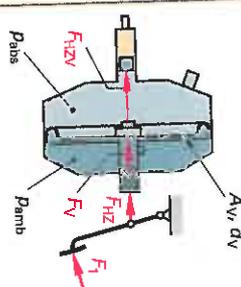


Pneumatische Verstärkung (Übersetzung)



$$100 \text{ hPa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

- F_{vz} Kolbenstangenkraft in N
- F_v Verstärkerkraft in N
- F_{vzv} verstärkte Kolbenstangenkraft in N
- A_v Fläche des Verstärkerkolbens (Membran) in cm^2
- d_v Durchmesser des Verstärkerkolbens in cm
- i_{pn} pneumatische Übersetzung des Bremskraftverstärkers
- p_{abs} absoluter Druck in der Vakuumkammer in N/cm^2
- p_{amb} atmosphärischer Druck in der atmosphärischen Kammer in N/cm^2
- Δp wirksame Druckdifferenz in N/cm^2
- v Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers

$$F_v = \Delta p \cdot A_v$$

$$F_{vzv} = F_{vz} + F_v$$

$$F_{vzv} = F_{vz} + \Delta p \cdot A_v$$

$$i_{pn} = \frac{F_{vzv}}{F_{vz}}$$

$$\Delta p = p_{amb} - p_{abs}$$

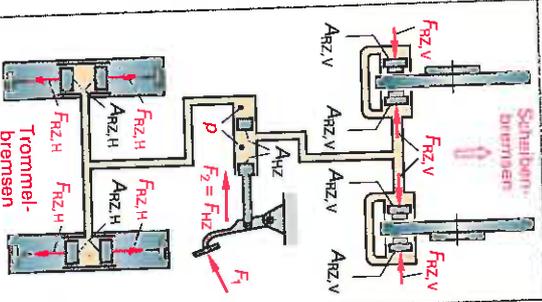
$$p_{abs} = p_{amb} - \Delta p$$

$$v = \frac{1}{i_{pn}}$$

Formelzeichen vergl. DIN 74250

Hydraulische Übersetzung

Wegen der verschiedenen großen Radzylinder an Vorder (V) und Hinterachse (H) sind die hydraulischen Übersetzungen getrennt zu berechnen.



- i_{hvd} hydraulische Übersetzung zur Vorderachse $i_{hvd,V}$
- $i_{hvd,H}$ zur Hinterachse $i_{hvd,H}$
- $i_{hvd,E}$ hydraulische Einzelübersetzung zu einem Radzylinder
- $i_{hvd,E,V}$ der Vorderachse $i_{hvd,E,H}$ der Hinterachse
- F_{vz} Hauptzylinder-Kolbenkraft (Kolbenstangenkraft) in N
- F_{vzV} Spannkraft eines Radzylinderkolbens der Vorderachse F_{vzV} in N
- F_{vzH} Spannkraft eines Radzylinderkolbens der Hinterachse F_{vzH} in N
- F_s Summe der Spannkraft der Radzylinderkolben der Vorderachse $F_{s,V}$ in N
- $F_{s,H}$ der Hinterachse $F_{s,H}$ in N
- A_{hz} Kolbenfläche des Hauptzylinders in cm^2
- A_{zv} Kolbenfläche eines Radzylinders der Vorderachse $A_{zv,V}$ in cm^2
- A_{zh} der Hinterachse $A_{zh,H}$ in cm^2
- A_s Summe der Kolbenflächen der Radzylinder der Vorderachse $A_{s,V}$ in cm^2
- $A_{s,H}$ der Hinterachse $A_{s,H}$ in cm^2

$$i_{hvd,E} = \frac{F_{vz}}{F_s}$$

$$i_{hvd,E,V} = \frac{A_{hz}}{A_{zv,V}}$$

$$i_{hvd,E,H} = \frac{A_{hz}}{A_{zv,H}}$$

$$F_s = K \cdot F_{vz}$$

$$A_s = K \cdot A_{hz}$$

$$F_s = \frac{F_{vz}}{i_{hvd}}$$

$$F_{vz} = i_{hvd} \cdot F_s = i_{hvd,E} \cdot F_{vz}$$

$$A_{zv} = \frac{A_{hz}}{i_{hvd,E}}$$

$$A_{s,V} = i_{hvd,E,V} \cdot A_{zv}$$

$$A_{s,H} = i_{hvd,E,H} \cdot A_{zh}$$

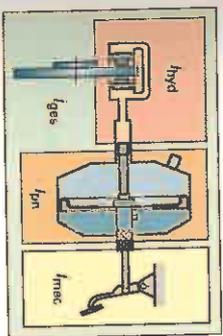
K Anzahl der Spannkraft einer Achse

- $K = 4$ Duplex-, 2-Zylinder-Festsattel-, Schwimmrahmen-, 1-Zylinder-Faustsattelbremse
- $K = 8$ Achse mit 4-Zylinder-Festsattel-, 2-Zylinder-Faustsattelbremse

Beispiel: 1-Zylinder-Faustsattelbremse der Vorderachse; Hauptzylinder-Kolbenkraft $F_{vz} = 2200 \text{ N}$; Radzylinder-Spannkraft $F_{vz} = 4231 \text{ N}$;

- a) Hydraulische Einzelübersetzung $i_{hvd,E,V} = ?$
 - b) Hydraulische Übersetzung $i_{hvd,V} = ?$
- Lösung: a) $i_{hvd,E,V} = \frac{F_{vz}}{F_{vzV}} = \frac{2200 \text{ N}}{4231 \text{ N}} = 0,52$
- b) $i_{hvd,V} = \frac{F_{vz}}{F_{s,V}} = \frac{2200 \text{ N}}{4 \cdot 4231 \text{ N}} = 0,13$

Gesamtübersetzung



- i_{ges} Gesamtübersetzung
- i_v zur Vorderachse
- i_H zur Hinterachse
- i_{mec} mechanische Übersetzung am Bremspedal
- i_{pn} pneumatische Übersetzung im Bremskraftverstärker
- i_{hyd} hydraulische Übersetzung der Bremse
- i_{hvd} zur Vorderachse $i_{hvd,V}$ zur Hinterachse $i_{hvd,H}$
- F_1 Fußkraft am Bremspedal in N
- F_s Summe der Spannkraften an der Vorderachse $F_{s,V}$ in N
- $F_{s,H}$ der Hinterachse $F_{s,H}$ in N
- F_{vz} Spannkraft an einem Radzylinderkolben
- K Anzahl der Spannkraft einer Achse

$$i_{ges} = i_{mec} \cdot i_{pn} \cdot i_{hvd}$$

$$i_{ges} = \frac{F_1}{F_s}$$

$$F_s = \frac{F_1}{i_{mec} \cdot i_{pn} \cdot i_{hvd}}$$

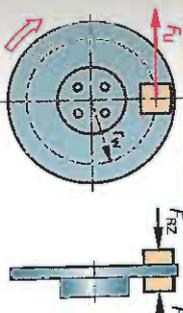
$$F_{vz} = \frac{F_s}{K} = \frac{F_1}{K \cdot i_{ges}}$$

$$F_s = K \cdot F_{vz}$$

$$F_1 = i_{ges} \cdot F_{vz} \cdot K$$

$$F_1 = i_{ges} \cdot F_s$$

Umfangskraft an der Scheibenbremse



- F_U Umfangskraft am wirksamen Umfang der Bremsfläche in N
 - F_{RZ} Spannkraft eines Radzylinderkolbens in N
 - K_R Anzahl der Spannkraft einer Radbremse
 - μ_G Gleitreibungszahl
- Beispiel:** Scheibenbremse mit zwei Kolben; $F_{RZ} = 4500 \text{ N}$; $\mu_G = 0,45$; $F_U = 7 \text{ N}$
- Lösung: $F_U = K_R \cdot \mu_G \cdot F_{RZ} = 2 \cdot 0,45 \cdot 4500 \text{ N} = 4050 \text{ N}$

$$F_U = K_R \cdot \mu_G \cdot F_{RZ}$$

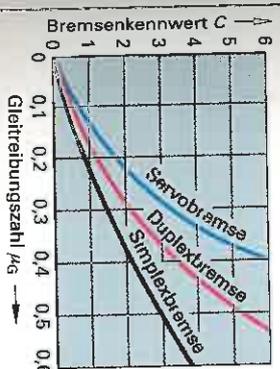
$$F_{RZ} = \frac{F_U}{K_R \cdot \mu_G}$$

Umfangskraft an der Trommelbremse

Die Selbstverstärkung bzw. innere Übersetzung der Trommelbremse wird durch den Bremsenkenwert C berücksichtigt.

$$F_U = C \cdot F_{RZ}$$

$$F_{RZ} = \frac{F_U}{C}$$



- F_U Umfangskraft an der Bremsstrommel in N
 - F_{RZ} Spannkraft eines Radzylinderkolbens in N
 - C Bremsenkenwert wird nach Bauart der Bremse und Gleitreibungszahl aus Diagramm bestimmt
- Beispiel:** Umfangskraft Servobremse; $\mu_G = 0,3$; $F_{RZ} = 1300 \text{ N}$
- Lösung: Aus Diagramm $C = 3,3$;
- $F_U = C \cdot F_{RZ} = 3,3 \cdot 1300 \text{ N} = 4290 \text{ N}$