

Turboantrieb: \dot{m} $\left\{ \begin{array}{l} \text{Impulssatz} \\ \text{Drallsatz} \end{array} \right.$

Dralländerung \rightarrow Drallsatz \rightarrow eng stehende
Schaufeln.

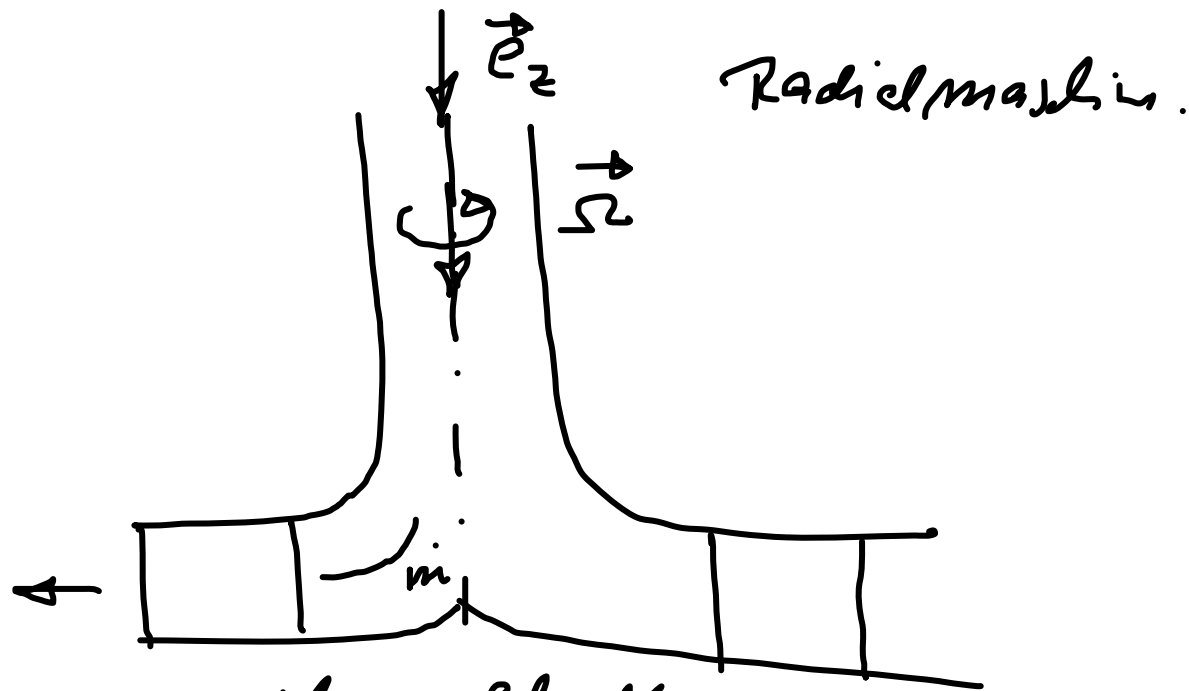
kleines Teilungsverhältnis.



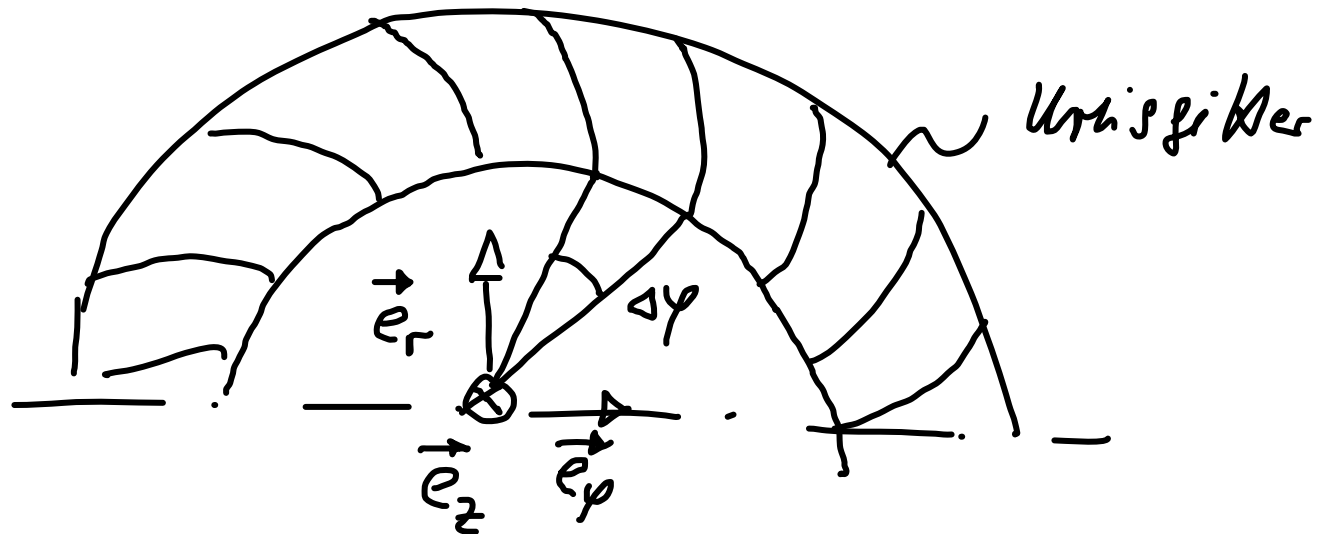
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 21



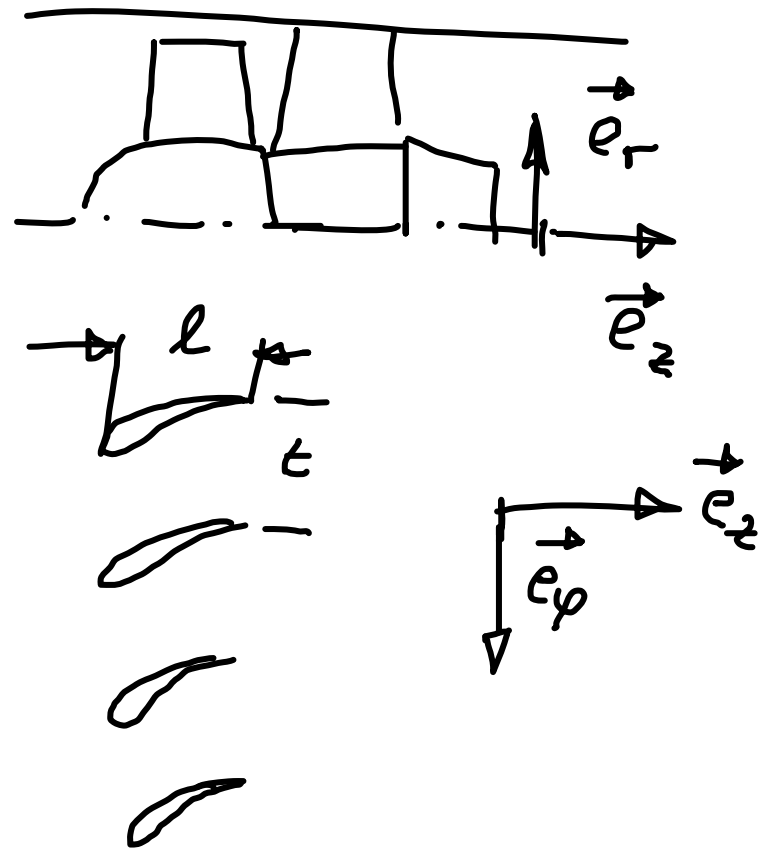
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 21



engstehende Schaufeln:
Teilungswinkel $\Delta\varphi \ll 1$.



Axialmaschine \rightarrow grades Schaufeln



kleiner Schaufelstand

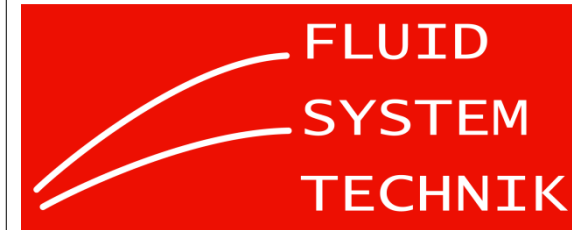
dimensionlos
Tech.

$$\frac{t}{l} \ll 1$$

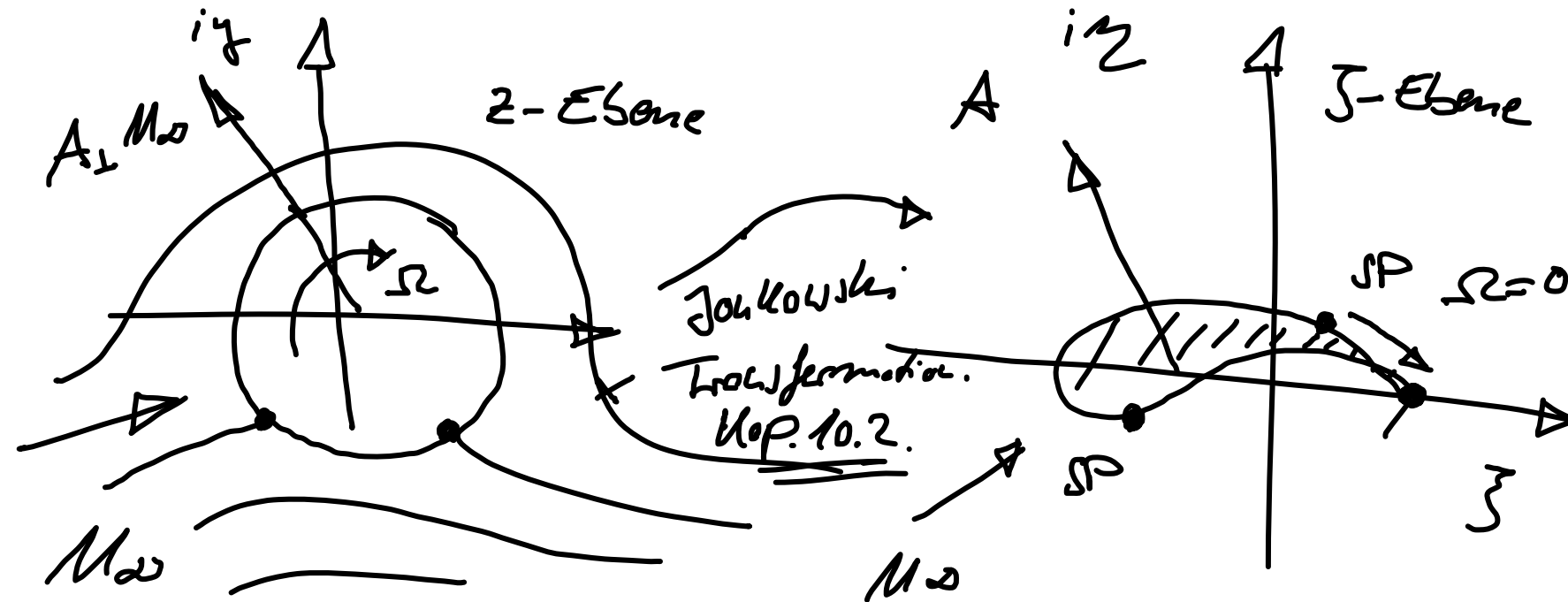
30.06.2010



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 21



$$z = x + iy$$

$$W = u + i v$$

$$2\pi r^2 \Omega = \Gamma$$

$$\zeta = \xi + i \eta$$

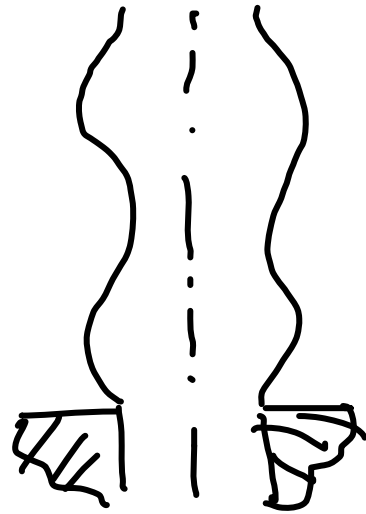
$$W' = u' + i v'$$

Kutta'sche Abflußbedingung.
Hintere Staupunkt muß an der

Hinterheck sein $\rightarrow \Gamma$. / $A = -\rho M_\infty \Gamma$.

Ebene Strömungen in Kurven.

(+)

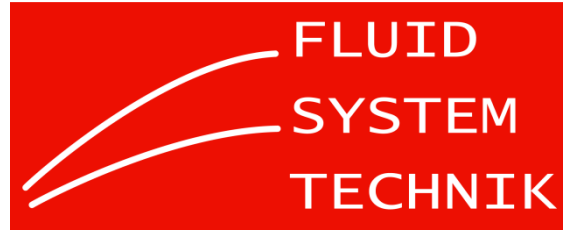


2D !!!

Freifeldprobleme (Superkavitation,
Aspiration,
Wasserstrahl-Schneide, ...)

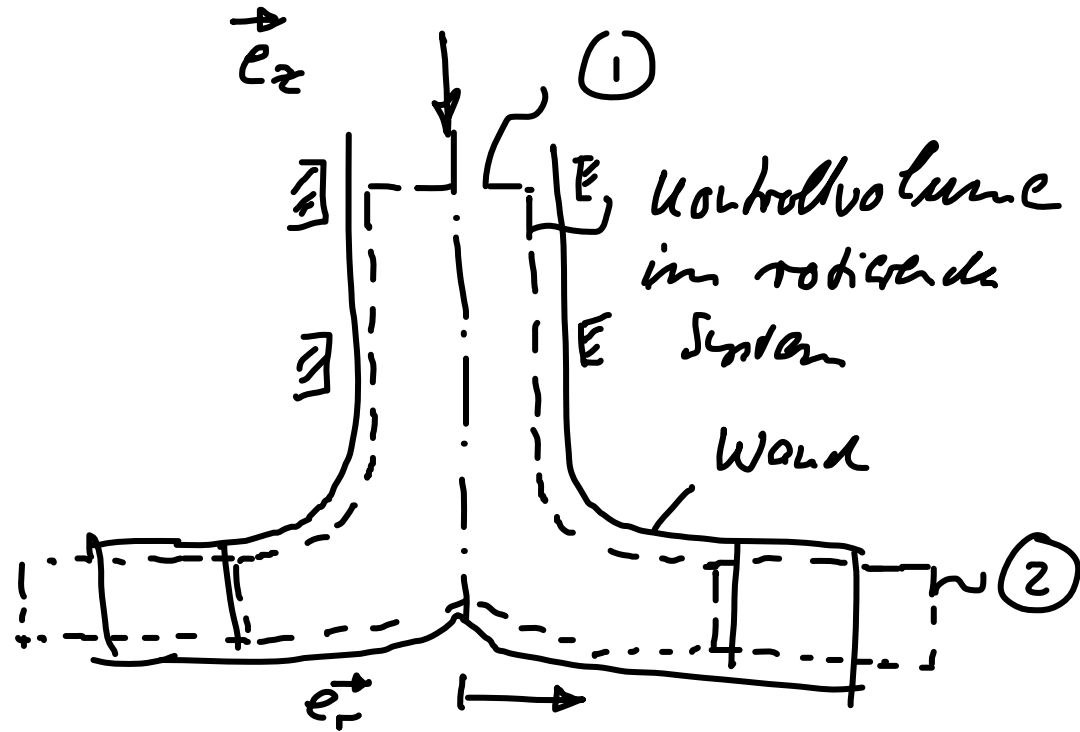


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 21

Anwendung des Drehgesetzes auf die
radial Turbomaschine.



$$\frac{D}{Dt} \vec{D} = \vec{M} \quad \left| \cdot \vec{e}_z \right| \quad \vec{D} = \int_V \vec{x} \times \rho \vec{c} \, dV \quad \text{Dreh}$$

$$\frac{D}{Dt} D_2 = M_2 \quad \left| D_2 = \int_V (\vec{x} \times \rho \vec{c}) \cdot \vec{e}_z \, dV \right.$$



In Zylinderkoordinaten

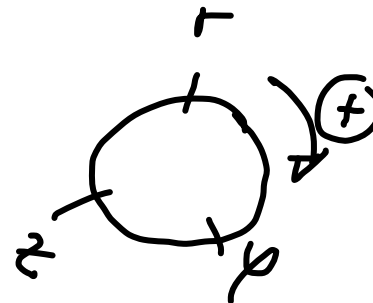
$$\vec{x} = r \vec{e}_r + z \vec{e}_z \quad ; \quad \vec{e}_r = \vec{e}_r(\varphi)$$

Abstraktionsgleichung

$$\vec{c} = c_z \vec{e}_z + c_r \vec{e}_r + c_\varphi \vec{e}_\varphi$$

φ

$$\left(\vec{x} \times \vec{c}_\varphi \right) \cdot \vec{e}_z = \underline{\underline{r c_\varphi}}$$



$r c_\varphi$ Drehkomponente (spezifisch)
in axialer Richt..

$$\frac{D}{Dt} \int_{V(t)} r c_\varphi s \, dV = M_z = \int_{A_1 + A_2 + S_W} \left(\vec{x} \times \vec{c} \right) \cdot \vec{e}_z \, dA + \int_V \left(\vec{x} \times s \vec{h} \right) \cdot \vec{e}_z \, dV$$





$$\frac{D}{Dt} \int_{V(H)} \rho r c_m dV = M_z = \int_{S_W} (\vec{x} \times \vec{t}) \cdot \vec{e}_z dS$$

für ausgeglichenes Freigewicht an
1. und 2.

$$\left[\frac{D}{Dt} \int_{V(H)} \rho r c_m dV \right] = \left[\frac{\partial}{\partial t} \right]_{B_V} \int \rho r c_m dV + \int_{A_1 + A_2} \rho r c_m \vec{w} \cdot \vec{n} dS$$

$$\nabla c_m = \Omega r \quad \text{Star-Körperrotation.}$$
$$\leadsto \frac{D}{Dt} \int \rho r c_m dV = \dot{\Omega} \Theta$$

Annahme $\frac{\partial}{\partial t} \equiv 0$. $\dot{\omega} \equiv 0$.

$$\leadsto \int_{A_1 + A_2} \tau c_m \rho \vec{\omega} \cdot \vec{n} dS = \Gamma_2.$$

Spezialfall τc_m ist konstant über A_1, A_2

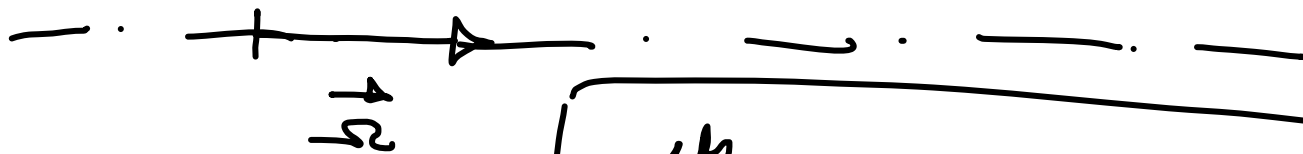
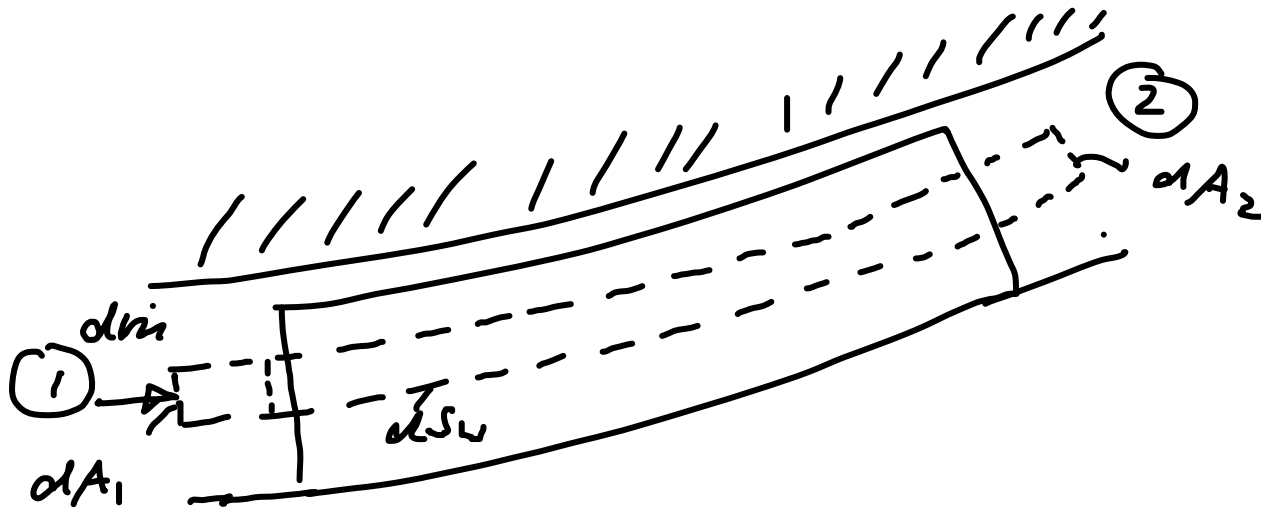
$$\tau_1 c_{m1} \underbrace{\int_{A_1} \rho \vec{\omega} \cdot \vec{n} dS}_{-m_1} + \tau_2 c_{m2} \underbrace{\int_{A_2} \rho \vec{\omega} \cdot \vec{n} dS}_{m_2} = \Gamma_2$$





$$\frac{M_z}{v_i} = \tau_2 c_{u2} - \tau_1 c_{u1}$$

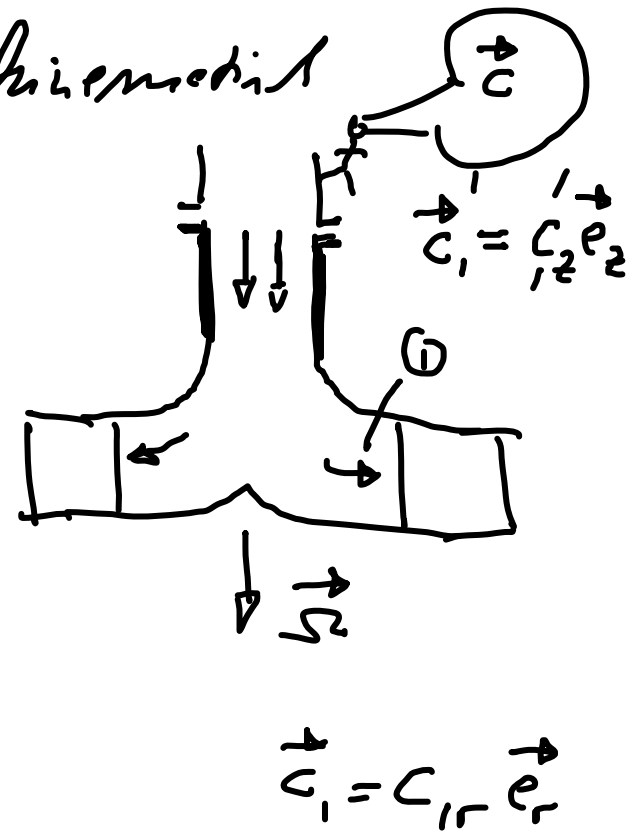
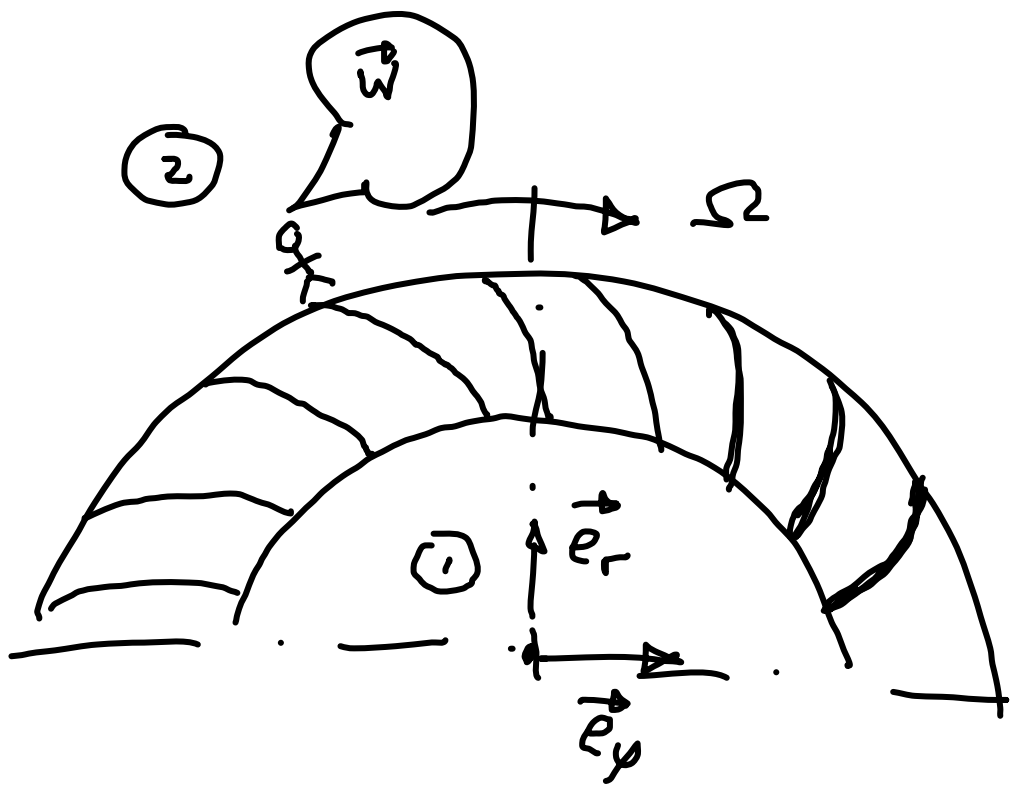
Euler'sche Turbinengleichung.



für beliebigen Dreh-
winkel.

$$\frac{dM_z}{dv_i} = \tau_2 c_{u2} - \tau_1 c_{u1}$$

Dreiländerung ist bei annehmbaren Scherkräften
 ($\Delta\varphi \ll 1$ oder $\frac{r}{l} \ll 1$) kinematisch
 verknüpfbar.



$$\vec{c} = \vec{W} + \vec{u}$$

$$\vec{u} = r\Omega \vec{e}_\varphi$$

\leadsto Geschwindigkeit u_{308}



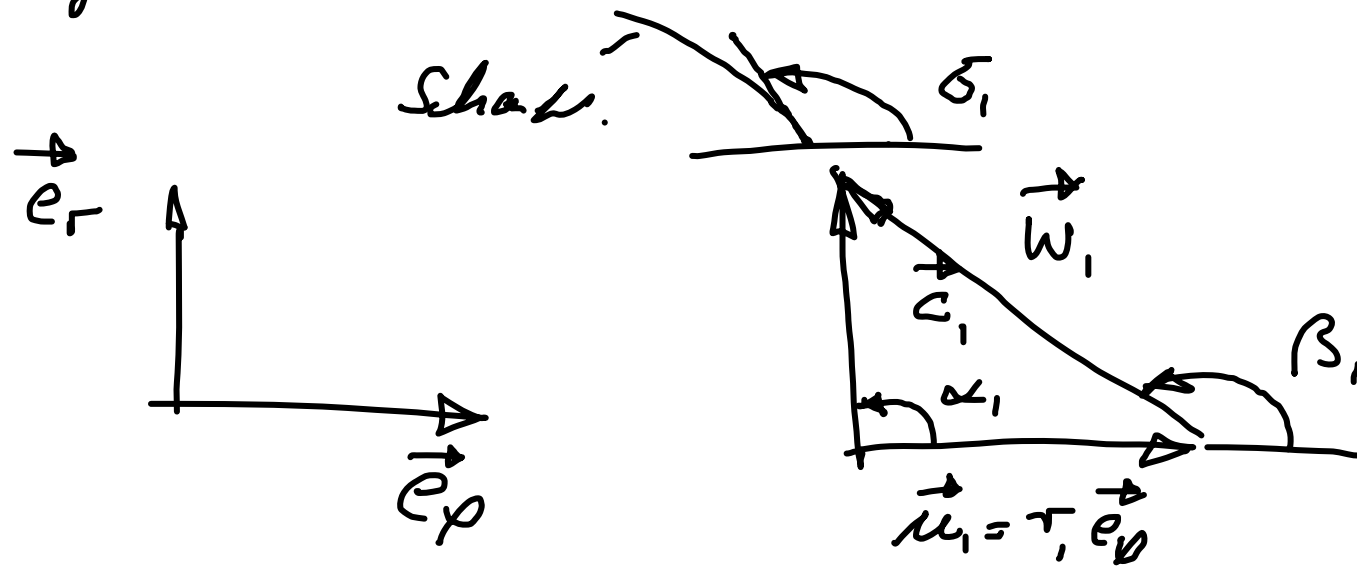
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
 Sommersemester 2010
 Grundlagen der Turbo-
 maschinen und Fluidsysteme
 Vorlesung 21

Geschwindigkeitsdreieck an der Stelle 1.



Geschwindigkeitsdreieck an der Stelle 2.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 21