

Grundlagen der Strömungsmaschinen

Teile 1

14.05.2011 – 10H00

Energie- und Verfahrenstechnik AG

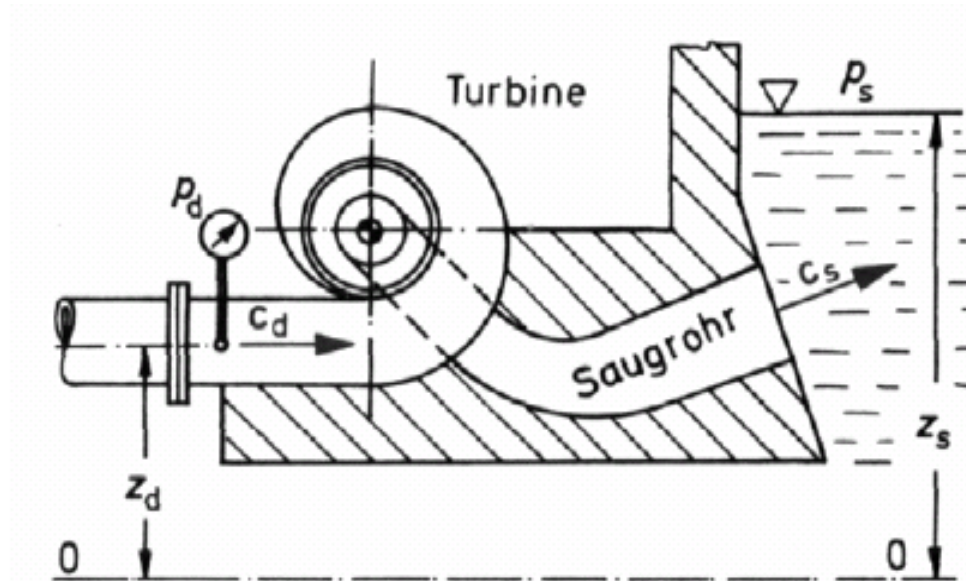
Agenda

- Wasserturbine
- Kennlinienfeld für Turbine
- Die Leistung einer Turbine
- Beispiel 1
- Beispiel 2

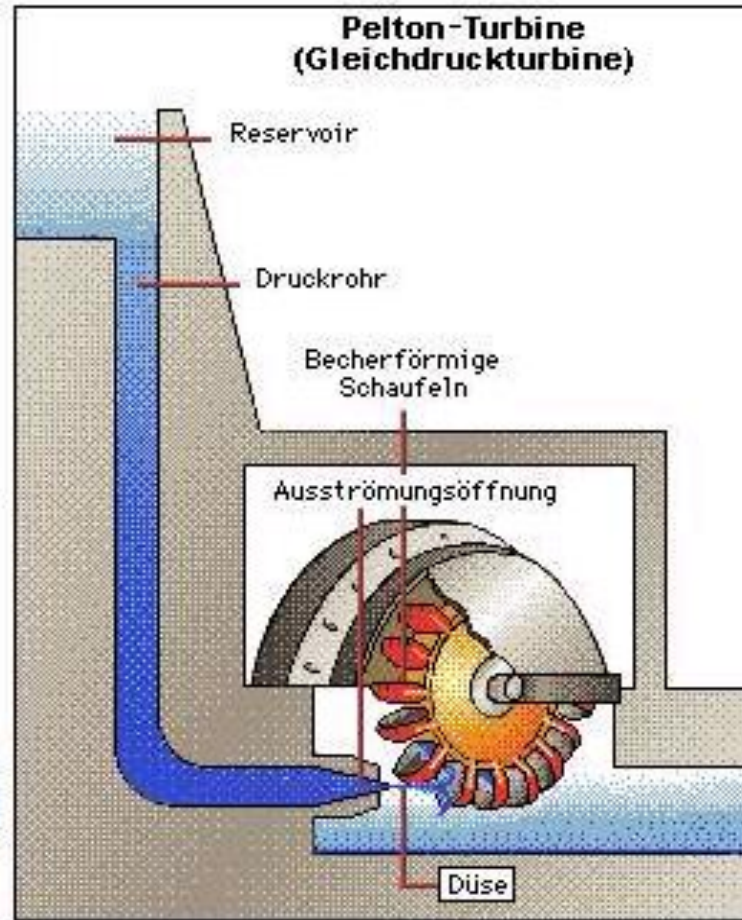
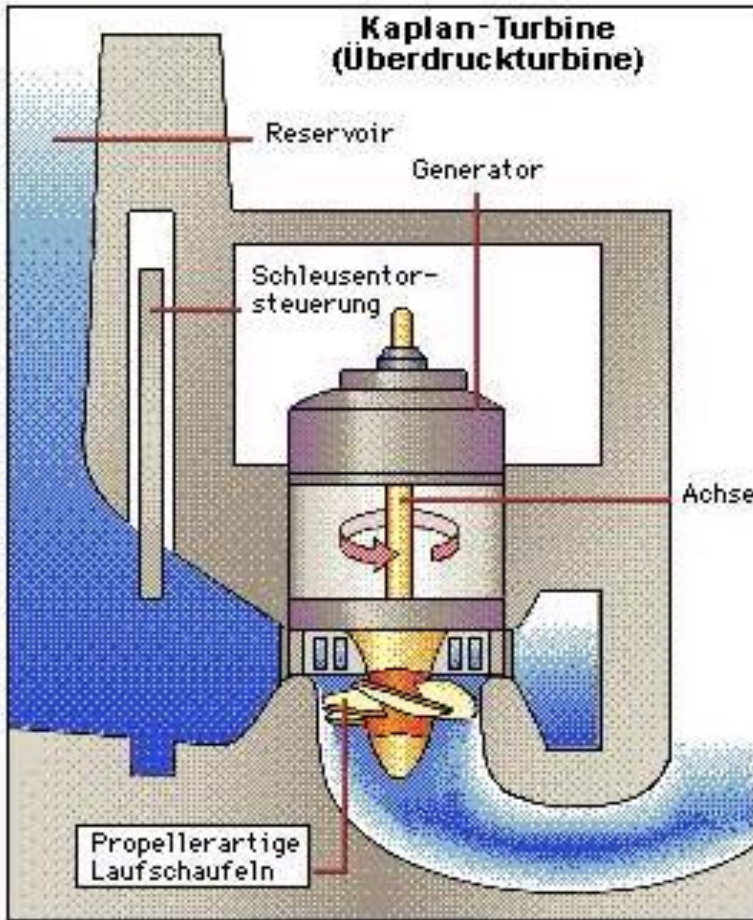
Wasserturbine

Bei Flüssigkeitspumpen und Wasserturbinen werden statt der spezifischen Stutzenarbeit oft die Begriffe Förderhöhe (Pumpen) bzw. Fallhöhe (Turbinen) benutzt:

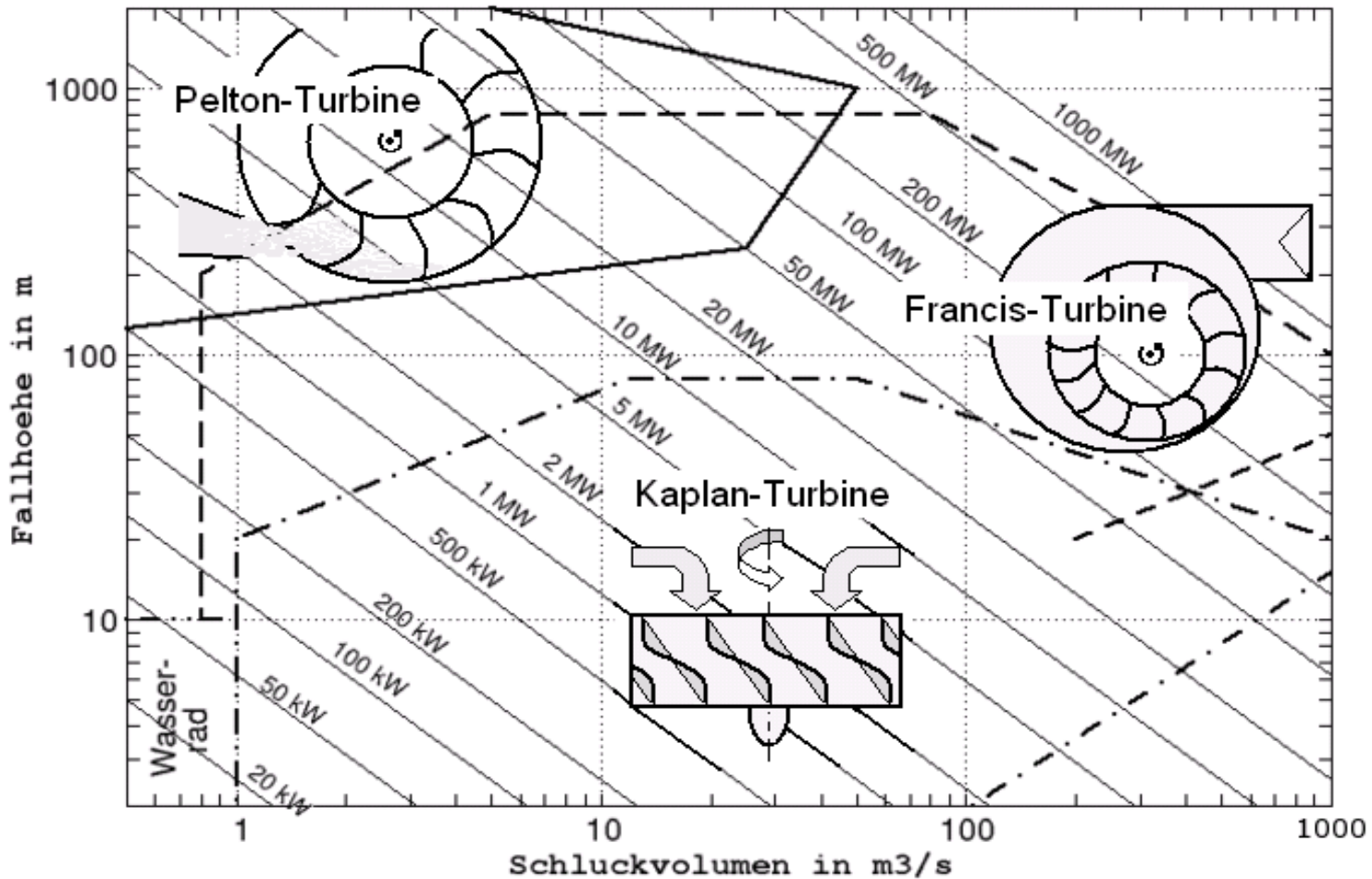
$$H = \frac{Y}{g}$$



Wasserturbine (1)



Kennlinienfeld für Turbine



Die Leistung einer Turbine

$$P_{Turbine} = \eta_T \cdot \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h \cdot \dot{V}$$

$$P_{mech.} = \eta_T \cdot \eta_{Getriebe} \cdot \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h \cdot \dot{V}$$

$$P_{elektr.} = \eta_T \cdot \eta_{Getriebe} \cdot \eta_{Gen.} \cdot \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h \cdot \dot{V}$$

$$\eta_{Gesamt} = \eta_T \cdot \eta_{Getriebe} \cdot \eta_{Gen.}$$

Die Leistung einer Turbine (1)

Bei hydraulischen Strömungsmaschinen (Pumpe mit $\rho = \text{const.}$) ist der Wirkungsgrad definiert als:

$$\eta = \frac{\text{strömungsmechanische Leistung}}{\text{mechanische Leistung}}$$

Ein Gesamtwirkungsgrad berücksichtigt alle mechanischen und strömungsmechanischen Verluste. Aufspalten läßt er sich auch in bestimmte Teilwirkungsgrade (nach Bohl 1994):

$$\eta = \eta_i \cdot \eta_l \cdot \eta_m$$

mit

- η_i = innerer Wirkungsgrad zur Berücksichtigung von Strömungs- und Reibungsverlusten,
- η_l = volumetrischer Wirkungsgrad zur Berücksichtigung von Spaltverlusten,
- η_m = mechanischer Wirkungsgrad zur Berücksichtigung von Lagerreibung, Verlusten im Getriebe oder des Antriebs.

Der hydraulische Wirkungsgrad der Pumpe (*bei $\rho = \text{const.}$*) berechnet sich aus dem Verhältnis der Nutzleistung der Pumpe und der mechanischen Leistung an der Welle:

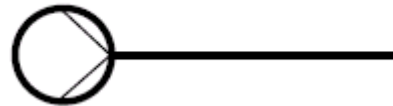
$$\eta = \frac{P}{P_{\text{mech}}}$$

mit der mechanischen Wellenleistung:

$$P_{\text{mech}} = M_d \cdot \omega = M_d \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$$

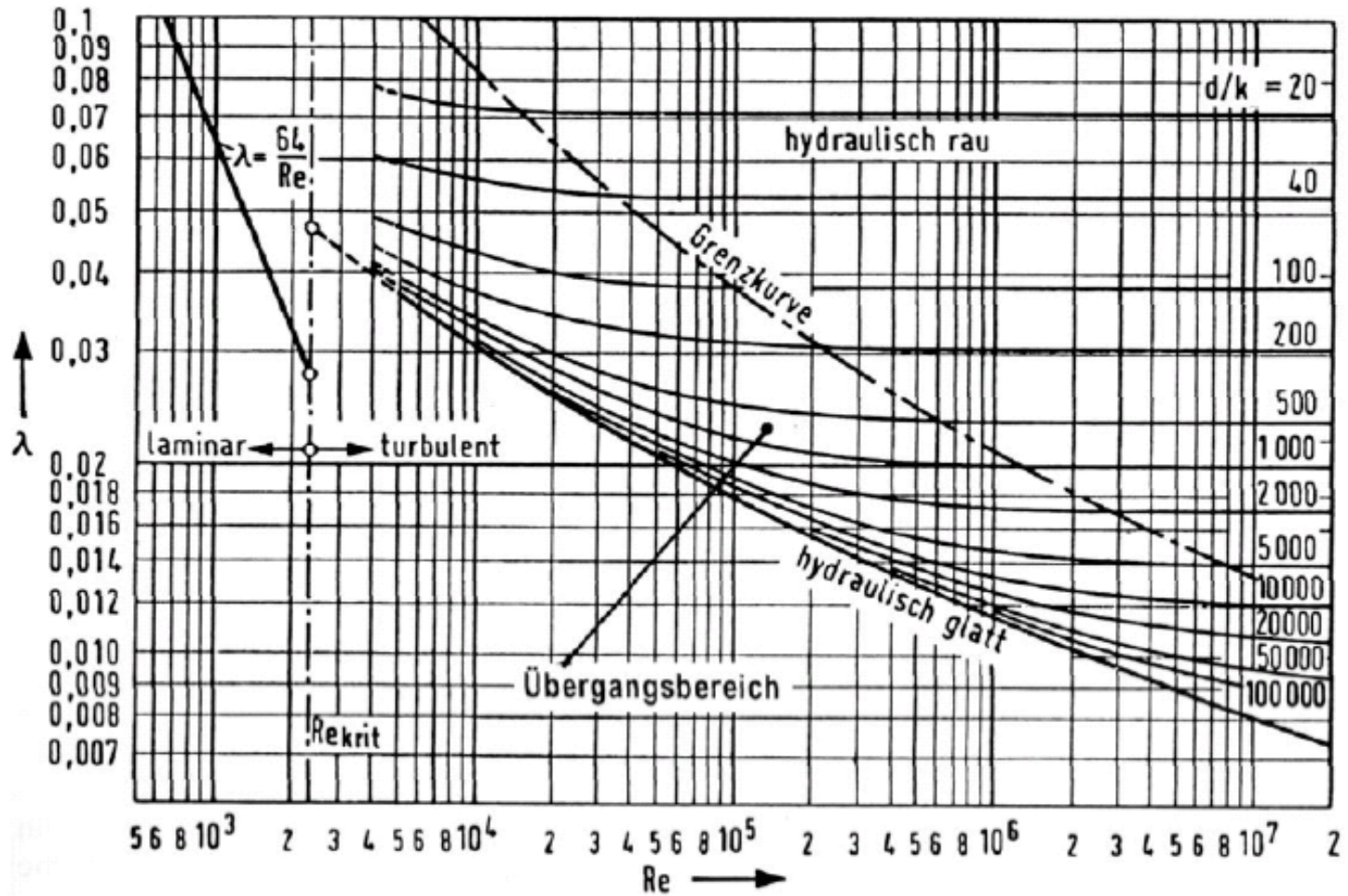
Beispiel 1

Eine Pumpe Soll wasser durch eine gerade Rohrleitung pumpen.



Wie groß ist der Stutzenarbeit der Pumpe?

Beispiel 1 (1)



Lösung

$$Y = g(Z_d - Z_s) + \left(\frac{P_d - P_s}{\rho}\right) + \left(\frac{C_d^2 - C_s^2}{2}\right) + \frac{\Delta P}{\rho}$$

$$Y = \left(\frac{C_d^2}{2}\right) + \frac{\Delta P}{\rho}$$

$$\frac{\Delta p_v}{\rho} = \xi \cdot \frac{c^2}{2} + \lambda \cdot \frac{L \cdot c^2}{D \cdot 2}$$

Verluste durch **Rohrreibung**

Verluste durch **Einbauten**

Lösung (1)

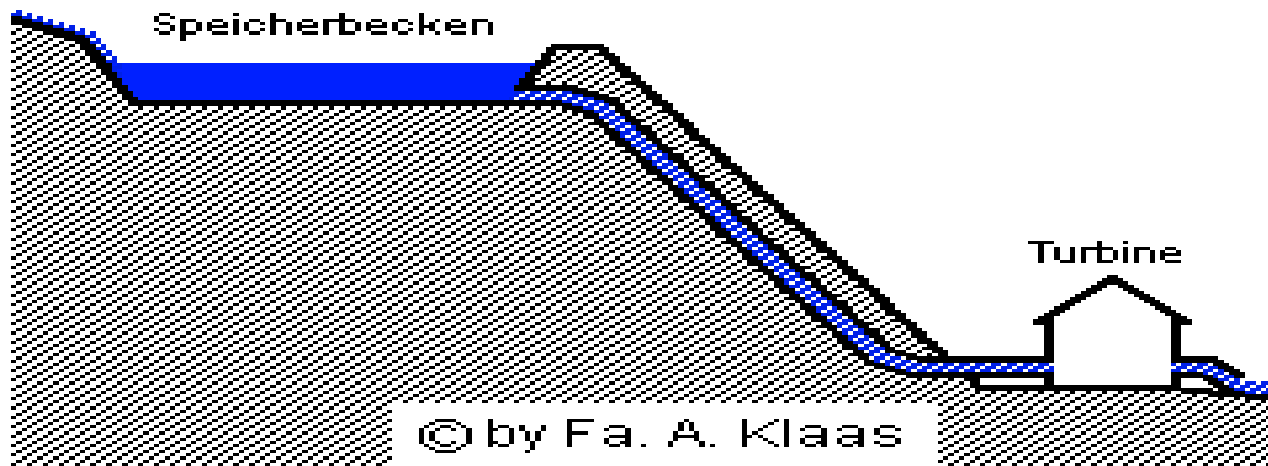
$$\dot{V} = C \cdot A \quad C = \frac{\dot{V}}{A} \quad C = \frac{\dot{V}}{\frac{3\pi d^2}{4}}$$

$$\text{Re} = \frac{c \cdot \rho \cdot d}{\eta}$$

$$Y = \left(\frac{C^2 d}{2} \right) + \frac{\Delta P}{\rho}$$

Beispiel 2

Welcher Wasserstrom in l/min ist erforderlich, wenn bei einem Gefälle von 4,5 m bei einer Wasserturbine eine Leistung von 70 kW abgenommen werden soll? Der Turbinenwirkungsgrad beträgt 80 %.



Lösung

$$P_{Turbine} = \eta_T \cdot \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h \cdot \dot{V}$$

$$\dot{m} = \frac{P_T}{\eta_T \cdot g \cdot h}$$

$$\dot{m} = \frac{70000}{0,8 * 9,81 * 4,5}$$

Literaturverzeichnis

- [1] <http://de.wikipedia.org>
- [2] Strömungstechnik I Prof. Dr. W. Müller Stand WS 2006/2007
- [3] Schade/Kunz Strömungslehre
- [4] Prof. Dr. Axel Brehm Universität Oldenburg - Praktikum der Technischen Chemie