Aus der Praxis für die Praxis

Schüttgut BRIEF

Ausgabe 12: März 2026

Die 8 Siloprobleme

Diese Ausgabe unseres Schüttgutbriefes beschäftigt sich mit dem Thema „Schachtbildung“ in einem Silo und die sich daraus ergebenden Probleme.

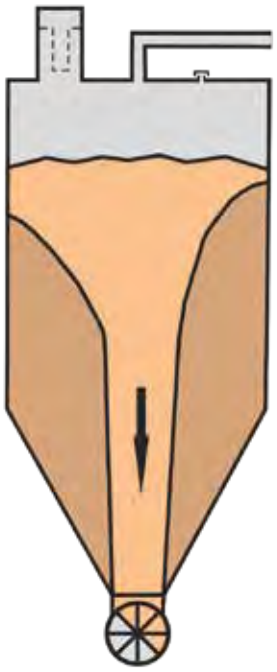
Weitere Themen sind der sichere Betrieb von Verladeeinrichtungen, sowie ein Ausblick auf die im März anstehende Messe SOLIDS.

Fachartikelserie „Die 8 Siloprobleme“

1. Kernfluss
2. Brückenbildung
3. Entmischung
4. Schießen
5. **Schachtbildung**
6. Tote Zonen durch einseitiges Fließen
7. Silobeben/Silohupen
8. Knicken / Beulen

SCHACHTBILDUNG

Wir haben hier bereits ausführlich über Kernfluss im Silo gesprochen. Kernfluss (Bild 1) ist neben Brückenbildung das häufigste Fehlerbild einer Schüttgutlagerung. Bei Kernfluss ist beim Siloabzug nicht der gesamte Siloinhalt in Bewegung. Aufgrund eines zu geringen Trichterneigungswinkels oder einer zu rauen Wand kommt es an der Wand nicht zum Fließen des Schüttgutes. Es bilden sich dadurch tote Zonen im Silo aus, in denen das Schüttgut trotz Siloabzug nicht in Bewegung gebracht wird. Diese toten Zonen können sich bis zur Silodecke erstrecken. Neigt das Schüttgut zur Zeitverfestigung, verfestigen sich die Zonen, so dass es dazu kommen kann, dass der Bereich der toten Zonen nicht mehr aus dem Silo ausgetragen werden kann. Sie müssen anschließend bergmännisch abgebaut werden. Kernfluss mit zu geringem Austragsdurchmesser zeigt sich somit durch einen Schacht im Silo, der zum Auslauf reicht, in dem kein Schüttgut vorhanden ist (Bild 2).



(Bild 1)
Kernfluss und Schachtbildung



(Bild 2)
Schachtbildung

Fortsetzung auf Seite 2

AGRICHEMA SCHÜTTGUTTECHNIK

Die 8 Siloprobleme –
Schachtbildung

Fortsetzung von Seite 1

Wird ein Silo als Kernflusssilo betrieben (bewußt oder unbewußt) so ist der minimale Auslaufdurchmesser zur Vermeidung eines Schachtes in der Regel größer als der minimale Auslaufdurchmesser zur Vermeidung von Brückenbildung.

Somit ist es nicht mehr ausreichend einen Siloauslauf unter Berücksichtigung von Brückenbildung zu dimensionieren. Für die Dimensionierung eines Schachtes gibt es eine Berechnungsmethode die 1980 von Jenike [1] entwickelt wurde. Diese setzte den Füllzustand (aktiver Spannungszustand im Silo) voraus. Dabei ist die Verfestigungsspannung in Nähe der Auslauföffnung gleich der Vertikalspannung im Füllzustand. Was sinnvoll ist, denn beim Abzug im Kernfluss verbleibt der Füllzustand in der toten Zone. Das wird die „upper bound method" genannt. Die damit berechneten Schachtdurchmesser liegen in der Regel oberhalb der praktischen Erfahrungen. Belastbarere Berechnungsmethoden liegen leider nicht vor.

Im Vergleich zu einem Massenflusssilo ist der Durchmesser eines Schachtes deutlich größer als der Durchmesser einer Brücke. Daher muss ein Kernflusssilo entweder eine größere Auslauföffnung erhalten oder der Trichter ist bis zu einer größeren Höhe (= größerer Durchmesser) mit Austraghilfen, wie z.B. Druckluftkanonen (Bild 3), zu bestücken. Die sich durch Schachtbildung ergebenden Probleme sind mit denen des Kernflusses vergleichbar. Auch hier ist das größte Problem die Bildung toter Zonen. Ziel muss es sein, ein Silo als Massenfluss-Silo (Bild 4) zu designen.



(Bild 3)
Druckluftkanonen



(Bild 4)
Massenfluss-Silo

In einem Massenfluss-Silo ist der gesamte Siloinhalt während des Abzuges in Bewegung, somit können sich keine toten Zonen ausbilden.

Um die Zeitverfestigung aufzuheben, reicht der Abzug einer kleinen Menge Schüttgut in einem Kernfluss-Silo nicht aus, das gesamte Silo muss entleert werden. Beim Massenfluss-Silo ist hingegen der regelmäßige Abzug einer kleinen Menge Schüttgut (ca. ½ m Silofüllhöhe des Schachtes) ausreichend, um Zeitverfestigung aufzuheben.

Ist Massenfluss nicht zwingend erforderlich (Voraussetzung ist, dass das Schüttgut zu keiner nennenswerten Zeitverfestigung neigt), so ist der Siloauslauf so zu dimensionieren, dass Schachtbildung vermieden wird.

Diese Dimensionierung erfolgt auf Basis von Scheranalysen zur Bestimmung des Fließverhaltens mit einem Schergerät nach SCHULZE [2]. Der Hauptgrund für die bewusste Kernflussauslegung ist Verschleißminimierung. Bei kleinen Silos, die mit hoch abrasiven Schüttgütern (in der Regel grobe Körnungen wie Granulate, Splitt oder Schotter) häufig (täglich) gefüllt und entleert werden, entsteht viel Reibung an der Silowand. Dieses kann nach wenigen Jahren betrieb zu merklichem Verschleiß führen.

Um diesem entgegenzuwirken kann das Silo als Kernfluss-Silo betrieben werden. Bei Siloabzug kommt es zwar immer noch bei vollständiger Entleerung zu Reibung zwischen Schüttgut und der Wand, jedoch deutlich reduziert, da der größte Schüttgutanteil beim Austrag zur Silomitte fließt. Dieses sind jedoch eher seltene Anwendungsfälle. Bei feinen (mittlerer Partikeldurchmesser < 100 µm), abrasiven Schüttgütern ist Verschleiß in der Siloauslegung zu berücksichtigen, jedoch führt es nach ein paar Jahren Betrieb in der Regel zu keinem nennenswerten Verschleiß.

[2] Schulze, Dietmar: Pulver und Schüttgüter, Springer Verlag (2006) (ISBN-10 3-540-34082-3 Springer Berlin Heidelberg New York, ISBN-13 978-3-540-34082-9 Springer Berlin Heidelberg New York)

[1] Jenike, A.W.: Storage and flow of solids, Bull. No. 123, Engng. Exp. Station, Univ. Utah, Salt Lake City (1964)

Um einen Großteil der Siloprobleme zu vermeiden ist das Silo somit für Massenfluss auszulegen. Das größte Problem der Silotechnik ist der Kernfluss und die sich daraus ergebende Schachtbildung. Es zeigt sich, das mit einfachen Scheranalysen ein Silo für Massenfluss ausgelegt werden kann. Somit ist es sinnvoll und wirtschaftlich das Silo vor dem Bau verfahrenstechnisch zu bewerten, um nachträgliche Siloprobleme zu vermeiden.

Autor: Mario Dikty, Schwedes + Schulze Schüttguttechnik GmbH, 21641 Apensen

Der sichere Betrieb von Verladeeinrichtungen

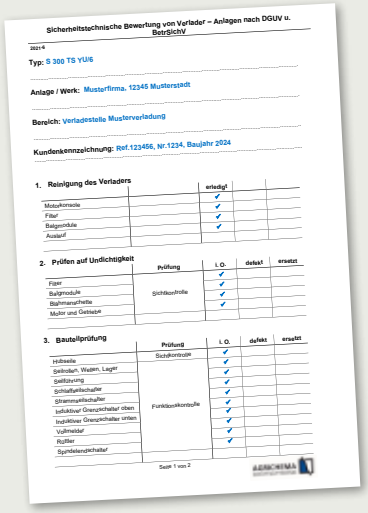


Betreiber von Verladeanlagen sind für die Einhaltung der gesetzlichen und normativen Bestimmungen, die für einen sicheren Betrieb notwendig sind, verantwortlich. Beispiele dafür sind die Vorschriften der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), sowie die der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

Prüfung und Verantwortung

Betreiber sind in der Pflicht Verladeeinrichtungen derart zu bedienen, dass größtmögliche Sicherheit für Mensch und Umwelt erzielt wird. Wichtige Prüfpunkte hierbei sind:

- ➤ Reinigung des Verladers
- ➤ Bauteilprüfung
- ➤ Allgemeine Kontrolle
- ➤ Prüfung auf Undichtigkeit
- ➤ Sichtprüfung elektrischer Bauteile



Sicherheitstechnische Bewertung von Verlader – Anlagen nach DGUV u. BetrSichV

2021-6

Typ: S 300 TS YU/6

Anlage / Werk: Musterfirma, 12345 Musterstadt

Bereich: Verladestelle Musterverladung

Kundenkennzeichnung: Ref.123456, Nr.1234, Baujahr 2024

1. Reinigung des Verladers

	erledigt
Motorkonsole	✓
Filter	✓
Balgmodule	✓
Auslauf	✓

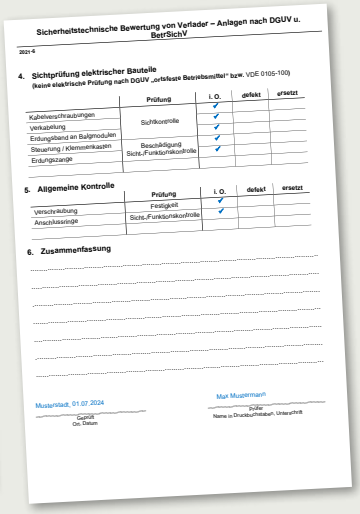
2. Prüfen auf Undichtigkeit

	Prüfung	i. O.	defekt	ersetzt
Filter	Sichtkontrolle	✓		
Balgmodule		✓		
Bahnmanschette		✓		
Motor und Getriebe		✓		

3. Bauteilprüfung

	Prüfung	i. O.	defekt	ersetzt
Hilfsseile	Sichtkontrolle	✓		
Seilrollen, Wellen, Lager	Funktionskontrolle	✓		
Seilführung		✓		
Schlaffseilschalter		✓		
Stramseilschalter		✓		
Induktiver Grenzschalter oben		✓		
Induktiver Grenzschalter unten		✓		
Vollmelder		✓		
Rüttler		✓		
Spindelendschalter		✓		

Seite 1 von 2



Sicherheitstechnische Bewertung von Verlader – Anlagen nach DGUV u. BetrSichV

2021-6

4. Sichtprüfung elektrischer Bauteile
(keine elektrische Prüfung nach DGUV „ortsfeste Betriebsmittel" bzw. VDE 0105-100)

	Prüfung	i. O.	defekt	ersetzt
Kabelverschraubungen	Sichtkontrolle	✓		
Verkabelung		✓		
Erdungsband an Balgmodulen		✓		
Steuerung / Klemmenkasten	Beschädigung Sicht-/Funktionskontrolle	✓		
Erdungszange		✓		

5. Allgemeine Kontrolle

	Prüfung	i. O.	defekt	ersetzt
Verschraubung	Festigkeit	✓		
Anschlussringe	Sicht-/Funktionskontrolle	✓		

6. Zusammenfassung

Musterstadt, 01.07.2024
Geprüft
Ort, Datum

Max Mustermann
Prüfer
Name in Druckbuchstaben, Unterschrift

Checkliste

AGRICHEMA ist in der Lage die mechanische Überprüfung Ihrer Verladeeinrichtung im Sinne dieser Verordnungen und der gesetzlichen Bestimmungen als Dienstleistung anzubieten. (s. Checkliste)

Wir bieten nicht nur die Bewertung Ihrer Verladegarnitur inklusive Prüfplakette an, auch die Behebung eventueller Mängel als Servicedienstleistung gehört selbstverständlich zu unserem Leistungsspektrum.



Prüfplakette

Regelmäßige Kontrolle und Wartung erhöhen die Anlagenverfügbarkeit und Betriebssicherheit.

Vereinbaren Sie noch heute Ihren Verladercheck ✓

SOLIDS 2026

Die Welt der Schüttgut-Technologie trifft sich und wir sind natürlich wieder mit dabei!

Besuchen Sie uns im März auf der SOLIDS & RECYCLING-TECHNIK 2026 in Dortmund und erleben Sie praxisbewährte Systemlösungen für effiziente, sichere und zukunftsfähige Schüttgutprozesse.

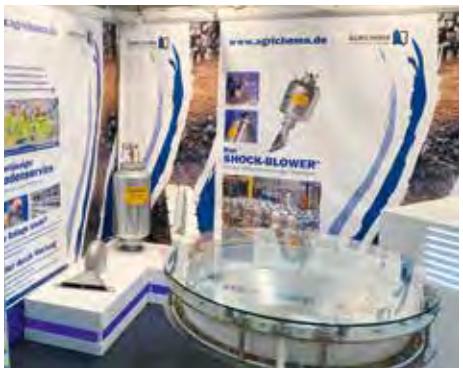


Warum sich ein Besuch an unserem Messestand lohnt

Als Spezialist für das Austragen, Absperren und Verteilen von Schüttgütern wissen wir: Nur reibungslose Prozesse sind wirtschaftliche Prozesse.

An unserem Stand zeigen wir Ihnen, wie Sie die Schüttgüter in Ihren Produktionsprozessen in Fluss halten, Stillstände reduzieren und die Leistungsfähigkeit Ihrer Anlage steigern.

Entdecken Sie u.a. unsere bewährten Luftkanonen-Systeme Shock-Blower®, die Brückenbildungen und Anbackungen zuverlässig beseitigen – für konstanten Materialfluss und maximale Prozesssicherheit.



Wir zeigen Ihnen, wie hochwertige Komponenten und durchdachte Konstruktionen die Lebensdauer Ihrer Anlagen deutlich erhöhen und Wartungskosten nachhaltig senken.



Sprechen Sie mit unseren Experten vor Ort über Ihre konkreten Herausforderungen. Wir entwickeln maßgeschneiderte Lösungen, die exakt zu Ihrer Anwendung passen – praxisnah, effizient und wirtschaftlich.

Bringen Sie Ihre Fragestellungen mit – wir bringen die passende Lösung.

Wir freuen uns auf den persönlichen Austausch in Dortmund!

Wir sehen uns in Dortmund auf der SOLIDS!

Wann und wo?

Datum: 18. & 19. März 2026
Ort: Messe Dortmund,
Halle 5 Stand N14

Öffnungszeiten:
Mittwoch 09:00 – 17:00 Uhr
Donnerstag 09:00 – 16:00 Uhr

Holen Sie sich Ihr kostenloses Ticket

Anlagenverfügbarkeit durch besten Service

+49 (0) 6707 9140 0

AGRICHEMA
Schüttguttechnik GmbH & Co. KG
Feldborn 5 (Gewerbepark)
D-55444 Waldlaubersheim
Tel.: +49 (0) 6707 / 9140 -0
Fax: +49 (0) 6707 / 9140 -11
info@agrichema.de
www.agrichema.de

AGRICHEMA
SCHÜTTGUTTECHNIK