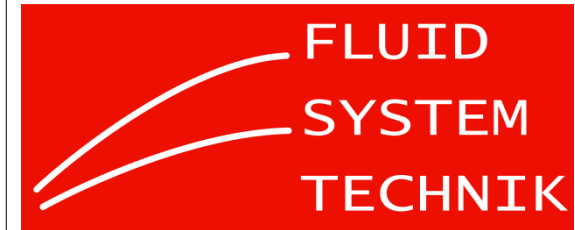


# Vorlesung Fluidenergiemaschinen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



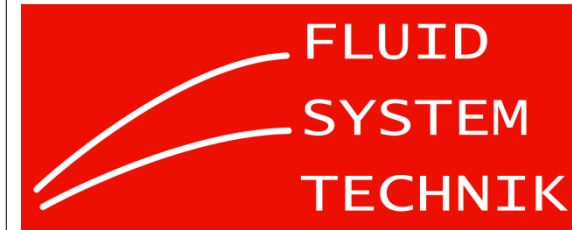
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

## Vorlesungsinhalte (1/2)

- V1 - Einführung
- V2 - Optimierung einer Fluidenergiemaschine
- V3 - Anlagenkennlinie
- V4 - Dimensionslose Produkte
- V5 - Maschinenbetrachtung und -Auslegung
- V6 - Zusammenhang zw. Zirkulation und Auftrieb
- V7 - Gebundener Wirbel



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



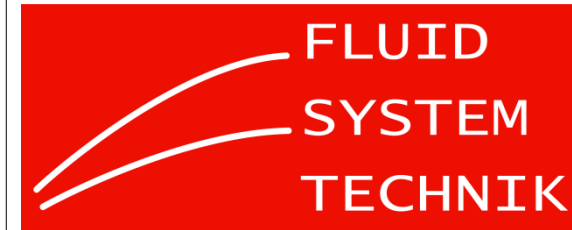
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

## Vorlesungsinhalte (2/2)

- V8 - Theoretische Kennlinie einer Radialmaschine
- V9 - Theoretische Kennlinie einer Axialmaschine
- V10 - Theoretische Kennlinie einer Windturbine
- V11 - Ähnlichkeitstheorie/Modelltheorie
- VL12 - Kopplung von Arbeits- und Kraftmaschine (Zusatzvorlesung)
  
- Hallenführung
  
- Tutorium



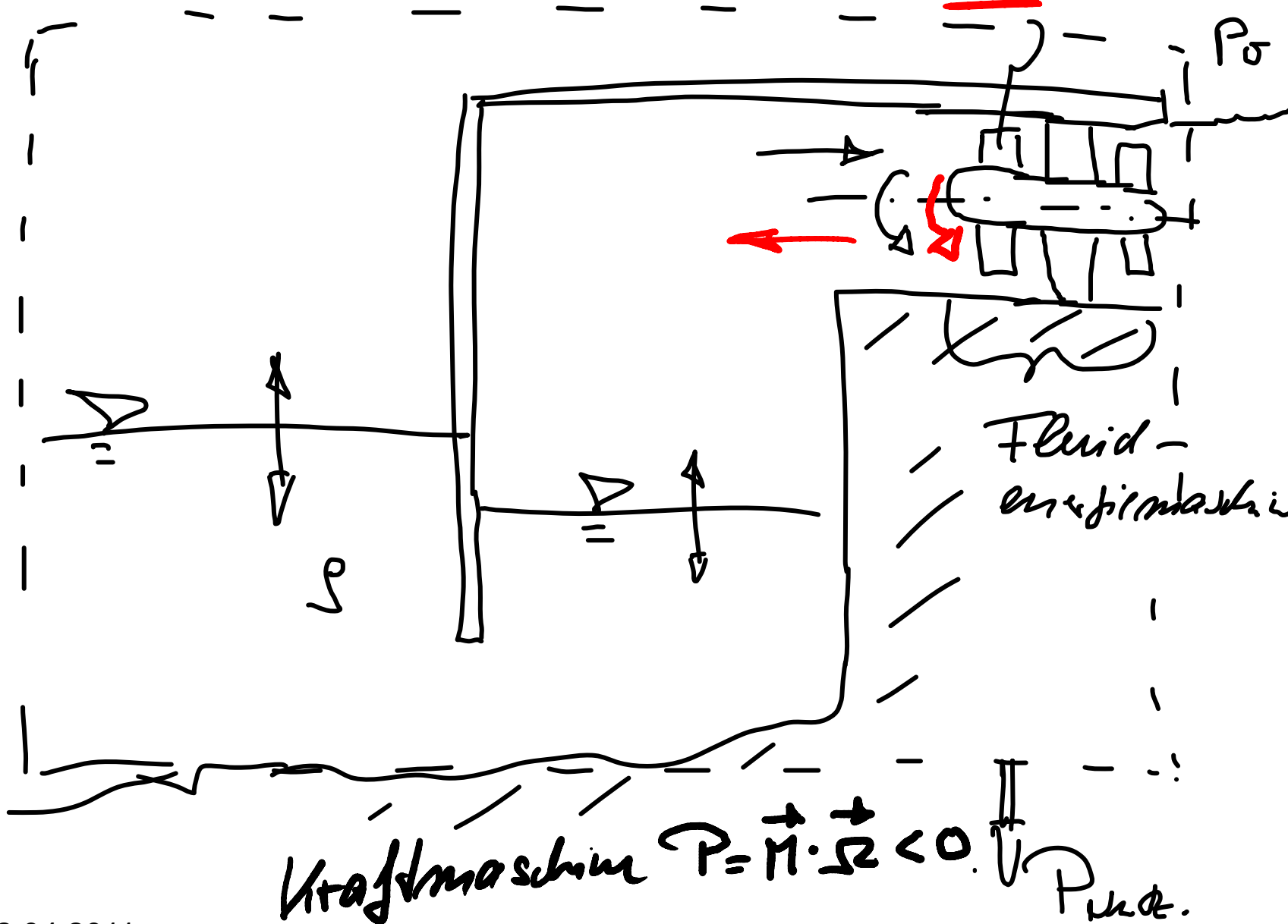
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



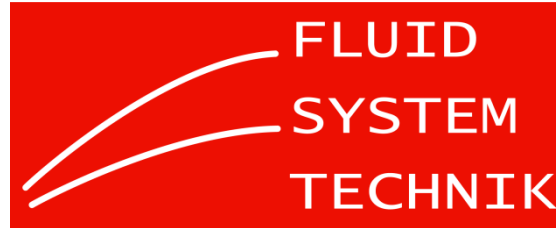
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

Wellenkraftwerk.

Wells turbine



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

# Arbeitsmaschine

$$\underline{P} = \vec{F} \cdot \vec{\Omega} > 0$$

d.h. der Flüssigkeit (Gas, tropfbare Flüssigkeit)  
wird Energie pro Zeiteinheit zugeführt.

- Beispiele:
- Turbinmaschine:
    - Wasselpumpen  $g \approx \text{const}$
    - Ventilatoren  $M^2 \ll 1$   $g \approx \text{const}$
    - Verdichter-Propeller  $M^2 \sim 1$   $g \neq \text{const.}$
  - Verdränger-  
maschine:
    - Schraubenpumpe
    - Flügelzellenpumpe
    - Hubkolbenpumpe
    - ⋮

Wichtig:

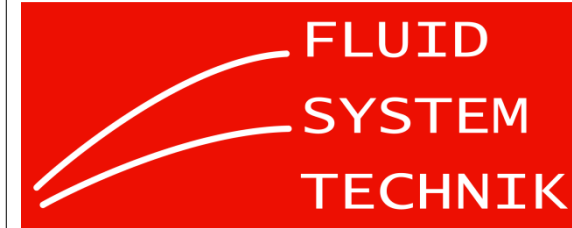
ca  $\frac{1}{3}$  der verfügbaren elektrische Energie

wird in Fluidarbeitsmaschinen verbraucht

≙ 10 große Kraftwerke bezogen auf  
Europa



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

I.d.R. Nutzen von Fluidarbeitmaschinen.

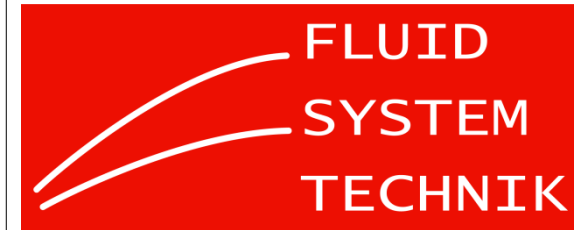
$$\frac{\text{Volumen Gas od. Flüssigkeit}}{\text{Zeiteinheit}} = \text{Volumenstrom}$$

▶ Kühlaufgabe  $\rightarrow$  Erzeugung Konvektion.  
 $\rightarrow$  Volumenstrom.

▶ Chemische Reaktionen  $\rightarrow$  Volumenstrom.



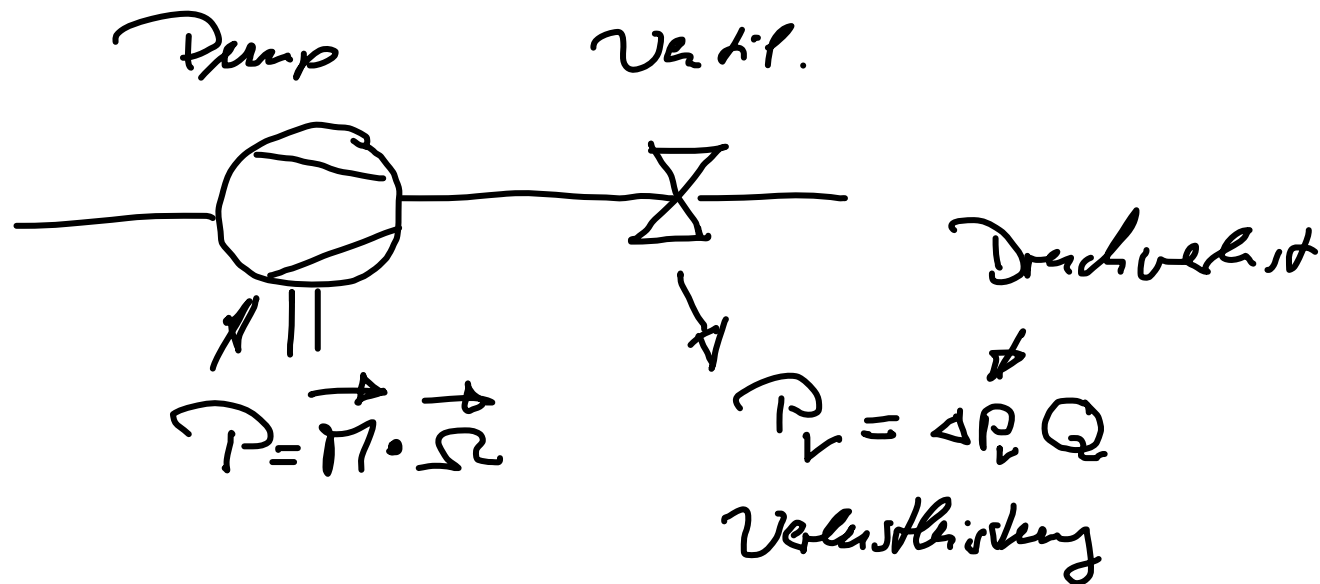
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

Erfahrung zeigt:

- Systeme sind häufig zu groß ausgelegt.
- Der Bedarf an Volumenstrom (od. Massenstrom) wird meist durch Drosseln eingestellt.

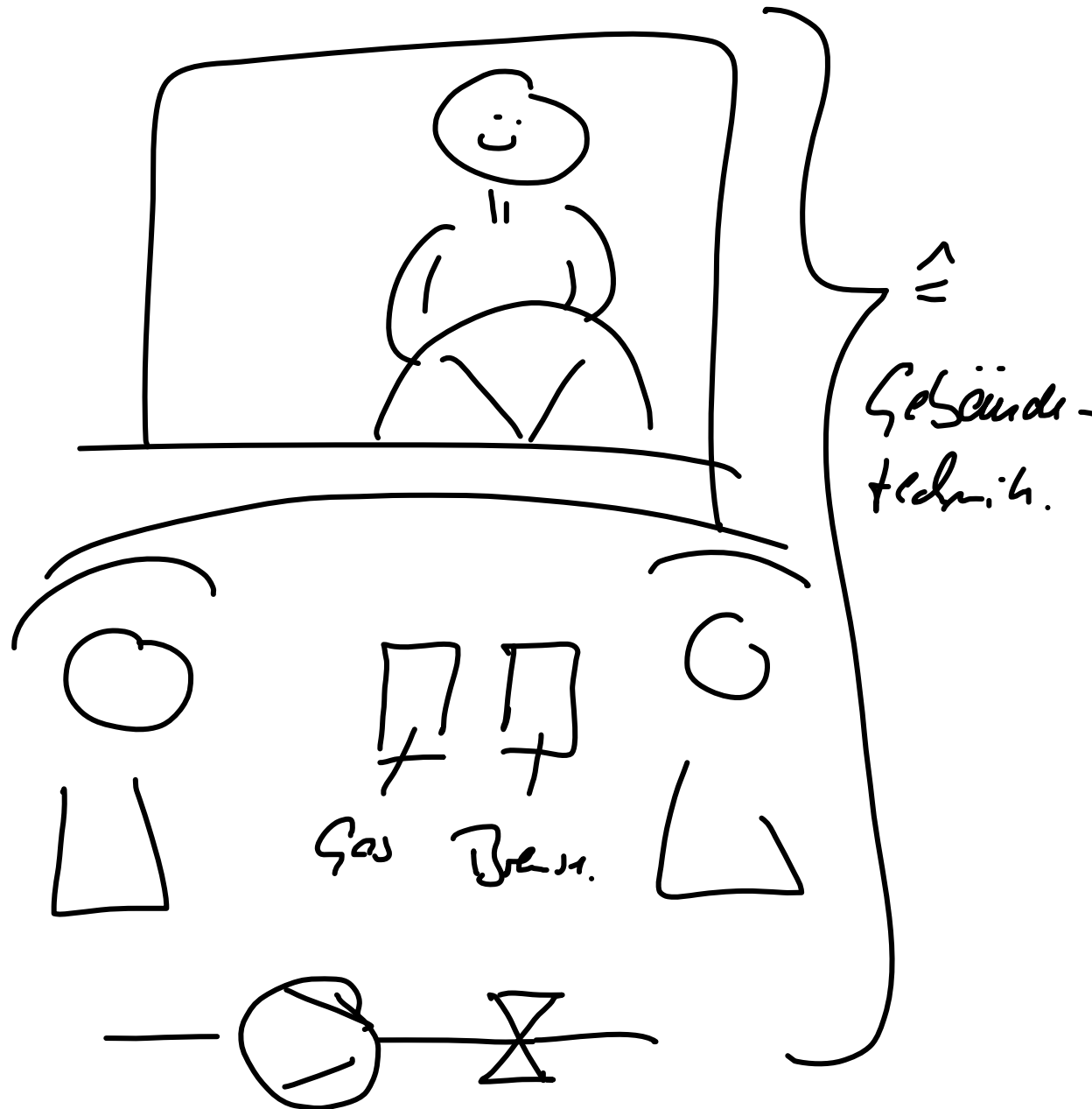


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1





Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1



# Fluidkraftmaschinen



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

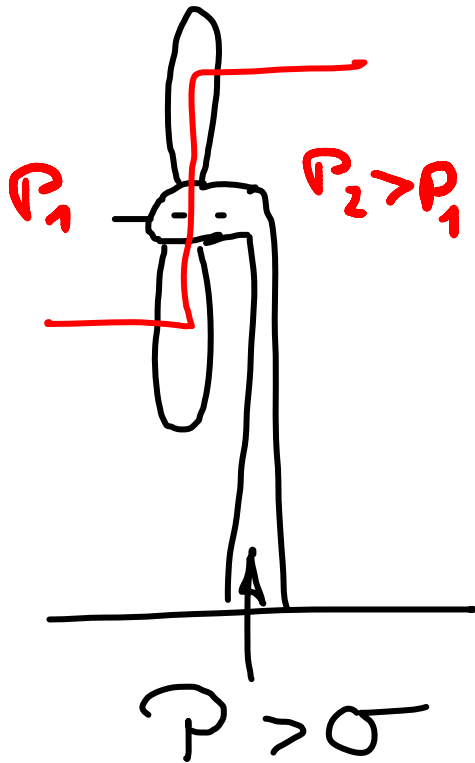
Turbo	Gasturbine	$M^2 \sim 1$	§ Kanitation.
	Dampfturbine	$M^2 \sim 1$	
	Wasserturbine	$M^2 \ll 1$	
	Wellenturbine	$\rho = \text{const}$	
	Windturbine	$\rho = \text{const.}$	
	⋮		
Verdröher	Gleich Bauprinzip mit beiden Arbeitsmedien.		

# Schäuselbox Maschine.

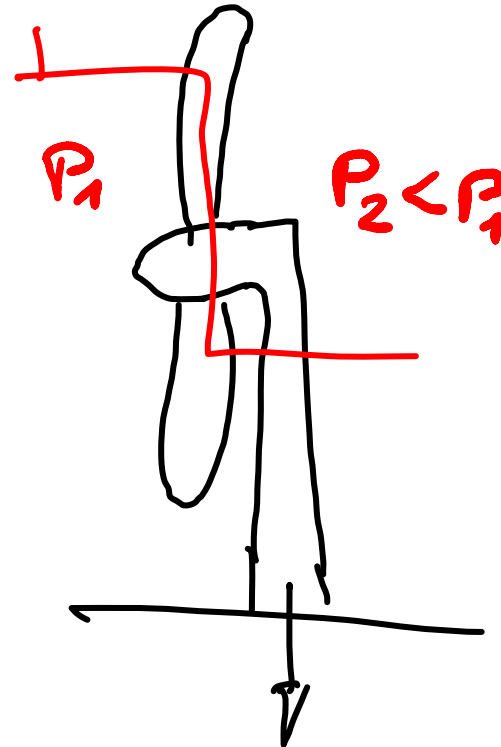
Propeller

Windmühle

statische Druck.



Arbeitsmaschine  
Druckaufstij



$P < 0$   
Kraftmaschine  
Druckabstij



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FLUID  
SYSTEM  
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

Unterschied nach Drehrichtung ist unabhängig  
vom Bezugspunkt

Arbeitsmaschine    Drehstein

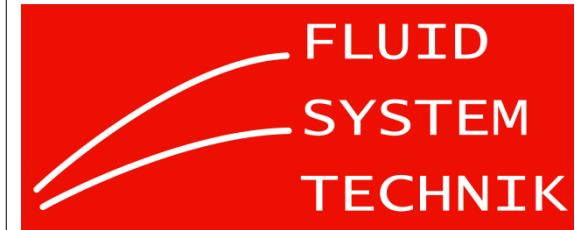
Werkmaschine    Drehstuhl.

Albert Betz: Strömungsmaschinen  
Teubner  $\left( \begin{matrix} + \sigma \\ \text{Lick lob u} \end{matrix} \right)$

Homepage FST    id student  
pwl student.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

Ernst Bede: Technische Strömungslehre. ++

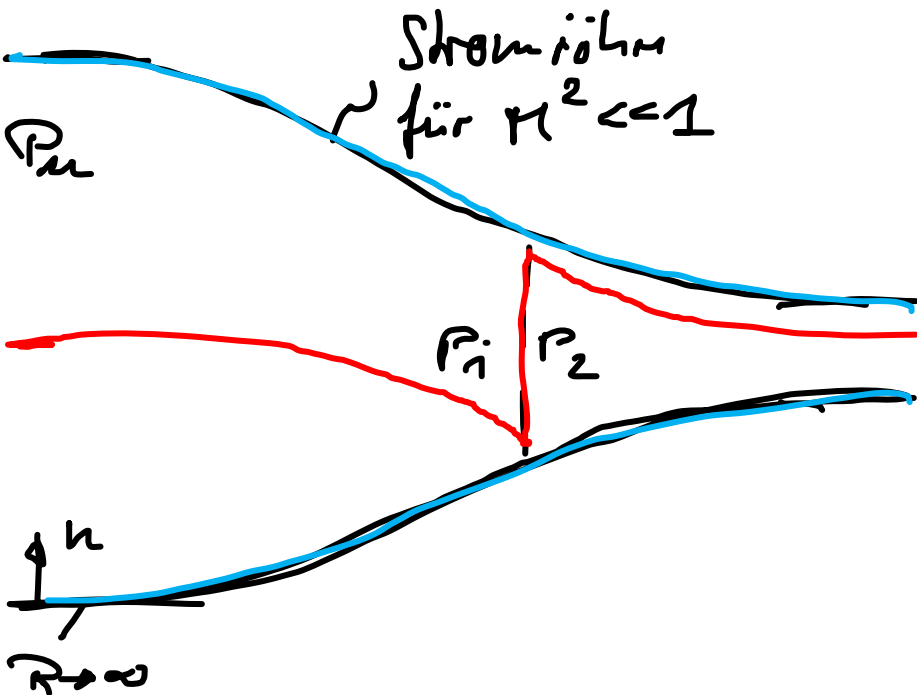
Ernst Bede: Technische Thermodynamik. ++++

↳ : Gasdynamik. ++

Pfleiderer Standardwerk über  
Pumpen

Schobeiri Spritzen Ventile  
Turbomaschinen

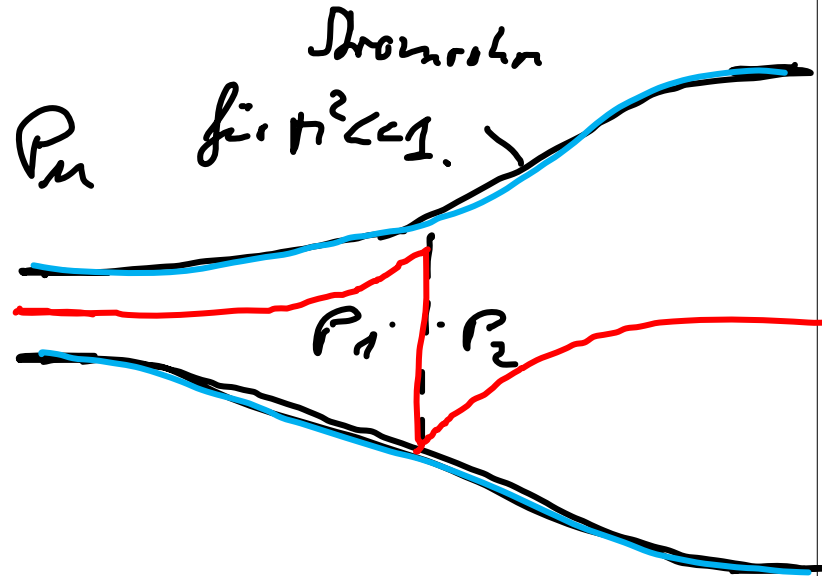
# Propeller



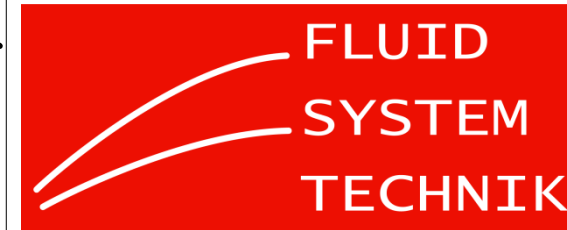
$$\frac{\partial P}{\partial R} \sim \frac{u^2}{R}$$

R Krümmungsradius  
der Stromlinie

# Windmühl.

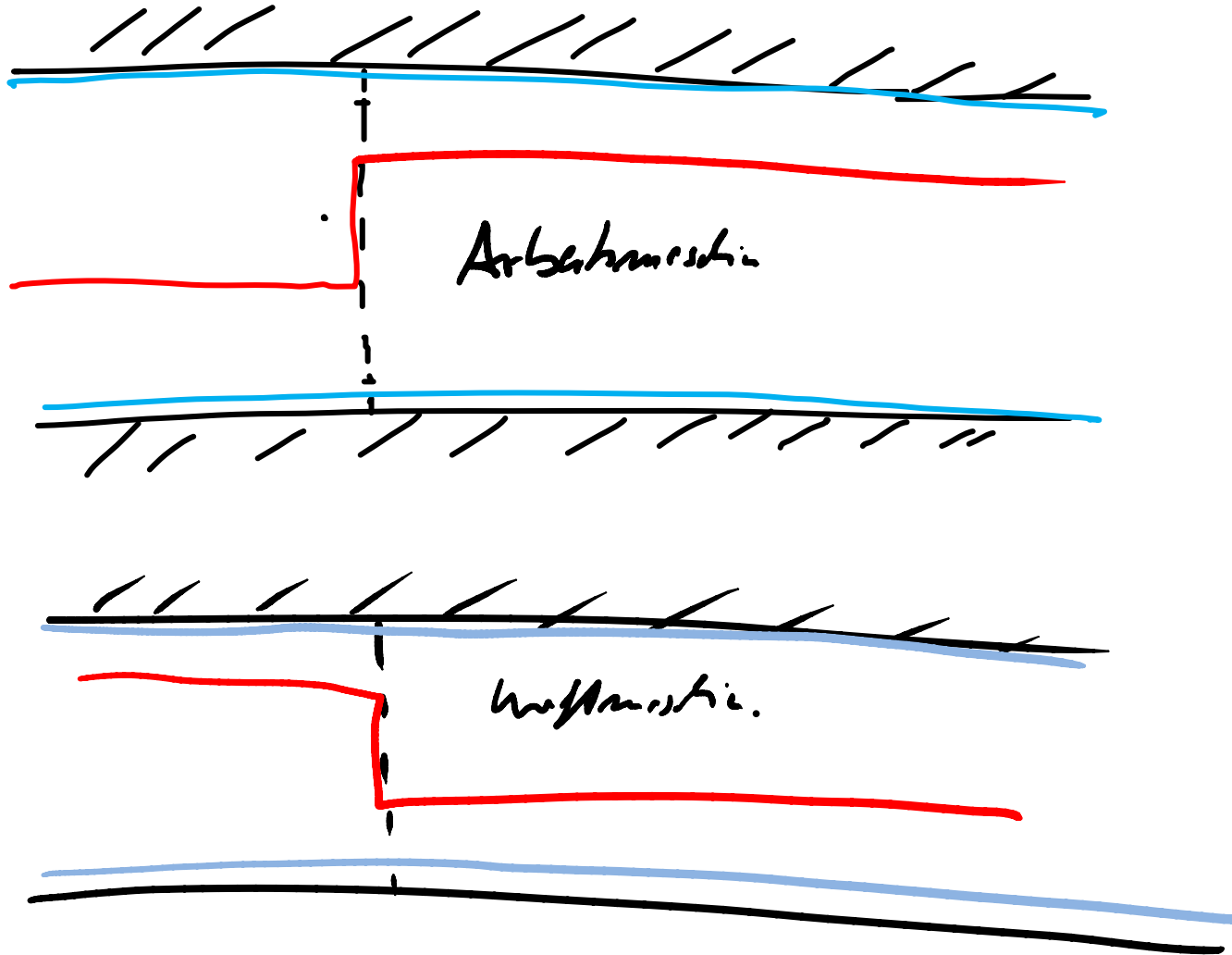


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

Unterschied nach Schiene ja, nein.



Arbeitsmaschine

Wärmemaschine



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

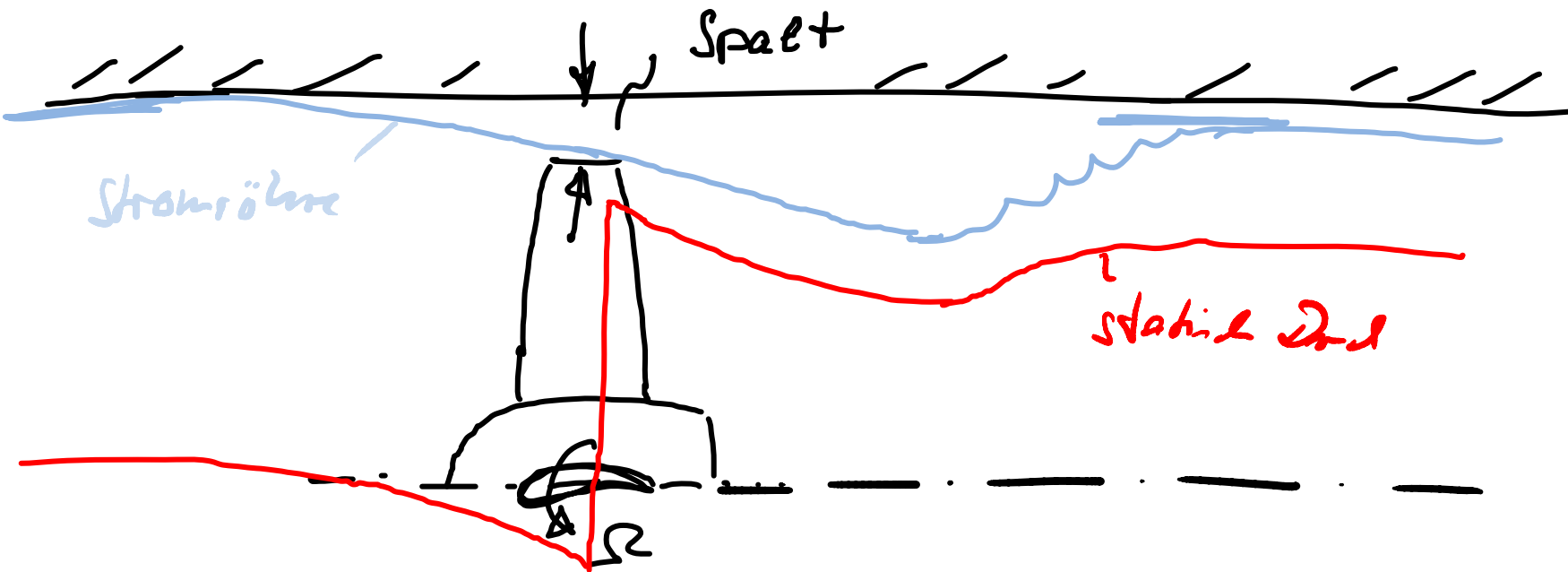
FLUID  
SYSTEM  
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1



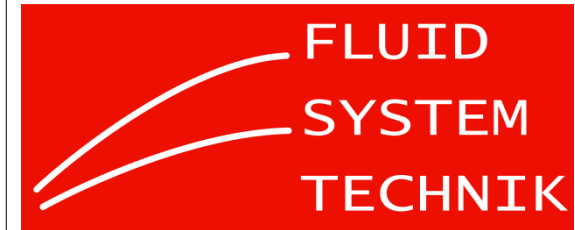


Aufgabe jeder Fluidkraftmaschine:

Bestmögliche Ausnutzung eines  
Energieanlasses. ↳ Wandeln in mechanische  
Leistung.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

Diskussion für

a) Windturbinen

b) Wasserturbinen

c) Gas od. Dampfturbinen.

Inkompressible

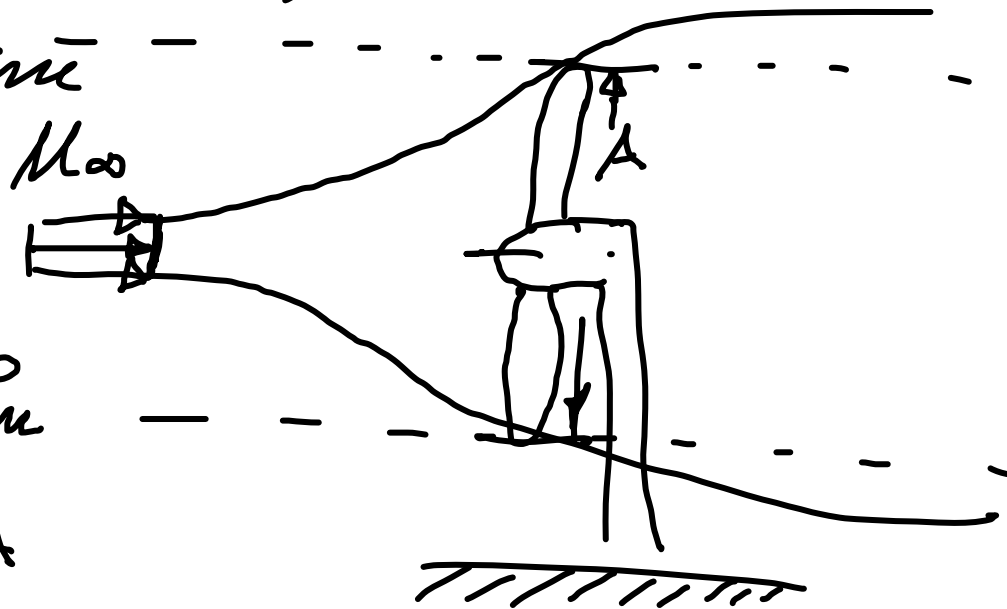
1.)  $\pi^2 = \left(\frac{u}{a}\right)^2 \ll 1$

2.)  $\left(\frac{\rho a}{L}\right)^2 \ll 1$

3.)  $\Delta T \ll T$  bzw.

4.)  $\frac{\rho a^2}{\rho L} \ll 1$   $\rho = \text{const}$ , da  $\pi^2 \ll 1$

Zu a) Windturbinen



$$P_{\text{avail}} = \frac{\rho}{2} u_{\infty}^2 u_{\infty} A$$



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Fluidenergiemaschinen  
Vorlesung 1

Leistungsangebot einer Windturbin ist  
gleich dem Fluss der kinetischen Energie  $\frac{\rho}{2} U_w^3$   
einer Flüssigkeit, die durch die Fläche  $A$   
mit der Fließgeschw.  $U_w$ .

$$P_{\text{avail}} := \frac{\rho}{2} U_w^3 A$$

$$\frac{P_{\text{opt}}}{P_{\text{avail}}} = C_P \leq 1$$

Erntefaktor  
coefficient of performance  
Gewinnzahl.

$$C_P = \frac{16}{27} = 0.59.$$