

# Effektivwert berechnen

$$\mathcal{K}_{eff} = \mathcal{K}_g + \mathcal{K}_A$$

$$\mathcal{K}_g = \frac{1}{g} \frac{d g}{d p} \quad \mathcal{K}_A = \frac{1}{A} \frac{d A}{d p}$$

Zusammenhang mit der Schallgeschw.

$$\alpha_{eff}^2 := \frac{1}{g \mathcal{K}_{eff}}$$



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

Speziellfall Schallgeschw. als thermodyn. Zustandgr.

$$a^2 := \left. \frac{\partial p}{\partial \rho} \right|_s = \gamma \frac{p}{\rho} = \gamma R T$$

für ein thermodyn.  
ideales Gas.

↳ Für ideales Gas  
ist die Schallgeschwindigkeit von  
Druck unabhängig.

↳ Bei einem realen Gas stimmen die  
Werte nicht mit dem Realgasgesetz.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

# Nachweis und Ansatz für Rohrleitunge



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

$$\mathcal{H}_A = \begin{cases} \frac{1}{E} \frac{D_0}{\delta_0}, & \frac{D_0}{\delta_0} \gg 1 \\ \frac{1}{E} \frac{D_0}{\delta_0} \left[ \frac{2\delta_0}{D_0} (1+\nu) + \frac{D_0}{D_0 + \delta_0} \right] \\ \frac{1}{E} 2(1+\nu), & \frac{D_0}{\delta_0} \ll 1 \end{cases}$$

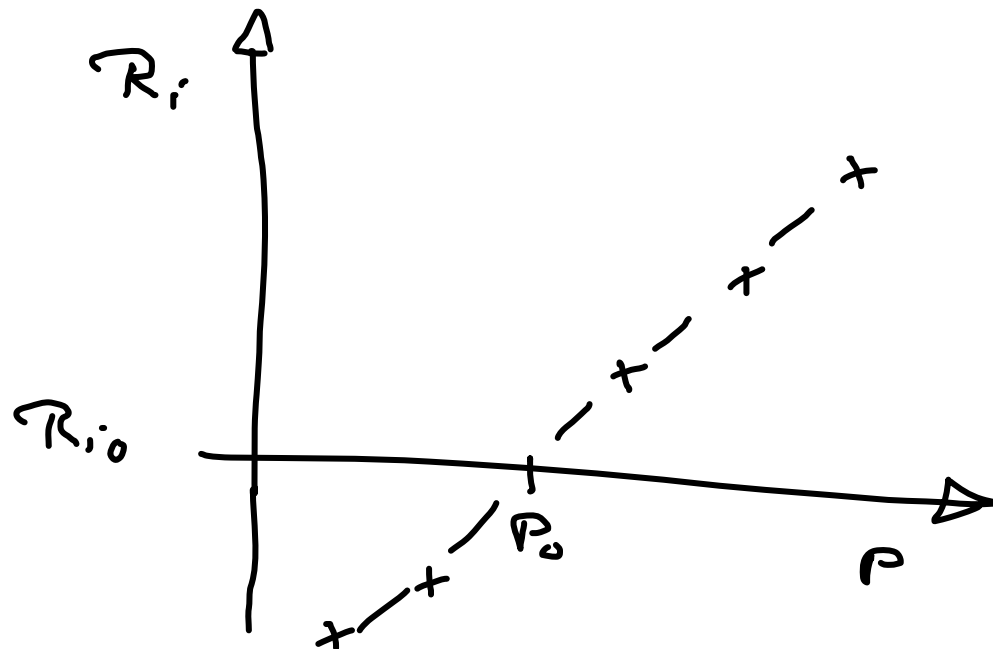
Wie wird die Nachgiebigkeit bestimmt?

- 1.) Analytische elastostatische Berechnung.  
(vgl. dünnwandige Rohr)
- 2.) Numerische elastostatische Berechnung  
Finite Element - Methode.  
bei großen Deformationen  $\rightarrow$  geometrisch  
nichtlinear.  
nichtlineare Material  $\rightarrow$  m.H. durch  
das Netz.  
 $\rightarrow$  z.B. ABAQUS od. MSC Marc.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

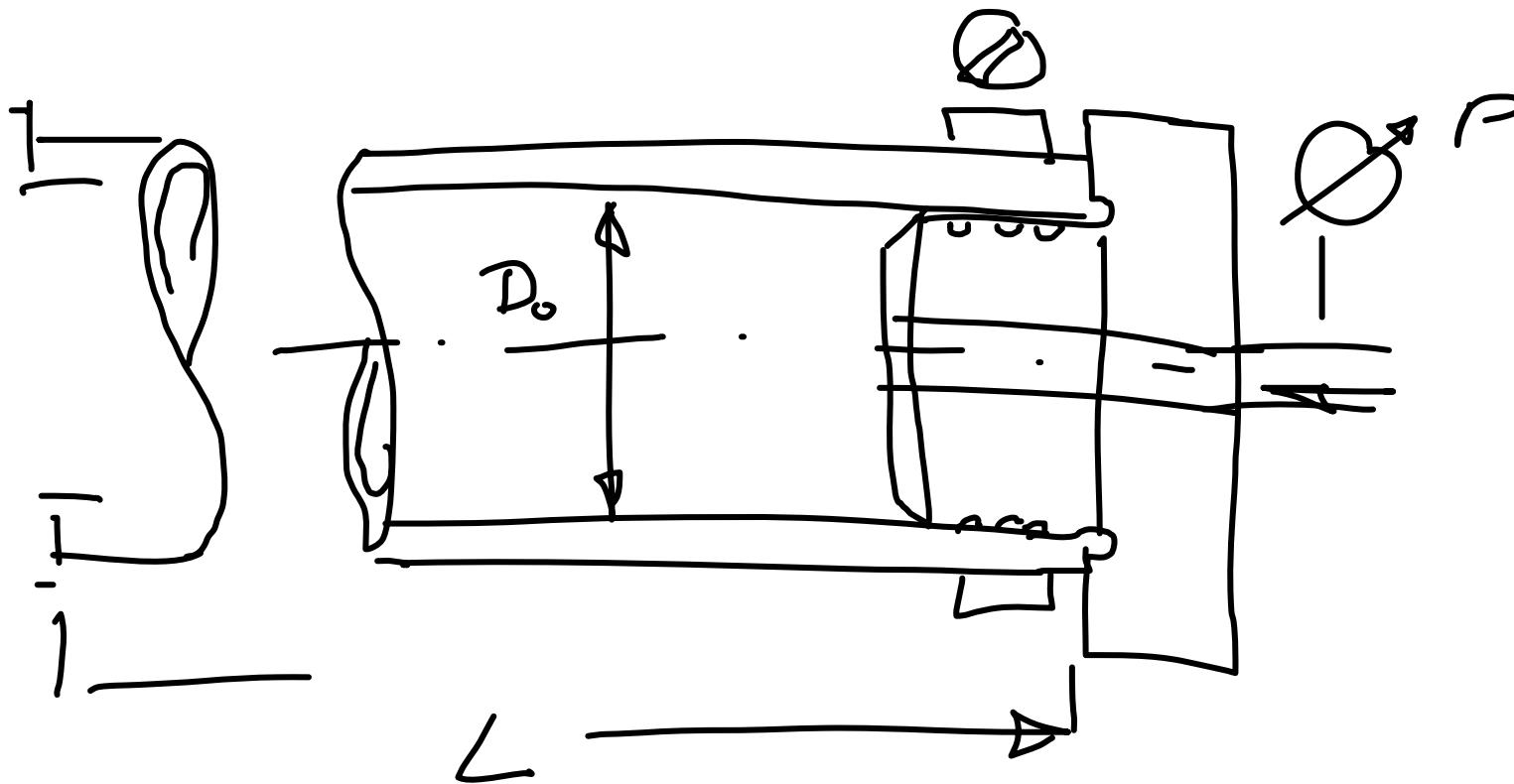
z.B. Nachhilfeleistung eines  
armierten Schlandes.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

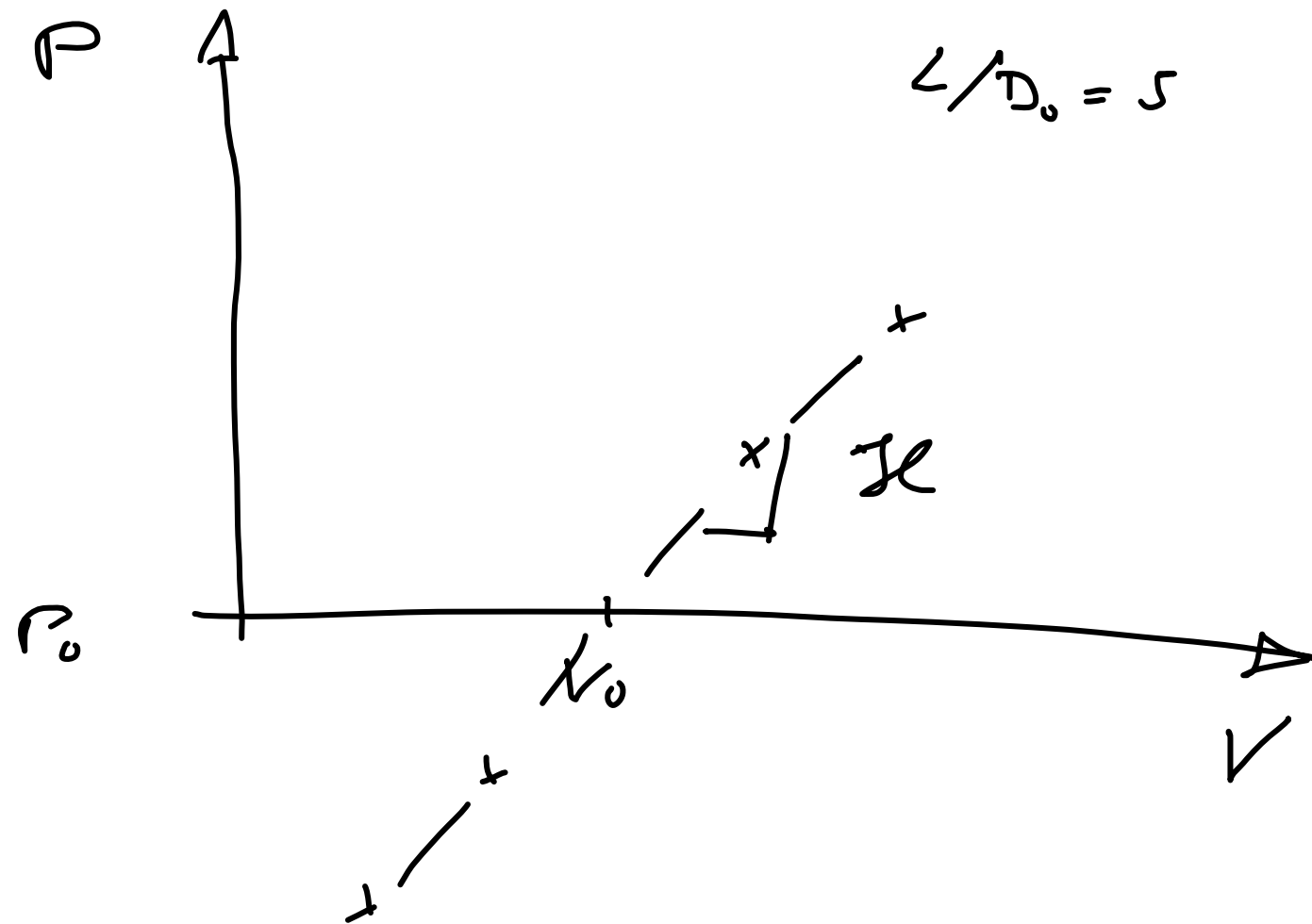


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

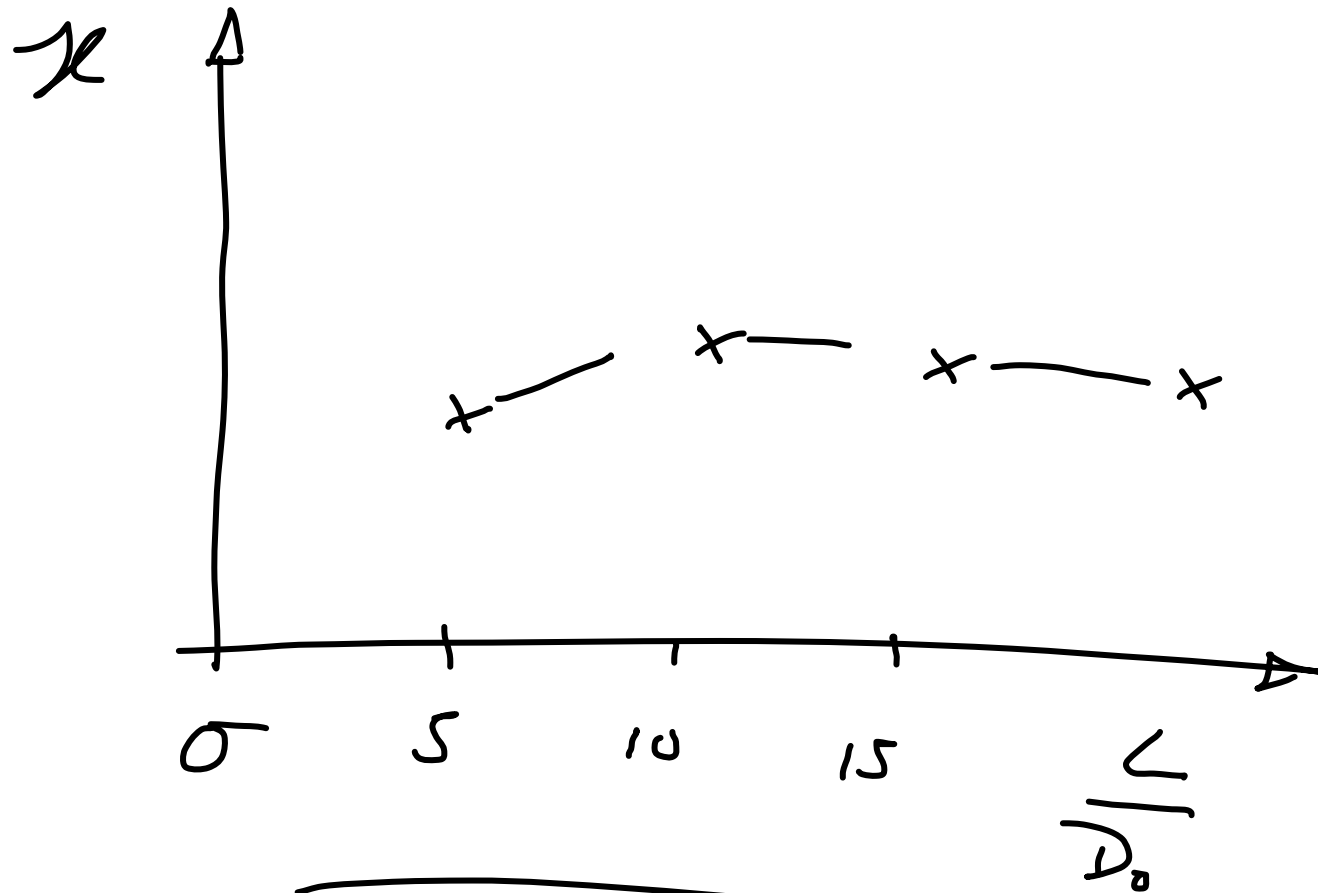




Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12







Tipp:

Variation von  
geometrischen Verhältnissen,  
um Randeffekte zu beschreiben od.  
zu eliminieren.

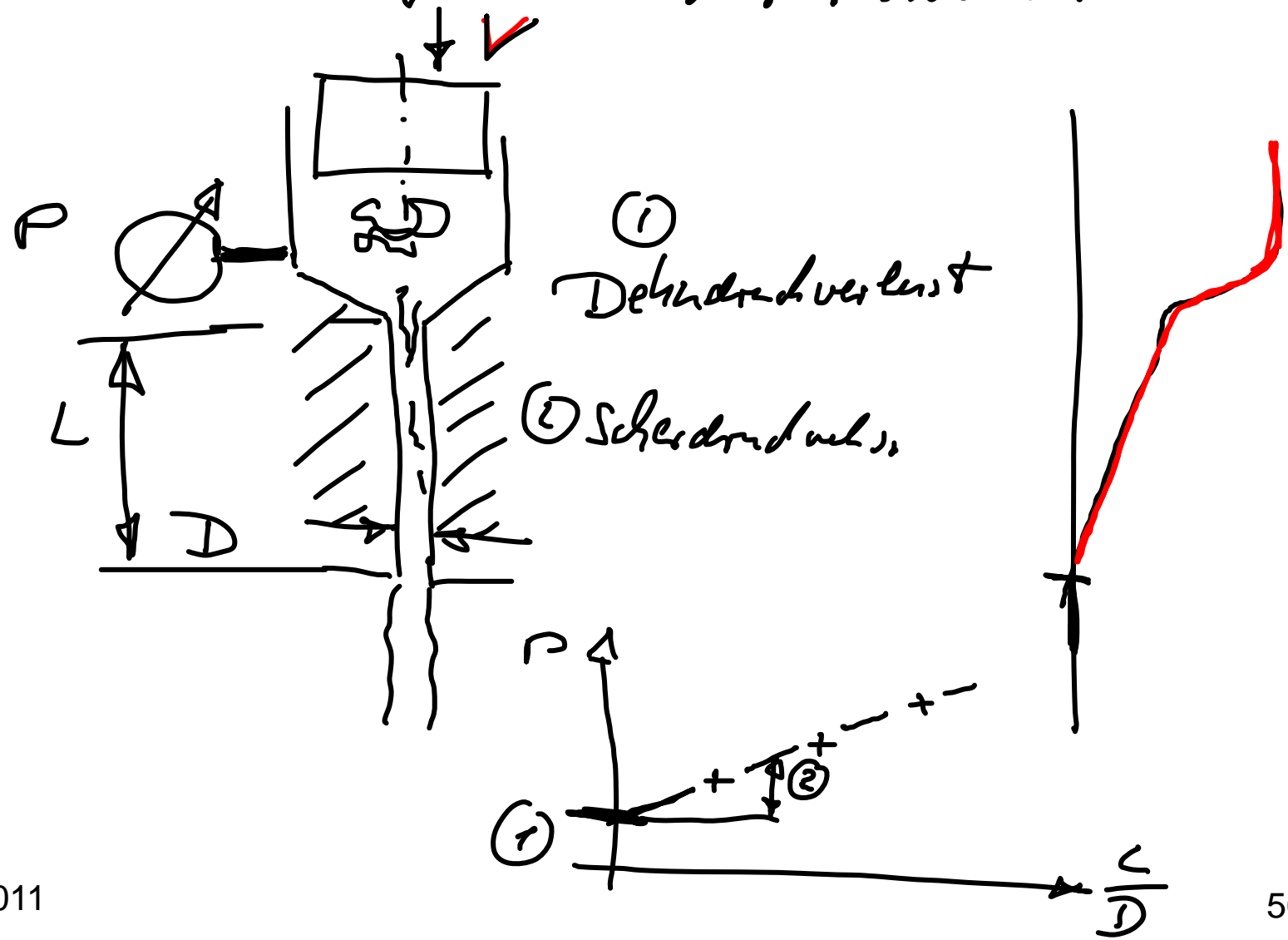


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12



Anwendungen:

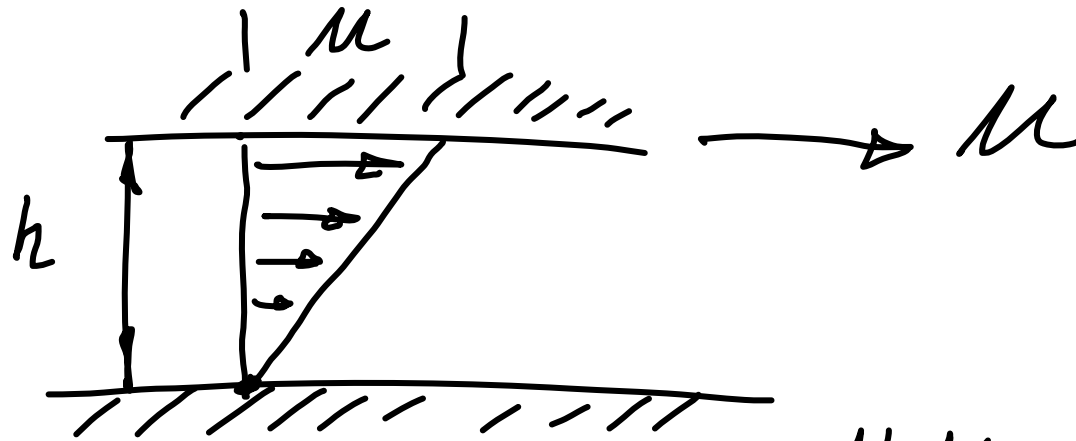
1. Bestimmung des Boyle'schen Luftgesetzes



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

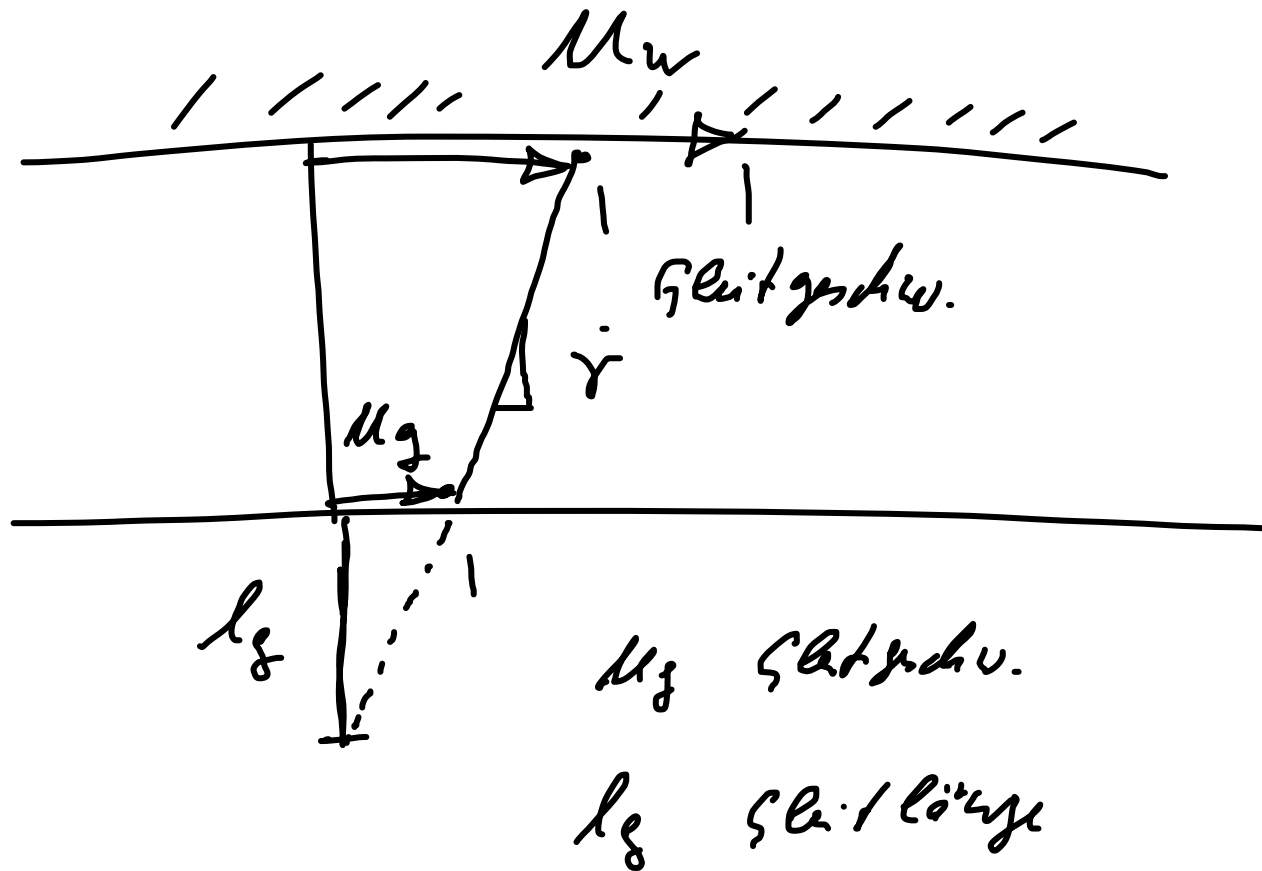


2. Anwendung: Bestimmung einer  
Fließgeschwindigkeit  $u$ .



$h \gg \lambda$  Moleküldurchmesser  $\rightarrow$  Haftbedingung.

$h \approx 10^2$  Moleküldurchmesser.



$$h_g = \mu_g / \dot{\gamma}$$

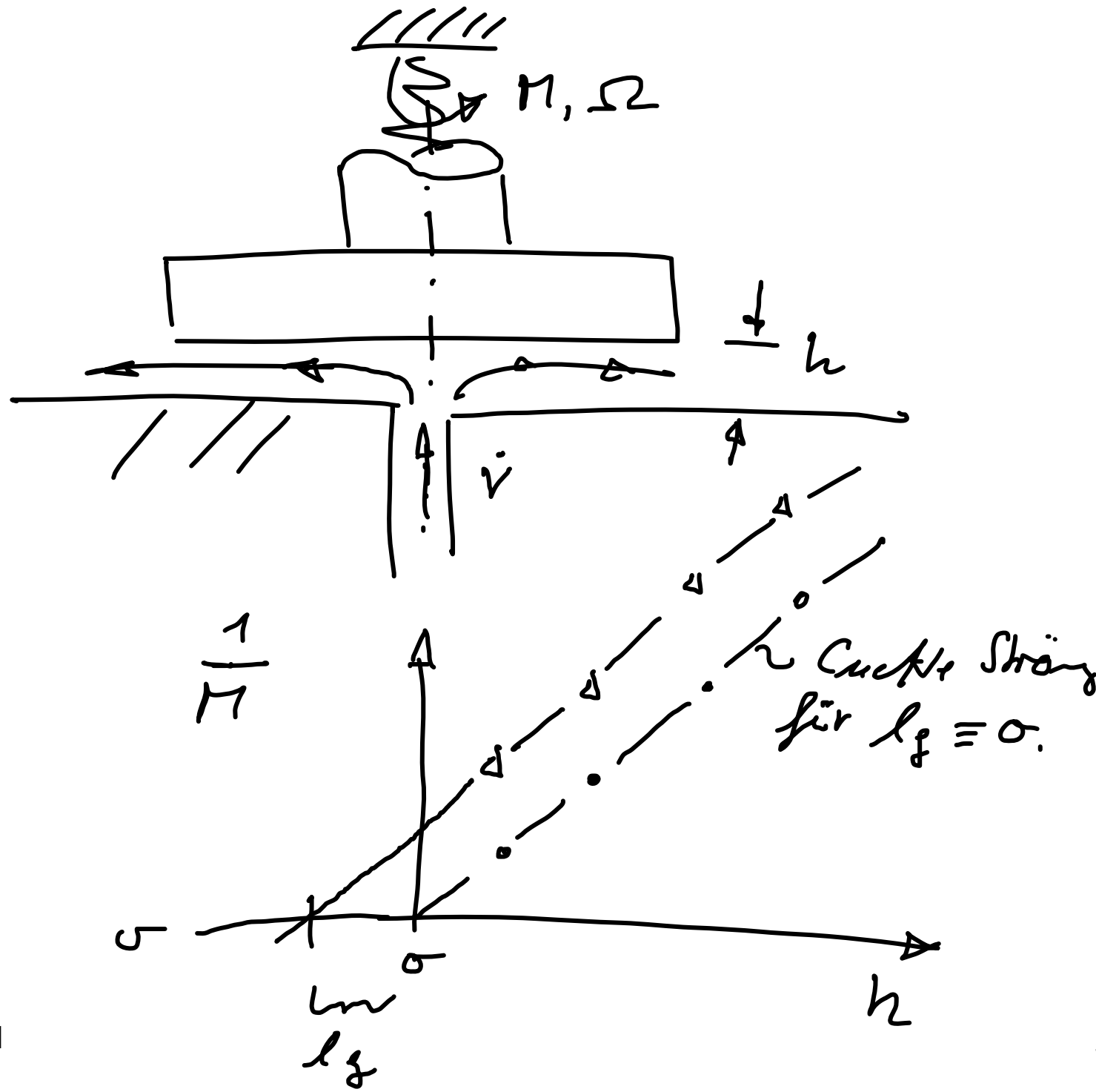


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

FLUID  
SYSTEM  
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12





Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

Nachrichtigkeit der Flüssigkeit

$$\kappa_g := \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial p}$$

isentropi Zustandsänderung eines Mediums  
ideales Gas.

$$\kappa_g = \frac{1}{\gamma P} \quad (P \text{ Absolutdruck!})$$

isotherme Zustandsänderung für Gemisch  
idealer Gase.

$$\kappa_g = \frac{1}{\rho}$$

Flüssigkeit:

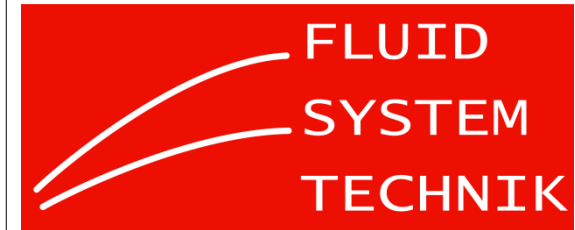
$$\kappa_g = \frac{1}{K} \quad K \text{ Kompressionsmodul der Flüssigkeit}$$

$$K = K(P, T)$$

↳ Adiabatisches oder WLF-Abkühlprinzip



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



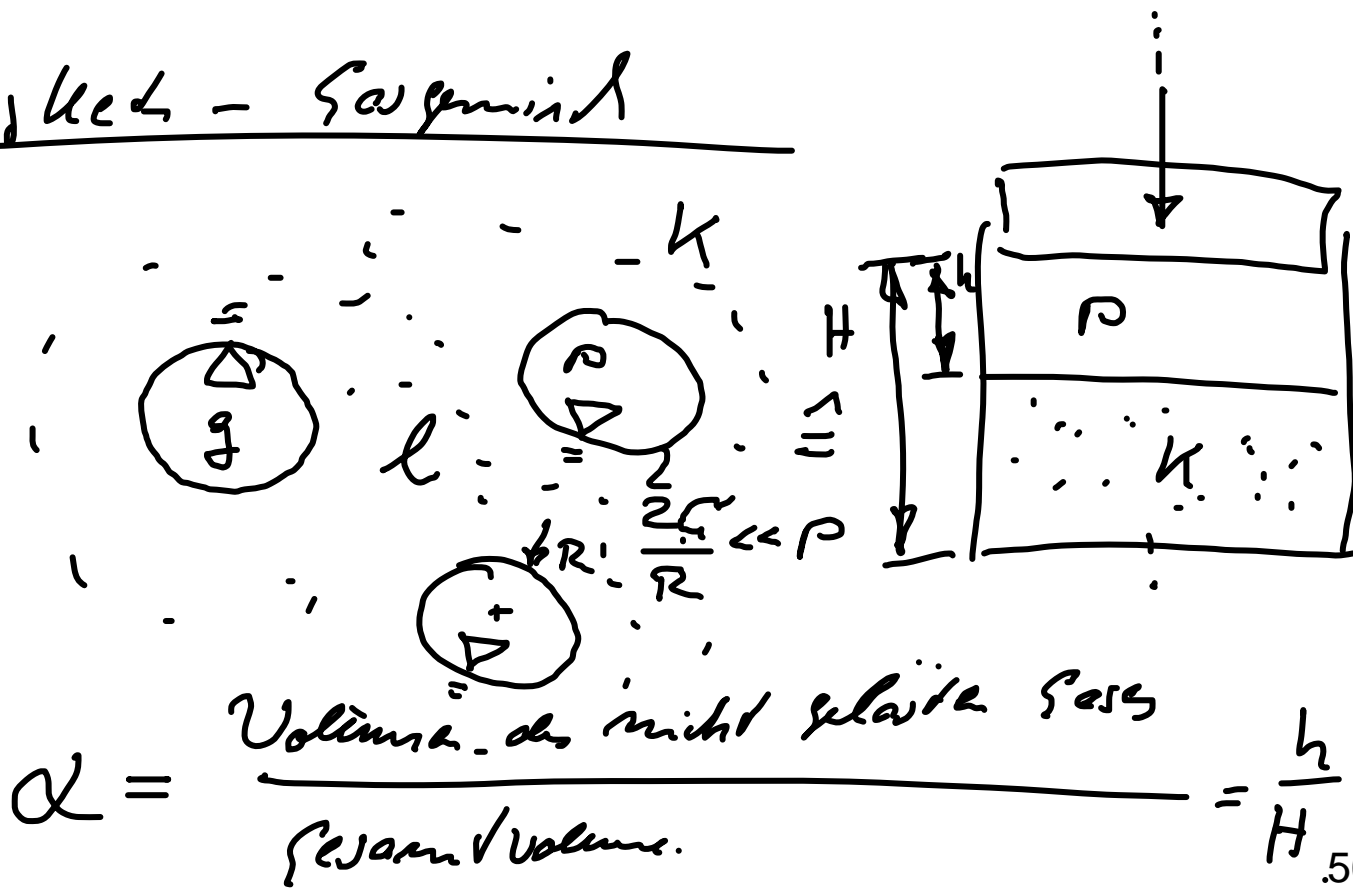
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

Literatur: Rektig, Laun  
 Kunststoffphysik

(ganz dünn, schön zu  $\epsilon_{32}$ ).

Gedankenexperiment.

Flüssigkeit - Gasgemisch



TECHNISCHE  
 UNIVERSITÄT  
 DARMSTADT

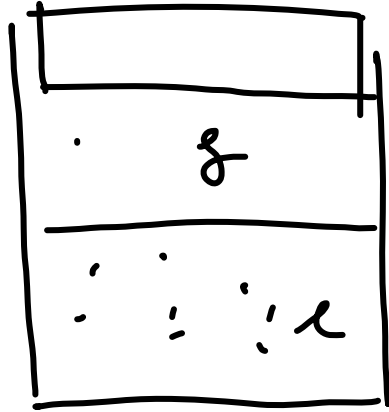
FLUID  
 SYSTEM  
 TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
 Sommersemester 2011  
 Grundlagen der Turbo-  
 maschinen und Fluidsysteme  
 Vorlesung 12



# Elastostatische Berechnung im Sedimentationsexperiment.



$$\rho_{\text{eff}} = \alpha \rho_f + (1-\alpha) \rho_s$$

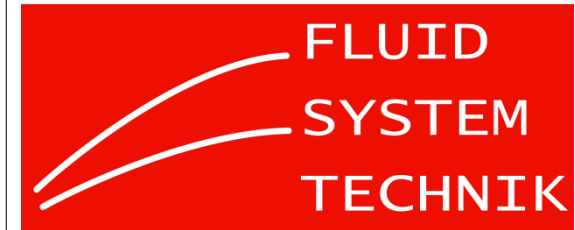
Statische Fluidkraft.

$$\begin{aligned} \kappa_f &= \alpha \kappa_f + (1-\alpha) \kappa_s \\ &= \alpha \frac{1}{\rho_f} + (1-\alpha) \frac{1}{\rho_s} \end{aligned}$$

$\gamma \rightarrow \Delta$  für ein inkompressibles Fluid.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



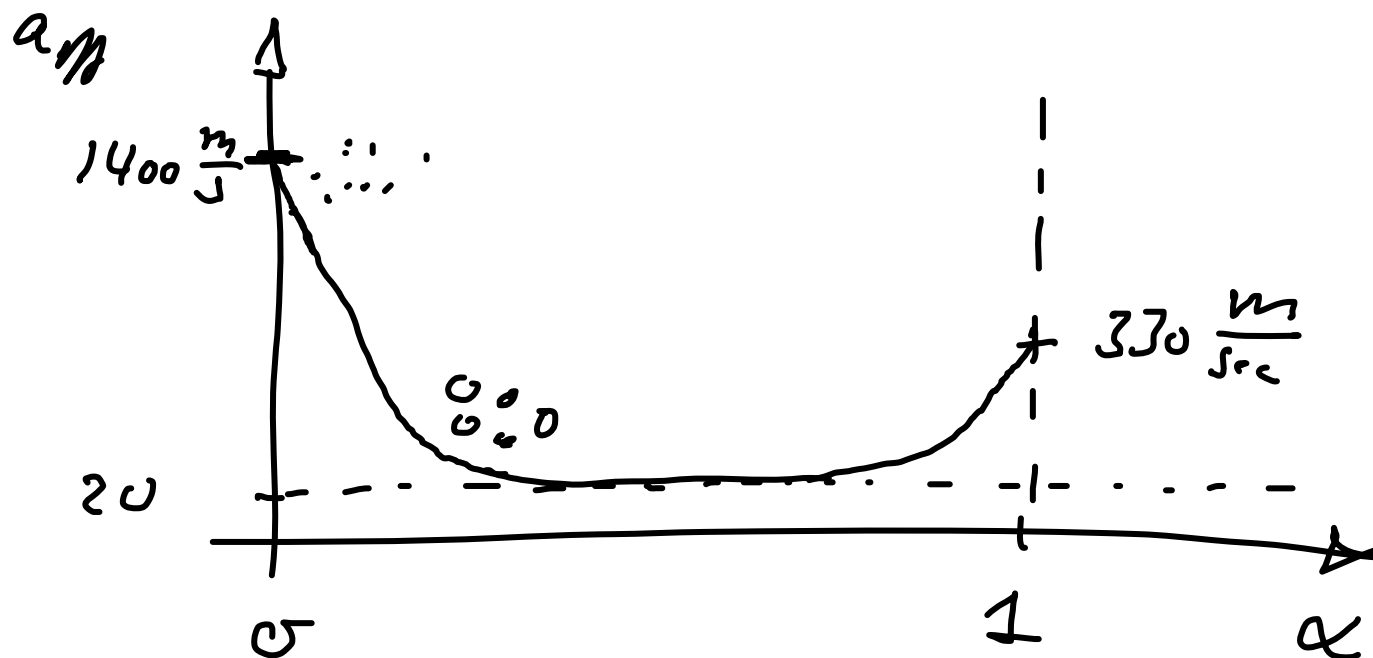
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12



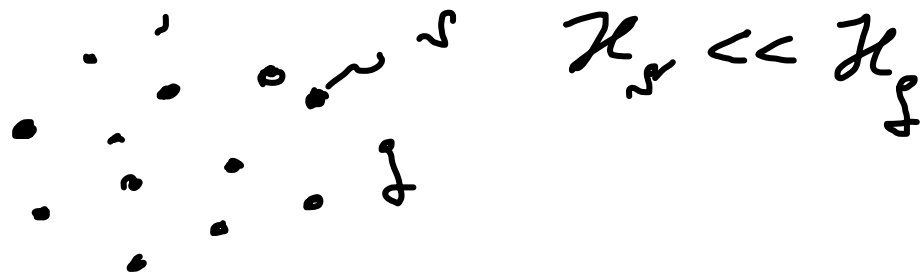
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{\rho_f \chi_m}}$$

$$a_{M \min} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot P}{\rho_e}} \approx 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$



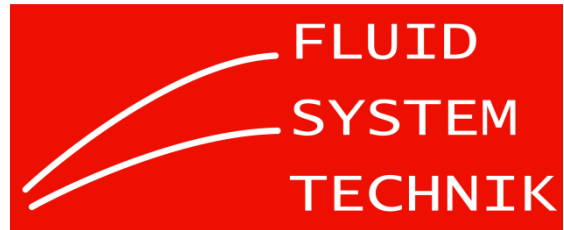
Gas-Feststoffgemisch



$$a_H > \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_s}}$$



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

## Beispiel zur Nachfidsigkeit.

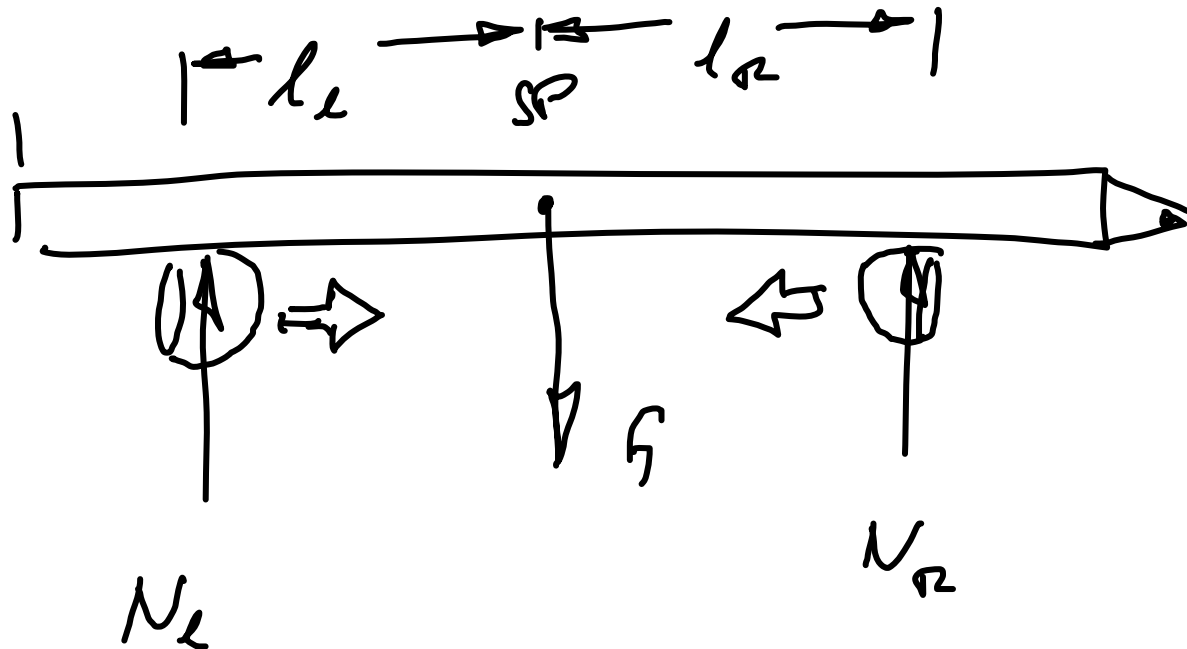
- 1.) Stick-Slip bei einem  
Selbststopper
- 2.) Hydrologie
- 3.) Membranpumpe.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

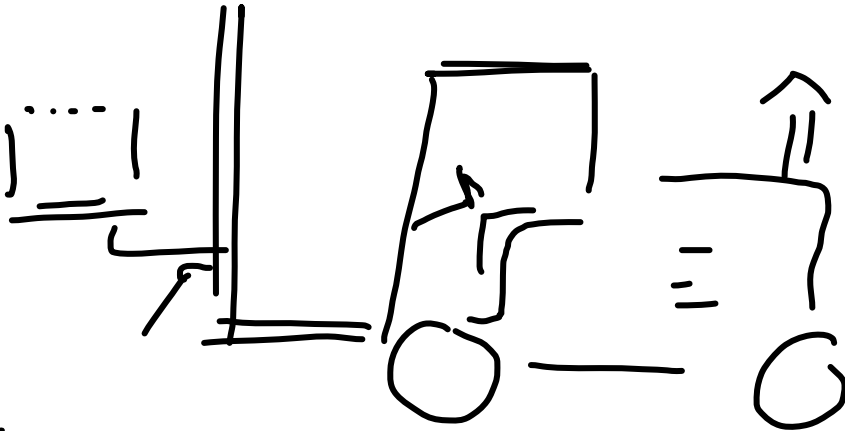
# Zu 1.) Stick-Slip

g) Normalkraft in der Zeit Stick-Slip



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12

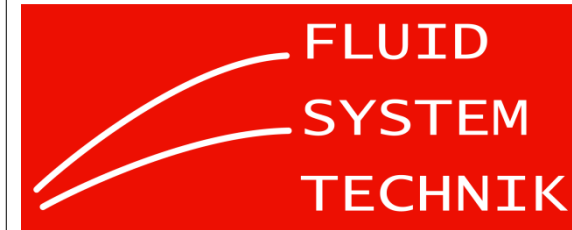
b) Unterscheid zwischen  
Hohlkolben und Pleßkolben.



Pleß-Kolben  
Tauchkolben



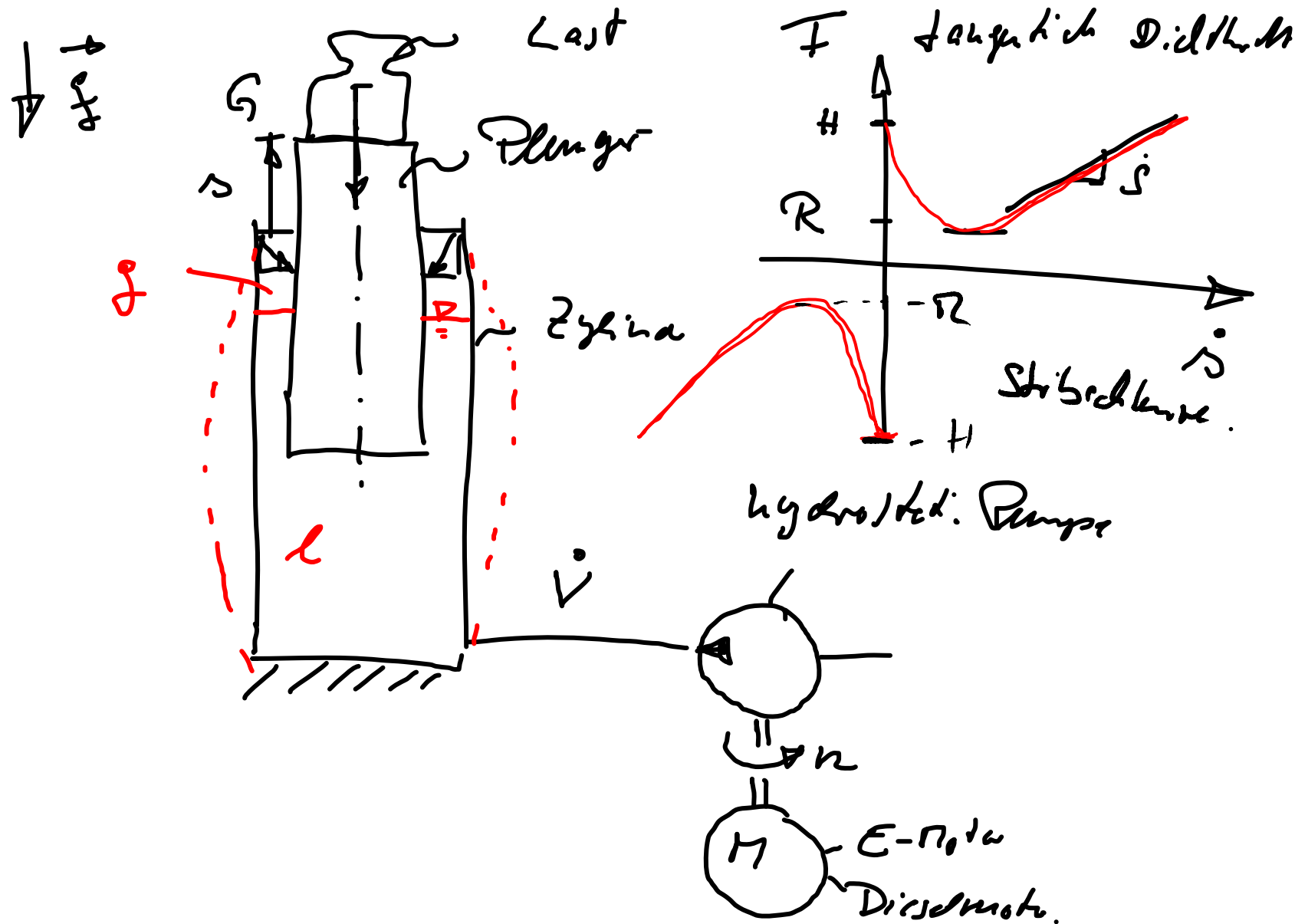
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



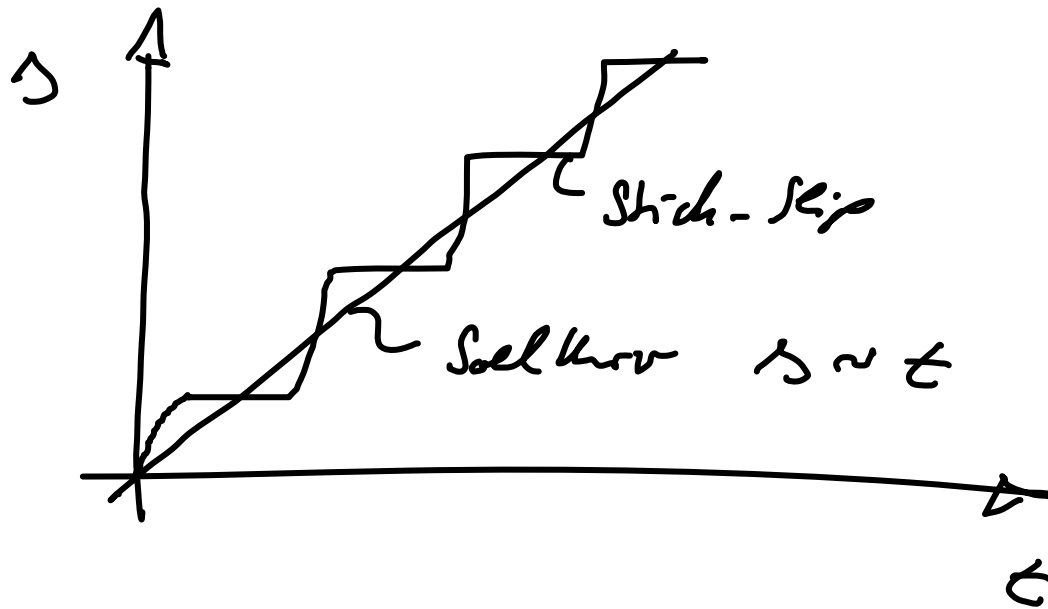
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
Sommersemester 2011  
Grundlagen der Turbo-  
maschinen und Fluidsysteme  
Vorlesung 12







Prof. Dr. Ing. Peter Pelz  
 Sommersemester 2011  
 Grundlagen der Turbo-  
 maschinen und Fluidsysteme  
 Vorlesung 12