Aus der Praxis für die Praxis

Schüttgut BRIEF

Ausgabe 14: Oktober 2026

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

AGRICHEMA SCHÜTTGUTTECHNIK

Die 8 Siloprobleme

In dieser Ausgabe unseres Schüttgutbriefs geht es um Silobeben und Silohupen.

Dabei reden wir über die Entstehung, welche Probleme sie verursachen und welche Lösungsansätze es gibt.

Außerdem berichten wir über die Erneuerung unseres Gütesiegels „Sicher mit System“.

SILOBEBEN / SILOHUPEN

Beim Entladen einiger Schüttgüter aus dünnwandigen Metallsilos kommt es zu:

- starken Vibrationen – dem so genannten Silobeben
- und lauten Geräuschemissionen – dem so genannten Silohupen (Abbildung 1).

Das Beben von Silos bei der Entleerung bestimmter Schüttgüter wurde bereits vor mehr als 40 Jahren beobachtet. Ursprünglich war dieses Phänomen von Schüttgütern wie Mais, Maismehl, Kohle und Zementklinker bekannt. Im weiteren Verlauf haben auch Polymergranulate Silobeben und Silohupen verursacht.[1]

Silohupen lässt sich am besten als laute Geräusche wie das Hupen eines Lastwagens oder Schiffs. Das Hupen tritt in Intervallen zwischen einigen Sekunden bis zu einer halben Minute auf, hauptsächlich abhängig von der Entleerungsrate. Silos, die dieses Verhalten zeigen, werden hauptsächlich aus Aluminium und Edelstahl gebaut.[1] Meist tritt das Problem bei großer Füllhöhe (Vertikalspannungen größer 50 kPa) auf, und wird mit sinkendem Füllstand geringer.

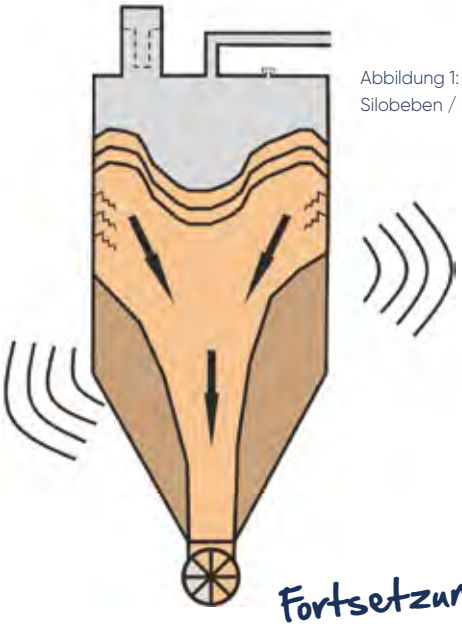


Abbildung 1:
Silobeben / Silohupen

Fortsetzung auf Seite 2

Die 8 Siloprobleme –
Silobeben / Silohupen

Fortsetzung von Seite 1

Das Silobeben hingegen führt zu Erschütterungen. Abgesehen von der Belästigung durch das Silobeben muss auch die strukturelle Integrität der Silos, die dem Silobeben ausgesetzt sind, berücksichtigt werden. Außerdem können sich die Vibrationen auf andere Geräte wie Waagen und Dosierer negativ auswirken. [1] Beide Phänomene sind eng miteinander verknüpft.

Ein Grund für dieses Phänomen wird in dem sog. Stick-Slip Verhalten gesehen. Der Stick-Slip-Effekt ist ein bekannter Vorgang in vielen physikalischen Systemen. Stick-Slip führt zu ruckartigen Bewegungen bis hin zu selbst erregten Schwingungen mit konstanter oder unregelmäßig schwankender Frequenz, z.B. beim Spielen einer Geige, beim Quietschen von Türen oder Bremsen, beim Knirschen mit den Zähnen oder bei Erdbeben durch die ruckartige gegenseitige Verschiebung von Gesteinsplatten. [2]

Stick-Slip-Reibung tritt sowohl zwischen Festkörpern als auch beim Fließen von Schüttgütern auf – sei es innerhalb des Materials oder entlang einer Wand. Der Stick-Slip-Effekt beruht auf dem Wechsel zwischen Haften und Gleiten. Zunächst steigt die Schubspannung, bis die Haftreibung überschritten ist. Danach setzt plötzlich Gleiten ein, da die Gleitreibung kleiner ist. Dabei sinkt die Schubspannung abrupt, während Weg und Geschwindigkeit des Körpers sprunghaft zunehmen. Diese Beschleunigung entsteht, weil die aufgebrachte Kraft nun nur noch teilweise zur Reibungsüberwindung gebraucht wird.

Ob Stick-Slip auftritt, hängt sowohl vom Material als auch vom System ab. Das Phänomen kann in einer bestimmten Situation auftreten, in einer anderen jedoch ausbleiben. Umgekehrt bedeutet das Fehlen von Stick-Slip in einem Fall nicht, dass es in anderen Anordnungen ausgeschlossen ist.

Erste Anzeichen von der Möglichkeit von Stick-Slip zeigen sich bei der Messung von Wandreibungswinkel. Hierbei wird in einem Schergerät eine Schüttgutprobe, die mit einer vertikalen Last beaufschlagt, wird, gegen eine Wandplatte verschoben. Die Wandplatte spiegelt die Siloinnenwand wider. Abbildungen 2 und 3 zeigen die Wandreibungsmessungen für zwei unterschiedliche Schüttgüter gegen Edelstahl. Abbildung 2 zeigt eine Messung ohne Stick-Slip Effekt. Abbildung 3 zeigt eine Messung mit Stick-Slip Effekt. Die Abbildung zeigt, wie die Scherkraft (Ordina-

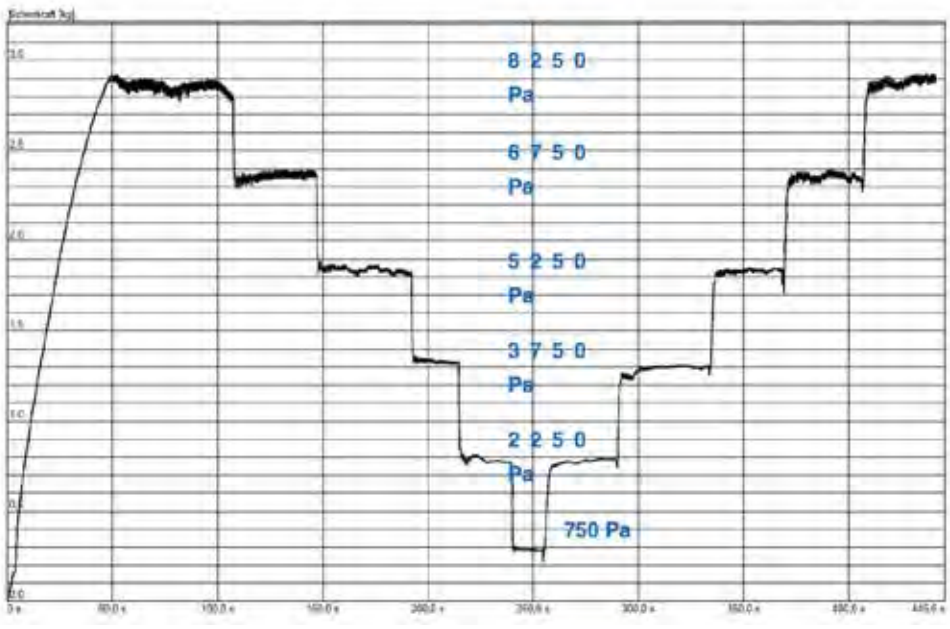


Abbildung 2: Wandreibungsmessung ohne Stick-Slip

[1] Schneider, H.; Wilms, H.: Honking and Vibrations during the discharge of Silos. AIChE 2006

[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)

te) starken Schwankungen ausgesetzt ist. Während des Ziehens der Probe über die Wandplatte kommt es regelmäßig zu Momenten des Hafens, und dann des beschleunigten Gleitens. Es ist ebenfalls ersichtlich, wie die das Stick-Slip Verhalten mit steigender Vertikalspannung (750 Pa – 8250 Pa) zunimmt. Da Silobeben sich so stark ausbilden kann, dass es zu massiven Schädigungen von Silokörpern und Unterstützungskonstruktionen kommen kann, und die Lärmemissionen von Silohupen so intensiv werden können, dass sie Kilometerweit gehört werden, hat es in der praktischen Siloanwendung zu einigen empirischen Lösungsansätzen geführt, diese Phänome zu reduzieren und bestenfalls zu vermeiden / eliminieren.

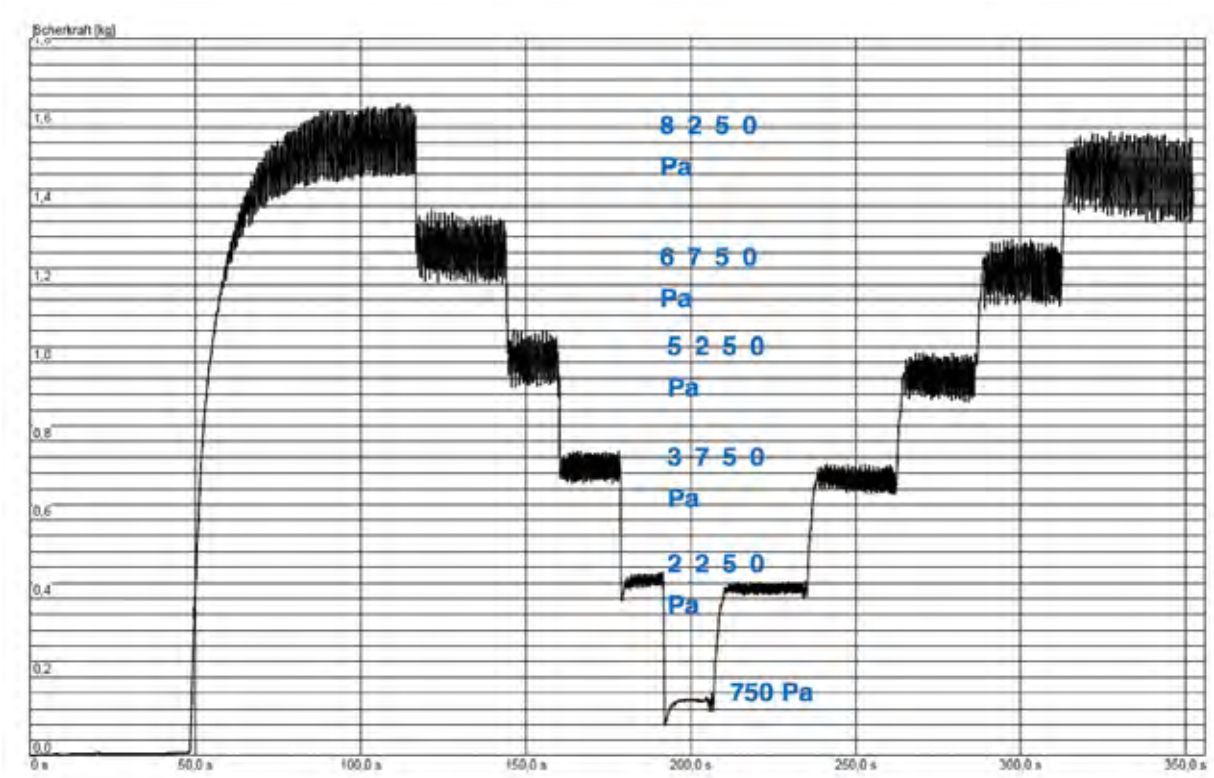


Abbildung 3: Wandreibungsmessung mit Stick-Slip

Lösungsansätze, wie sie in [1] im Detail vorgestellt werden sind:

- Installation eines vertikalen Entleerungsrohres. Das Schüttgut fließt durch ein in der Regel zentrisch installierte Entleerungsrohr zum Auslauf. Es kommt dadurch an der Silowand nicht mehr zum Fließen / Rutschen / Gleiten des Schüttgutes. Das Stick-Slip Verhalten wird dadurch vermieden.

- Eine Modifikation sind Entleerungsrohre, die am Silo befestigt werden oder am Silo verschweißt werden. Durch Befüllschlitze im oberen Bereich gelangt das Schüttgut in das Entleerungsrohr. Auch hier wird das Gleiten des Schüttgutes an der Silowand vermeiden.

- Als dritte Variante besteht die Möglichkeit die Siloinnenwand so rau zu gestalten, dass es zu keinem Fließen / Rutschen / Gleiten / Haften von Schüttgut an der Silowand kommt. Somit gleitet das Schüttgut in sich, anstatt an der Wand. Dafür können Siebgewebe, Riffelbleche oder Waffelbleche an der Siloinnenwand installiert werden.

Welche Lösungsmöglichkeit zum Einsatz kommt hängt von diversen Schüttguteigenschaften, wie Brückenbildung oder Zeitverfestigung ab.

GÜTESIEGEL
„Sicher mit System"

Erneut ausgezeichnet

Die Sicherheit und Gesundheit unserer Mitarbeiter hat bei AGRICHEMA einen hohen Stellenwert. Deshalb arbeiten wir kontinuierlich daran, unsere Abläufe und Schutzmaßnahmen zu überprüfen und weiterzuentwickeln.

Im September 2026 wurde unser Arbeitsschutzmanagement erneut durch die Berufsgenossenschaft Holz und Metall begutachtet. Dabei konnte AGRICHEMA die Anforderungen an einen systematischen und wirksamen Arbeitsschutz erfolgreich erfüllen und wurde erneut mit dem Gütesiegel „Sicher mit System" ausgezeichnet.

Das Gütesiegel bestätigt, dass Arbeitssicherheit bei AGRICHEMA nicht nur aus einzelnen Maßnahmen besteht, sondern fest in unseren betrieblichen Abläufen verankert ist. Ein funktionierendes Arbeitsschutzmanagement trägt dazu bei, mögliche Gefahren frühzeitig zu erkennen, Unfälle und Ausfallzeiten zu vermeiden und ein sicheres Arbeitsumfeld für alle Mitarbeitenden zu schaffen.
Die erneute Auszeichnung ist für uns eine wichtige Bestätigung und zugleich ein Ansporn, unsere hohen Standards auch in Zukunft weiterzuführen. Die aktuelle Bescheinigung ist bis zum 31. Mai 2029 gültig.



2029 Sicher mit System BG geprüft

Wir sagen Danke für die Auszeichnung!

Ein herzliches Dankeschön an alle Mitarbeitenden, die durch ihr umsichtiges Handeln und ihr Verantwortungsbewusstsein jeden Tag zu mehr Sicherheit bei AGRICHEMA beitragen.

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