

Hochschule Bremen
City University of Applied Sciences



Hydromechanik- Technische Strömungslehre

Inhalte der Veranstaltung

- Stoffeigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen
- Hydrostatik (Aerostatik)
- Inkompressible Strömungen
- Kompressible Strömungen
- Strömungsmesstechnik

Literaturempfehlung

Bohl/ Elmendorf – Technische Strömungslehre

ISBN: 978-3-8343-3329-2

- Umfangreiches Fachbuch

Als Printausgabe in der Bibliothek vorhanden

Gerd Junge - Einführung in die Technische Strömungslehre

ISBN: 978-3-446-44430-0

- Didaktisch gut verfasstes Lehrbuch

Als Print- und Digitalausgabe in der Bibliothek vorhanden

Druckkräfte

Definition:

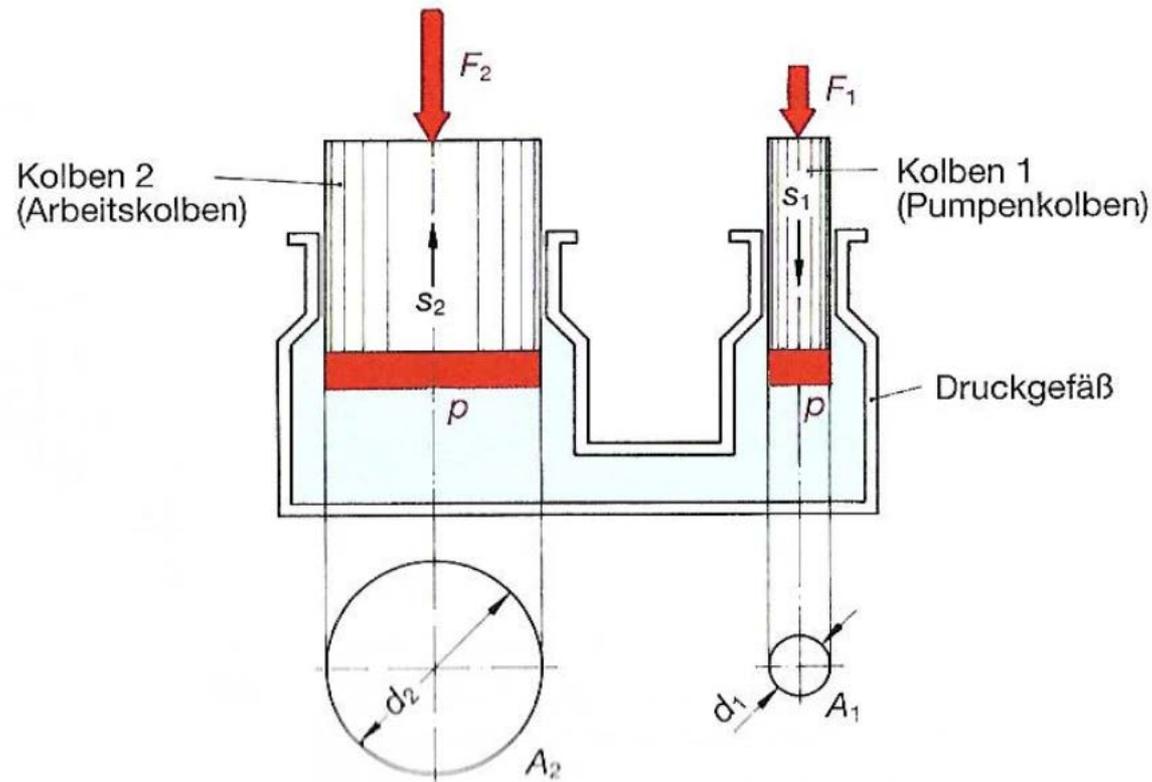
$$p = \frac{\text{Druckkraft}}{\text{Fläche}} = \lim_{dA \rightarrow 0} \frac{|dF_n|}{dA}$$

F: Vektor

p: Skalare Größe (richtungsunabhängig)

Bezugsniveau – Druckarten:

1. Absolutdruck: p_a
2. Überdruck: $p_{\ddot{u}}$
3. (Unterdruck: p_u)
4. Atmosphärischerdruck
(Bezugsdruck): $p_{amb.}$



Druckfortpflanzungsgesetz (Pascal):

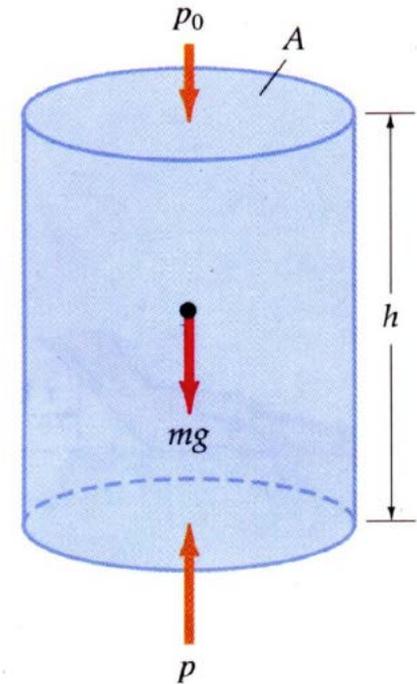
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Und bei inkompressiblen Flüssigkeiten:

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

$$p_h = \frac{F_g}{A} = \frac{A * h * \rho * g}{A} = \rho * g * h$$

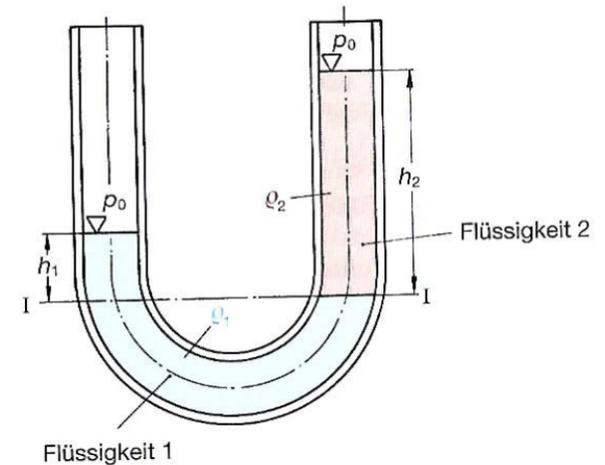
$$p_{ges} = p_0 + p_h$$



$$p_2 + \rho_2 * g * h_2 = p_1 + \rho_1 * g * h_1$$

$$p_1 - p_2 = g * (\rho_2 * h_2 - \rho_1 * h_1)$$

$$\text{bei } p_1 = p_2 \rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$$



Druckkräfte gegen gekrümmte Gefäßwände

$$dF = p_{i\ddot{u}} * dA$$

Die Achsenkomponente

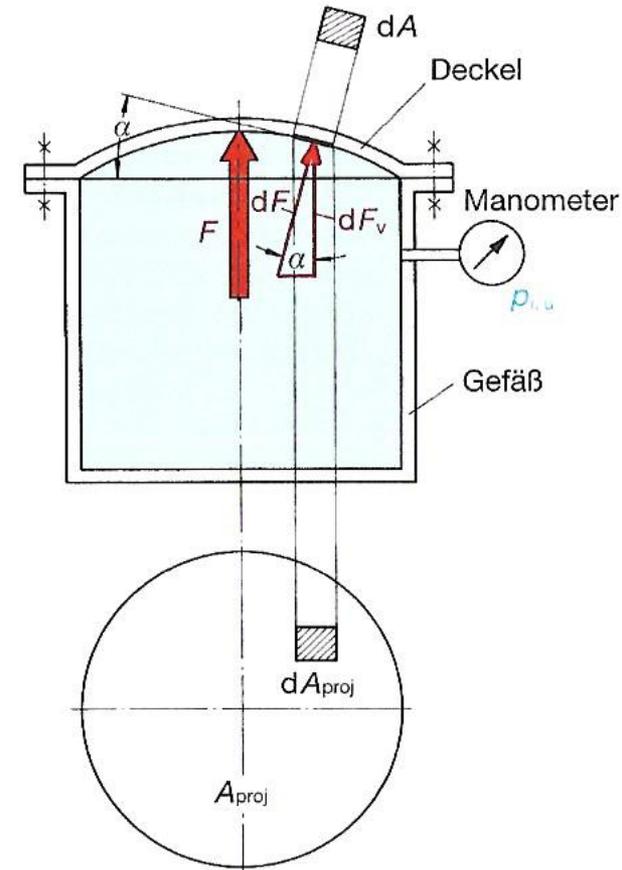
$$dF_V = dF * \cos \alpha = p_{i\ddot{u}} * dA * \cos \alpha$$

$$dA * \cos \alpha = dA_{proj}$$

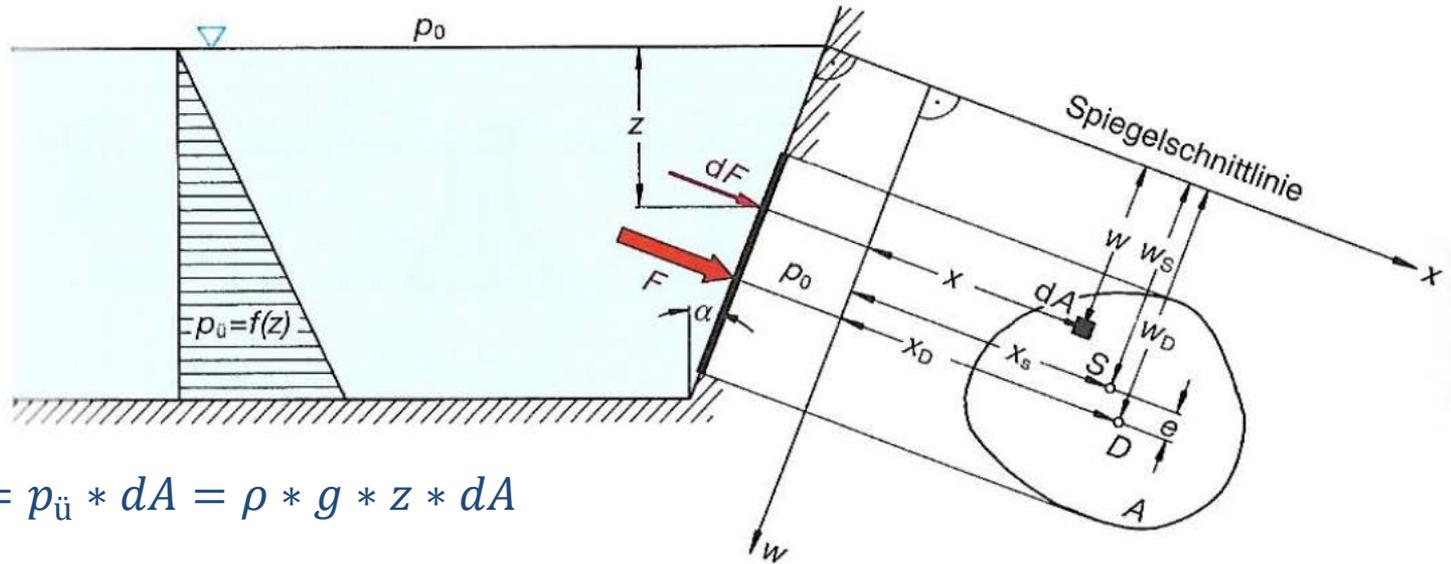
$$F = \int p_{i\ddot{u}} * dA_{proj} = p_{i\ddot{u}} * \int_A dA_{proj}$$

$$F = p_{i\ddot{u}} * A_{proj}$$

Die Druckkraft auf eine gewölbte Fläche ist gleich dem Produkt aus innerem Überdruck und in Krafrichtung projizierte Fläche



Seitendruckkraft



$$dF = p_{\ddot{u}} * dA = \rho * g * z * dA$$

$$F = \int_A dF = \rho * g * \int_A z dA$$

$$z = y * \cos \alpha$$

$$F = \rho * g * \cos \alpha * \int_A y dA$$

$$\int_A y dA = y_S * A$$

$$F = \rho * g * \cos \alpha * y_S * A$$

$$z_S = y_S * \cos \alpha$$

$\int_A y dA$ – Statisches Moment der Fläche A

bezogen auf die X – Achse

$$F = \rho * g * z_S * A = p_S = A$$

Flüssigkeiten: Temperaturabhängigkeit

$$\Delta V = V_0 * \beta_p * \Delta T$$

$$V = V_0 + \Delta V = V_0 * (1 + \beta_p * \Delta T)$$

$$\rho = \rho_0 * \frac{1}{1 + \beta_p * \Delta T}$$

Dichte

-Druckabhängigkeit

Elastizität: Hookesches Gesetz (Linearer Zusammenhang zwischen Volumen- und Druckänderung)

$$\Delta V = \beta_T * V_0 * \Delta p \quad V = V_0 - \Delta V = V_0 - \beta_T * V_0 * \Delta p$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{V_0(1 - \beta_T * \Delta p)} = \frac{\rho_0}{1 - \beta_T * \Delta p}$$

Gase:

Idealgas: $\rho = \frac{p}{R_i * T}$

Realgase: $\rho = \frac{p}{Z * R_i * T}$

Druckarbeit

$$dW = p * dV \text{ (Volumenänderungsarbeit)}$$

$$W = \int_{p_1}^{p_2} p dV \quad dV = \beta_T * V_1 * dp$$

$$\beta_T = \text{isothermer}$$

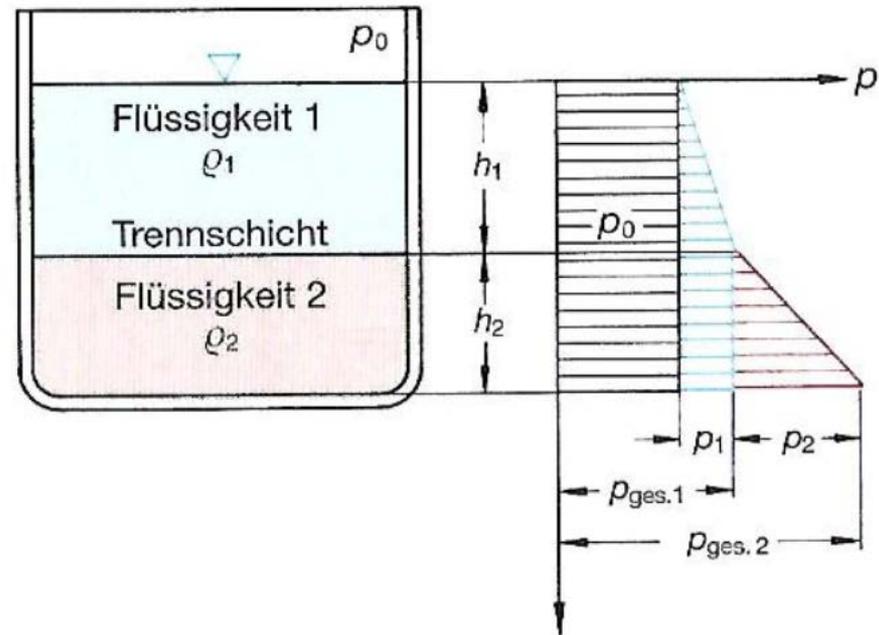
Kompressibilitätskoeffizient

$$\beta_T = \frac{\Delta V}{V_1} \text{ bei } \Delta p = 1 \text{ bar} \left[\frac{1}{\text{bar}} \right]$$

$$W = \beta_T * V_1 * \int_{p_1}^{p_2} p dp$$

$$W = \frac{1}{2} * \beta_T * V_1 * (p_2^2 - p_1^2)$$

Schweredruck



$$p = \rho * g * h$$

$$p_{ges} = p_0 + \rho * g * h$$

Kommunizierende Gefäße:

$$p_2 - p_1 = \rho * g * h$$

Druckmessung

Flüssigkeits- Druckmessgeräte:

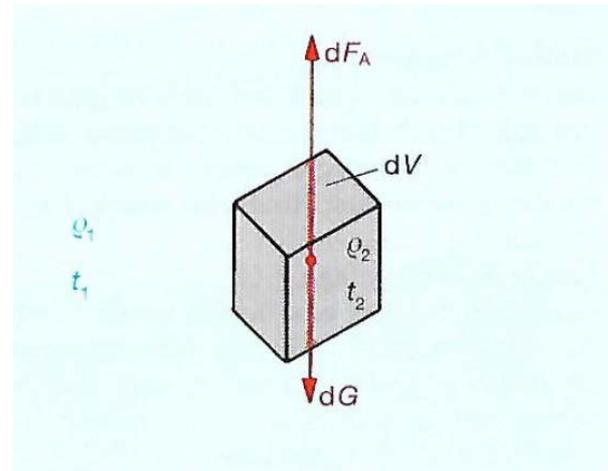
- U- Rohr- Manometer
- Einseitig verschlossenes U- Rohr- Manometer
- Gefäßmanometer
- Präzisionsmanometer (Prandtl, Betz u. A.)
- Schrägrohrmanometer
- Ringwaage

- Kolben- Druckmessgeräte
- Federelastisches Manometer

Elektrische Druckmessgeräte:

- Piezoelektrisch
- Widerstandsmanometer (Halbleiter)
- Veränderung der Kapazität eines Kondensators
- Induktive Messumformung
- Dehungsmessstreifen

Thermischer Auftrieb



Wenn $t_2 > t_1 \rightarrow \rho_2 < \rho_1 \rightarrow dF_A > dG$

$$\Delta\rho = \rho_1 * \beta_p * (t_2 - t_1)$$

$$dF_{th} = dF_A - dG$$

$$dF_{th} = \rho_1 * g * \beta_p * (t_2 - t_1) * dV$$

$$F_{th} = \rho_1 * g * \beta_p * (t_2 - t_1) * V$$

Grundbegriffe

-Stabilität

- Stabile Schwimmmlage
- Labile Schwimmmlage
- indifferente Schwimmmlage

- Gewichtslage
- Ausgelenkte Lage
- Schwimmachse
- Schwimmebene
- Schwimmfläche
- Metazentrum
- Metazentrische Höhe

Grundbegriffe

Metazentrische Höhe:

$$h_m = \frac{I_0}{V} - e$$

I_0 - Flächenträgheitsmoment der Schwimmfläche (des Wasserlinienrisses) bezogen auf die Drehachse 0

V - Verdrängtes Flüssigkeitsvolumen

e - Abstand zwischen S_k und S_V