

Es ist zu beachten, daß eine Automatisierung der Verfahren zur Beschickung und Entnahme für mobil bewirtschaftete Horizontalsilos nicht in Frage kommt. In industriell produzierenden Großanlagen muß jedoch bei allen Arbeitskomplexen ein hoher Automatisierungsgrad erreicht werden. Damit ist die Anwendung von Horizontalsilos mit mobiler Bewirtschaftungstechnologie auf Anlagen mit einem insgesamt niedrigen Automatisierungsgrad beschränkt.

### Zusammenfassung

Horizontalsilos sind eine bewährte Behälterform. Bei der Wahl ihrer Abmessungen und bei der Gestaltung des Baukörpers sind Verbesserungen möglich. Unterschiedliche Ab-

messungen und Gestaltung der Behälter werden in ihrer Auswirkung auf die spezifischen Baupreise gezeigt. Für die Auswahl eines im Hinblick auf die mögliche Technologie und den spezifischen Preis günstigen Behälters wird ein Kompromißvorschlag gemacht. Dem schließt sich die Betrachtung von Mechanisierungsmitteln für die einzelnen technologischen Abschnitte der Beschickung und Entnahme an. Davon ableitend werden die Verfahrenskosten und der Bedarf an Arbeitszeit je t ausgelagerten Stärkewertes bei mobiler Bewirtschaftungstechnologie ausgewiesen.

### Literatur

[1] THIELE, D.: Kennziffernmateriale über Horizontalsilos. (unveröffentlicht) Berlin 1969

A 8081

Dr. habil. M. MULLER, KDT

## Silagebereitung in großvolumigen Hochsilos mit 12 m Durchmesser

### 1. Aufgabenstellung

In der DDR sind Hochsiloplanzen vorzugsweise für die Bedingungen kooperativer Silierguternte und für die Versorgung großer Tierbestände zu entwickeln. Sie lassen sich nur in einem vollständigen Bewirtschaftungssystem mit geeigneten Erntemaschinen in die Praxis einführen.

Für die Bereitung von Welksilage war eine Bau- und Mechanisierungskonzeption für großvolumige Hochsilos mit 12 m Durchmesser auszuarbeiten und in einer großtechnischen Versuchsanlage zu verwirklichen.

Hochsilos für die Gärfutterbereitung sind nach ihrem Gebrauchswert als Konservierungs- und Lagerbehälter, nach den Möglichkeiten der technologischen Einordnung in zukünftige Ernte- und Fütterungsverfahren sowie nach der Kostenbelastung der Nährstoffeinheit durch Baukörper, Mechanisierung und Arbeitskräfte zu beurteilen. Diese Kriterien waren bei der Ausarbeitung der Konzeption besonders in den Vordergrund zu stellen.

### 2. Hochsilos als Konservierungs- und Lagerbehälter der Silierguternte und Silagefütterung

Die physikalisch-mechanischen Silier- und Lagerbedingungen in Hochsilos sind durch den Grad der Dichtheit der Silowand gegenüber Gas- und Gärstoff, durch den Gasporenanteil im Futterstock, durch die auf das Siliergutvolumen bezogene freie Futterstockoberfläche sowie durch die Trockenmasse-Lagerungsdichte ausreichend gekennzeichnet.

Silos weisen einen hohen Gebrauchswert auf, wenn kein Gärstoff durch die Wand austreten kann und durch die Bauhülle der Gasaustausch zwischen Futterstock und Außenluft maximal eingeschränkt wird. Damit sind Voraussetzungen geschaffen, um Welkgut in einem gärbioologisch vertretbaren, weiten Trockenmassebereich einzulagern. Bei grasartigen Siliergütern kann dieser Bereich von 25 bis max. 60 Prozent Trockenmassegehalt betragen. Eine Einschränkung des zulässigen Trockenmassegehaltes auf 35 bis 45 Prozent, wie sie bei einigen Hochsilotypen erforderlich ist, verringert zwangsläufig die verfügbare Einsatzzeit für die Welksilagebereitung und schränkt den Anwendungsumfang dieses Verfahrens ein.

Bei der Entnahme wirkt Außenluft an der freien Futterstockoberfläche ein und begünstigt Nachgärungsprozesse. Diese Einwirkungsmöglichkeiten werden um so geringer sein, je geringer der Gasporenanteil und die freie Oberfläche des Futterstockes sind. Bei Hochsilos ist die auf das eingelagerte Silagevolumen bezogene Futterstockoberfläche mit 0,05 bis 0,10 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> geringer als bei Horizontalsilos mit 0,25 bis 0,30 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Sie wird durch die Entnahmemaschinen nur we-

nig aufgelockert. Mit zunehmender Höhendifferenz zur Futterstockoberfläche steigt die Lagerungsdichte der Welksilage (Bild 1).

Ein Gasporenanteil im Futterstock von PA < 20 Prozent ist für die Lagerung als optimal zu bezeichnen. Silagen, die mit einem Gasporenanteil PA > 30 Prozent lagern und bei freier Oberfläche der ungehinderten Einwirkung der Außenluft ausgesetzt sind, müssen als besonders gefährdet angesehen werden. Mit zunehmender Futterstockhöhe verringert sich der Anteil gefährdeter Silage (Bild 2).

In Hochsilos bestehen günstige Bedingungen für die Silierung trockenmassereichen Welkgutes, das ohne zusätzliche Verdichtungsaufwendungen in den mittleren und unteren Schichten mit hoher Dichte lagert. Für eine geringe Kostenbelastung der Nährstoffeinheit ist es von besonderer Bedeutung, daß hohe Werte der Trockenmassedichte erreicht werden. In Silos mit Futterstockhöhen von h = 15 m wurden bei durchschnittlich 40 Prozent Trockenmassegehalt Trockenmassedichten von  $\rho_{TM} = 340 \text{ kg/m}^3$  ermittelt.

Der Füllungsgrad kennzeichnet die Nutzung des vorhandenen Siloraums. In den z. Z. bewirtschafteten Hochsilos vom Typ HS 09 werden durchschnittliche Werte von  $\eta = 0,7$  erreicht. Ein Füllungsgrad  $\eta = 0,8$  ist möglich, wenn nach dem Setzen des Futterstockes nachgefüllt werden kann. Diese Einfüllschicht sollte eine Mindesthöhe von h = 5 m aufweisen.

Für den Aufbau eines großvolumigen Hochsilos aus trocken montierten und mit Rundstäben verspannten Betonfertigteilen als Versuchsbehälter im IML Potsdam-Bornim wurden daraus folgende Schlußfolgerungen gezogen:

- Auskleidung der Silowand mit einer mechanisch widerstandsfähigen Folie zur Einschränkung des Gas- und Gärstoffaustritts durch die Behälterwand
- dichte Luken und ein dichtes Dach mit Tauchdeckelverschluß für die rechteckige Einfüllöffnung im horizontalen Dach
- eine Silohöhe h = 23 m, um eine Höhe des abgesetzten Futterstockes von h = 18 m und einen Füllungsgrad  $\eta \geq 0,8$  zu erzielen.

### 3. Technologische Einordnung in die Verfahren der Silierguternte und Silagefütterung

Die Verfahren der Silierguternte sind zukünftig vor allem durch den Einsatz mehrerer Schwadhäcksler in einem Maschinenkomplex gekennzeichnet. Es ist zu erwarten, daß die stündlich zu häckselnde Welkgutmasse etwa 50 t beträgt.

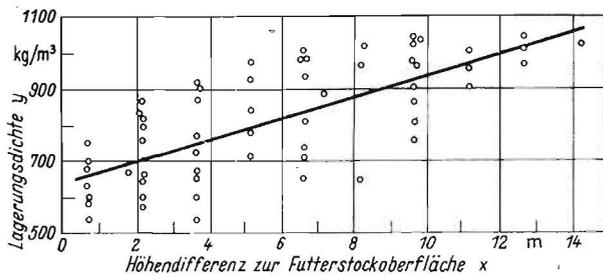


Bild 1. Lagerungsdichte von Gärfutter in den Futterstockhorizonten von Hochsilos;  $y = 638.5 + 29.2 \cdot x$ ;  $B = 0.496^{***}$ ; Trockenmassegehalt 40 % (27 ... 55 %), Rohfasergehalt 28 % in der TM (21 ... 36 %), Häcksellängen: 50 % der Häckselmasse kürzer als 20 mm (13 ... 28 mm), 15 % der Häckselmasse länger als 66 mm (37 ... 74 mm); Meßwerte sind Mittelwerte aus jeweils 15 Einzelmessungen

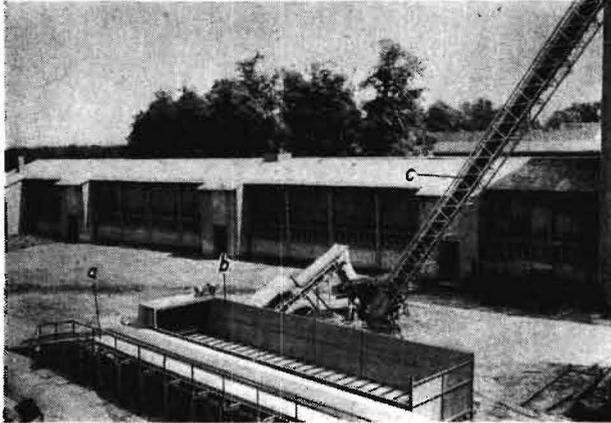


Bild 3. Förderstrecke zur Beschickung von Hochsilos; a Rampe, b Dosierer, c Steilförderer

Im Interesse hoher Durchsätze bei Feldhäckslern ist es wünschenswert, die Häcksellängen-Anforderungen hinsichtlich des Anteils von Häcksellängen unter 40 mm auf einen aus Gründen der Funktionssicherheit der Beschickungs- und Entnahmemaschinen erforderlichen Mindestumfang zu reduzieren. Während z. Z. etwa 85 Prozent der Häckselmasse kürzer als 40 mm sein sollten, um die vom Hersteller angegebenen Durchsätze bei Entnahmemaschinen mit Frähschnecken zu erreichen, ist zu versuchen, diesen Kurzhäckselanteil künftig auf mindestens 50 Prozent zu verringern. Dann ist ein Häckseln mit größer eingestellter Häcksellänge, höherem Durchsatzvermögen und höherer Funktionssicherheit sowie geringerem Energiebedarf möglich.

Zur Verringerung des Transportaufwandes wird jeder Transportzug mindestens 40 m<sup>3</sup> Siliergut auf einem Lastkraftwagen mit Anhänger oder auf zwei Anhängern hinter einem Traktor transportieren.

Von Entnahmemaschinen wird vor allem Funktions- und Betriebssicherheit sowie die sichere Einhaltung eines Mindestdurchsatzes erwartet.

Die Silage wird vor der Futterverteilung mit stationären Förderern in einem Dosierer für wenige Stunden zwischengelagert. Auch eine Beschickung von Transportanhängern oder Futterverteilungswagen kann erforderlich werden, wenn eine zentrale Siloanlage für mehrere Stallanlagen genutzt werden soll.

Bei allen Maschinenentwicklungen ist zu berücksichtigen, daß der Welksilageanteil betrieblich unterschiedlich, im Durchschnitt jedoch 50 Prozent am Silageaufkommen nicht überschreiten wird.

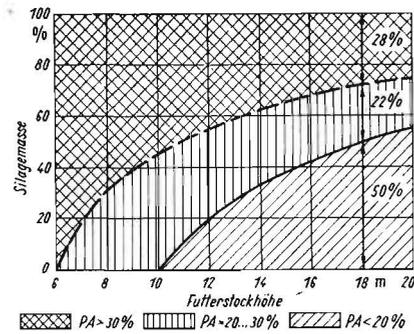


Bild 2. Anteil der Silagemasse in Hochsilos bei bestimmtem Gasporanteil PA

Tafel 1. Verfahrenskosten und Arbeitszeitbedarf für die Welksilagebereitung in Hochsilos

		Einlagern	Lagern	Entnehmen	Insges.
Verfahrenskosten	M/tStW	10, —	51, —	11, —	72, —
Arbeitszeitbedarf	AKh/tStW	0,1	—	0,3	0,4

#### Bedingungen:

50 t/h Durchsatz der Einlagerungsmaschinen bei Welkgut mit 35 % TM-Gehalt, 8 % Silierverluste, 515 g/kg Stärkewert in der Trockenmasse, 350 kg/m<sup>3</sup> Trockenmasse-Lagerungsdichte bei 18 m Futterstockhöhe, 0,8 Silofüllungsgrad, 15 t/h Durchsatz der Entnahmemaschinen, 124 M/m<sup>3</sup> spezifischer Preis für den Silo mit fester Ausrüstung, 1 AK für das Einlagern und Entnehmen

Folgende Förderungen lassen sich dazu für die Maschinenentwicklung ableiten:

- Für die Einlagerung von Siliergut und die Fütterung von Silage werden Dosierer benötigt. Es ist eine Dosierbauform zu wählen, die sich prinzipiell für beide Einsatzfälle eignet.
- Zwei Ladungen eines Transportzuges sind durch Momententladung in den Dosierer abzugeben.
- Das Durchsatzvermögen der Förderstrecke zur Einlagerung von Welkgut sollte mindestens 50 t/h oder 20 t/h Trockenmasse betragen.
- Unterschiedliche Kurzhäckselanteile sowie wechselnde Werte des Trockenmassegehaltes im Siliergut dürfen sich nicht auf die Funktionssicherheit der Fördermaschinen auswirken und den Massedurchsatz nur in dem Maße ändern, wie sich die Schüttdichten der Häckselgemische unterscheiden.
- Das Durchsatzvermögen der Entnahmemaschine ist auf mindestens 10 t/h Welksilage oder 4 t/h Trockenmasse auszuliegen.
- Die Maschinen zur Ein- und Auslagerung sollten sich auch für mähfrisches Siliergut und Frischsilage eignen.

#### 4. Maschinen für die Beschickung und Entnahme

Zur Lösung der Aufgabe wurde eine Förderstrecke zur Beschickung mit einem Durchsatzvermögen von 50 t/h Welkgut aufgebaut (Bild 3). Ein Transportzug kippt von der Rampe a aus zwei Wagenladungen in den Dosierer b. Über Gurtbänder wird das Siliergut dem Steilförderer c zugeführt. Ein weiteres Gurtband übernimmt auf dem Silo die Förderung zum Behältermittelpunkt und gibt an die Verteilereinrichtung ab. Diese ist als Kratzkettenförderer ausgebildet, der auf einem Ringträger im Silo umläuft. Ein radial verschiebbarer Boden gestattet den Abwurf des Siliergutes an jeder beliebigen Stelle des Siloradius.

Für die Entnahme wird im Futterstock ein Zentralschacht gezogen. Eine Doppelschneckenfräse, die als Radial- oder als Diametralfräse eingesetzt werden kann, fräst die Silage an der Futterstockoberfläche ab und fördert sie in den zentralen Abwurfschacht. Durch eine Krananlage über den Silos der Batterie lassen sich die Maschinen zur Verteilung und Entnahme umsetzen.

Bisher sind etwa 2000 t Siliergut der Erntejahre 1969 und 1970 mit Durchsätzen von rund 50 t/h eingelagert und etwa 1200 t Silage bis Ende März 1970 mit Durchsätzen von rund 15 t/h entnommen worden.

## 5. Arbeitszeitbedarf und Kosten der Beschickung, Lagerung und Entnahme

Die bisher vorliegenden Messungen gestatten nur eine erste Abschätzung des Arbeitszeitbedarfes und der Kosten für die Bewirtschaftung einer Anlage mit 6 Hochsilos und einem Fassungsvermögen von 15 000 m<sup>3</sup> (Tafel 1). Zu beachten ist, daß es sich dabei nur um Siloanlagen für die Welksilagebereitung handelt.

Gegenüber der mechanisierten Beschickung, Lagerung und Entnahme in Horizontalsilos [1] ist bei dem beschriebenen Produktionsabschnitt der Hochsilobewirtschaftung eine Verringerung des Arbeitszeitbedarfes um 80 Prozent und eine Erhöhung der Verfahrenskosten um 20 Prozent zu erwarten. Im Vergleich zum Hochsilo mit 7,30 m Durchmesser mit der bisher unzulänglichen technischen Ausrüstung für die Beschickung und Entnahme sind beim Hochsilo mit 12 m Durchmesser die Arbeitszeitaufwendungen um mindestens 60 Prozent und die Verfahrenskosten um mindestens 30 Prozent geringer. Den höchsten Anteil mit rund 70 Prozent der Gesamtkosten des beschriebenen Produktionsabschnittes nehmen die Lagerungskosten ein.

## 6. Schlußfolgerungen

Verfahren der Einlagerung und Entnahme für Hochsilos lassen sich in zukünftige Ernte- und Fütterungsverfahren einordnen. Das vorgeschlagene Bewirtschaftungsverfahren, das für Silobatterien einen zentralen Umschlagplatz für die Einlagerung vorsieht, ist erfolgversprechend. Siloform und Ausrüstung können auch für die Bereitung anderer Konservate in Erwägung gezogen werden. Dadurch läßt sich die Einheitlichkeit in der Gestaltung von Konservierungsanlagen erhöhen. Es bestehen günstige Voraussetzungen für automatisierte Arbeitsprozesse der Ein- und Auslagerung und für eine technische Ausrüstung mit hohem Standardisierungsgrad.

Der Arbeitszeitbedarf für den beschriebenen Produktionsabschnitt entspricht zukünftigen Erfordernissen. Die Verfahrenskosten lassen sich vor allem durch niedrigere Baukostenanteile senken. Es ist eine Aufgabe der z. Z. laufenden Untersuchungen an Silos, zu einer belastungsgerechten Auslegung des Silobehälters und zu geringeren Bauaufwendungen beizutragen. Die Erhöhung des Behälterdurchmessers, wie er durch den Aufbau von Rindergroßanlagen und den Komplexeinsatz von Erntemaschinen möglich wurde, hat zu einer vorteilhaften Kostenentwicklung geführt.

Günstige technologische Voraussetzungen für das Nachfüllen der Silos und die Einlagerung von Siliergut mit über 40 Prozent Trockenmasse- und unter 30 Prozent Rohfasergehalt lassen einen hohen Füllungsgrad und eine hohe Trockenmasse-Lagerungsdichte erwarten. Die damit verbundene bessere Behälterausnutzung führt zu einer Verringerung der Kostenanteile für die Lagerung.

Für Entscheidungsfindungen über die Wahl zweckmäßiger Siloformen dürfen nicht ausschließlich die für das Einlagern, Lagern und Entnehmen angegebenen Kosten herangezogen werden. Dazu ist es vielmehr notwendig, die Gesamtaufwendungen zur Grundfutterproduktion und -fütterung eines

Betriebes für verschiedene mögliche Organisationsformen und Arbeitsverfahren zu ermitteln und den Welksilage-Hochsilo als Teil einer Gesamtanlage zur Konservatbereitung für die Rinderfütterung aufzufassen.

Hochsilos mit 12 m Durchmesser sollten in Batterieverbänden von mindestens 4 Silos aufgebaut werden. Sie sind vorzugsweise für Großanlagen vorzusehen. Ein Aufbau in Kooperationsgemeinschaften ohne den Neubau von Rinderanlagen ist dann zweckmäßig, wenn damit die zukünftige Konzentration der Rinderbestände vorbereitet werden kann. In jedem Fall ist bei der Projektierung von Hochsiloanlagen die spätere Erweiterung durch Hochsilos für andere Konservierungsformen in Erwägung zu ziehen. Nur in solchen Konservierungsanlagen können die technologischen Vorteile des Hochsilos voll genutzt werden.

## Zusammenfassung

Aus den Anforderungen der Erntetechnik, der Siliertechnik und der Fütterung wurden unter dem Gesichtspunkt einheitlicher Gestaltung von Konservierungsanlagen für die Rinderproduktion die technologischen Möglichkeiten der Bewirtschaftung großvolumiger Hochsilos diskutiert und Schlußfolgerungen gezogen für die Einbeziehung dieser Siloform in die Konservierungstechnik in LPG, VEG und Kooperationsgemeinschaften.

## Literatur

- [1] HUBNER, DORIS: Technologie der Bewirtschaftung von Gärfutter-Horizontalsilos. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 10, S. 446

A 8112

## Immatrikulation

### an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

In der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg wurden am 4. September 1970, im zweiten Jahr ihres Bestehens, weitere 140 Studenten feierlich immatrikuliert. Außerdem nahmen 100 Studenten das Fern- und postgraduale Studium zum Fachingenieur auf.

In einer Festveranstaltung überreichten die neuen Direktstudenten dem Rektor der IHS, Prof. Dr. habil. H. MAINZ, die Verpflichtungen zur Erfüllung ihres neuen gesellschaftlichen Auftrages.

Sie verpflichten sich, vom ersten Tage an, hohe Leistungen im wissenschaftlich-produktiven Studium und in der sozialistischen klassenmäßigen Erziehung zu vollbringen, aktiv in den demokratischen Gremien und gesellschaftlichen Organisationen mitzuarbeiten, sich gründlich auf ihre spätere Tätigkeit in Betrieben und Einrichtungen der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft vorzubereiten und ihr ganzes Wissen und Können bei der weiteren Entwicklung ihrer Ingenieurhochschule einzusetzen, sie zur Stätte des wissenschaftlichen Kampfes um Pionier- und Spitzenleistungen zur allseitigen Stärkung der Deutschen Demokratischen Republik auszubauen. In einem 3½-jährigen Studium werden die Studenten in der Grundstudienrichtung Maschineningenieurwesen und in der Fachstudienrichtung Landtechnik ausgebildet.

Sie werden künftig als Hochschulingenieure die komplexe Mechanisierung und Automatisierung der industriemäßigen Produktion in der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft mitgestalten. A 8117

## Ihre Anzeigen

gestaltet die

**DEWAG-WERBUNG**

wirkungsvoll und überzeugend. Wir beraten Sie gern.

EK-Anhänger 2 und 3 t



Julius Linke Nachf.,  
701 Leipzig, Solomanstr. 25 B