

1. Einleitung

Die weitere Bildung von Kooperationsgemeinschaften und zentralen Mischfutterbetrieben in der Landwirtschaft erfordert in zunehmendem Maße größeren Lagerraum für Getreide bei geringen Kosten.

Diese Forderungen erfüllen am besten Metallsilos, die im Freien aufgestellt werden können, wobei sich der Bauaufwand nur auf die Fundamente erstreckt.

In den letzten Jahren kamen derartige Silos in zylindrischer Bauform mit kegelförmigem Dach vor allem im westlichen Ausland in großen Stückzahlen mit vielen Typen und Varianten auf den Markt.

Um den Bedürfnissen unserer Landwirtschaft nach kostengünstiger Lagerung größerer Getreidemengen Rechnung zu tragen, wurde im VEB „Petkus“ Wutha eine Typenreihe Lagersilos mit Fassungsvermögen von 31 bis 153 m<sup>3</sup> (≈ 25 bis 100 t Weizen) entwickelt.

2. Baugrößen und Ausführungen, Abmessungen

Die verschiedenen Baugrößen und Varianten wurden in der TGL 33-46 803 standardisiert (Bild 1 und Tafel 1). Es werden vier Typen entsprechend den festgelegten vier verschiedenen Silodurchmessern hergestellt, die man wiederum durch drei bzw. vier verschiedene Silohöhen variieren kann.

3. Aufbau

Die Silos sind in Form eines Baukastensystems aufgebaut, d. h. die verschiedenen Typen bauen sich aus gleichartigen Teilen auf. Aus statischen Gründen ist der Behälter zylindrisch ausgeführt. Dadurch läßt sich der Materialeinsatz auf ein Minimum reduzieren. Der Zylindermantel besteht aus mehreren Ringen, die durch eine einfache Verschraubung miteinander verbunden sind (Bild 2). Die Ringe wiederum setzen sich je nach Durchmesser aus 5 bis 8 Segmenten zusammen. Die senkrechte Verbindung der Mantelringe erfolgt durch doppelte Verschraubung. Da die Belastung der unteren Ringe größer ist als die der oberen, sind sie aus dickeren Blechen hergestellt. Dies ist besonders bei der Montage zu beachten. Die betreffenden Wandsegmente sind extra gekennzeichnet.

\* VEB „Petkus“ Landmaschinenwerk Wutha

drisch ausgeführt. Dadurch läßt sich der Materialeinsatz auf ein Minimum reduzieren. Der Zylindermantel besteht aus mehreren Ringen, die durch eine einfache Verschraubung miteinander verbunden sind (Bild 2). Die Ringe wiederum setzen sich je nach Durchmesser aus 5 bis 8 Segmenten zusammen. Die senkrechte Verbindung der Mantelringe erfolgt durch doppelte Verschraubung. Da die Belastung der unteren Ringe größer ist als die der oberen, sind sie aus dickeren Blechen hergestellt. Dies ist besonders bei der Montage zu beachten. Die betreffenden Wandsegmente sind extra gekennzeichnet.

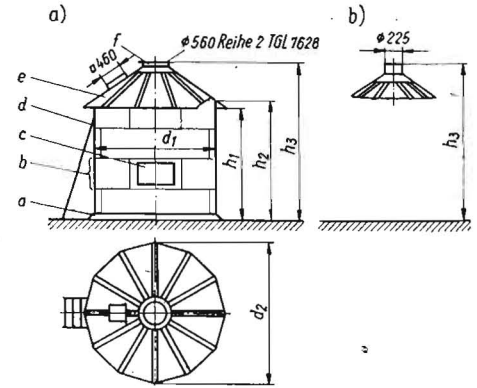
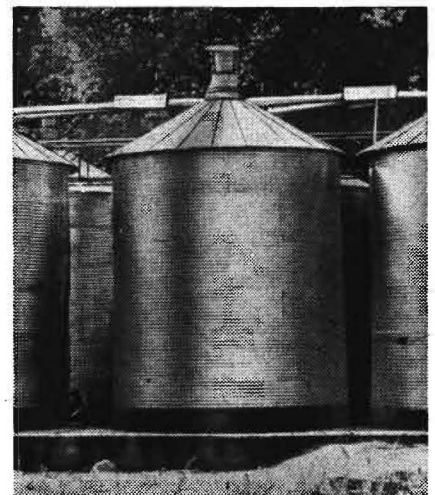


Bild 1. Bezeichnungen und Hauptabmessungen der Lagersilos K861 bis K864 (zur Tafel 1); a) für pneumatische Beschickung, b) für mechanische Beschickung (fehlende Maße und Angaben wie beim Silo für pneumatische Beschickung); a Fundament, b Mantelring, c Tür, d Leiter, e Dach, f Dachhaube

Tafel 1. Baugrößen und Hauptabmessungen der Silos (Auszug aus TGL 33-46803)

Typ	Anzahl der Mantelringe	$h_3 \pm 150$		$d_1$	zul. Abw.	$d_2 \pm 100$	$h_1 \pm 250$	$h_2 \pm 100$	Füllinhalt [m <sup>3</sup> ]	Masse ohne Inhalt [kg]
		pneumatische Beschickung	mechanische Beschickung							
K861	3	4050	4150	3600	- 30	4100	2960	3080	31	204
	4	5040	5135							
	5	6030	6120							
K862	3	4250	4350	4300	- 15	4800	2960	3080	45	290
	4	5240	5335							
	5	6230	6320							
K863	4	5450	5540	5000	+ 10	5500	3950	4060	79	397
	5	6440	6530							
	6	7425	7515							
K864	4	5650	5740	5700	+ 20	6200	3950	4065	103	470
	5	6640	6730							
	6	7625	7715							

Bild 2. Lagersilos zur Aufstellung im Freien



(Schluß von S. 312)

reglers beobachtet werden. Sobald die Klappe voll auf ist (entspricht  $C_R = 24$  m/s), darf die der Schleuse zugeführte Menge nicht weiter erhöht werden.

4. Zusammenfassung

In der Landwirtschaft werden in immer stärkerem Maße pneumatische Förderer zum Transport von Getreide eingesetzt. Zum besseren Verständnis für den konstruktiven Aufbau der Körnergebläse des VEB Petkus Wutha wird auf die Gesichtspunkte bei der Gestaltung der Baureihe und auf die konstruktive Ausführung einzelner Baugruppen eingegangen. Die zu den Körnergebläsen gehörenden Rohrleitungsteile und das Betriebsverhalten werden kurz beschrieben.

Literatur

- SPIWAKOWSKI, A. O. / W. K. DJATSCHKOW: Förderanlagen. VEB Verlag Technik Berlin 1959
- ALBRING, W.: Angewandte Strömungslehre. Verlag von Theodor Steinkopff Dresden und Leipzig 1961

Die Wandsegmente werden aus Wellblech gefertigt, so daß bei geringer Masse eine große Steifigkeit erzielt wird.

Am Silomantel sind eine Einstiegsöffnung und mehrere Probeentnahmestutzen angebracht. Die Einstiegsöffnung ermöglicht ein bequemes Betreten des Siloinnenraums, z. B. zur Entleerung der Restmenge, die nicht selbsttätig ausläuft, und gegebenenfalls zur Reinigung des Siloinnenraums. Die Einstiegsöffnung wird mit Spanschrauben am Silomantel befestigt. Sie darf keinesfalls geöffnet werden, wenn der Silo gefüllt ist.

Die in verschiedenen Höhen angeordneten Probeentnahmestutzen gestatten eine Kontrolle des ganzen Inhalts hinsichtlich Temperatur und Feuchtigkeit. Außerdem dienen sie zur Feststellung der Füllhöhe im Silo. Die Stutzen sind mit einem Deckel aus Kunststoff verschlossen, so daß kein Regenwasser in den Silo eindringen kann. Um unbefugte Entnahmen aus dem Silo zu verhindern, können die Deckel mit Vorhängeschloßern gesichert werden. Ein Probeentnahmestutzen befindet sich in der Tür. Dadurch kann man leicht feststellen, ob der Silo schon genügend entleert ist, um die Tür öffnen zu können.

Am oberen Rand des Silomantels ist innen eine Bandage angeschraubt, die ebenfalls aus Wellblech besteht. Sie dient zur Versteifung und besseren Einleitung der Dachlast in den Silomantel.

Der untere Rand wird in das Fundament eingelassen und zwar so, daß mindestens 150 mm vom Beton ungeschlossen werden. Da Beton im Laufe der Zeit Aluminium angreifen würde, ist der untere Rand vor dem Einbetonieren mit Bitumen zu streichen.

Die Silos werden auf frostsichere Betonfundamente gestellt, die noch Hohlräume für die Aufnahme der Entleerungsförderer haben müssen. Innerhalb des Silos werden geneigte Flächen angeordnet, um das Auslaufen des Füllgutes zur Silomitte hin zu erleichtern. Die Fundamente müssen gut isoliert werden, damit keine Feuchtigkeit zum Füllgut durchdringen kann (Bild 3).

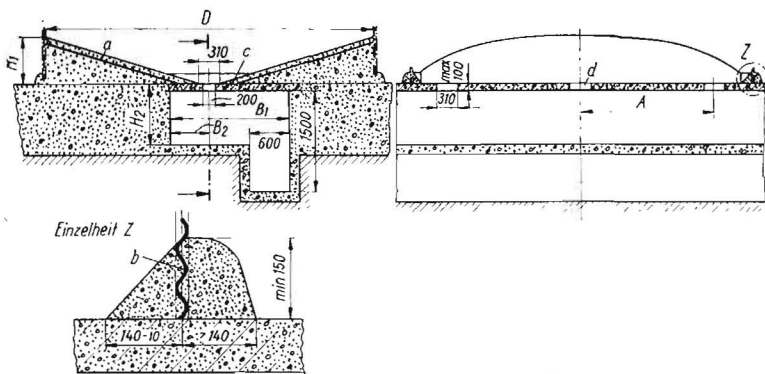


Bild 3. Fundament für Lagersilos: a Isolierung gegen Erdfeuchtigkeit, b die mit Beton in Berührung kommenden Flächen sind mit Bitumen zu isolieren, c Belastung des Fundaments entsprechend folgender Aufstellung:

Typ	Bodendruck [kp/m <sup>2</sup> ]	Typ	Bodendruck [kp/m <sup>2</sup> ]
K861 × 3	2000	K863 × 4	2700
× 4	2600	× 5	3200
× 5	3000	× 6	3700
K862 × 3	2000	K864 × 4	2800
× 4	2600	× 5	3400
× 5	3200	× 6	3800

Nachstehend einige weitere Maßangaben in mm:

Nenn-durchmesser D	Zulässige Abweichung	H <sub>1</sub>	A	Bemerkung
3600	-30	420	1000	2 Durchbrüche d
4300	-15	500	1500	3 Durchbrüche d
5000	+10	580	2000	3 Durchbrüche d
5700	+20	680	2000	3 Durchbrüche d
Bei Einbau von		H <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Troglkettenförderer 10 t/h		650	1200	300
Troglkettenförderer 20 t/h		800	1300	350
Gurtbandförderer GB500 gemuldet nach MA31-63		900	1800	600

Damit kein Regenwasser in den Silo gelangt, werden die Wände vor dem Verschrauben mit einer Dichtungsmasse (Regenleistenkit) bestrichen.

Das Dach hat die Form eines flachen Kegels und besteht aus der Dachhaube und mehreren Dachsegmenten. Die Dachhaube bildet den oberen Abschluß des Daches und ist für mechanische oder pneumatische Beschickung unterschiedlich ausgeführt (s. Bild 1).

Die Dachsegmente sind trapezförmig und haben an den schrägen Rändern Sicken. Die Sicken der Segmente werden übereinandergelegt und mit Schrauben verbunden. Ein Dachsegment hat eine Luke mit Deckeln, die ebenfalls zur Überwachung des Siloinhalts dient und sich mit einer Stange vom Boden aus öffnen läßt. Das Dach wird mit dem Silomantel durch an beiden Teilen angeschraubte Winkel verbunden.

#### 4. Werkstoff

Für diese Silos, die im Freien aufgestellt werden, bieten sich Aluminium und seine Legierungen insbesondere auf Grund der guten Korrosionsbeständigkeit als geradezu ideale Werkstoffe an. Silos aus Aluminium sind ohne Anstrich und Pflege über Jahrzehnte hinaus haltbar, weil sich auf der Oberfläche eine Schutzschicht aus Aluminiumoxid bildet, die das Metall vor weiterer Korrosion schützt.

Ein weiterer Vorteil des Aluminiums besteht in der geringen Dichte (2,7 kg/dm<sup>3</sup>). Die Siloteile brauchen weniger Eigenmasse zu tragen und die einzelnen Montageteile sind leicht, wodurch sich Montage und Transport erheblich erleichtern. Das schwerste Teil wiegt z. B. nur etwa 11,5 kg.

Das gute Reflexionsvermögen der Aluminiumoberfläche wirkt sich ebenfalls vorteilhaft aus, weil der Siloinhalt infolgedessen thermisch kaum beeinflußt wird. Durch die glatte Oberfläche gleitet das Füllgut beim Entleeren gut ab und es bleiben keine Körner liegen.

Daneben hat Aluminium noch große Vorteile bei der Bearbeitung. Es läßt sich leicht verformen und mit Sonderverfahren (WIG-Verfahren) gut schweißen.

Für die Silowände wird eine korrosionsbeständige Al-Mg-Legierung mit guten Festigkeitswerten verwendet.

Das Dach besteht aus Reinaluminium Al 99,5 nach TGL 14 745. Die Blechdicken bewegen sich im Bereich von 0,8 bis 1,5 mm. Die Schrauben zur Verbindung der Siloteile, sowie alle übrigen Verbindungsteile sind ebenfalls aus einer Al-Mg-Legierung hergestellt. Bei den Schraubverbindungen werden Gummidichtungen beigelegt, damit kein Wasser in den Silo eindringen kann.

Teile aus Stahl und anderen Schwermetallen dürfen die Aluminiumteile nicht unmittelbar berühren. Sie würden innerhalb kurzer Zeit infolge chemischer Korrosion zur Zerstörung der anliegenden Alu-Teile führen. Teile aus Schwermetallen müssen gut mit Gummi o. ä. gegen Aluminium isoliert werden.

#### 5. Montage der Silos

Die Montage ist relativ einfach und läßt sich nach Fertigstellen der Fundamente innerhalb kurzer Zeit bewerkstelligen. Die Ausführung des Fundaments richtet sich nach der Silogröße und den örtlichen Bodenverhältnissen, sie ist von einem Baufachmann festzulegen.

Bei der Montage der Silos beginnt man am besten mit dem Dach. Schrauben und Muttern werden zweckmäßigerweise vor der Montage in säurefreies Öl getaucht.

Besonders ist darauf zu achten, daß die Scheiben an der richtigen Stelle beigelegt werden. Das fertig montierte Dach wird entweder mit einem geeigneten Anschlagmittel oder mit Win-

den so weit angehoben, daß man den oberen Ring des Silomantels montieren kann. Danach wird der Silokörper erneut hochgezogen oder mit Winden angehoben, so daß der nächste Ring montiert werden kann usw.

Wenn der untere Ring montiert ist, werden im Siloinnenraum die schrägen Betonflächen angebracht und der untere Silorand 150 mm betoniert. Nach den gesetzlichen Bestimmungen müssen die Silos geerdet werden (Blitzschutz).

Bei der Montage sind die betreffenden Arbeitsschutzvorschriften, insbesondere die ASAO 1, 331/1, 616 und 900 sowie die BAO 10 und BAO 908, zu beachten.

Weitere Hinweise enthält die vom Werk herausgegebene Montagevorschrift.

## 6. Einsatzbedingungen

Die Lagersilos aus Aluminium sind für alle rieselfähigen, vorher auf Lagerfähigkeit (14 %) getrockneten Körnerfrüchte geeignet. Sie wurden über mehrere Erntekampagnen erprobt und haben sich bestens bewährt. Es traten keine Schädigungen der eingelagerten Güter auf. Messungen ergaben, daß sich Schwankungen der Außentemperaturen mit erheblicher Abschwächung nur auf die Randzone des Inhalts auswirken. Die Füllmenge hat während der Lagerzeit eine gleichmäßige Temperatur. Voraussetzung ist allerdings, daß das Lagergut trocken ist und keinerlei Grünbesatz aufweist. Um Brückenbildung und Auslaufschwierigkeiten zu vermeiden, sollte das Lagergut vorgereinigt sein.

Für staubförmige Produkte (z. B. Mischfutter) und aggressive Stoffe, wie Mineräldünger usw., sind die Silos nicht geeignet.

Bei der Wahl des Standorts ist zu beachten, daß keine Lagerstätten von Dünger, Mineräldünger und Schädlingsbekämpfungsmitteln in der Nähe sind. Diese Stoffe würden im Laufe der Zeit Korrosionsschäden an den Silos hervorrufen.

Im Normalfall wird man an einem Ort mehrere Silos aufstel-

len und sie hintereinander in einer Reihe anordnen, so daß für das Beschicken und Entleeren jeweils nur ein Fördergerät gebraucht wird. Die Beschickung kann mit Trogkettenförderern oder Fördergebläsen erfolgen, zur Entleerung dienen Trogkettenförderer oder Förderbänder.

Die Silos haben drei mit Schiebern verschließbare Auslauföffnungen. Der größte Teil der Füllmenge läuft von selbst aus, die relativ geringe Restmenge muß dann von Hand den Auslauföffnungen zugeführt werden.

Für die Abstützung der Beschickungsförderer sind Laufstege mit Stützen vorgesehen.

Wenn mehrere Silos aufgestellt werden, sollte in jedem Fall ein ordnungsgemäßes Projekt zugrunde liegen.

Die Silos wurden von der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim geprüft und mit „gut geeignet für die Landwirtschaft“ beurteilt. Außerdem hat das Institut für Stahl- und Leichtmetallbau, Leipzig, die Silos geprüft und gemäß Prüfbescheid Nr. 10/5/62 freigegeben.

## 7. Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen

Mit Hilfe der Aluminium-Lagersilos ist es möglich, erforderliche Lagerkapazität in LPG, Kooperationsgemeinschaften und Mischfutterbetrieben bei niedrigen Investitionskosten in kurzer Zeit zu schaffen.

Die Silos sind leicht zu montieren und lassen sich für alle rieselfähigen Körnerfrüchte verwenden, die bis auf Lagerfähigkeit abgetrocknet sind.

Es werden verschiedene Größen mit einem Fassungsvermögen von 31 bis 153 m<sup>3</sup> hergestellt. Beschicken kann man mit Fördergebläsen oder Trogkettenförderern, Entleeren mit mechanischen Fördermitteln. Mehrere in einer Reihe aufgestellte Silos erfordern nur je 1 Fördergerät für das Beschicken und Entleeren. Im Rahmen der weiteren Entwicklung sind Silotypen mit noch größerem Fassungsvermögen vorgesehen.

A 6874

Ing. D. GEPPERT\*

## Mechanisiertes Beschicken und Entleeren von Lagersilos

Auf S. 314 dieses Heftes werden die Lagersilos aus Aluminium zum Aufstellen im Freien bekanntgemacht. Grundsätzlich sind alle Förderer für das Beschicken und Entleeren dieser Silos geeignet, von der Industrie werden dafür Trogkettenförderer und Körnergebläse angeboten.

### 1. Zur Aufstellung der Lagersilos

Lagersilos aus Aluminium werden entsprechend der Anzahl neben- oder hintereinander in einer oder mehreren Reihen aufgestellt. Damit die Mechanisierung mit vorhandenen Förderern und lieferbarem Zubehör ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden kann, sind folgende Achsabstände der Silos einzuhalten:

Silotyp	Silo- durchmesser [mm]	Achsabstand [m]
K 861	3600	4,30
K 862	4300	5,10
K 863	5000	6,12
K 864	5700	7,14

Der seitliche Zwischenraum bei zweireihiger Aufstellung und pneumatischer Beschickung muß mindestens 1,20 m betragen. Die geeignete Auswahl der Förderer bleibt dem Auftraggeber

\* VEB „Petkus“ Landmaschinenwerk Wutha

nach Beratung durch die Projektierungsbüros der Kreisbetriebe für Landtechnik und die Kundendienstvertretungen des Werkes selbst überlassen. Sie wird im wesentlichen vom Verwendungszweck der Anlage abhängen, bei bereits vorhandenen Anlagen — die erweitert werden — von ihrer Mechanisierung.

Bild 1. Alu-Silolanlage mit mechanischer Beschickung

