuttermittel oder Mischfütter
- Futterzusätze, wie Mineralstoff- und Wirkstoffgemische in Pulverform oder als Granulat.

Entsprechend den unterschiedlichen Strukturen der einzelnen Futterkomponentengruppen sind unterschiedliche Dosierverfahren zur Herstellung