

Bernoulligleichung: Stempeldruck/Zug einer Spritze

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \text{Kontinuitätsgleichung} \quad A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad \text{Fläche}$$

$$p = \frac{F}{A_1} \quad \text{Flüssigkeitsdruck durch Kraft erzeugt}$$

$$p + h \cdot \delta \cdot g + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v^2 = C \quad \text{Bernoulli-Gleichung, reversibler Vorgang}$$

Man kann den Zylinder mit der Kraft F ziehen oder aber auch drücken. Beim ziehen ist zu prüfen, ob durch die Kraft F keine luftleere Blase gegen den äußeren Luftdruck entsteht:

$$F_{max} = p_{amb} \cdot A_1 \quad F_{max} := 1.01325 \text{ bar} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (100 \text{ mm})^2 = 795.80 \text{ N}$$

Durch die Kraft $F := 300 \text{ kN}$ würde also eine Blase entstehen!!!

Nullniveau am Behälterboden, Höhe wird positiv nach oben gezählt.

Es ist:

$$p_{amb} + p + h \cdot \delta \cdot g + \frac{1}{2} \delta \cdot v_1^2 = p_{amb} + \frac{1}{2} \delta \cdot v_2^2$$

$$2 p + 2 h \cdot \delta \cdot g + \delta \cdot v_1^2 = \delta \cdot v_2^2$$

$$2 \frac{F}{A_1} + 2 h \cdot \delta \cdot g + \delta \cdot v_1^2 = \delta \cdot v_2^2 \quad v_2 = v_1 \cdot \frac{A_1}{A_2} = v_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad \text{Kontinuum}$$

$$2 \frac{F}{A_1} + 2 h \cdot \delta \cdot g + \delta \cdot v_1^2 = \delta \cdot v_1^2 \cdot \frac{d_1^4}{d_2^4} \quad A_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2$$

$$\frac{2}{\pi} \cdot F \cdot d_1^2 + 2 h \cdot \delta \cdot g + \delta \cdot v_1^2 = \delta \cdot v_1^2 \cdot \frac{d_1^4}{d_2^4}$$

somit:

$$v_1 = d_2^2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (F \cdot d_1^2 + \pi \cdot \delta \cdot g \cdot h)}{\pi \cdot \delta \cdot (d_1^4 - d_2^4)}}$$

