

## Wiederholung - Hydraulik

- $\Delta p = c \cdot \dot{V}^n$ 

Rohrnetzgleichung für laminare und turbulente Strömung  
laminar:  $n \approx 1$   
turbulent:  $n \approx 2$
- $w = \frac{\dot{V}}{A} \left( = \frac{4 \cdot \dot{V}}{\pi \cdot d^2} \right)$ 

Kontinuitätsgleichung (...für runde Rohrleitungen)
- $\Delta p_{RL} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$ 

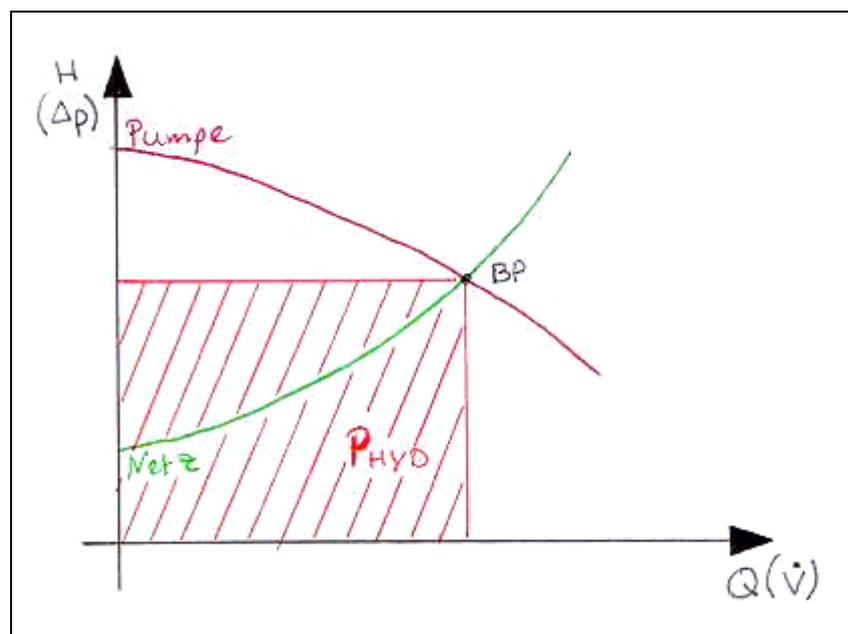
Druckverlust durch Rohrreibung
- $\lambda = \frac{64}{Re}$ 

Rohrreibungswiderstand für laminare Strömung
- $\Delta p_E = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$ 

Druckverlust durch Einzelwiderstände
- $P_{Hydr} = \Delta p \cdot \dot{V}$ 

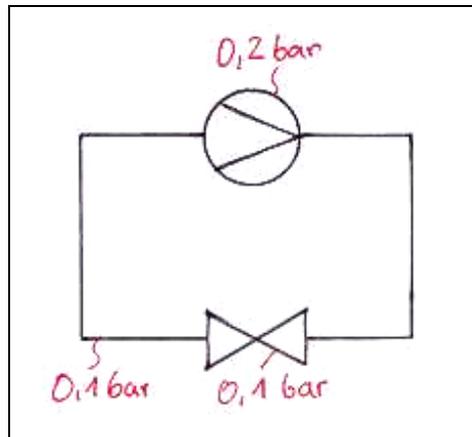
Hydraulische Leistung
- $P_{el} = \frac{P_{Hydr}}{\eta_{Pumpe}}$ 

Pumpenleistung
- Pumpe und Netz im Bild:



- $a_v = \frac{\Delta p_{V100}}{\Delta p_{V100} + \Delta p_{Rest100}}$  Definition der Ventilautorität (einfaches Netz)

- Beispiel:



Gegeben: einfaches Netz mit Druckabfall über der Rohrleitung von 0,1 bar im Auslegungsfall. Ventilautorität von 0,5 im Auslegungsfall.

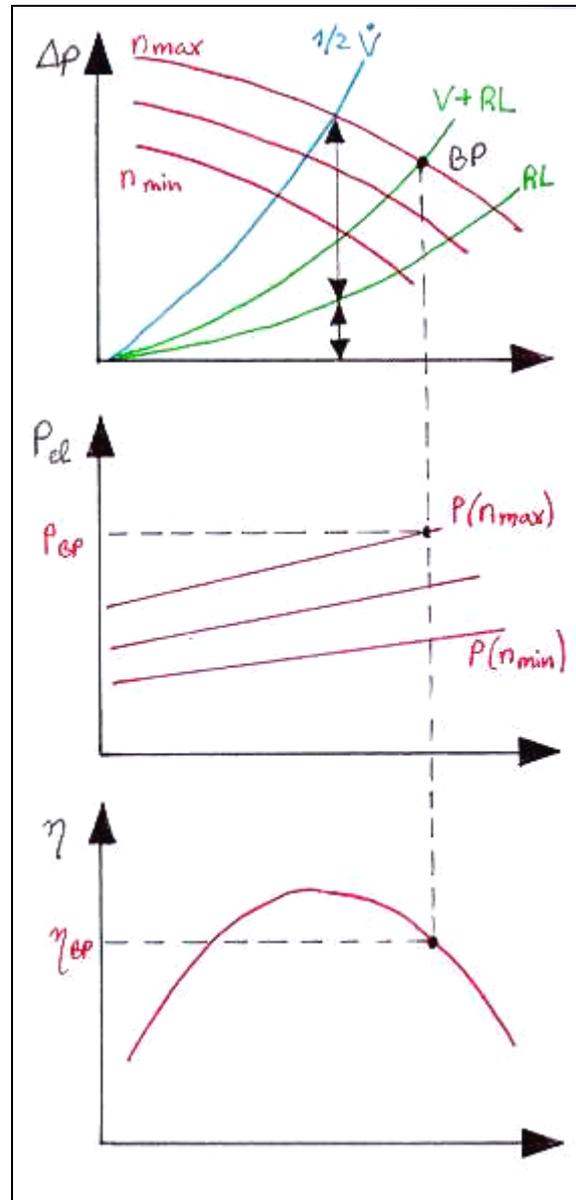
Gesucht: Druckabfall über dem Ventil, Pumpendruckerhöhung für den Auslegungsfall; qualitatives  $p, \dot{V}$ -Diagramm mit Kennlinie für die Rohrleitung, die Pumpe, die Netzkennlinie; Ventilautorität für halben Volumenstrom

$$\Delta p_{V100} = \frac{a_v}{1 - a_v} \cdot \Delta p_{Rest100} = \frac{0,5}{1 - 0,5} \cdot 0,1 \text{ bar} = 0,1 \text{ bar}$$

$$\Delta p_{Pumpe} = \Delta p_{V100} + \Delta p_{Rest100} = 0,1 \text{ bar} + 0,1 \text{ bar} = 0,2 \text{ bar}$$

Ventilautorität für halben Volumenstrom im Netz:  $a_{v,neu} = 3/4 = 0,75$

Pumpendiagramme:



Quelle: Skript zur Vorlesung "Neue Heiz- und Energietechnologien" an der Fachhochschule Braunschweig Wolfenbüttel; erarbeitet von Prof. Dr.-Ing. D. Wolff und erstellt von Dipl.-Ing. (FH) K. Jagnow; Wolfenbüttel; 2000