

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz  
Wintersemester 2012/13

Technische Fluidsysteme

# Technische Fluidsysteme

- 1.) Kurze Einführung in Hydromechanik.
- 2.) Getriebe.
- 3.) Hydrostatische Triebwerke und Verdichtungsmaschinen (Fluid power).



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Technische  
Fluidsysteme

1.) Einführung in die Hydromechanik

Mechanik der deformierbaren Medien



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Technische  
Fluidsysteme

begrenzt deformierbar unter der Wirkung einer Schubspannung  
↳ Festkörper.

unbegrenzt deformierbar unter der Wirkung einer Schubspannung  
↳ Flüssigkeit.

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz  
Wintersemester 2012/13  
Vorlesung 1 F 2



Dua Medien haben einen Schalle.

① mit Fließweite  $\nu$

Binghammedien (z.B. Nutella, Fett, Smarte Medien  $\nu = f \eta (E^2)$ )

$\tau < \nu$ , dann Festkörper

$\tau > \nu$ , dann Flüssigkeit

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

② mit typischer Zeit = Relaxationszeit.  $\lambda$

viskoelastische Medien (z.B. Mozzarella, Silikonöle, Polymererschmelze, ...)

$f \ll \frac{1}{\lambda}$ , dann Flüssigkeit

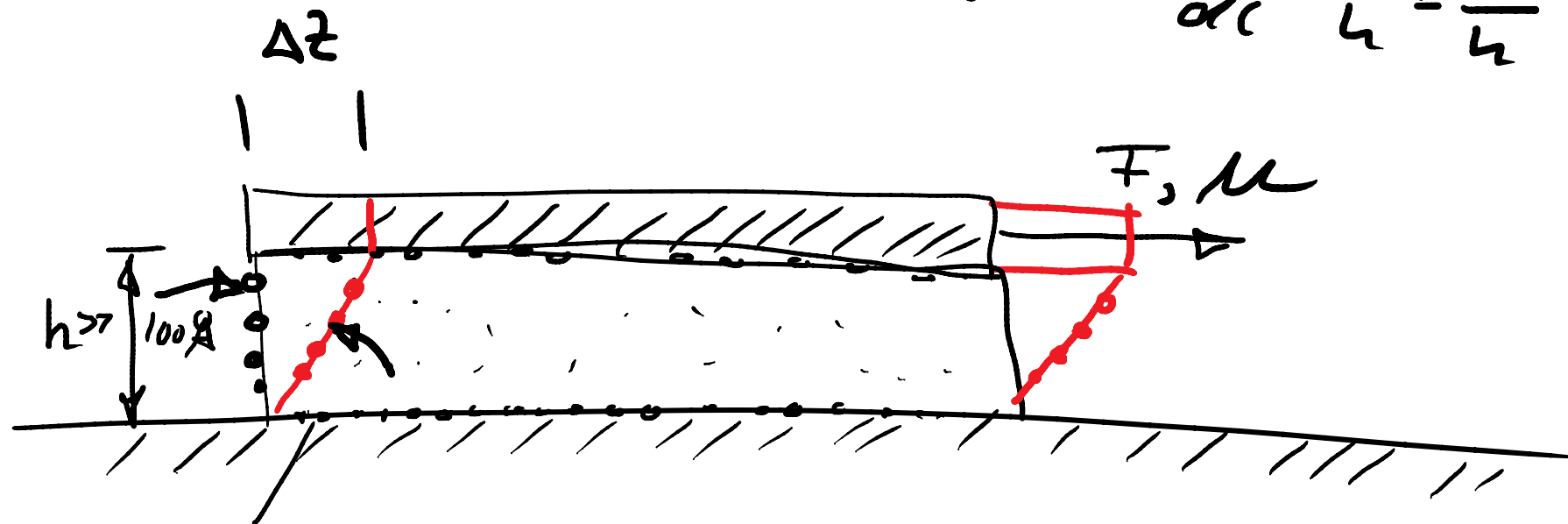
$f \gg \frac{1}{\lambda}$ , dann Festkörper



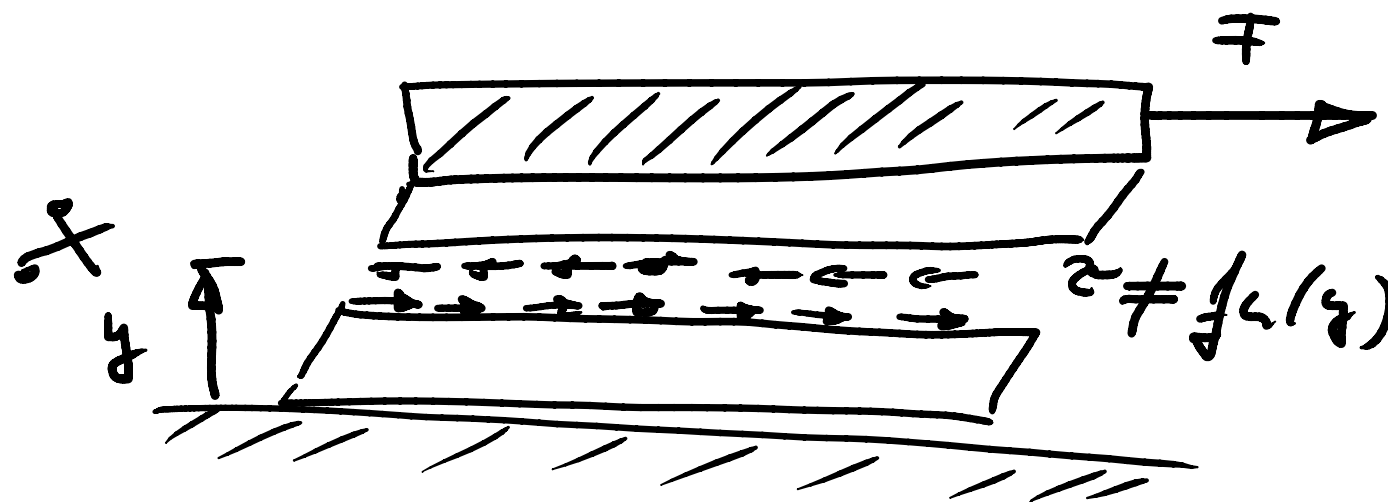
Scherverform

$$\text{Schwinkel } \gamma = \frac{\Delta z}{h}$$

$$\text{Scherrote } \dot{\gamma} = \frac{d}{dt}(\gamma) = \frac{d \Delta z}{d t} \frac{1}{h} = \frac{\mu}{h}$$



Haften infolge Adhäsionskräfte. } Haftbedingung  
 $h \gg \text{Moleküldurchmesser}$



$$\tau = \frac{F}{A} = \text{const beim Scherend.}$$

Festkörper

$$\tau = \tau(\gamma) \text{ allgemeines Materialgesetz}$$

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



# Flüssigkeit

$$\tau = \text{const} : \dot{\gamma} \rightarrow \infty$$

$$\dot{\gamma} = \text{const.}$$

$\tau = \tau(\dot{\gamma})$  allgemeines Materialgesetz einer Flüssigkeit.

$\tau = 0, \dot{\gamma} = \text{const}$ : Reibungsfreie Flüssigkeit, aber trägheitsbehaftet, d. h. hat eine Dichte  $\rho$ .

$\tau \sim \dot{\gamma}$  } Newtonsche Flüssigkeit  
 $\tau = \eta \dot{\gamma}$  }  $\eta$  dynamisch Viskosität.



|           | Flüssigkeit  | Festkörper                                    |
|-----------|--|---|
|           | $\dot{\gamma} \neq 0 \quad \tau \equiv 0$<br>reibungsfrei Fl.      | starre Festkörper                             |
| linear    | $\tau = \eta \dot{\gamma}$<br>Newtonsch                            | $\tau = G \gamma$<br>Hookesch.                |
| allgemein | $\tau = \tau(\dot{\gamma})$<br>$= \eta(\dot{\gamma}) \dot{\gamma}$ | $\tau = \tau(\gamma)$<br>$= G(\gamma) \gamma$ |

durch Medien.

$$\tau + \lambda \dot{\tau} = \eta \dot{\gamma} \quad \text{Maxwell-Modell}$$



# Weiterführende Literatur

Rehlf & Laum

Kunststoffphysik



Gieseleus

Rheologie



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Technische  
Fluidsysteme

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz  
Wintersemester 2012/13  
Vorlesung 1 F 8



Dichte

$\rho(\vec{x}, t)$   
Dichtefeld

Schubspannung

$\tau$

Viskosität

$\eta$

Kontinuumshypothese

Hypothese

$$\lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \rho \text{ existiert!}$$

Kontinuumsmechanik  
Größe.

vs.

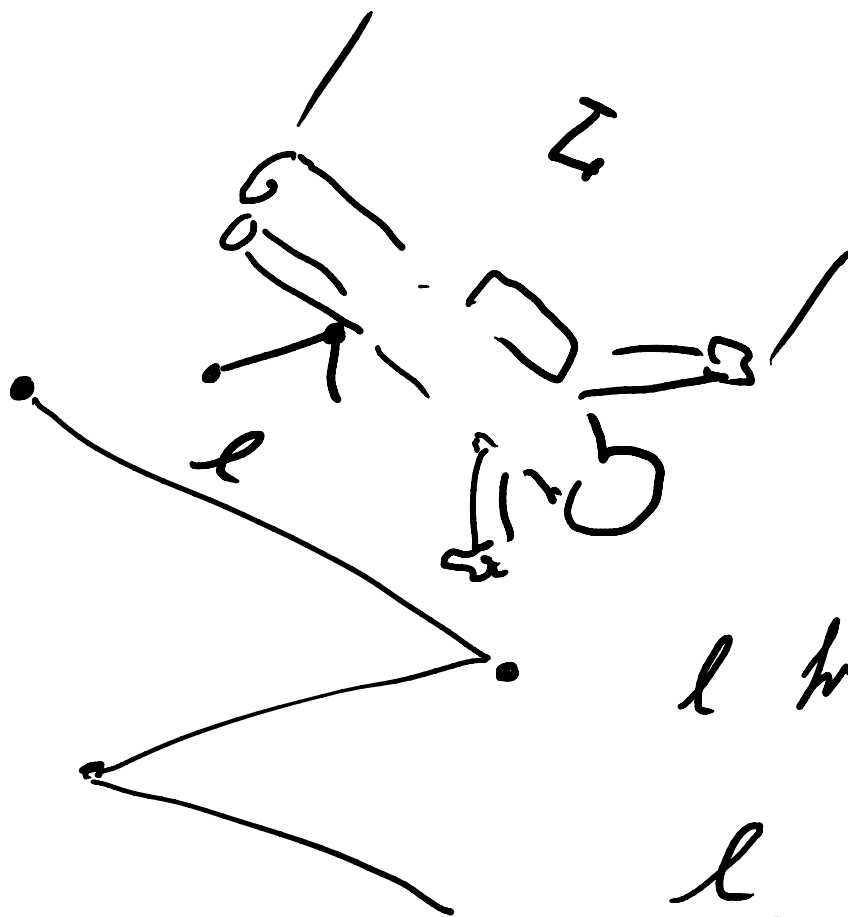
Statistischer Mechanik.



Statische  
Rechnung

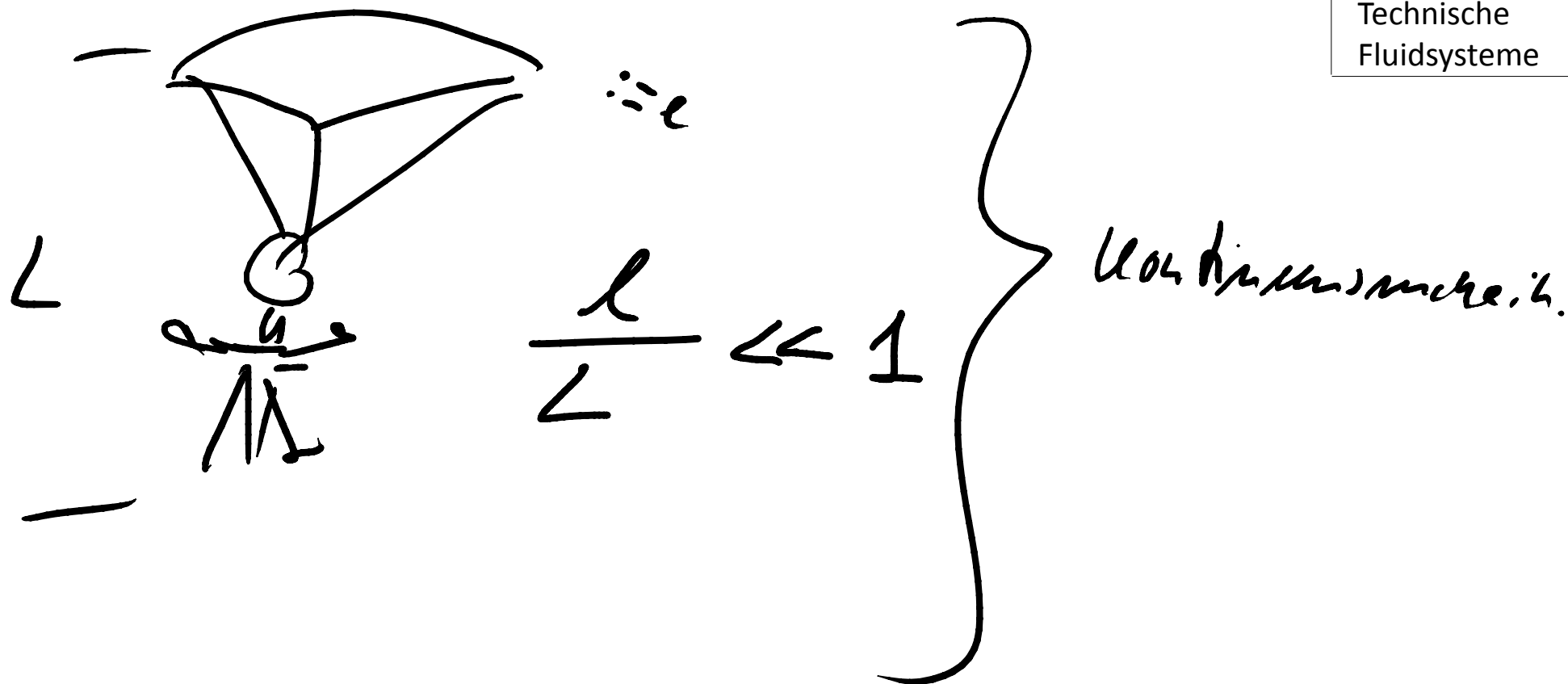
Kontinuummechanik.

$\text{div}$   
 $\text{rot}$   $\text{curl}$   $\nabla \cdot$   
 $\nabla \times$   
...



$l$  freie Verpläng

$$\frac{l}{L} = \text{Knudsenzahl} \approx 1$$



# Erhaltungsgleichungen $\hat{=}$ Axiome

1. Kontinuitätsgleichung
2. Impulssatz
3. Drehmoment
4. Energiegleichung
5. Gibbsche Relation



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Technische  
Fluidsysteme