

Darcy - Gesetz

$$\frac{P_2 - P_1}{L} = \eta \frac{M}{k} \quad ; \quad Re = \frac{\mu d}{\eta} \ll 1$$

$$k = d^2 f(\epsilon)$$

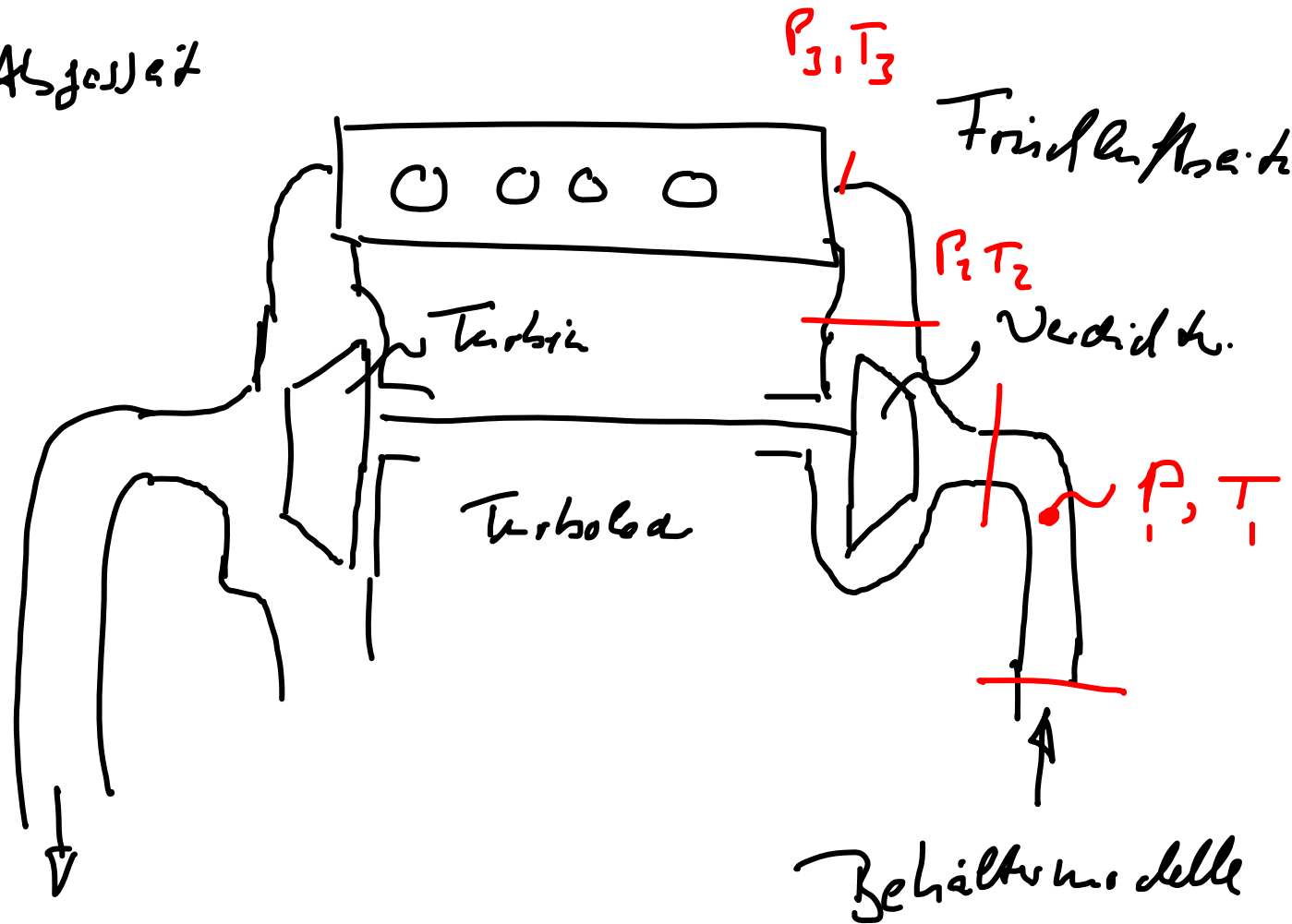
$$\vec{k} \cdot \nabla P = -\eta \vec{M} \quad \text{oder} \quad k_{ij} \frac{\partial P}{\partial x_j} = -\eta M_i$$



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

4. Beispiel für Fluidsystem Motorluftsystem

Abgaswert

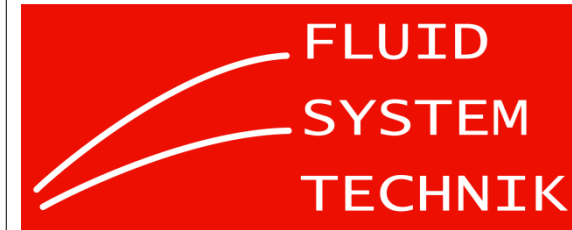


Behältermodelle

0-D Modellierung des Systems



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

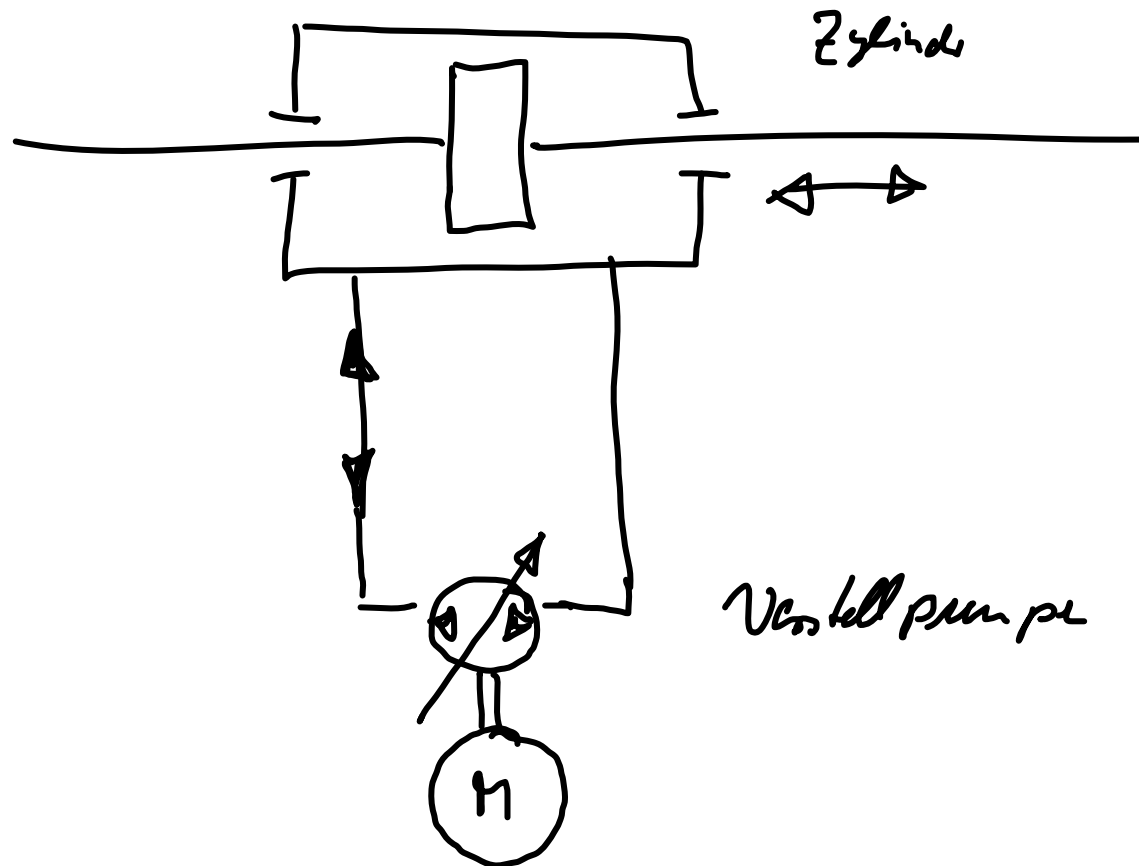


FLUID
SYSTEM
TECHNIK

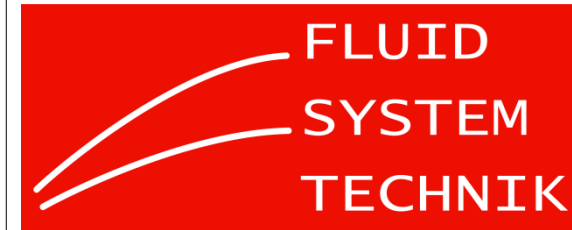


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

5 Beispiel Hydrostatische Schritze



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

Leitphilosophie: Ockhams Rasiermesser

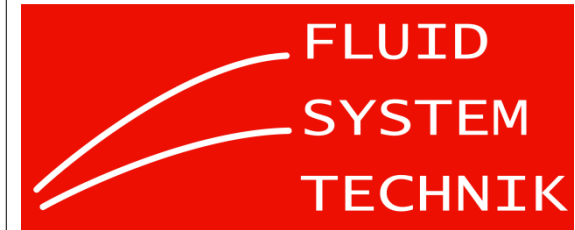
• Alles sollte so einfach wie möglich sein,
aber nicht einfacher
A. Einstein

• Die Genialität einer Konstruktion liegt
in ihrer Einfachheit. Kompliziert bauen
kann jeder
S. Kordjow

•



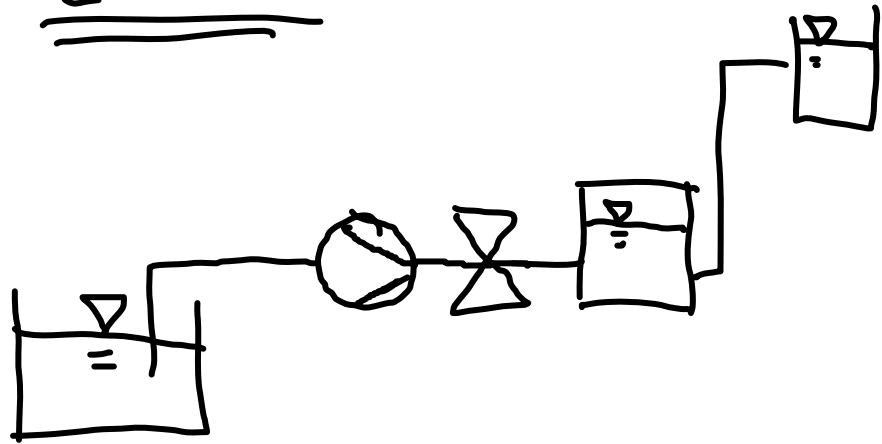
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

2 Grundlegende Bauelemente

Raumteile



Medienarten

- Gase
- Flüssigkeiten, Schmelzen
- Suspensionen
- Zweiphasenström.

Energievordr. 

Energiegleich.
+

Drosselventil 

Kontinuitätsgl.
+ ...

Rohrleitung 

Impulsverlust, Vordrosselung
+ ...



Impulsverlust
+ ...

Verlust



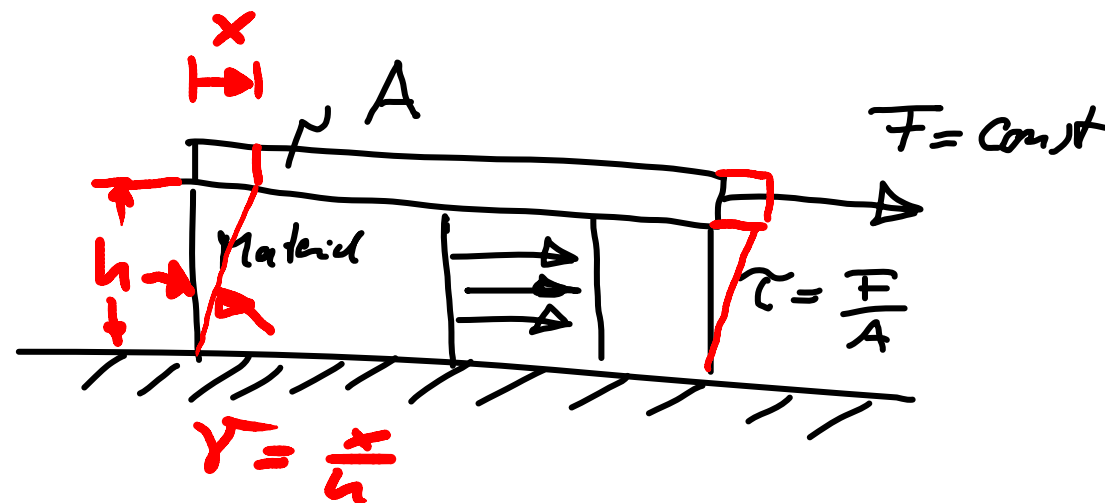
2.1 Medien

Gase, Flüssigkeiten, Schmelzen, Suspensionen, Pasten, ...

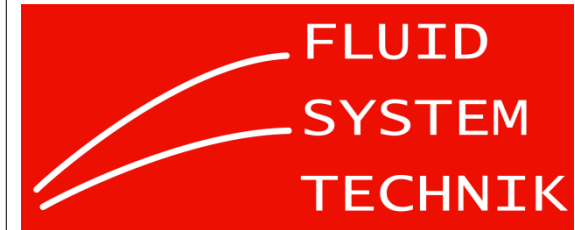
Was ist eine Flüssigkeit?

Antwort: Eine Flüssigkeit deformiert sich unter einer Schubbelastung unbegrenzt.

Versuch:



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

Flüssigkeit

$$\begin{array}{l}
 x \rightarrow \infty \text{ für } F = \text{const} \\
 \dot{x} \rightarrow \text{const} \\
 \hline
 \frac{\dot{x}}{L} = \dot{\gamma} \rightarrow \text{const} \quad \tau = \text{const}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{Material-} \\
 \text{gesetz} \\
 \dot{\gamma} = f_L(\tau)
 \end{array} \right\}$$

Festkörper

$$\begin{array}{l}
 x \rightarrow \text{const} \text{ für } F = \text{const} \\
 \frac{x}{L} = \gamma \rightarrow \text{const} \text{ für } \tau = \text{const.}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 \\
 \\
 \end{array} \right\} \gamma = f_L(\tau)$$

$\dot{\gamma}$ Scherrate $[\dot{\gamma}] = 1/\tau$

γ Scherung $[\gamma] = 1$

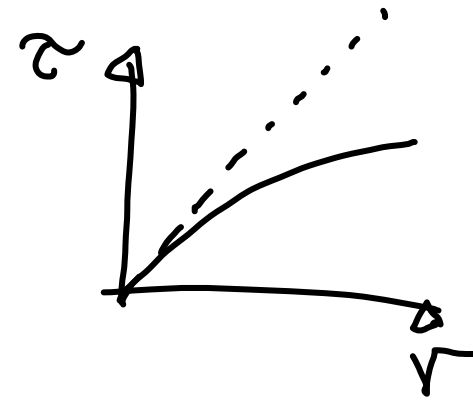


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

Materialgesetze

Festkörper

$$\tau = \tau(\gamma)$$



Hooke'sche-
Fedkörper

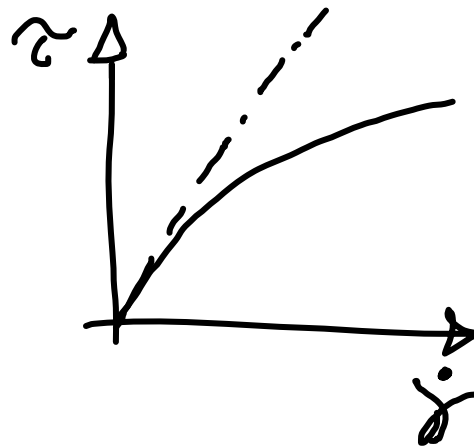
$$\left\{ \begin{array}{l} \tau \sim \gamma \\ \tau = G \gamma \end{array} \right.$$

Proportionalitätskonstante Schubmodul G $[G] = \frac{F}{L^2}$

Flüssigkeit

$$\tau = \tau(\dot{\gamma})$$

Fließgrenze



$$\tau \sim \dot{\gamma}$$

$$\tau = \eta \dot{\gamma}$$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK



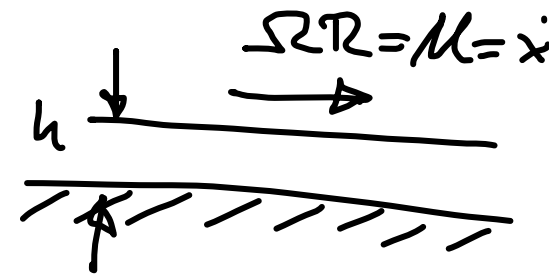
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3



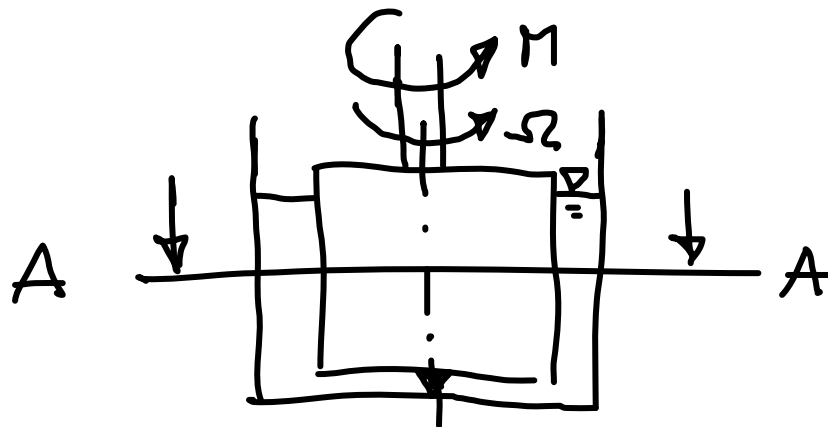
dynamische Viskosität η

$$[\eta] = \frac{F}{L^2} T$$

$$\{\eta\} = \text{Pa sec}$$

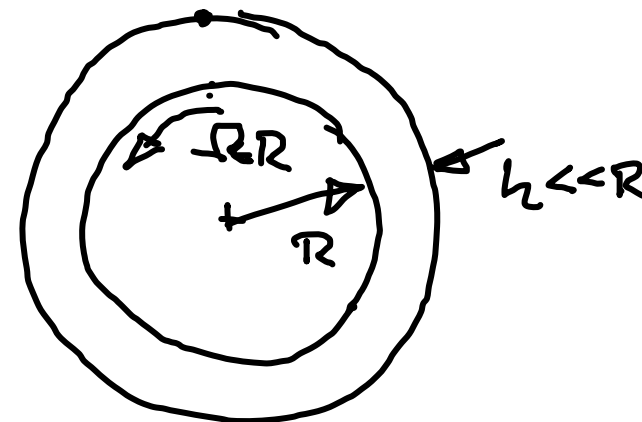


Messung der Viskosität im Rheometer.

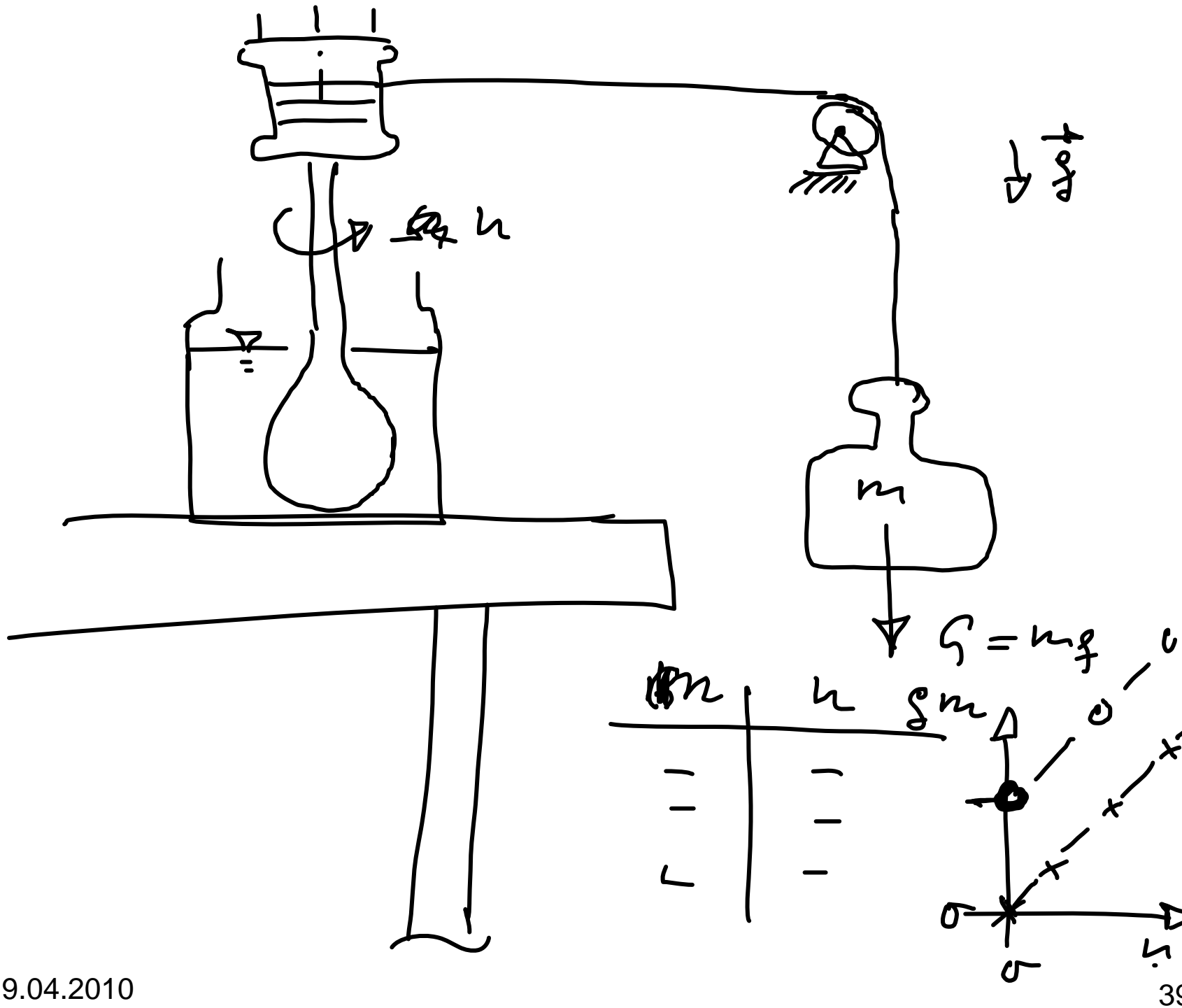


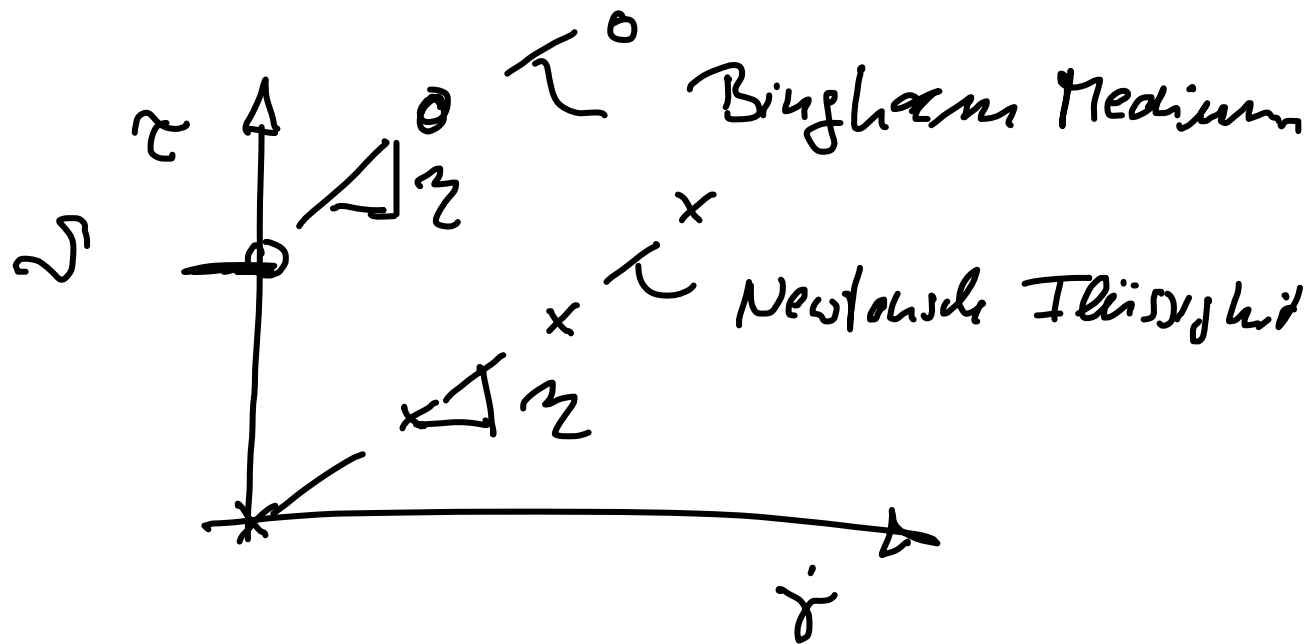
Schnitt A-A

$$\dot{\gamma} = \frac{\dot{x}}{h} = \frac{\Omega R}{h}$$



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3





$$\tau = \tau_0 \quad , \quad \text{für } \tau \leq \tau_0 \quad \text{Festkörper}$$

$$\tau = \tau_0 + \eta \dot{\gamma} \quad , \quad \text{für } \tau > \tau_0 \quad \text{Flüssigkeit}$$

Dieses Medium: „Einklemmschicht“ ist die
Fließgeschwindigkeit τ_0 .

Beispiele für Binghammedien:

- Fette
- smarte Flüssigkeiten

▷ elektro rheologische Flüssigkeiten (ERF)

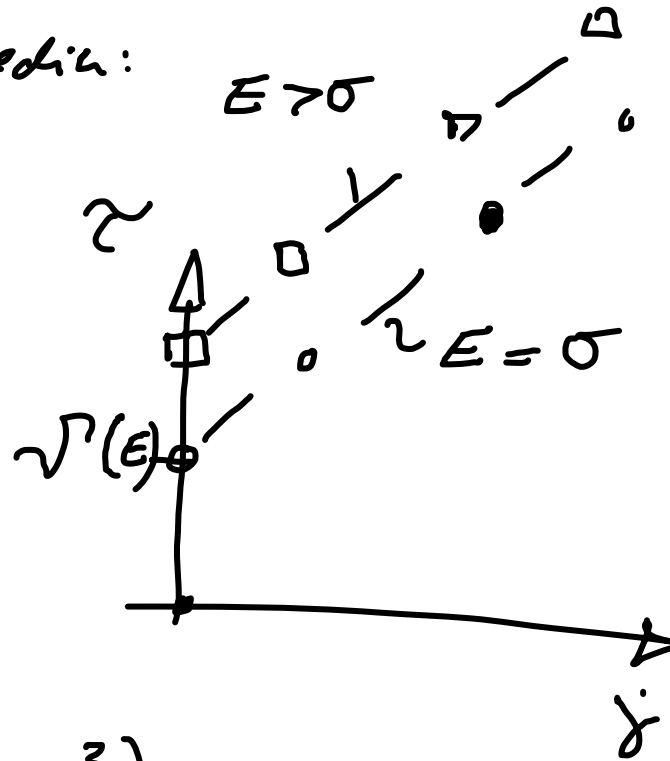
$$\nu = \nu(E^2)$$

E ist der Betrag der elektrischen Feld.

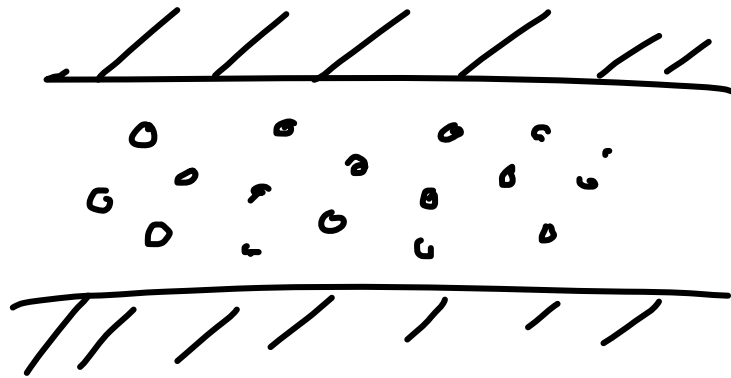
▷ Magneto rheologische Flüssigkeiten (MRF)

$$\nu = \nu(B^2)$$

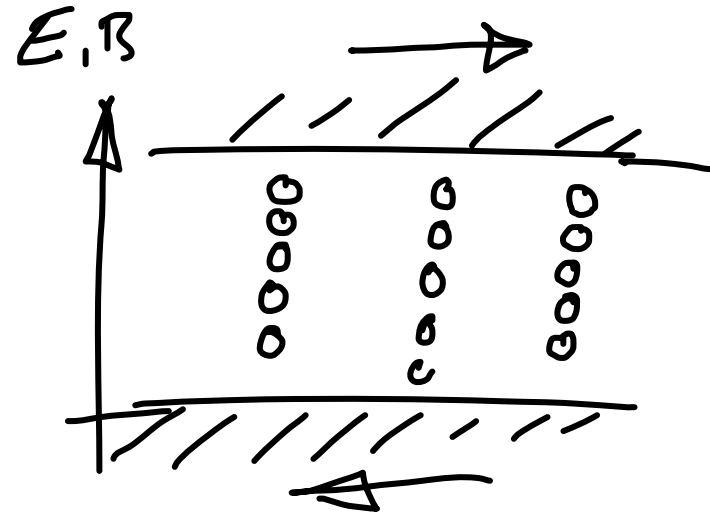
B ist der Betrag der magnetischen Feld.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3



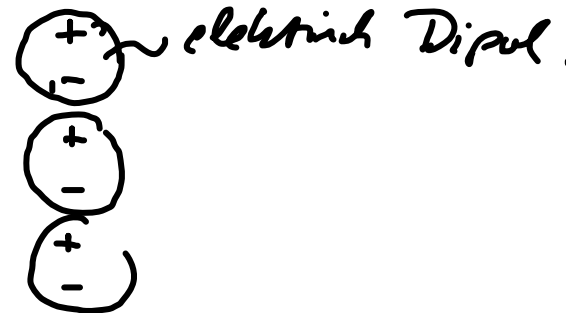
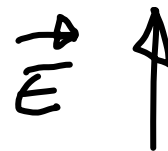
$B, E \equiv 0$



$B, E \neq 0$

ERT Suspensidicht Teilchen sind

Dielektrika



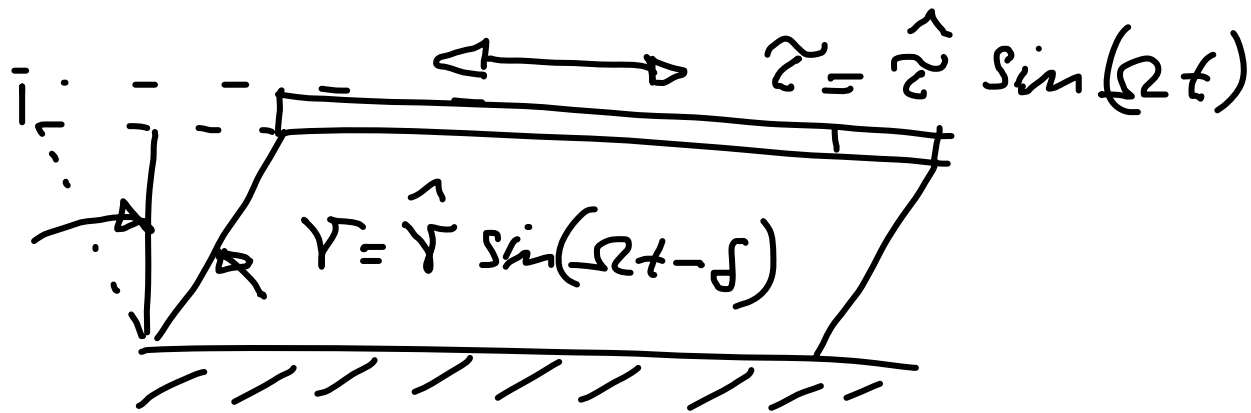
elektrisch Dipol.

YRF

Suspensidicht Teilchen
muss magnetisch Dipol sein \rightarrow metallisch
Teilchen.

Viskoselastische Materialien

Eingebauter Schalt- ist die
Relaxationszeit λ

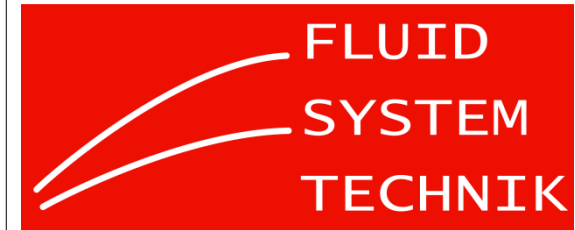


kleine langsame Belastung $\frac{1}{\omega} \gg \lambda$

$$\leadsto \delta = \frac{\pi}{2}$$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

Sehr kurze Belastungszeit $\frac{1}{\Omega} \ll \lambda$

Phase nicht. $\delta \rightarrow c$

kurze Belastungszeit

$$\frac{1}{\Omega} \ll \lambda$$

große Zeit.

$$\frac{1}{\Omega} \gg \lambda$$

Spannung und Deformationen
sind in Phas.

Spannung und Deformationen
sind um $\frac{\pi}{2}$ Phasen versch.

$$\tau \sim \gamma$$

Festkörper

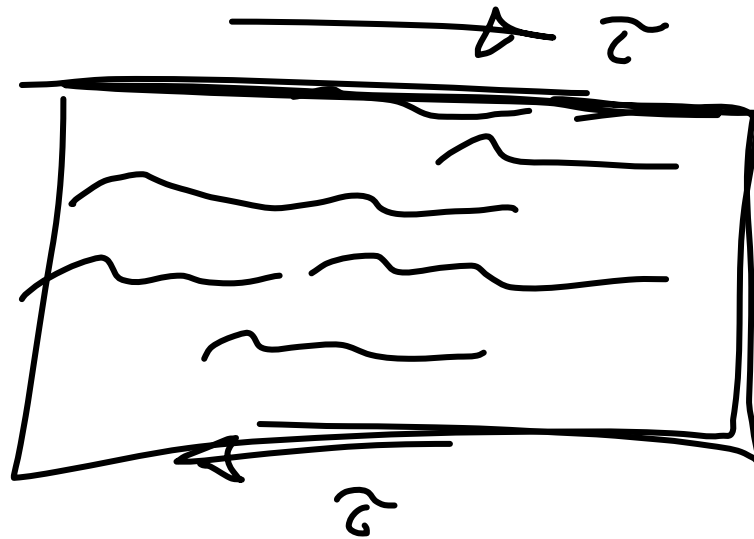
$$\tau \sim \dot{\gamma}$$

Flüssigkeit.



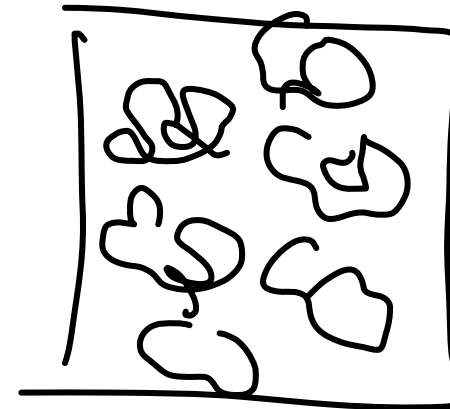
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbo-
maschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 3

~~das~~



$$\tau > \sigma$$

$$\epsilon = \sigma$$



$$\tau = \sigma$$

$$\epsilon = \lambda$$

Beispiel, Elastomere