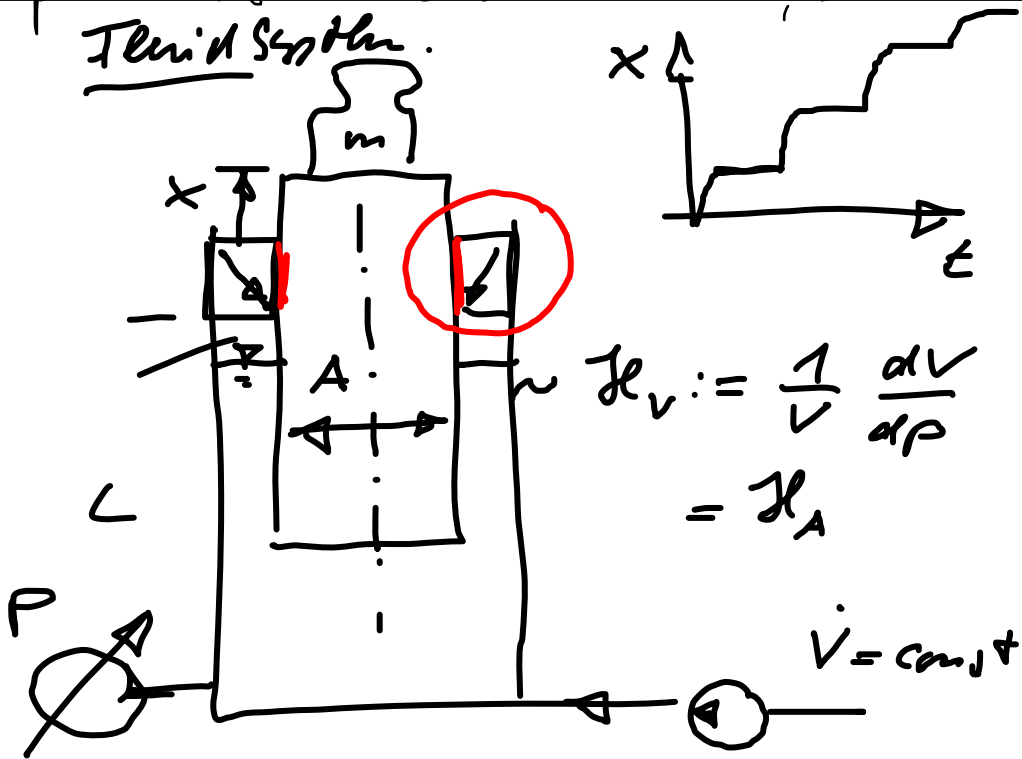


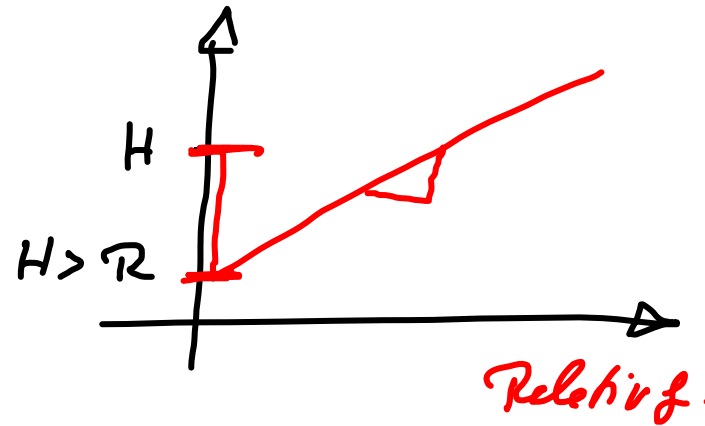
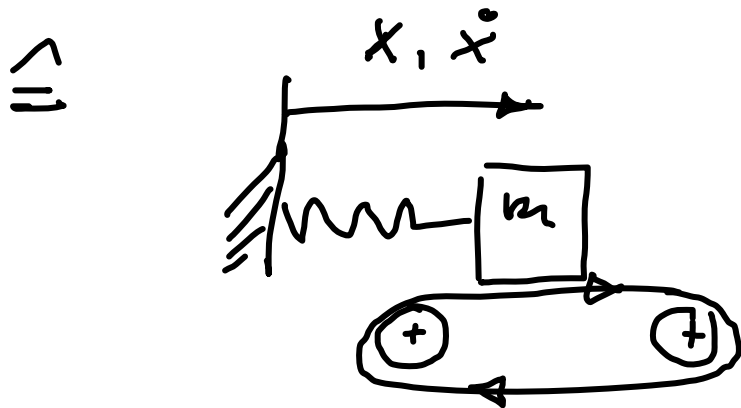
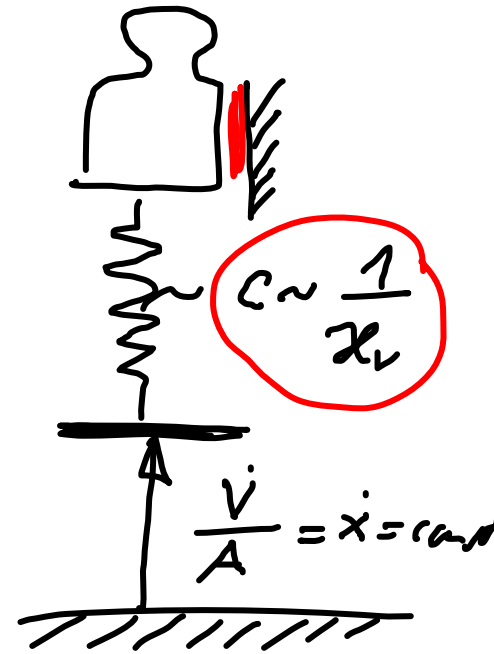
# Impulssatz für die Strömungsröhre: Anwendung Hydrologer

Fluidsystem



$$\chi_v := \frac{1}{V} \frac{dV}{dp} = \chi_A$$

mechanisches Ersatzbild

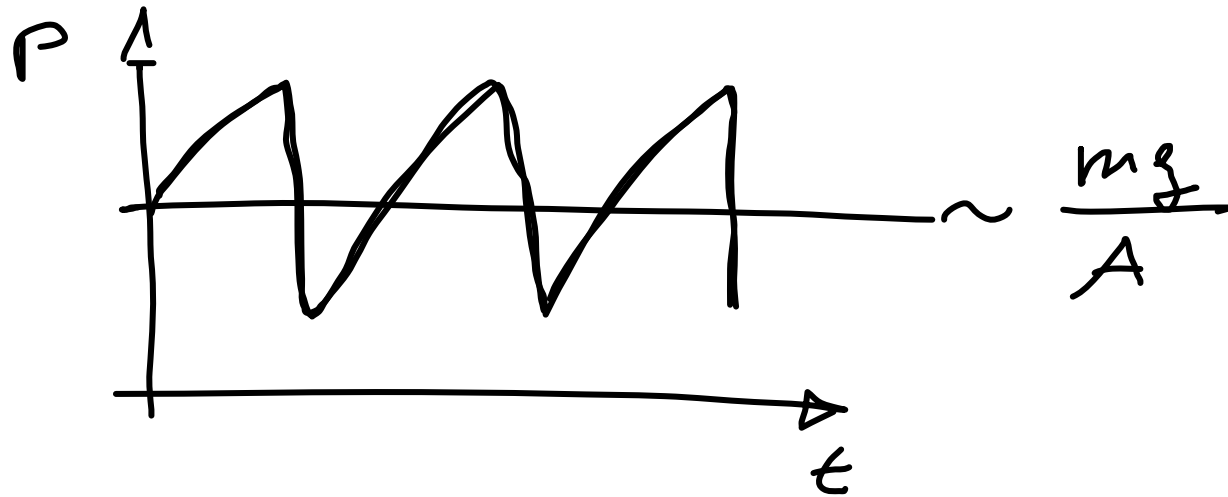


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FLUID  
SYSTEM  
TECHNIK

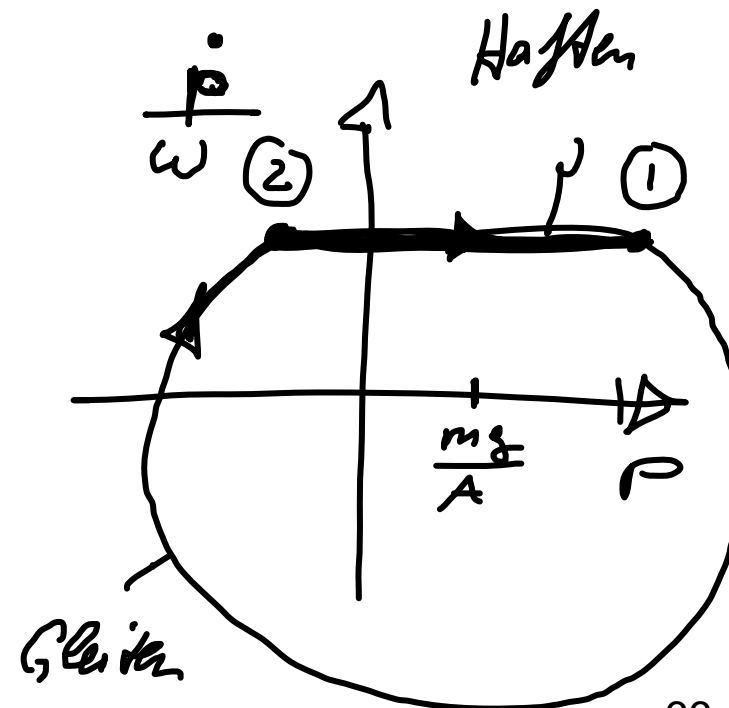


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13



| $t$ | $p$ | $\dot{p}$ |
|-----|-----|-----------|
| .   | .   | .         |

1. Tipp: Darstellung als Phasorkurve



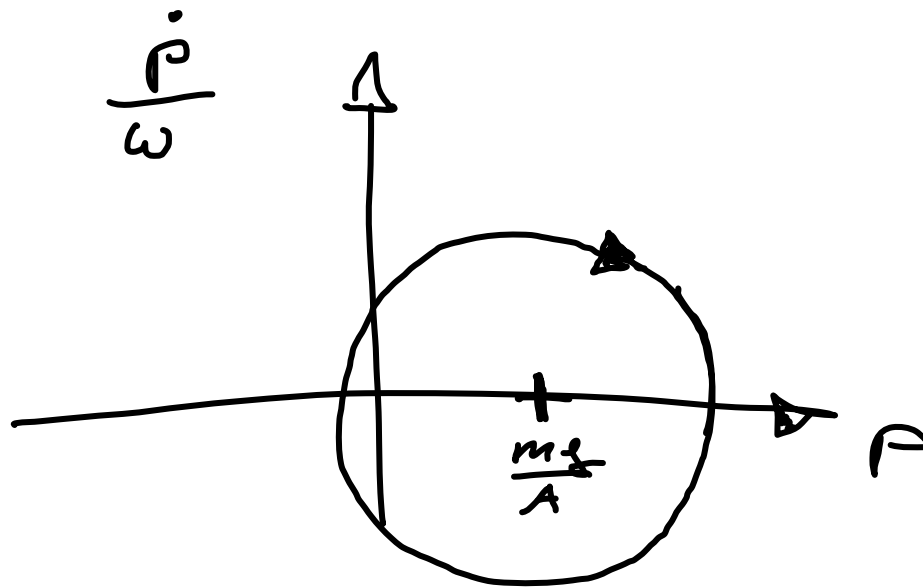
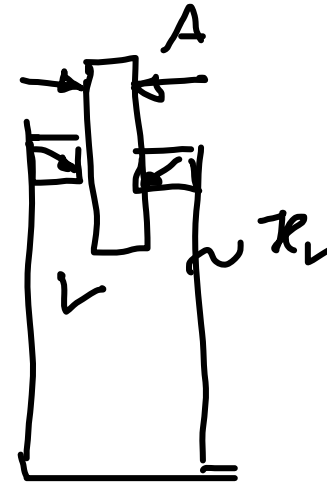
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13



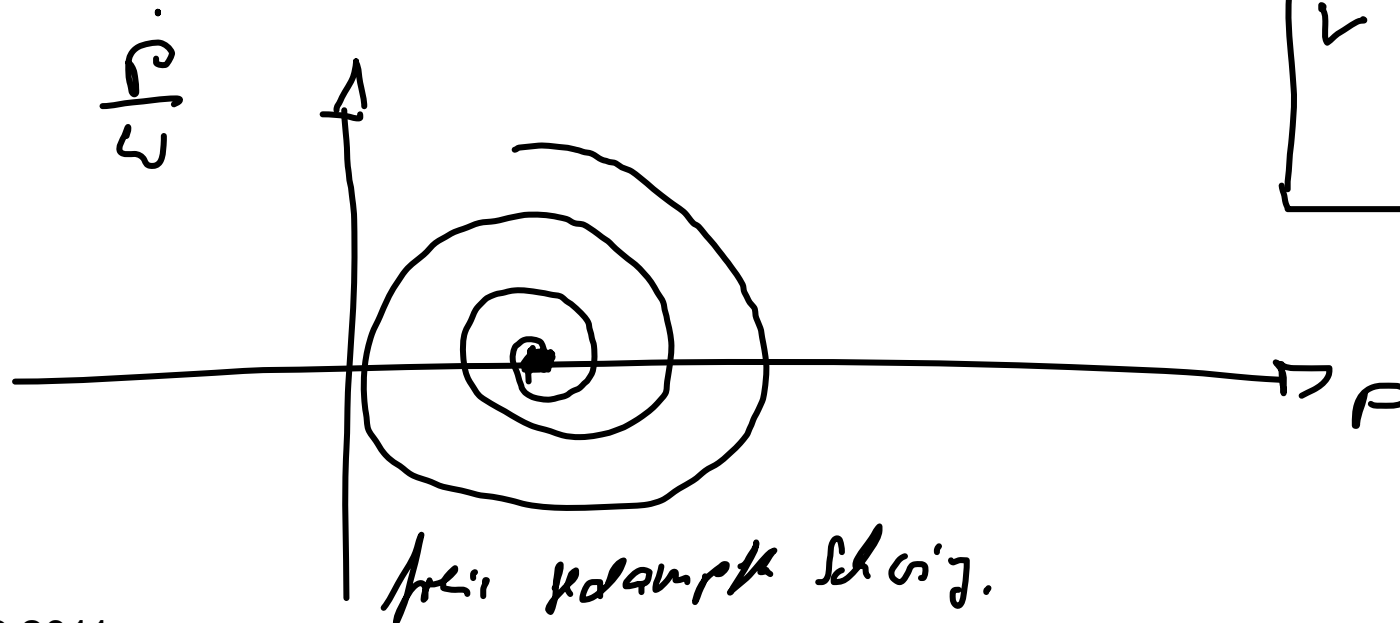
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13

$$\omega^2 = \frac{c}{m}$$

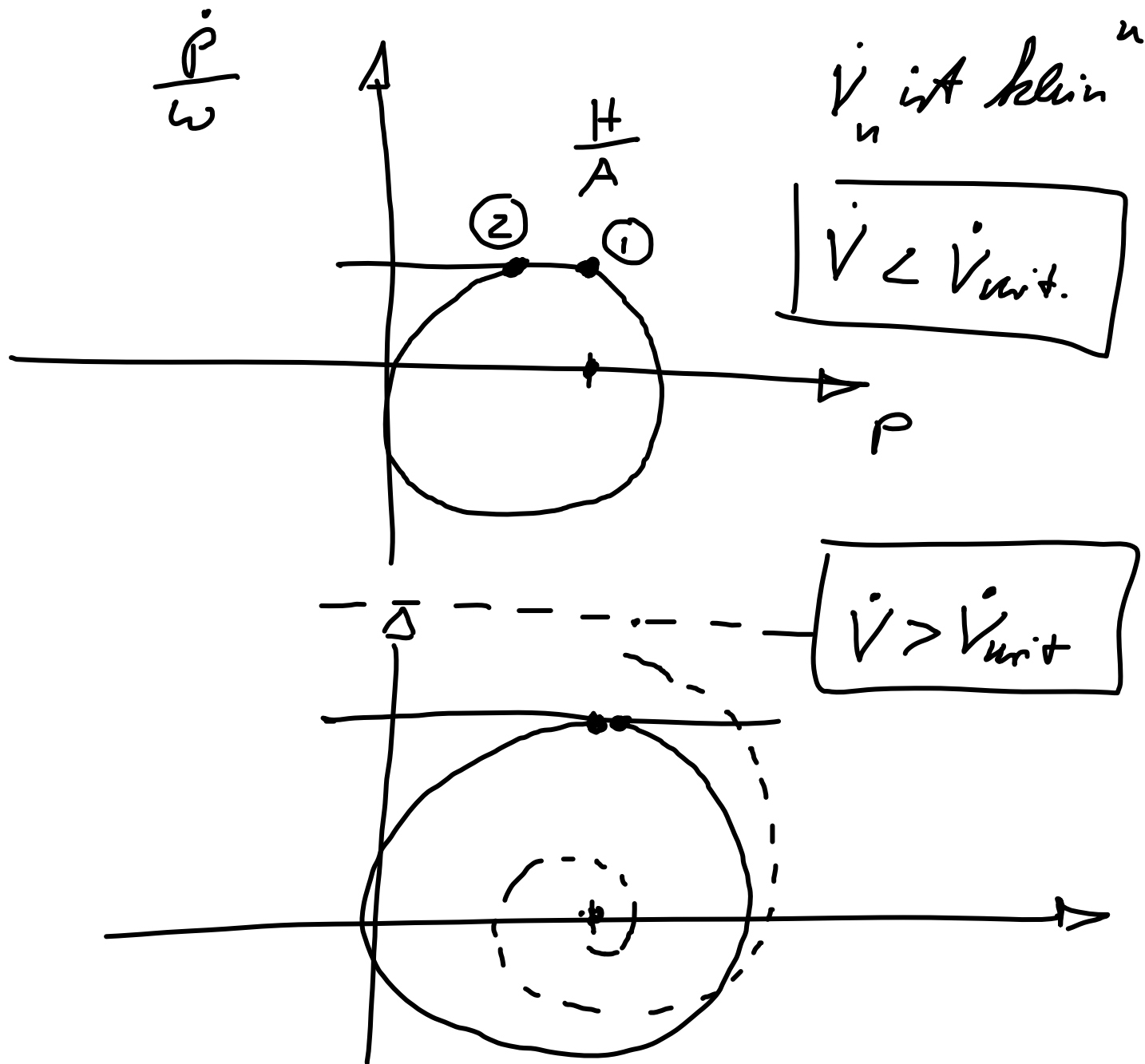
$$c = \frac{A^2}{\kappa_V V}$$



frei ungedämpfte Schwing.



frei gedämpfte Schwing.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13

$$\dot{V}_{\text{rot}} = f_{\text{rot}}(H-R, c, D) \dots$$

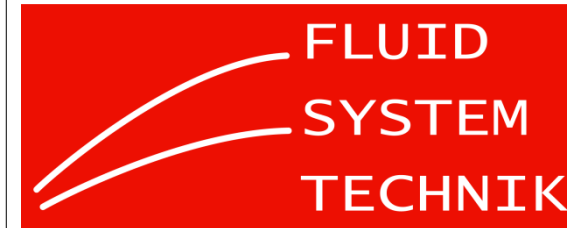
$$D = \frac{d}{2cW} \quad \text{Dämpfergrad}$$

1. Dimension

2. Parameter  
zu Theorie



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



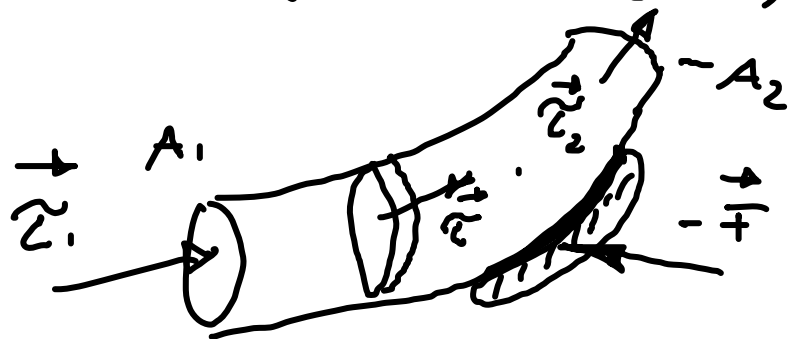
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13

# Impulsatz für eine Strömungsröhre

$\nabla$  Kont. 
$$\int_0^L \frac{\partial}{\partial t} (\rho A) ds - \dot{m}_1 + \dot{m}_2 = 0 \quad \Delta.$$

Imp. 
$$\int_0^L \frac{\partial}{\partial t} (\rho u A \vec{e}) ds - (\rho_1 + \psi_1 + \rho_1 u_1^2) A_1 \vec{e}_1 +$$

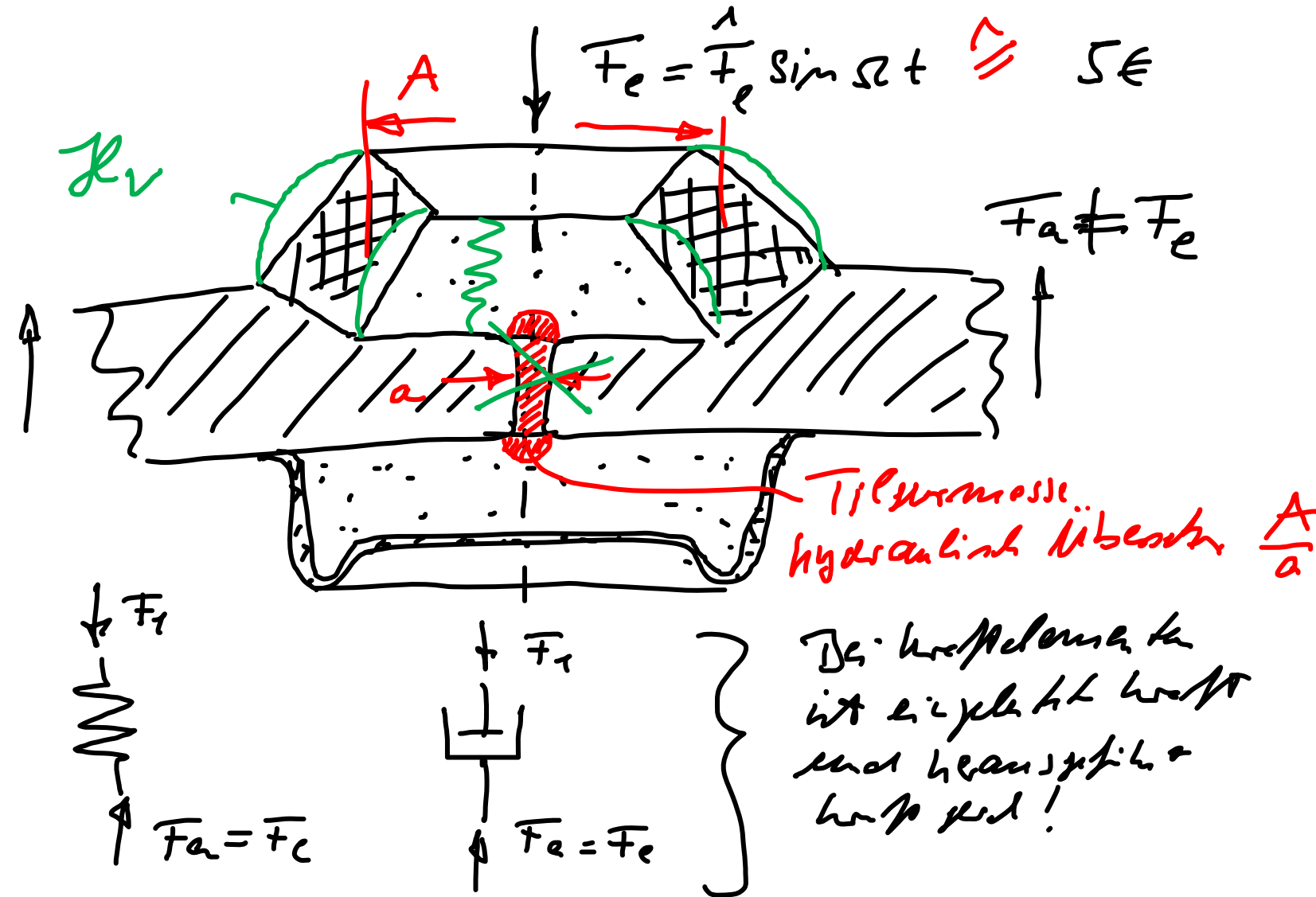
$$+ (\rho_2 + \psi_2 + \rho_2 u_2^2) A_2 \vec{e}_2 = - \vec{F}$$



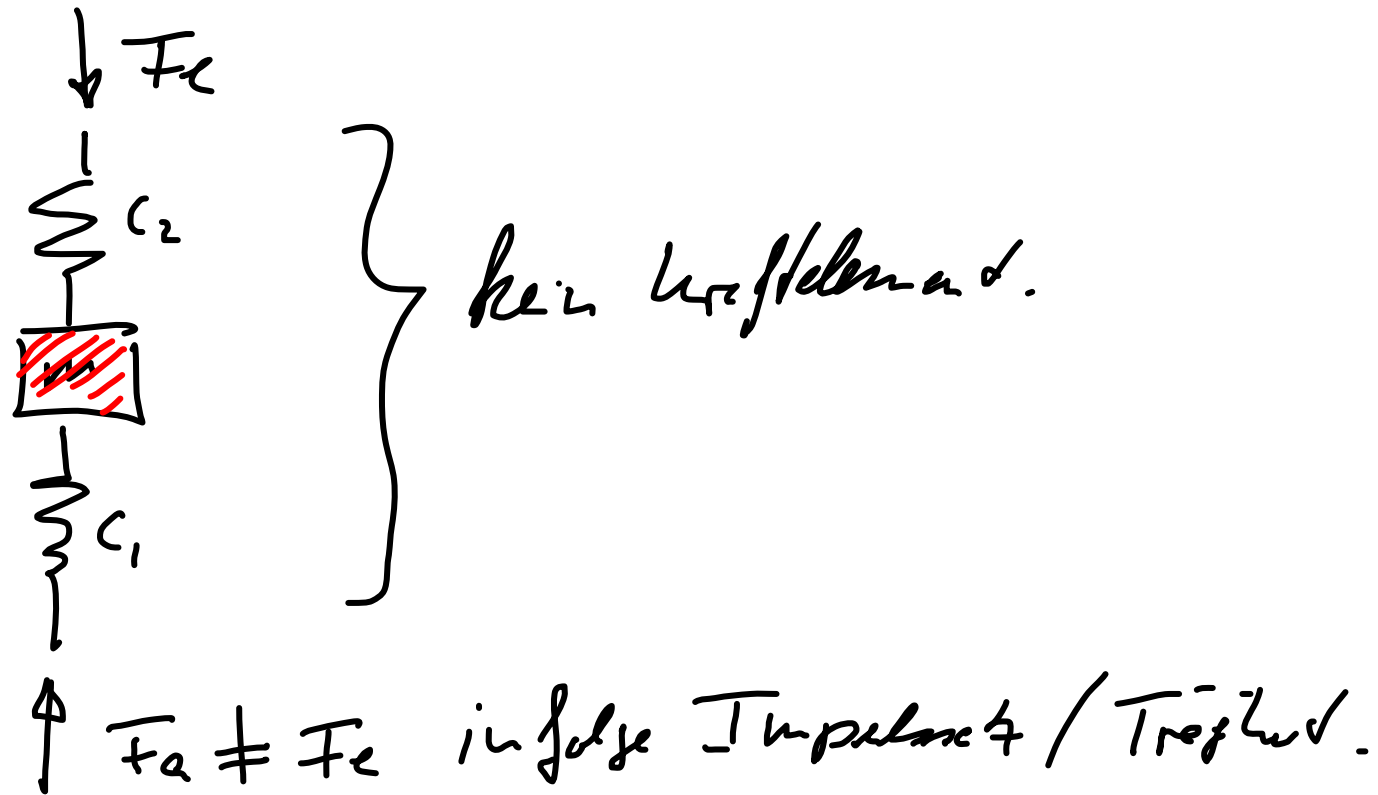
$\psi$  ist das  
Potential der Volumenkräfte.



# Anwendung für ein Hydrolast $\Omega \gg \omega$



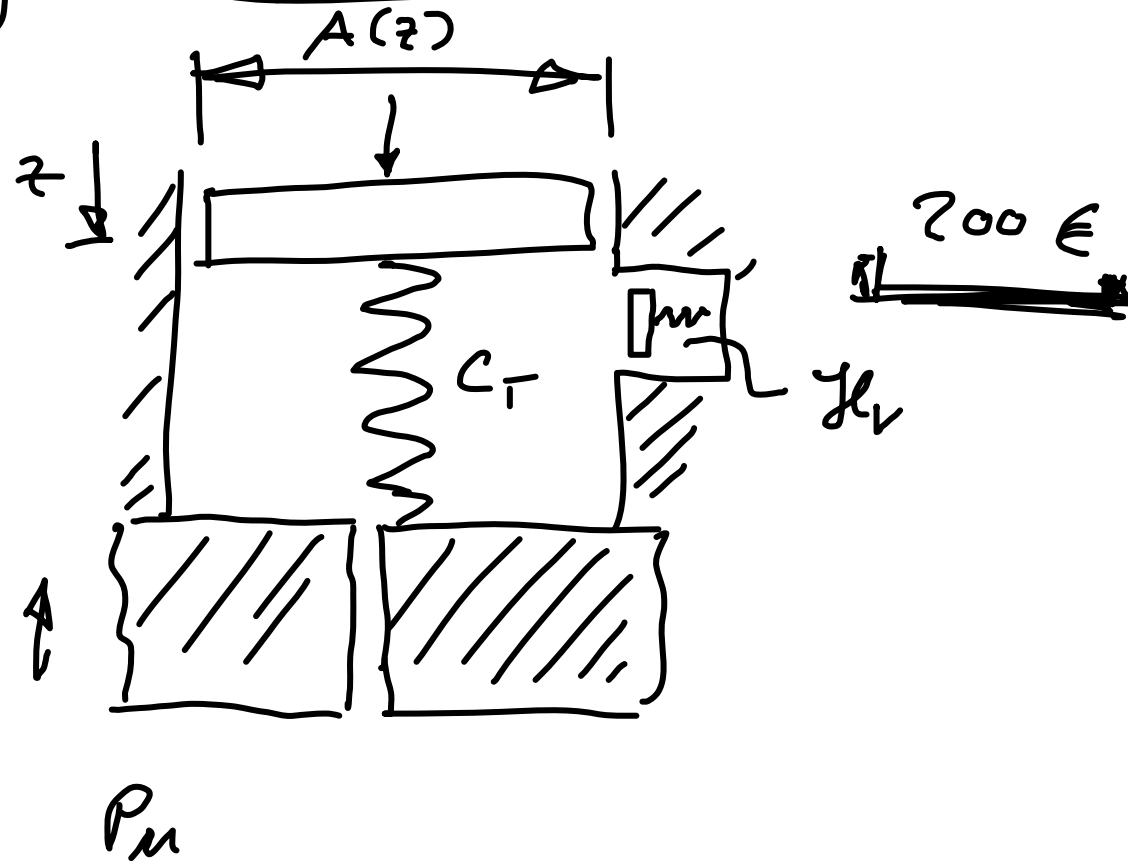
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13



# Einfaches hydraulisches Modell



Bestimmung von Trägheit und Bleiheder ( $K_v$ )



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FLUID  
SYSTEM  
TECHNIK

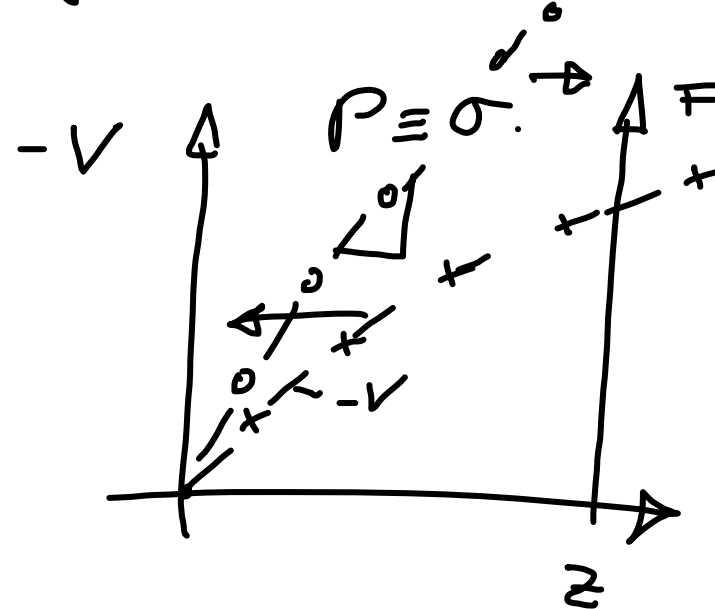
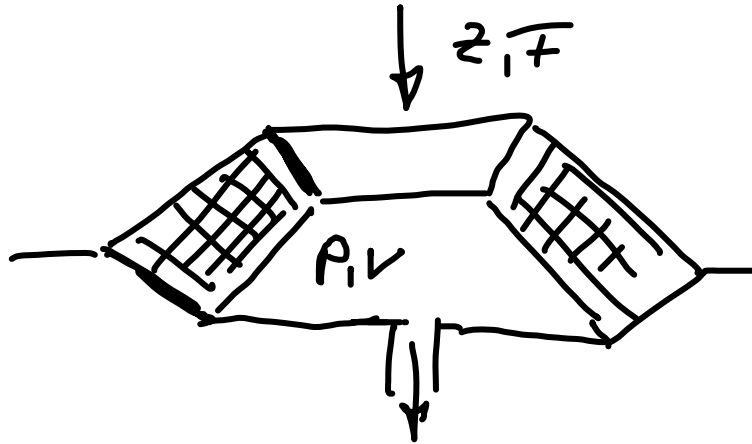


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13



# 1. Elastostatische FE Rechnung.

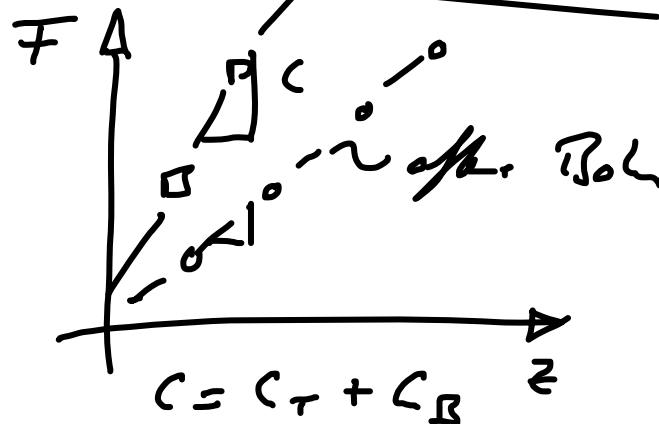
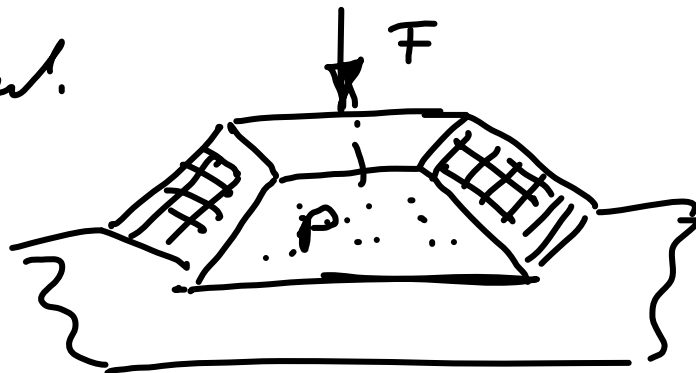
$$\frac{dF}{dz} = C_T$$



1. Versd  $P=0$ .

$$-\frac{dV}{dz} := A \text{ Verdichtungskoeff.} \\ \text{oder gestaute Fl.}$$

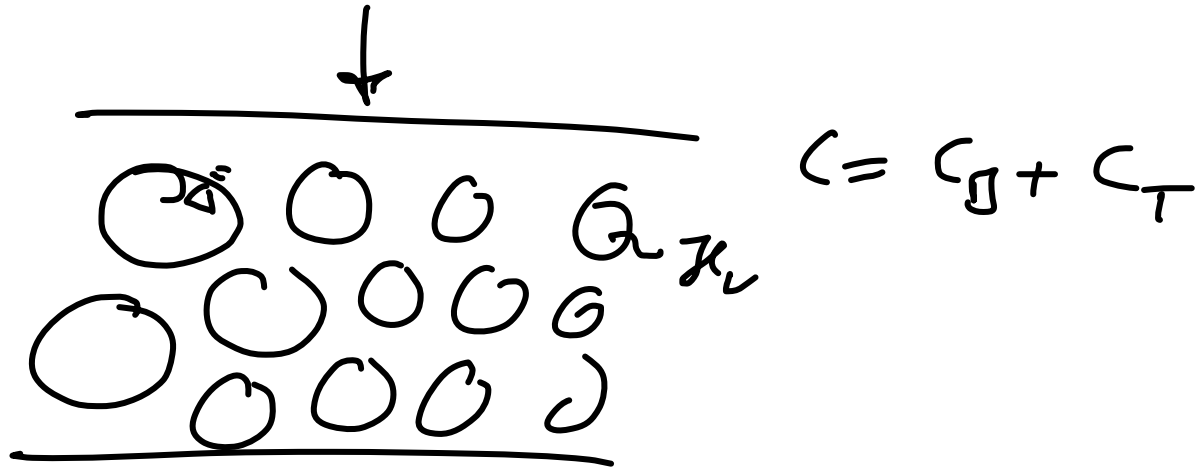
# 2. Uebers.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13

# Anderes Beispiel.

- Schäume mit geschlossenen Blasen ...



- Bl Le ...

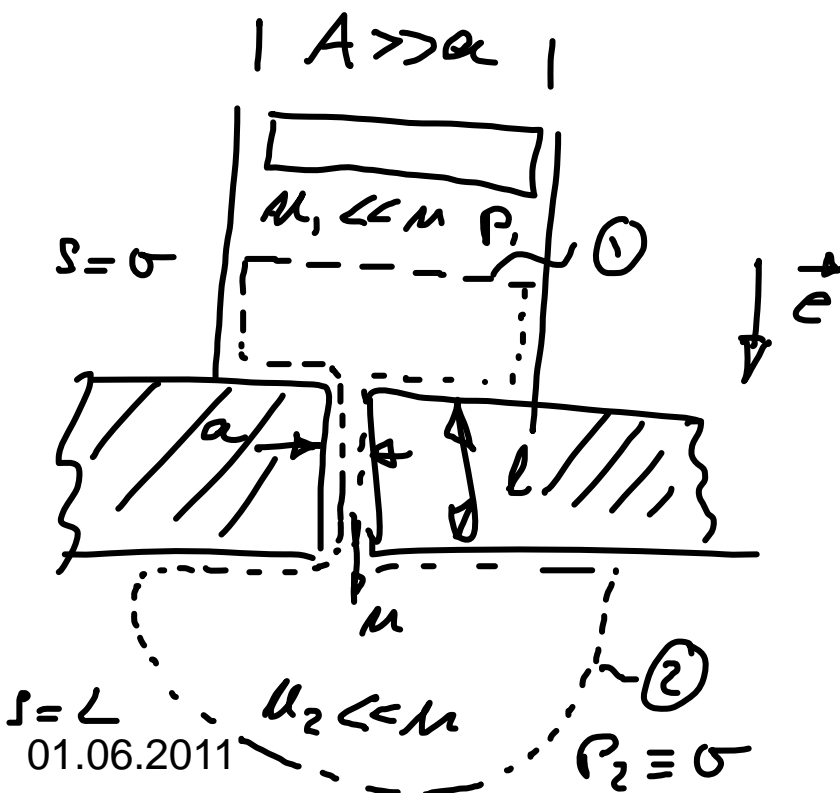


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13



$C_T$  Tropfenhaftigkeit ✓

$C_B = \frac{A^2}{\sqrt{Re}} \quad \text{Blasenhaftigkeit} \quad \checkmark$



Impulsnachfrage  
 $\rightarrow$  Kraft der Flüssigkeit  
auf die feste Platte

$$\int_0^L \frac{\partial}{\partial t} (\rho u A \vec{z}) \, ds - P_1 A_1 \vec{z}_1 = -\vec{F}$$

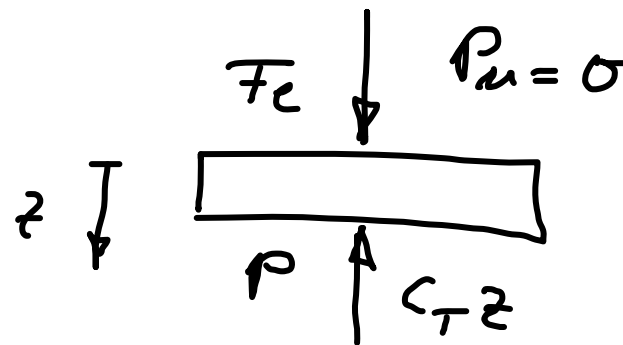
$\cdot \vec{e}$



$$\int_0^l \frac{\partial}{\partial t} (\rho u A) ds - P_1 A_1 = - \dot{F}_{Fe \rightarrow Fe}$$

galii -  $P A = - \dot{F}_{Fe \rightarrow Fe}$ .

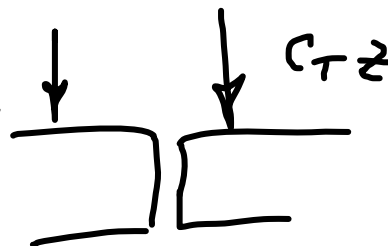
Eingeleitete Kraft



$$F_e = P A + c_T z.$$

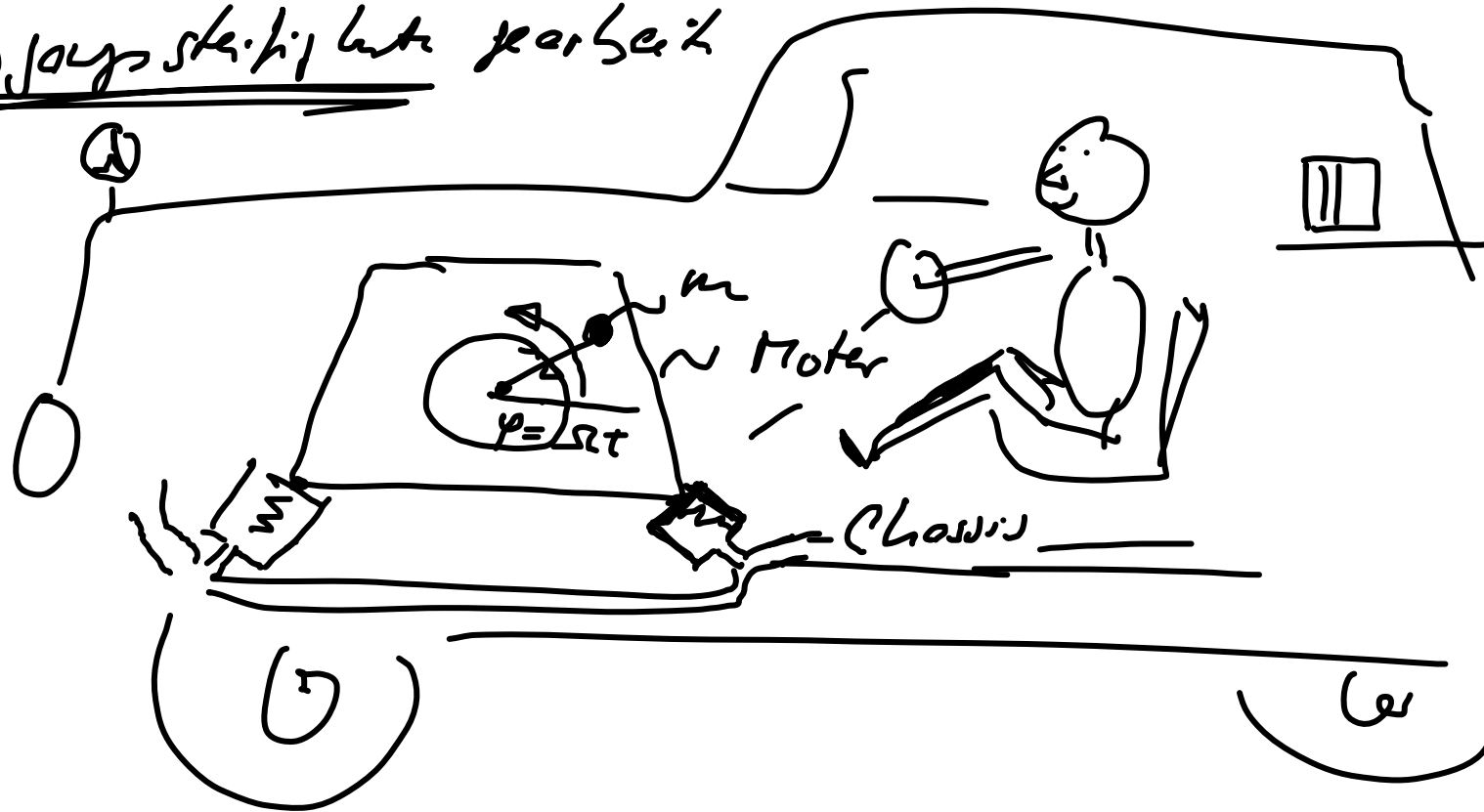
Ausgeleitete Kraft

$$F_a = P A - \underline{\underline{galii}} + c_T z$$



Wichtig  $F_e \neq F_a$

Wichtig wird mit Eingangsströmigkeit und  
Ausgangsströmigkeit gearbeitet



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FLUID  
SYSTEM  
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13

$$C_A^* = \frac{\hat{F}_A^*}{\hat{z}}$$

Komplexer Ausgangsdruck

$$\hat{F}_A$$

Komplexer <sup>Wert</sup> Amplituden

$$\hat{z}$$

in Originaldruck

Zeitbereich

$$F_A = C_T z + pA - pl \dot{v} a$$

Frequenzbereich  $\rightarrow$  nur die Amplituden, die mit  $\omega$  <sup>ist</sup> <sub>korrespondieren.</sub>

$$\hat{F}_A = C_T \hat{z} + \hat{p}A + pl \omega^2 \hat{z} a$$

$$v = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$$

$\dot{z}$  Weg der Teilchen im Koord.

$$\frac{C_A^*}{C_T} = 1 + \frac{\hat{p}A}{C_T \hat{z}} + \frac{pl \omega^2 a}{C_T} \frac{\hat{z}}{\hat{z}}$$

$$\dot{z} = \ddot{z} \rightarrow -\omega^2 \hat{z}$$



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13

2 Gleichungen für  $\xi$  und  $\hat{p}$

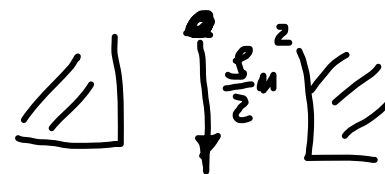
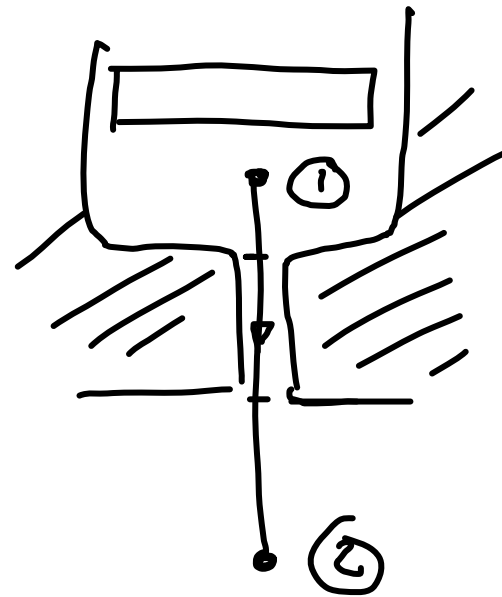
1.) Bernoulli Gleichung

$$p = \int_0^L \rho \frac{\partial u}{\partial t} dx + \Delta p_L$$

$$= \rho u l + \underbrace{\frac{\rho}{2} u^2 l}_{\text{Anströmverlust}}$$

2.) Kontinuitätsgleichung

$$V \rho_A \dot{p} - A \dot{z} + a u = 0$$



Kinetic Energy ist vollständig verloren.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 13