

Euler's Turbinen Gleichung:  $\overline{\frac{\partial}{\partial t}} \equiv 0$

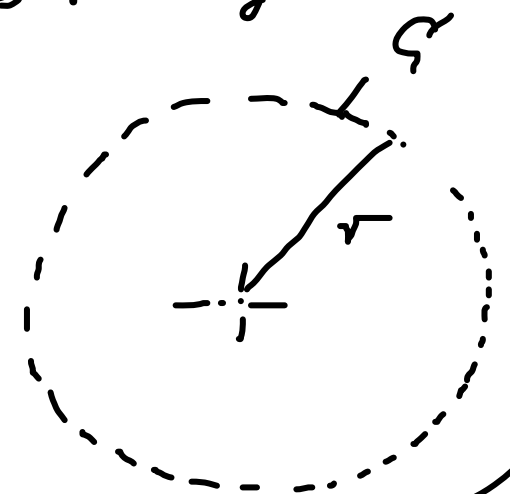


$$\frac{dM_z}{dn} = \tau_2 c_{u2} - \tau_1 c_{u1} = \frac{1}{2\pi} [\Gamma_2 - \Gamma_1]$$

"n" Umfang  $\hat{=}$   $\vec{e}_\varphi$ -Richtung

$\tau c_u$  momentenbez. Dreh eines Flüssig-  
kehtfelds.

Zirkulation  $\Gamma := \oint_C \vec{c} \cdot \underset{\substack{\text{"} \\ \tau dy e_\varphi}}{d\vec{x}}$



im Spezialfall

$$\Gamma = 2\pi \tau c_u$$

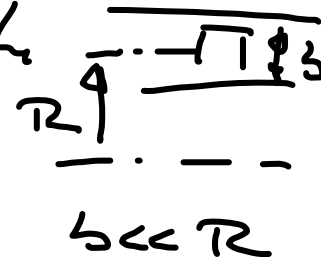


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19

Homogener Dreh bei Radialmaschine

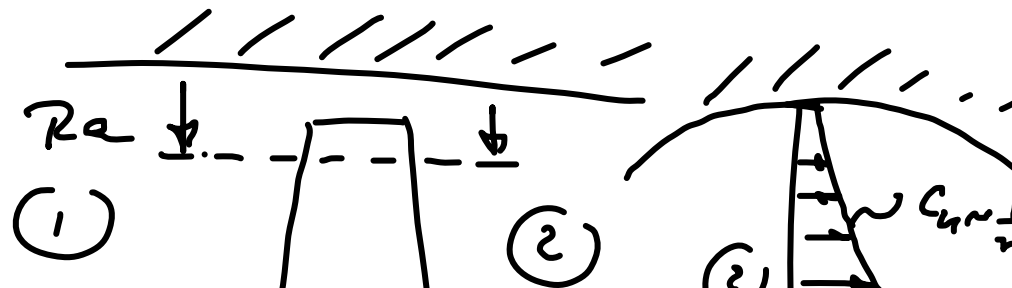


bei kleiner Schachthöhe

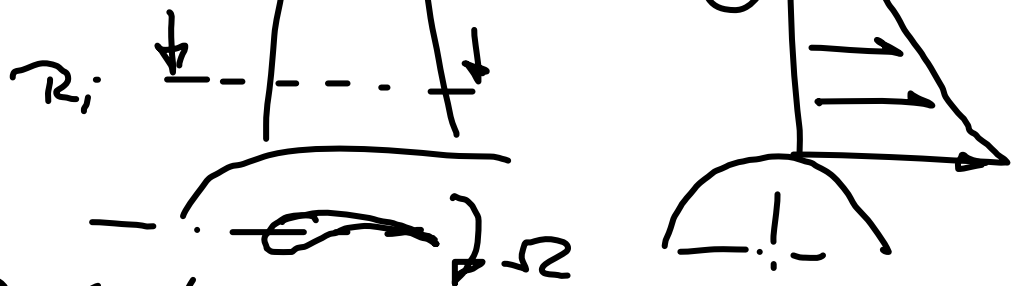


bei Wirbelfußmaschine.

Außerschnitt



Nahschnitt



Drehtrieb wird über den Scherfeldwinkel erzeugt.



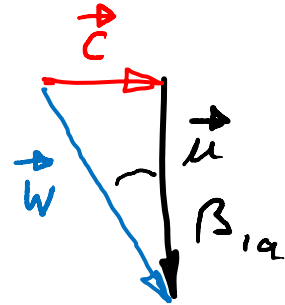


①

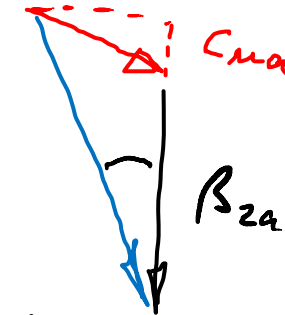
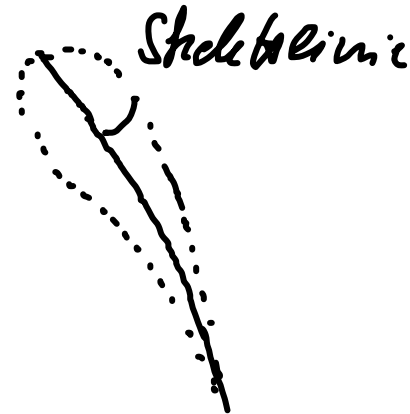
$$\vec{c} = \vec{w} + r\Omega \vec{e}_u$$

$$\textcircled{2} \quad \Gamma_z = \frac{r c_u}{z\pi}$$

$$r = r_a$$

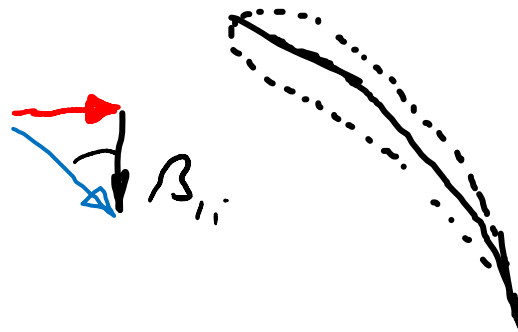
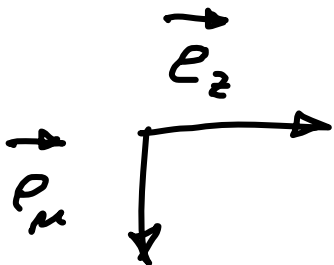


$|c_{12}|$

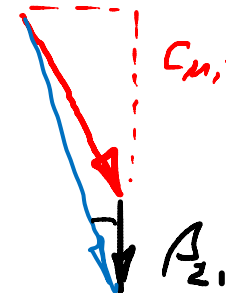


$|c_{22}|$

$$r = r_i$$



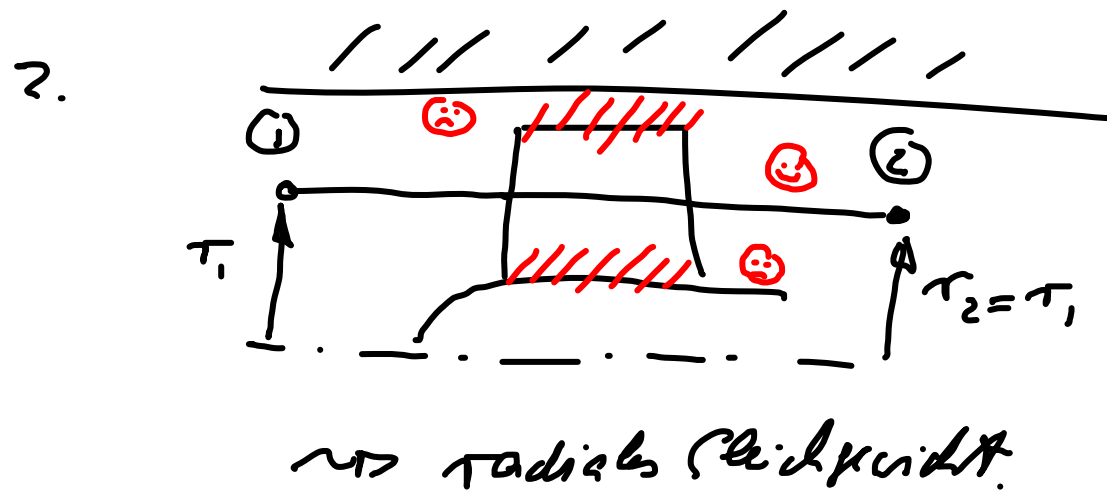
$\beta_{1i}$



$\beta_{2i}$

2. Annahme bei der Auslegung von  
 Wilbdfßmaschine.

1.  $C_{12} = C_{22}$  gilt nur für  $\rho_1 \approx \rho_2$   
 $M^2 < 1$ .





Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19

⊗ Erster Turbinenlehrsatz  
und Energielehrsatz  
→ Umkehrwert des Rosthins.

$$P_{\text{f}} + \dot{Q} = \left( h_{t2} - h_{t1} \right)_{\text{in}} \quad \dot{Q} \ll P_{\text{f}}$$

$$M_2 = \left( r_2 c_{u2} - r_1 c_{u1} \right)_{\text{in}} \cdot \Omega$$

---

$$P_{\text{f}} = h_{t2} - h_{t1}$$

$$P_{\text{f}} = M_2 c_{u2} - M_1 c_{u1}$$

↳ Die Änderung der Totdruckkopie wird über  
die Geschwindigkeitsänderung vergrößert.

→ Buchempfehle

Ernst Becker: Technische Thermodynamik

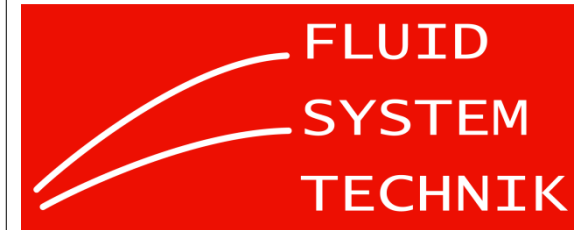
→ Axidmaschine. / Exergie

Teubner-Verlag.

$$h_{t2} - h_{t1} = u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}$$



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19



$$P_A = \frac{1}{2} \rho g H \text{ für eine Absichtsmessung (} gH > 0 \text{)}$$

$$gH := C_2 - C_1 = \left( \frac{u^2}{2} + \underline{P} + \psi \right)_2 - \left( \frac{u^2}{2} + \underline{P} + \psi \right)_1$$

$$P_A = \rho g H \text{ für eine Woffnungsmessung (} gH < 0 \text{)}$$

Glidsten mit der Euler Turbinenformel.

$$gH = \sum^{\pm 1} (C_{u2} u_2 - C_{u1} u_1) \begin{matrix} +1 \text{ Absichtsmessung} \\ -1 \text{ Woffnungsmessung} \end{matrix}$$

Im Folgenden nur für einen Arbeitsmassen

$$\frac{gH}{u_2^2} = \eta \left[ \frac{c_{u2}}{u_2} - \frac{c_{u1}}{u_2} \frac{u_1}{u_2} \right]$$

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\Omega r_1}{\Omega r_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$= \eta \left[ \frac{c_{u2}}{u_2} - \frac{c_{u1}}{u_2} \frac{r_1}{r_2} \right]$$

Spezialfall: Drehfreier Anström  $\rightarrow c_{u1} \equiv 0$ .

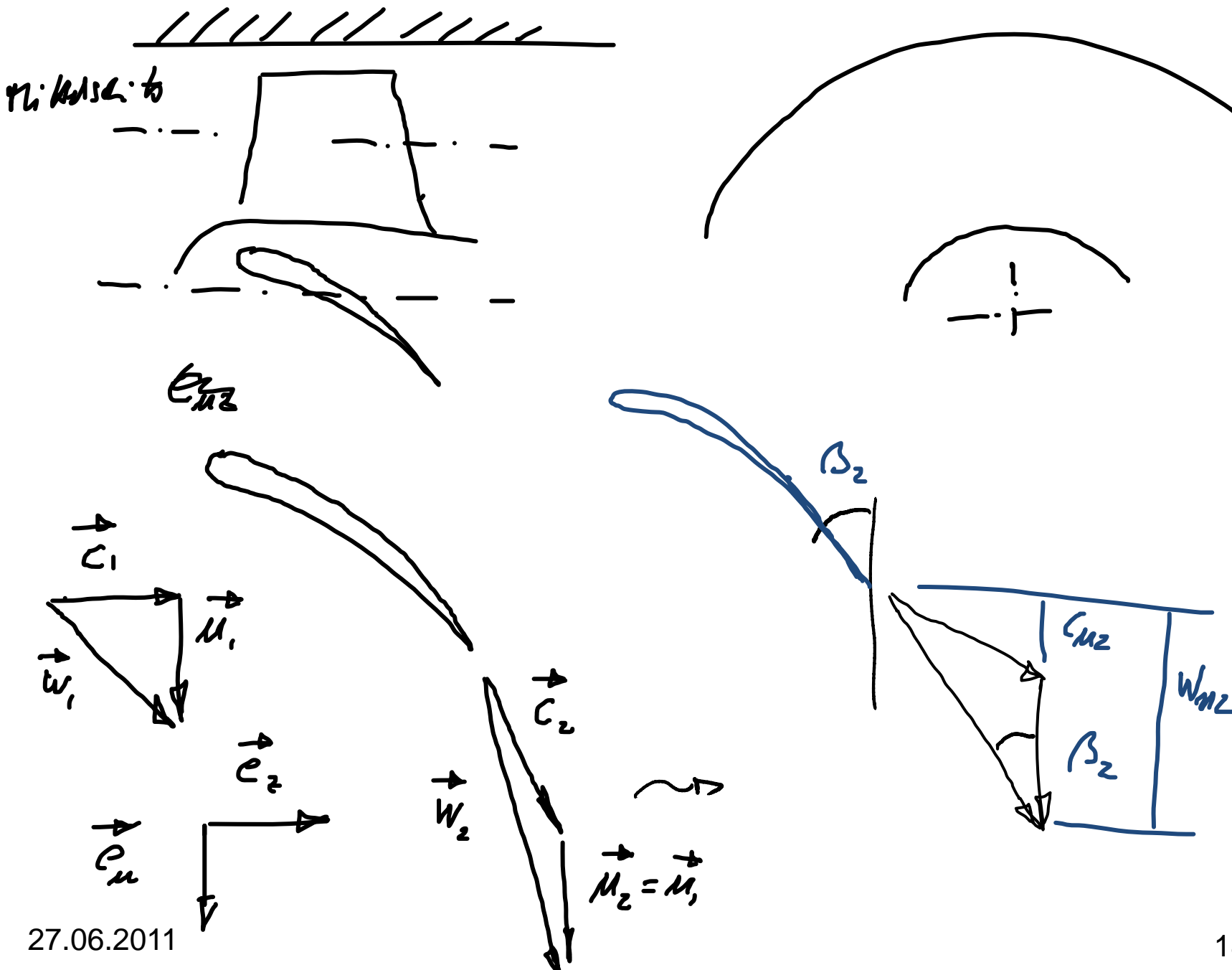
$$\frac{gH}{u_2^2} \frac{1}{\eta} = \frac{c_{u2}}{u_2}$$







Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19



$$c_{u2} = \vec{c}_2 \cdot \vec{e}_u$$

$$= \left( \vec{w}_2 + \Omega r_2 \vec{e}_u \right) \cdot \vec{e}_u$$

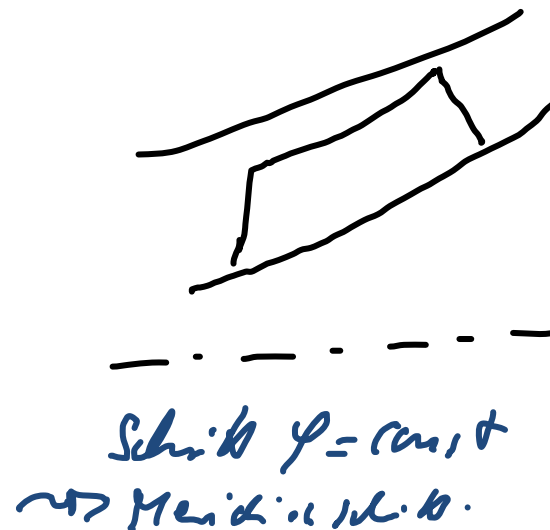
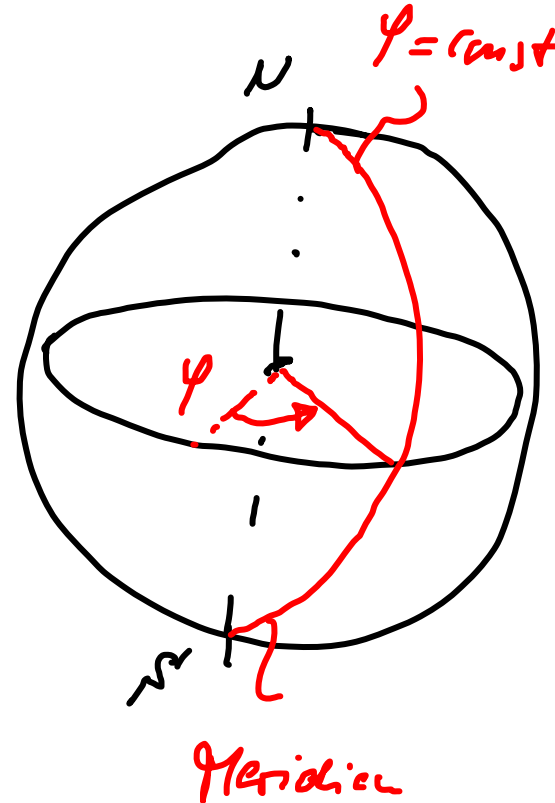
$$= w_{u2} + \Omega r_2$$

$$= -w_{m2} \cot \beta_2 + \Omega r$$

$w_{m2}$  Meridional Komponente  
 $= w_{z2}$

$$\frac{gH}{u_2^2} \frac{1}{z} = 1 - \frac{w_{m2} \cot \beta_2}{u_2}$$

27.06.2011



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FLUID  
SYSTEM  
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19

$$\underbrace{\frac{gH}{M_2^2}}_{\Psi} \frac{1}{z} = 1 - \frac{W_{m2}}{M_2} \cot \beta_2 \overset{\sim \dot{V}}{}$$

Durchfluss  $\sim gH$   
 $\Psi$

Durchfluss  $\sim \dot{V}$  oder  
 $\Psi$  Leistung.

$$\dot{V} = 2\pi A W_{m2}$$

$$\dot{V} = 2\pi \int_0^b W_{m2} dr$$

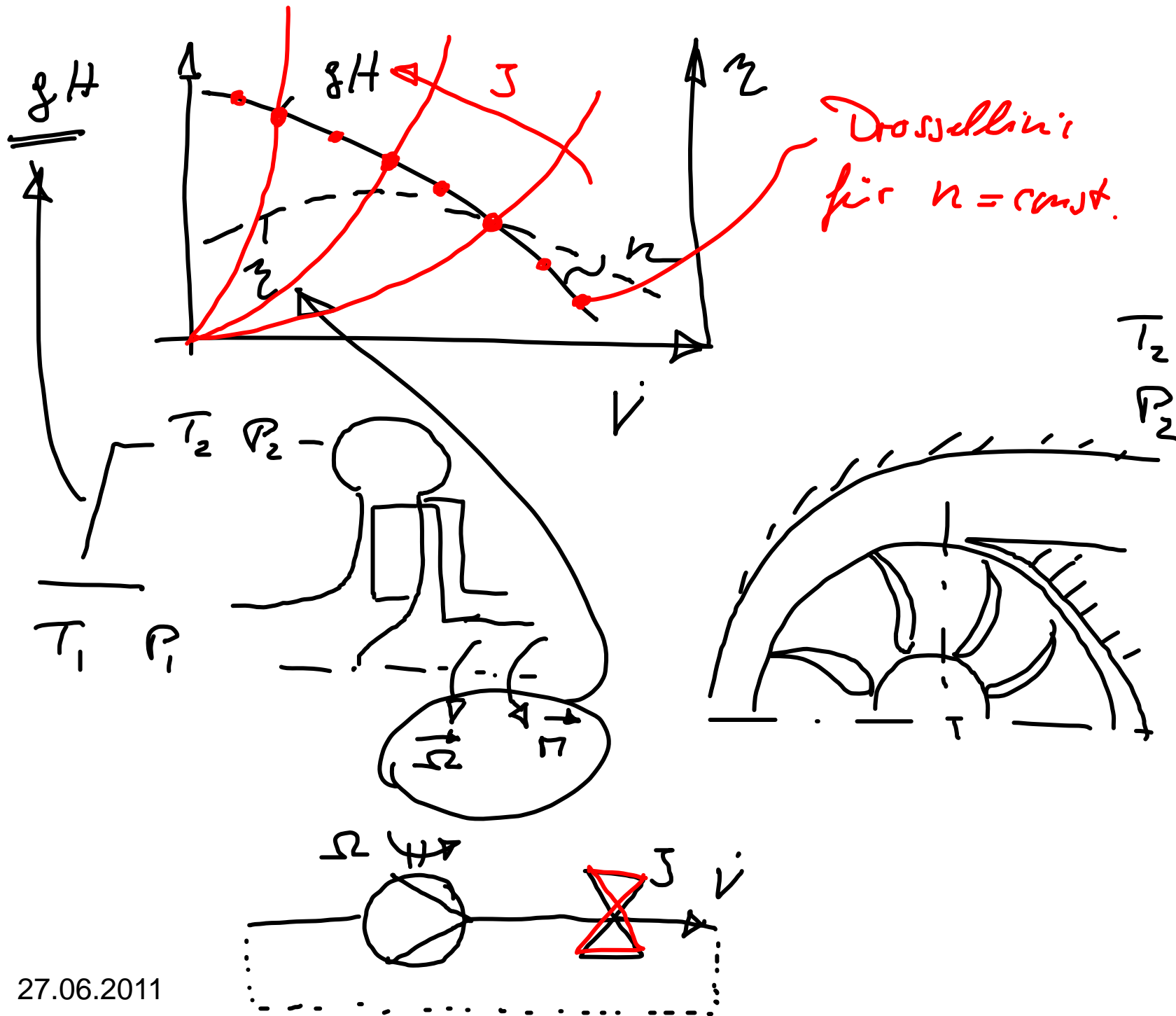
---


$$\Psi = z (1 - \psi \cot \beta_2)$$





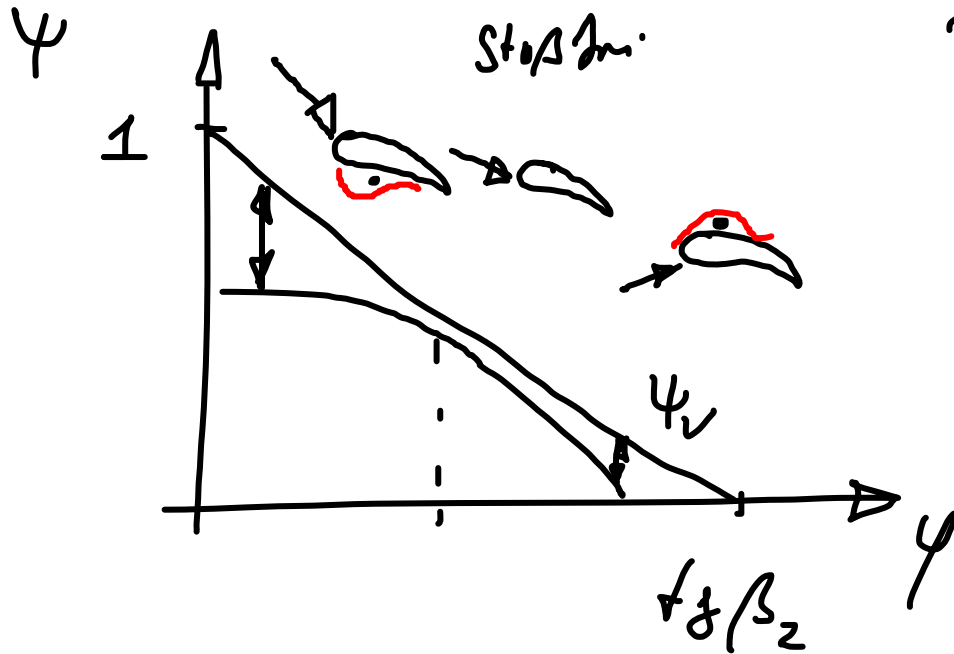
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19



*Drossellinie  
für  $n = \text{const.}$*

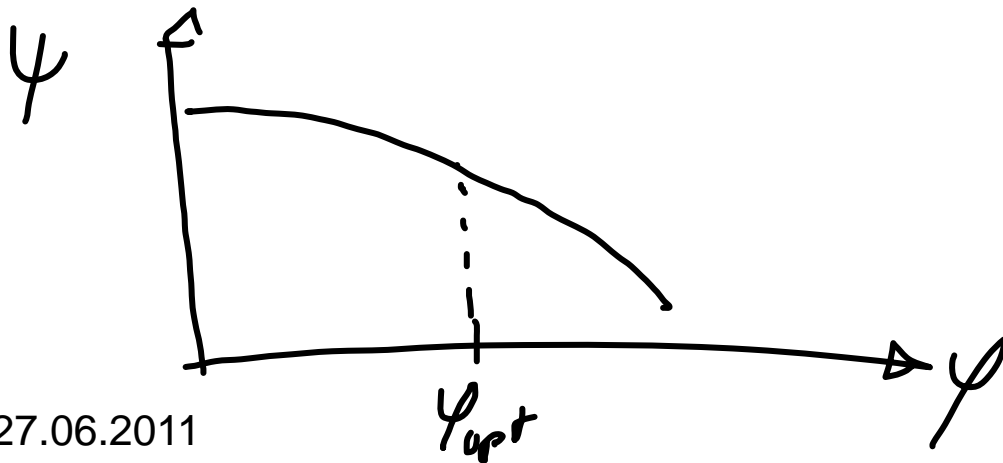


Theoretische Drossellinie für  $z=1$

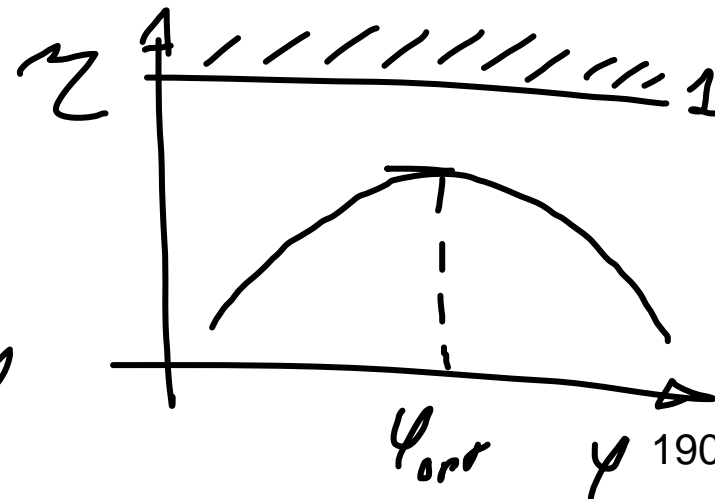


$$\psi = 1 - \cot(\beta_2) \phi$$

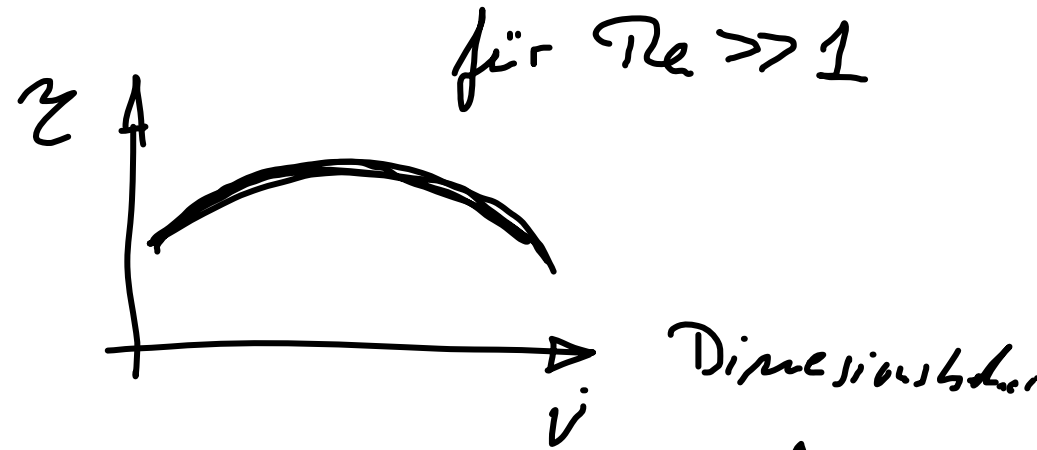
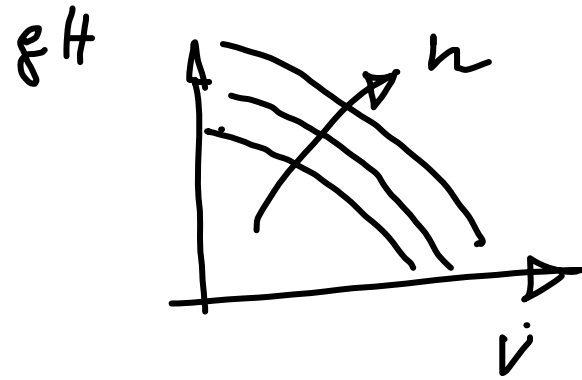
Reale Drossellinie



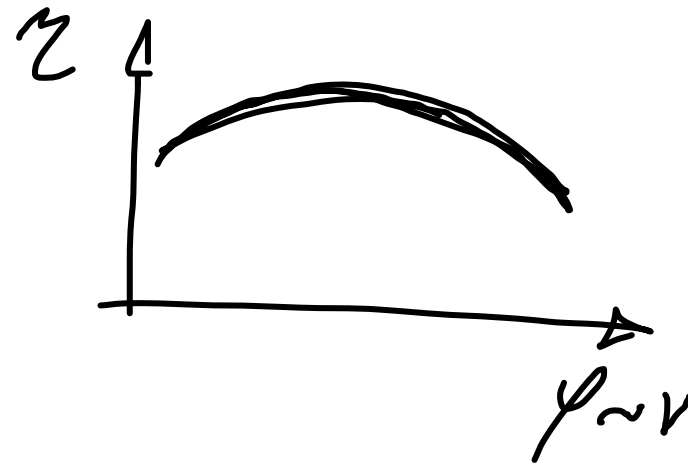
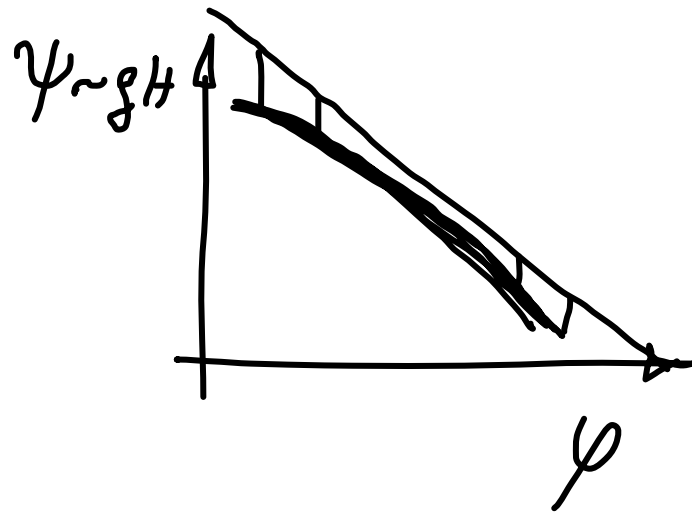
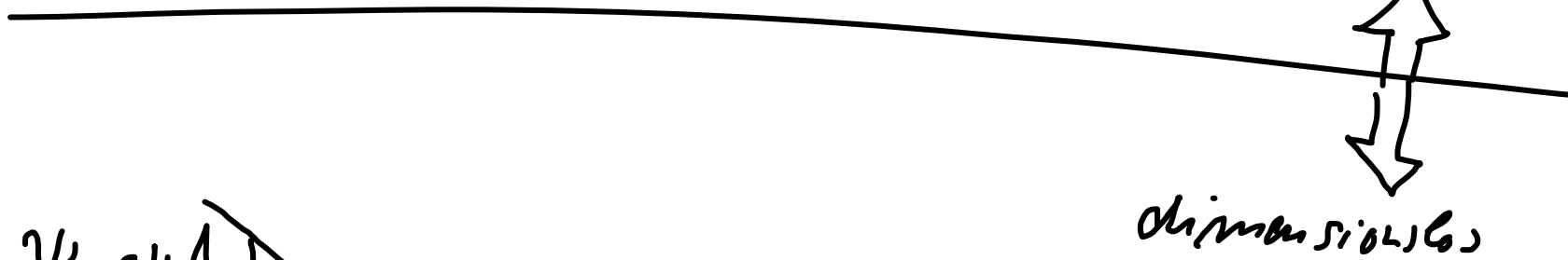
für  $z < 1$



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19



Dimensionslos

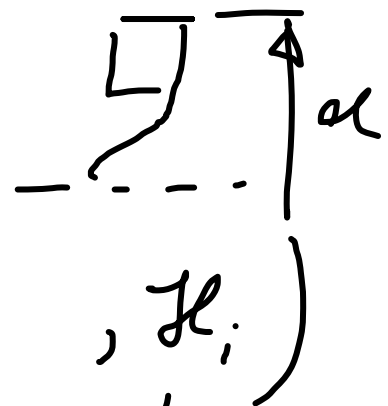


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19

# Zusatz über Dimensionsanalyse

$$\dot{q}_H = f_H(\dot{V}, d, n, \rho, \nu, \alpha, \dots, \mathcal{K}_i)$$

$$\mathcal{Z} = \mathcal{Z}(\mathcal{K}_i, \dot{V}, \dots)$$



	$\dot{q}_H$	$\dot{V}$	$d$	$n$	$\rho$	$\nu$	$\alpha$	$\mathcal{K}_i$
L	2	3	1	0	-3	2	1	0
M	0	0	0	0	1	0	0	0
T	-2	-1	0	-1	0	-1	-1	0

$\mathcal{K}_1 = \beta_1$   
 $\mathcal{K}_2 = \beta_2$   
 $\mathcal{K}_3 = \frac{b}{d}$   
 $\dots$

} Gestalt der Maschine.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19

1. Ziel: mehr  $f_H$  mit  $d, \omega$  dimensionierter  
 $V_i$  " " " " "

$$\psi = \psi \left( \varphi, Re, Ma, \alpha_i \right)$$

$\frac{\omega d^2}{\nu}$        $\frac{\omega d}{a}$

2. Ziel: mehr  $d$  mit  $f_H, V_i$  dimensionierter  
 $\omega$  mit " " " "

$f \sim d$  Durchmesserzahl

$f \sim \omega$  Schnellanzahl.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 19