

Schüttgut BRIEF

Fachartikelserie „Die 8 Siloprobleme“

1. Kernfluss
2. Brückenbildung
3. Entmischung
4. Schießen

5. Schachtbildung

6. Silobeben/Silohupen
7. Tote Zonen durch einseitiges Fließen
8. Knicken / Beulen

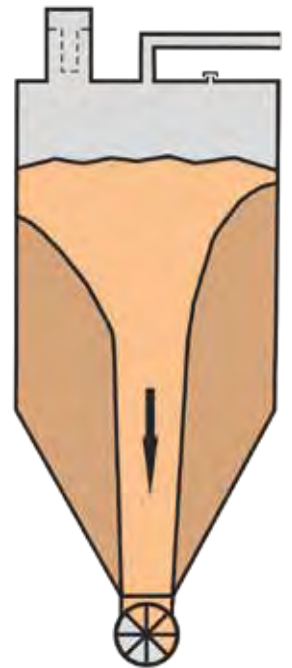
Die 8 Siloprobleme

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.

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



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 Massensusilo 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 Schacht-



(Bild 3)
Druckluftkanonen

bildung 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 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. $\frac{1}{2}$ 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 Ausstrag zur Silomitte fließt. Dieses sind jedoch eher seltene Anwendungsfälle. Bei feinen (mittlerer Partikeldurchmesser $< 100 \mu\text{m}$), 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)

ergebende Schachtbildung. Es zeigt sich, dass mit einfachen Scheranalysen ein Silo für Massenfluss ausgelegt werden kann. Somit ist es sinnvoll und wirt-

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

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 zukunfts-fähige Schüttgutprozesse.



Warum sich ein Besuch an unserem Messestand lohnt

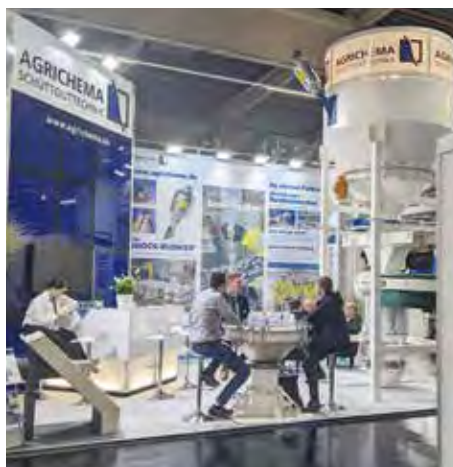
Als Spezialist für das Austragen, Absperren und Verteilen von Schüttgütern wissen wir: Nur reibungslose Prozesse sind wirtschaftliche Prozesse.

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

