

# Schüttgut BRIEF

## Anlagenverfügbarkeit, das größte Gut

Zuverlässigkeit, bedarfsorientierte Wartung sowie ein Gespür für das Wesentliche sichern Ihnen die gewünschte Anlagenverfügbarkeit. Mit einer Flotte an entsprechend ausgestatteten Servicefahrzeugen, kümmern wir uns mit Einsatzbereitschaft um Ihre Anlage. Alle unsere Montere verfügen über ein SCC-Zertifikat gem. Dokument 016.

Gerne erhalten Sie ein individuelles Wartungs- und Lösungskonzept – auch für Ihre Verladegarnituren.

**Zuverlässigkeit kennt  
keine Kompromisse**

**+49 (0) 6707 9140 0**



*Sicher durch Wartung*

**AGRICHEMA**  
SCHÜTTGUTTECHNIK



# Grundlagen & Möglichkeiten der Schüttguttechnik

## Vorgänge beim Lagern von Schüttgütern in Silos | Teil 1

### 1. Das Verhalten von Schüttgütern bei der Lagerung

Schüttgüter verhalten sich bei der Lagerung grundsätzlich anders als Flüssigkeiten. Dementsprechend sind Silos nach anderen Grundsätzen auszulegen als Flüssigkeitsbehälter. Ein wesentlicher Unterschied ist die Fähigkeit der Schüttgüter, in Ruhe Reibung (Schubspannungen) übertragen zu können. Diese Schubspannungen hindern z.B. das auf der Oberfläche eines Schüttkegels liegende Schüttgut am Abrutschen.

Im Bild 1 sind Silos zusammen mit den dazugehörigen Druck- bzw. Spannungsverläufen – der „Schüttgutdruck“ wird im Folgenden als „Spannung“ bezeichnet – dargestellt. Würde man einen Silo mit einer Flüssigkeit füllen, so würde der Druck linear nach untenhin zunehmen, und zwar unabhängig vom Siloquerschnitt und der Neigung der Wände. In einem mit Schüttgut gefüllten Silo ergibt sich ein anderer Verlauf: Im Siloschaft steigt die Vertikalspannung nach unten hin zunächst stark, dann immer weniger an. Bei einem hinreichend großen Verhältnis von Höhe zu Durchmesser wird eine annähernd konstante Vertikalspannung erreicht. Ursache für diesen Spannungsverlauf

ist, dass sich das Schüttgut auch im Ruhezustand über Schubspannungen (Reibung) an der Silowand abstützt, so dass ein Teil des Schüttgutgewichts von der Silowand aufgenommen wird [1].

Die maximale Vertikalspannung, die in einem Siloschaft bei hinreichender Füllhöhe erreicht werden kann, ist proportional zum Durchmesser des Schaftes. Dieses ist der Grund, warum Silos häufig schlank und hoch gebaut werden. Flüssigkeitsbehälter (Tanks) werden dagegen in der Regel mit kleiner Höhe/Durchmesser-Verhältnis gebaut, da hier der maximale Druck proportional zur Füllhöhe ist.

Eine Gleichung zum Berechnen des Druckverlaufs im Siloschaft wurde schon 1895 von Janssen hergeleitet [2]. Dieselbe Methode liegt der aktuellen Norm DIN EN 1991-4 [3] zur Berechnung der Wandbelastung für die festigkeitsmäßige Siloauslegung zugrunde.

Unmittelbar nach dem Füllen eines leeren Silos fällt die Vertikalspannung im Trichter zunächst wenig und in der Nähe zur (gedachten) Trichterspitze stärker ab (Bild 1.b.). Dieser Zustand wird als „Füllzu-

stand“ bezeichnet. Sobald das erste Mal Schüttgut aus dem Silo abgezogen wird, ändern sich die Spannungen im Trichter und der sogenannte „Entleerungszustand“ stellt sich ein (Bild 1.c; im Vertikalteil bleibt der oben erläuterte Spannungsverlauf im Prinzip auch beim Entleeren erhalten). Das im Trichter nach unten fließende Schüttgut wird in horizontaler Richtung zusammengedrückt, so dass die Trichterwand einen größeren Teil der Schüttgutlast aufnimmt. Die Vertikalspannung im Trichter nimmt daher nach unten hin deutlich stärker ab als im Füllzustand. Im unteren Bereich des Trichters sind die Spannungen näherungsweise proportional zum örtlichen Trichterdurchmesser bzw. zum Abstand von der (gedachten) Trichterspitze. Die Größe der Spannungen im unteren Trichterbereich ist im Entleerungszustand unabhängig von den Spannungen im Vertikalteil des Silos und damit auch von der Füllhöhe. Wie Bild 1 zeigt, sind Spannungen vor allem im unteren Trichterbereich, wo sich gewöhnlich die Auslauföffnung befindet, im Füllzustand deutlich größer als im Entleerungszustand (nach Messungen bis zu zehnmal größer). Dieses führt zu folgenden praktischen Auswirkungen:

- Wird ein vorher leeres Silo gefüllt, ohne Schüttgut abzuziehen, und lagert das Schüttgut längere Zeit in Ruhe, kann es sich aufgrund der großen Spannungen (Füllzustand) so stark verfestigen, dass es zu Fließproblemen kommt. Zieht man dagegen schon während des Füllens oder unmittelbar danach etwas Schüttgut ab, reduzieren sich die Spannungen im Trichter

(Entleerungszustand) und die Gefahr der Verfestigung des Schüttgutes wird geringer.

- Ein unter der Auslauföffnung angebrachtes Austraggerät (z.B. Gurtförderer, Kettenförderer) benötigt im Füllzustand wegen der großen Vertikalspannungen eine große Antriebskraft, um das Schüttgut in Bewegung zu bringen.

Treten beim ersten Schüttgutabzug aus einem gerade gefüllten Silo Anfahrprobleme auf, so sollte schon während des Füllens bei kleinen Füllhöhen etwas Schüttgut abgezogen werden. Dadurch stellt sich bereits während des Füllens im Trichter der Entleerungszustand ein, der auch beim weiteren Füllen des Silos weitgehend erhalten bleibt.

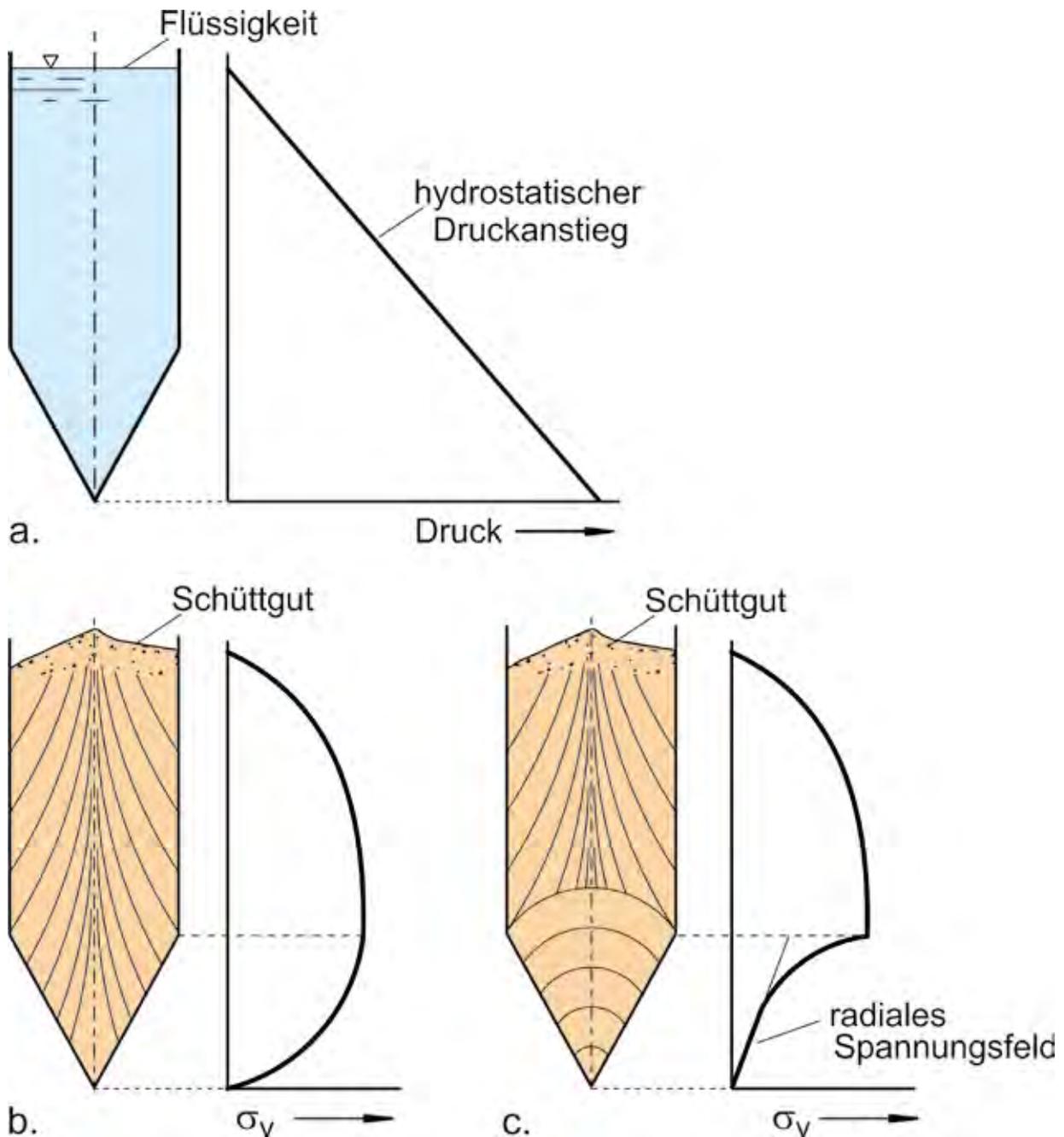


Abb. 1: Druck- bzw. Spannungsverläufe in Behältern [1]

Autor: Prof. Dr. Dietmar Schulze, Dr. Dietmar Schulze GmbH, Wolfenbüttel

Literatur:

[1] Schulze, D: Pulver und Schüttgüter, 4. Auflage, Springer Verlag (2019)

[2] Janssen, H.A.: Ztg.Ver. dt. Ing.39 (1895), S.1045-1049

[3] DIN EN 1991-4:2010-12 (2010) Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter.

... Fortsetzung in SGB Ausgabe 3

# RÜCKBLICK MESSEN 2022

In diesem Jahr fanden endlich wieder zwei große Veranstaltungen für Agrichema statt.

Die **SOLIDS in Dortmund** und die **POWTECH in Nürnberg**. Entsprechend groß war die Erwartungshaltung.

Auf unserem Messestand waren alle Komponenten unserer Produktpalette ausgestellt. Vom SHOCK-BLOWER® Luftstoßgerät bis hin zum VIBOSTAR®-Schwingtrichter und MODUFLEX Verloader. Wie gewohnt haben wir dabei das Hauptaugenmerk auf eine

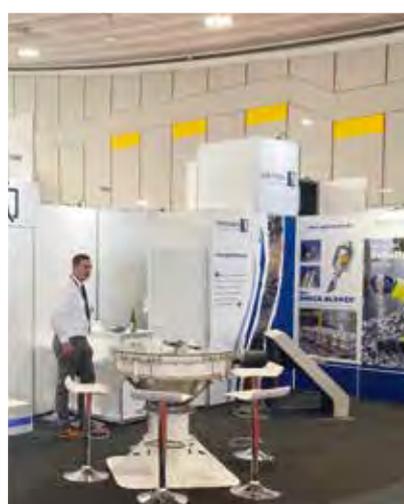
fachlich kompetente Beratung gelegt.

Rückblickend bleibt festzuhalten, dass die CORONA-Pandemie ihre Spuren hinterlassen hat. Es lief noch nicht alles so reibungslos, wie man es von den beiden Messen aus der Vergangenheit gewohnt war. Dennoch durften wir dank Ihrer Besuche wieder jede Menge interessanter Kunden- und Fachgespräche führen. Der persönliche Kontakt ist selbst im Zeitalter der immer weiter voranschreitenden Digitalisierung unersetzlich.



Messestand POWTECH 2022

**Auch 2023 werden wir wieder als Aussteller auf der POWTECH präsent sein und freuen uns bereits jetzt schon auf Ihren Besuch.**



Messestand SOLIDS 2022

## Save the Date

26. - 28. September 2023  
Messe Nürnberg

### POWTECH 2023

#### 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](http://www.agrichema.de)

**AGRICHEMA**  
SCHÜTTGUTTECHNIK

