

1. Aufgabenstellung

Für die Einlagerung und Verteilung von Siliergut in Hochsilos sind verschiedene Verfahren bekannt. Alle Verfahren verfolgen das Ziel, der Silogröße entsprechend möglichst kurze Füllzeiten durch hohe Einlagerungsleistungen zu erreichen. Die Maschinen für die Silofüllung in der DDR müssen so angelegt sein, daß Silos mit einer Höhe von 22 m und einem Innendurchmesser von 7,30 m in 4 bis 5 Tagen gefüllt werden können. Dazu sind Förder- und Verteileistungen in der Stückzeit T_{05} von 7 bis 8 t Trockenmasse je h notwendig.

Die Einlagerungsleistung in der Gesamtarbeitszeit wird von der Mengenleistung der Fördermaschinen und dem Anteil der Grundzeit an der Gesamtarbeitszeit bestimmt. Durch Ausschaltung von Störungen und organisatorischen Mängeln ist ein Grundzeitanteil von 50 bis 75 % anzustreben.

Der Einfluß der Zusammensetzung des Siliergutes, wie Häcksellängen, Schnittgüte und Trockenmassegehalt, auf die Maschinenleistungen ist bei der Beurteilung der Verfahren zu berücksichtigen [1].

Für Behälterdurchmesser über 6 m sind Verteileinrichtungen notwendig. An die Verteileinrichtung werden folgende Anforderungen gestellt, die unabhängig von der derzeitigen Siloform und der Fülltechnologie zu betrachten sind:

1. Die Verteilung des Siliergutes im Hochsilo soll so erfolgen, daß die Oberfläche des Futterstocks bis zur Silowand eine annähernd ebene Fläche ergibt.
2. Eine Verteileinrichtung muß einfach im Aufbau und funktionsicher bei unterschiedlichen Siliergütern und Häcksellängen sein.
3. Innerhalb der Beschickungskette soll sie nicht durchsatzbegrenzend wirken.
4. Eine Verteileinrichtung muß sich für Hochsilos mit oder ohne zentralen Fallschacht verwenden lassen.
5. Um den unterschiedlichen Einsatzbedingungen zu entsprechen, sind Verteileinrichtungen erforderlich, die das anschließend an eine Gebläseförderstrecke oder über mechanische Förderer in den Silo gebrachte Siliergut verteilen.

* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin (Direktor: Obering. O. BOSTELMANN)

(Schluß von Seite 206)

der zu messenden Füllhöhe in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung, die maximal zu messende Höhe beträgt 30 m, die Meßgenauigkeit beim Meßbereich über 4,5 m wird mit 3 % angegeben. Entsprechend der zu erfüllenden Meßaufgabe kann man mit dem im Meßgerät eingebauten Meßstellenumschalter von Hand auf max. 11 verschiedene Schallwandler einstellen, den automatischen Meßstellen-Abtaster SRR 24 für außenliegende Abtastimpulsgeber oder in Verbindung mit einem selbsttätig wirkenden Abtastimpulsgeber verwenden sowie auch spezielle Schreibgeräte einsetzen. Das zusätzlich einzubauende Grenzwert-Signalgerät signalisiert optisch und akustisch das Erreichen von zwei einstellbaren Füllstands-Grenzwerten, wie z. B. „voll“ und „leer“.

Bei den Anwendungsmöglichkeiten werden u. a. Bunker, Silos, Tanks und sonstige Behälter für Schüttgüter, zähflüssige Stoffe und Flüssigkeiten genannt, so daß die Anwendung des Geräts in der Landwirtschaft für verschiedene Zwecke möglich erscheint.

Literatur

Druckschrift der Elektrizitätsgesellschaft Funke & Huster, Kettwig

A 7063

2. Untersuchte Maschinen und Geräte bei der Einlagerung

Bei der Einlagerung von Siliergut in Hochsilos wurden in den Jahren 1966/67 die Wurfgebläse FG-35 und Transit eingesetzt. Versuche über 60 s Meßzeit dienten zum Vergleich verschiedener Varianten des Wurfgebläses FG-35 mit unterschiedlichen Gebläserohrdurchmessern und Antriebsleistungen (Tafel 1).

Für das Verteilen von Siliergut und das Ziehen eines Fallschachtes kommen der Schneckenverteiler „Big Jim“ oder eine — vorzugsweise für das Verteilen ohne Ziehen eines Fallschachtes — vom LIW Nauen lieferbare Verteileinrichtung zum Einsatz. Der Schneckenverteiler „Big Jim“ (Bild 1) besteht aus einem Grundrahmen, dem Auffangtrichter, 2 Verteilschnecken und den Antriebsmechanismen. Die Verteilschnecken sind unterhalb des Rahmens in horizontaler Lage parallel zueinander angeordnet und verlaufen in Längsrichtung vom Behältermittelpunkt zur Siloaußenwand. Der Auffangtrichter befindet sich über den Verteilschnecken im Behältermittelpunkt. Ein durch eine Kette am Rahmen befestigter Zylinder dient dazu, im Behältermittelpunkt einen Fallschacht für die Silageentnahme herzustellen. Das Siliergut wird vom Auffangtrichter durch die Verteilschnecken bis zur Siloaußenwand gefördert und verteilt. Eine Schalthvorrichtung bewirkt eine segmentweise Verteilung. Nach jedem Rundlauf muß der Schneckenverteiler über eine Winde von Hand um 30 bis 50 cm hochgezogen werden.

Die vom LIW Nauen angebotene Verteileinrichtung (Bild 2) verteilt das Siliergut vom oberen Rand des Silos aus. Das

Tafel 1. Untersuchte Wurfgebläsevarianten

Wurfgebläse Typ	Antriebsleistung kW	Gebläsedrehzahl min^{-1}	Gebläserohrdurchmesser mm
FG - 35	30	835	250
„Transit“	30	930	310
FG - 35	40	835	250
FG - 35	40	930	310

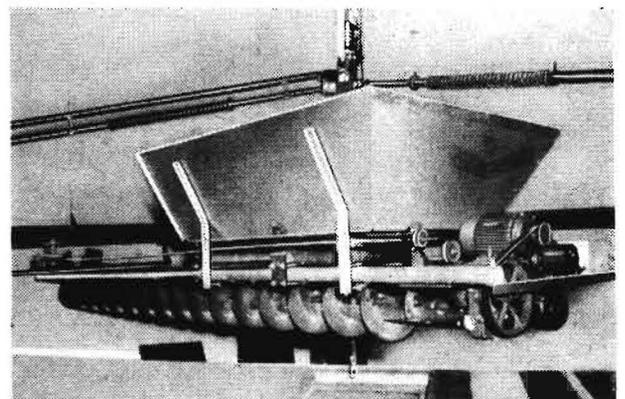
Tafel 2. Durchsätze bei der Einlagerung verschiedener Siliergüter

Typ	Wurfgebläse Antriebsleistung kW	Rohrdurchmesser mm	Siliergut	Mittl. Durchsatz in der Grundzeit T_1 t/h	EM ¹	TM ²
FG - 35	30	250	Gras-Wicken-Gemenge	4,7	1,5	
FG - 35	30	250	Wiesengras	8,3	3,2	
„Transit“	30	310	Kleegras	10,0	4,0	

¹ EM Erntemasse des welken Siliergutes

² TM Trockenmasse

Bild 1. Schneckenverteiler „Big Jim“



senkrecht stehende Gebläseförderrohr wird durch einen Kurbeltrieb abwechselnd nach links und nach rechts um seine Längsachse gedreht. Gleichzeitig bewegt ein Seilzug eine Ablenkklappe am Auswurfbogenende in vertikaler Richtung hin und her. Durch beide Bewegungsformen soll der Fördergerüststrahl so gelenkt werden, daß die gesamte Futterstockoberfläche stets annähernd gleichmäßig bleibt.

3. Ergebnisse

3.1. Gebläse

Die praktischen Untersuchungen ergaben die in Tafel 2 festgehaltenen Durchsätze in der Grundzeit T_1 .

Das Gebläse FG-35 mit 30-kW-Motor und 250 mm Rohr-Dmr. ist im Vergleich zum Gebläse Transit mit 30-kW-Motor und 310 mm Rohr-Dmr. im hohen Durchsatzbereich stör anfälliger. Besonders nachteilig wirken sich Dosiergenauigkeiten im hohen Durchsatzbereich auf die Förderleistung des FG-35 aus. Schon geringe Unterschiede in der Gutzuführung verursachten Verstopfungen.

Die Förderleistung der Gebläse ist von der Zusammensetzung des Häckselgemisches und der Schnittqualität abhängig. Während sich Wurfgebläse mit 250 mm Rohr-Dmr. besonders für kurz gehäckseltes Siliergut eignen, sind Wurfgebläse mit 310 mm Rohr-Dmr. weniger von der Häckselqualität abhängig. Mit zunehmendem Anteil an Überlängen und besonders bei Zerfaserung des Siliergutes erhöht sich die Störanfälligkeit bei Gebläsen mit 250 mm Rohr-Dmr. schneller als bei Gebläsen mit 310 mm Rohr-Dmr. Obwohl die durchschnittlichen Häckselängen bei Gras-Wicken-Gemenge und Wiesengras nur unwesentliche Unterschiede aufweisen (Tafel 3), ist bei Wiesengras eine um 100 % höhere Einlageleistung erreicht worden. Der Einfluß der Schnittqualität auf die Förderleistung ist hier unverkennbar. Das mit einem Schlegelmähwerk gemähte und danach gehäckselte Gras-Wicken-Gemenge ist stark zerfasert. Wiesengras mit einem Fingermähwerk gemäht, wurde beim Häckseln glatt geschnitten und ist dadurch rieselfähiger.

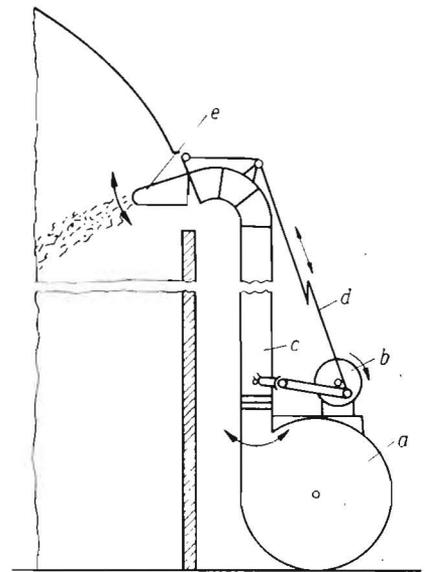
Um genaue Ergebnisse zu erhalten, wurde das Wurfgebläse FG-35 mit unterschiedlichen Rohrdurchmessern und Antriebsleistungen in Versuchen über 60 s Meßzeit verglichen.¹

Die in Bild 3 dargestellten Ergebnisse zeigen, daß bei den untersuchten Gebläsevarianten im gleichen Durchsatzbereich nahezu keine Unterschiede im spezifischen Energieaufwand bestehen.

Mit einer Antriebsleistung von 40 kW in Verbindung mit einem Gebläserohr-Dmr. von 310 mm sind höhere Leistun-

Bild 2

Schematische Darstellung der Verteileinrichtung des LW Nauen;
a Gebläse,
b Antrieb für Verteileinrichtung,
c Gebläserohr,
d Zugseil für Ablenkklappe,
e Ablenkklappe



Tafel 3. Häckselängen des Siliergutes

Siliergut	50 % der Häckselmasse kürzer als ... mm	15 % der Häckselmasse länger als ... mm
Gras-Wicken-Gemenge	40	110
Wiesengras	45	130
Kleegrass	30	40

gen erreichbar als mit einer Antriebsleistung von 30 kW und einem Gebläserohr-Dmr. von 250 mm.

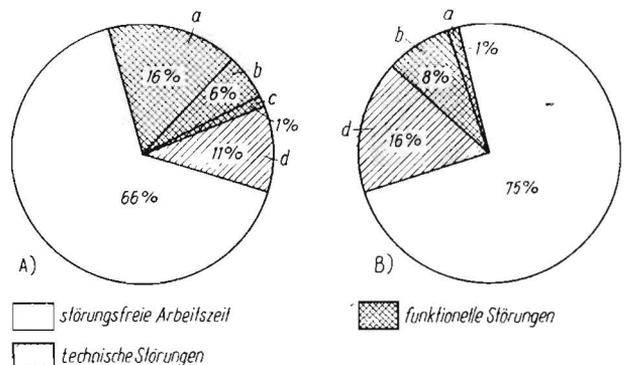
3.2. Verteileinrichtungen

Der Schneckenverteiler „Big Jim“ ist in seiner Leistung dem Fördervermögen des Wurfgebläses „Transit“ angepaßt. Bedingt durch die Konstruktion wird eine gute Verteilung des Siliergutes auf der gesamten Futterstockoberfläche erreicht. Nachteilig ist die unzureichende Verteilung an den Silorandzonen. Voraussetzung für ein störungsfreies Arbeiten ist kurzer Exaktmähsel. Mit zunehmendem Anteil an Überlängen und zerfasertem Siliergut kommt es im Auffangtrichter häufig zur Brückenbildung und zu anderen Störungen, die sich nur manuell beseitigen lassen (Bild 4).

Mit der Erhöhung des Trockenmassegehaltes im Siliergut nimmt die Streuung des auf der Futterstockoberfläche ankommenden Fördergerüststrahls zu. Das führt besonders im unteren Abschnitt des Silos zur Haufenbildung neben dem Auffangtrichter der Verteileinrichtung. Von den Verteilschnecken werden diese Anhäufungen nicht verarbeitet. Wegen Überlastung schaltet sich die Verteileinrichtung dann selbsttätig aus.

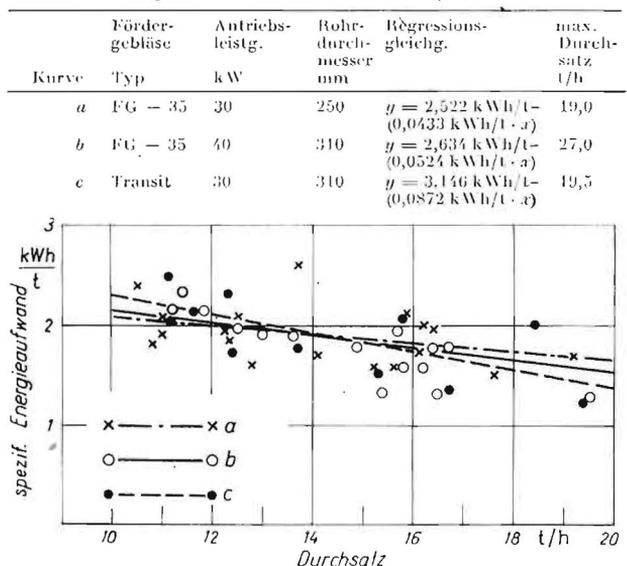
Bild 4. Häckselängen und Gliederung der Arbeitszeit beim Einsatz der Verteileinrichtung „Big Jim“;

A) mittlere Häckselänge: 50 % < 40 mm, 15 % > 110 mm, mittlerer Trockensubstanzgehalt 30 %;
B) mittlere Häckselänge 50 % < 30 mm, 15 % > 50 mm, mittlerer Trockensubstanzgehalt 40 %;
a Trichter verstopft, b Schnecke verstopft, c sonstige funktionelle Störungen, d technische Störungen



¹ In Zusammenarbeit mit der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim und der Firma Grumbach

Bild 3. Spezifischer Energieaufwand von Wurfgebläsen bei der Hochsilofüllung im Durchsatzbereich 10 bis 20 t/h



Die vom LIW Nauen angebotene Verteileinrichtung hat gegenüber dem Schneckenverteiler den Vorteil, daß sie die Leistung des Wurfgebläses nicht begrenzt und auch längeren Häcksel störungsfrei verteilt. Die erreichte Verteilgenauigkeit war bisher noch nicht zufriedenstellend. Eine allseitige Einschätzung ist erst nach weiteren Untersuchungen möglich.

Hochsilos mit einem Innendurchmesser von 7,30 m müssen mit einer Verteileinrichtung ausgerüstet sein. Beim Befüllen eines solchen Hochsilos ohne Verteileinrichtung bildete sich auf der Futterstockoberfläche in der Mitte des Behälters ein Kegel, der zur Außenwand hin stark abfiel und einen Höhenunterschied von durchschnittlich 2 m aufwies. In regelmäßigen Zeitabständen mußte man die Futterstockoberfläche manuell eibebnen.

Die Annahme, daß Hochsilos, die ohne Verteileinrichtung beschickt werden, starke Dichteunterschiede aufweisen, hat sich in diesem Silo nicht bestätigt.

4. Schlußfolgerungen

Durch die Erhöhung der Antriebsleistung von 30 auf 40 kW und des Gebläserohr-Dmr. von 250 auf 310 mm wird eine Steigerung der Förderleistung und eine Einschränkung der Störquellen erreicht. Auf Grund höherer Durchsätze verringert sich der spezifische Energieaufwand je 1 t einzulagerndes Siliergut im hohen Durchsatzbereich. Nur wenige

landwirtschaftliche Betriebe verfügen z. Z. über die geforderten Anschlußwerte. Deshalb sind weitere Untersuchungen mit Fördereinrichtungen notwendig, um Hochsilos mit geringeren Anschlußwerten füllen zu können.

Hochsilos mit einem Innendurchmesser über 6 m müssen mit Verteileinrichtungen ausgerüstet sein.

Bei der Verteileinrichtung „Big Jim“ nimmt die Störanfälligkeit mit dem Anteil an Überlängen im Häckselgemisch zu. Nur mit kurzem Exakhäcksel sind befriedigende Durchsätze erreichbar.

Es sind weitere Verteileinrichtungen zu untersuchen, die unabhängig vom Durchsatz der Fördereinrichtung und der Zusammensetzung des Häckselgemisches arbeiten. Eine Verteileinrichtung muß auch das über mechanische Förderer (Bandförderer) in das Silo gebrachte Futter verteilen und das Ziehen eines mittleren Fallschachtes wahlweise gestatten.

5. Zusammenfassung

Es wird über Ursachen berichtet, die bei der Einlagerung von Siliergut in Hochsilos die Leistung der eingesetzten Maschinen beeinflussen. Bei der Beurteilung der Einlagerungsleistungen wird davon ausgegangen, daß die Förder- und Verteileinrichtungen als Einheit zu betrachten sind.

Literatur

SCHULTZ, W.: Einlagerung von Siliergut in Hochsilos. Deutsche Agrartechnik 18 (1968, II, 5, S. 204 A 7203

Dipl.-Landw. R. ZILLIG*

1. Aufgabenstellung

Flachsilo mit Futterstockhöhen bis 2 m sind gegenwärtig für die Bereitung von Frischsilage vorherrschend. Diese Bauform wird in zunehmendem Maße von Flachsilo mit 3 bis 4 m Futterstockhöhe und mehr als 2000 m³ Fassungsvermögen abgelöst werden, in denen man auch Welkgut silieren kann. Das schnelle Füllen dieser großen Behälter ist eine wichtige Voraussetzung für einen guten Gärverlauf.

2. Einlagerungsleistung und Aufwand

Die Arbeitsgänge Abladen, Verteilen und Verdichten nehmen einen wesentlichen Einfluß auf die Einlagerungsleistung und den Aufwand (Tafel 1). Beim Abladen sind die technischen Möglichkeiten der Anhängerentladung, die Lademasse und die Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte aufwandsbestimmend. Die Lademasse wird häufig durch die Ausführung der Schwerguthäckselaufbauten begrenzt. Die Seitenwände der Häckselaufbauten sollten beim Einsatz des Selbstentladewagens T 087 aus Blech bestehen, um die Reibung der Wagenladung beim Abladen möglichst gering zu halten und Schäden am Kratzerkettenantrieb zu verhindern.

Das Verteilen kann durch Handarbeit oder durch mechanische Einrichtungen erfolgen. Bei entsprechender Abladetechnologie (Verfahren 7 und 8 in Tafel 1) erübrigt sich das Verteilen.

Die Verfahren 1 bis 3 (Tafel 1) können als die gegenwärtig in der Praxis vorherrschenden Ablade- und Verteilverfahren angesehen werden. Ähnliche Leistungen mit 20 % geringerem Arbeitszeitaufwand sind beim Einsatz des Selbstentladewagens T 087 ohne Frästrommeln erreichbar (Verfahren 4). Durch den Einsatz vollmechanischer Entladeverfahren (Bild 1 und 2) und bei der Verwendung eines Verteilhakens

Einlagerung von Siliergut in Flachsilo

(Bild 3) läßt sich die Einlagerungsleistung gegenüber den herkömmlichen Ablade- und Verteilverfahren auf 150 bis 250 % steigern und der Arbeitszeitaufwand auf 40 bis 50 % senken (Verfahren 5 bis 7).

Beim Verfahren 8 wurde geschlegeltes Gras eingelagert. Ein Kettentraktor und ein Radtraktor verdichteten die nebeneinander abgekippten Wagenladungen ohne vorheriges Verteilen. Der hohe Verdichtungsanfang ist besonders hervorzuheben.

Interessant ist ein Vergleich der Einlagerungsleistung und des Arbeitszeitaufwandes mit den Arbeitsverfahren der Hochsilofüllung.¹

¹ s. S. 204

Bild 1. Anhänger THK 5-1 mit industriell gefertigtem Schwerguthäckselaufbau SIA-5 (14 m³) nach dem Abladen



* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim der DAL zu Berlin (Direktor: Oberring. O. BOSTELMANN)