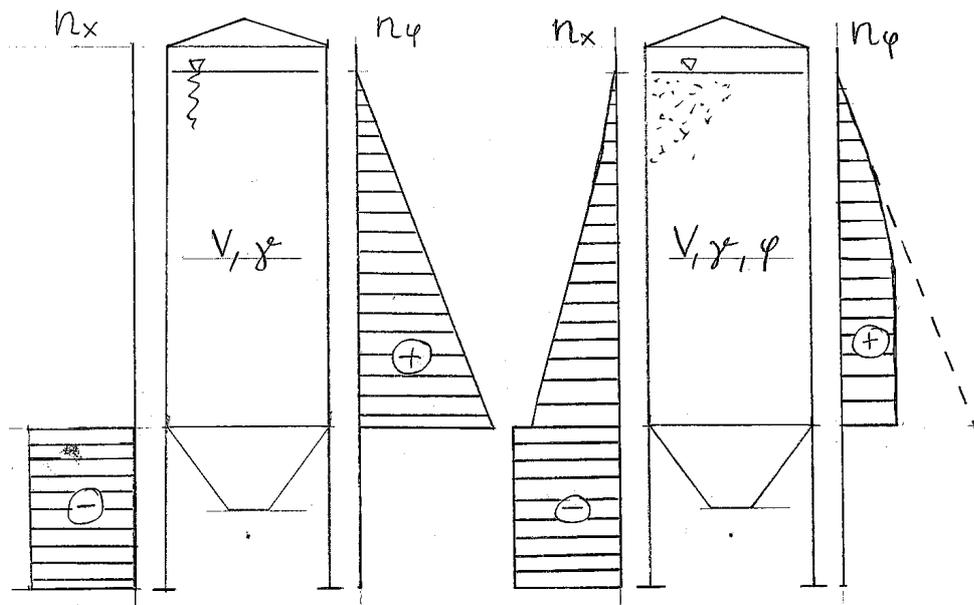


Lasten aus Füllung

0. Inhalt

0.	Inhalt	1
1.	Lasten aus Flüssigkeit	1
1.1	Lastverteilung	1
1.2	Schnittgrößen	2
2.	Lasten aus Schüttgut	3
2.1	Lastverteilung	3
2.2	Schnittgrößen	3
3.	Literatur	4



Skizze schematisch – Schnittgrößen in einem zylindrischen Behälter auf Standzarge:

links: Eigenlasten aus Flüssigkeitsfüllung; rechts: Eigenlasten aus Schüttgutfüllung

1. Lasten aus Flüssigkeit

1.1 Lastverteilung

Im Behälter stellt sich ein hydrostatischer (höhenabhängiger) Innendruck ein. Der Innendruck nimmt vom freien Flüssigkeitspegel mit der Höhe (bzw. Tiefe) linear zu.

Die Höhenordinate z wird von der freien Flüssigkeitsoberfläche positiv nach unten gemessen.

$$p(z) = z * \gamma$$

bzw.

$$p(z) = z * \rho * g$$

mit

z Höhenordinate (siehe oben)

γ spezifisches Gewicht [z.B. kN/m³]

ρ Wichte [z.B. kg/m³]

g Erdbeschleunigung ca. 9,81 m/s²

Das Gesamtgewicht der Füllung beträgt

$$G = V * \gamma$$

mit

V Betriebsvolumen aus Zylinder und Auslaufkegel

1.2 Schnittgrößen

Aus dem Innendruck entsteht in der Behälterwand eine (ebenfalls höhenabhängige) Umfangszugspannung $n\varphi$, nach der "Kesselformel" beträgt sie

$$n\varphi(z) = p(z) * R$$

Die Verteilung entlang der Behälterachse ist in der obigen Skizze links dargestellt.

Die Behälterwand nimmt aus der Flüssigkeit keine Vertikallasten auf.

Das gesamte im Behälter befindliche Flüssigkeitsgewicht "steht" daher auf dem Behälterboden bzw. Auslauftrichter.

In der Standzarge herrscht kein Innendruck, daher auch keine Umfangszugspannungen, dafür aber das volle Eigengewicht der Füllung, das vom Auslauftrichter bzw. Behälterboden an die Standzarge "gehängt" wird. Dieses Gewicht verteilt sich gleichmäßig über den Umfang der Standzarge.

$$n_x = G / (2\pi * R)$$

2. Lasten aus Schüttgut

2.1 Lastverteilung

Im Unterschied zur Flüssigkeitsfüllung hat Schüttgut noch die Stoffeigenschaft "innere Reibung" ϕ (nicht zu verwechseln mit dem Umfangswinkel ϕ) und gemeinsam mit der Behälterwand die Stoffpaareigenschaft "Wandreibungswinkel" ϕ . Zahlenwerte sind in DIN 1055 Teil 6 angegeben.

Im oberen Teil des Behälters (ca. 1-2 Behälterdurchmesser ab Schüttgutoberfläche) stellt sich ein quasi-hydrostatischer Innendruck ein.

Im unteren Teil des Behälters (mehr als ca. 2 Behälterdurchmesser ab Schüttgutoberfläche) ist der Innendruck konstant, d.h. unabhängig von der Höhenlage.

Qualitativ gleich sind die Wandreibungslasten (genauer: Wandreibungs-Schubspannungen) entlang des Behälters verteilt.

Auf dem Behälterboden bzw. Auslaufkegel steht eine Last, die dem Eigengewicht des Schüttgutes im Kegel entspricht plus einem gedachten Überschüttungskegel.

In DIN 1055 Teil 6 sind Formeln für die Berechnung der Lasten senkrecht zu Zylinderwand und Kegel (d.h. Innendrucke) sowie Wandreibungslasten (d.h. Schubspannungen) angegeben.

Hinweis:

Wenn man die vertikalen Lasten nach DIN 1055 Teil 6 addiert, bekommt man mehr, als an Füllgewicht im Silo überhaupt enthalten ist. Dies ist für die Bemessung richtig, da die Lasten aus Schüttgut oft nicht gleichmäßig über den Umfang verteilt sind, und für die Bemessung der größtmögliche Wert interessant ist.

2.2 Schnittgrößen

Wie bei der Flüssigkeitsfüllung entsteht eine Umfangszugspannung $n\phi$, die nach der Kesselformel dem vorhandenen Innendruck proportional ist.

Die Verteilung entlang der Behälterachse ist in der obigen Skizze rechts dargestellt.

Die Behälterwand sammelt von oben nach unten die Wandreibungslasten aus dem Schüttgut auf. In der zylindrischen Wandung ist daher ein großer Teil des Eigengewichts aus Füllung schon oberhalb des Kegelanschlusses in der Wand enthalten.

Am Kegelanschluß kommt sprungartig das Eigengewicht des Füllgutes im Kegel dazu.

Wie bei der Flüssigkeitsfüllung entstehen in der Standzarge keine Umfangszugspannungen.

Die Last für die Standzarge ermittelt man sinnvollerweise nicht aus der Summe der nach DIN 1055 Teil 6 ermittelten Zellenlasten, sondern direkt aus dem Gesamtgewicht der Füllung G. Dieses Gewicht verteilt sich gleichmäßig über den Umfang der Standzarge.

$$n_x = G / (2\pi * R)$$

3. Literatur

- [1] DIN 1055: Einwirkungen auf Tragwerke.
Teil 6: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter. März 2005.
(siehe auch EC1 und ISO 11697)
- [2] Martens, P. (Hrsg.): Silo-Handbuch. Ernst & Sohn, Berlin 1988.
- [3] Ruckenbrod, C., Schlüter, F.-H.: Silolasten nach der neuen DIN 1055-6. Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006), Heft 3, S. 138-151.

nicht mehr gültig !!!

- [4] DIN 1055: Lastannahmen für Bauten.
Teil 6: Lasten in Silozellen. Mai 1987;
Beiblatt zu Teil 6, Mai 1987, 6 Seiten.
Einführungserlaß GABI BW (1989)