Hinweis: $\Pi = \Omega\lambda$ folgt aus der dimensionslosen Darstellung der Gleichungen.

„Inspektionelle Dimensionsanalyse." Spurk

„Methode der Differentialgleichung" Zierep

Die inspektionelle Dimensionsanalyse setzt die Kenntnis der Erhaltungsgleichungen voraus!

$\Rightarrow$ weniger allgemein

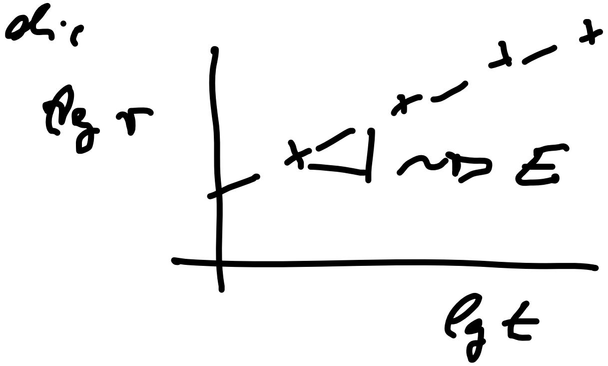
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Sommersemester 2010

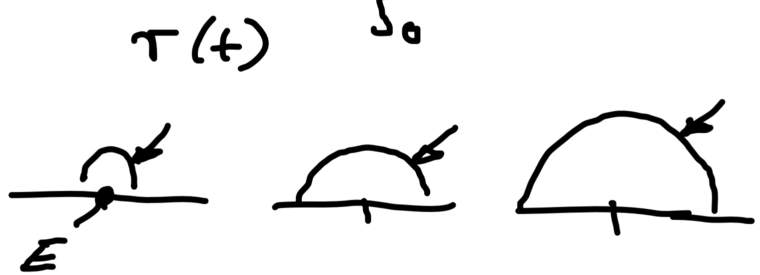
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme

Vorlesung 14

Berühmtes Beispiel hierfür ist die sehr starke Explosion.



- Supernova.
- <u>Atombombe</u>.



G.I. Taylor; von Neumann, Sedov

	τ	t	E	ρ_0
L				
M		. . .		
T				

$$\Leftrightarrow \tau = t^{\frac{2}{5}} \frac{E}{\rho_0} \text{ const.}$$

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

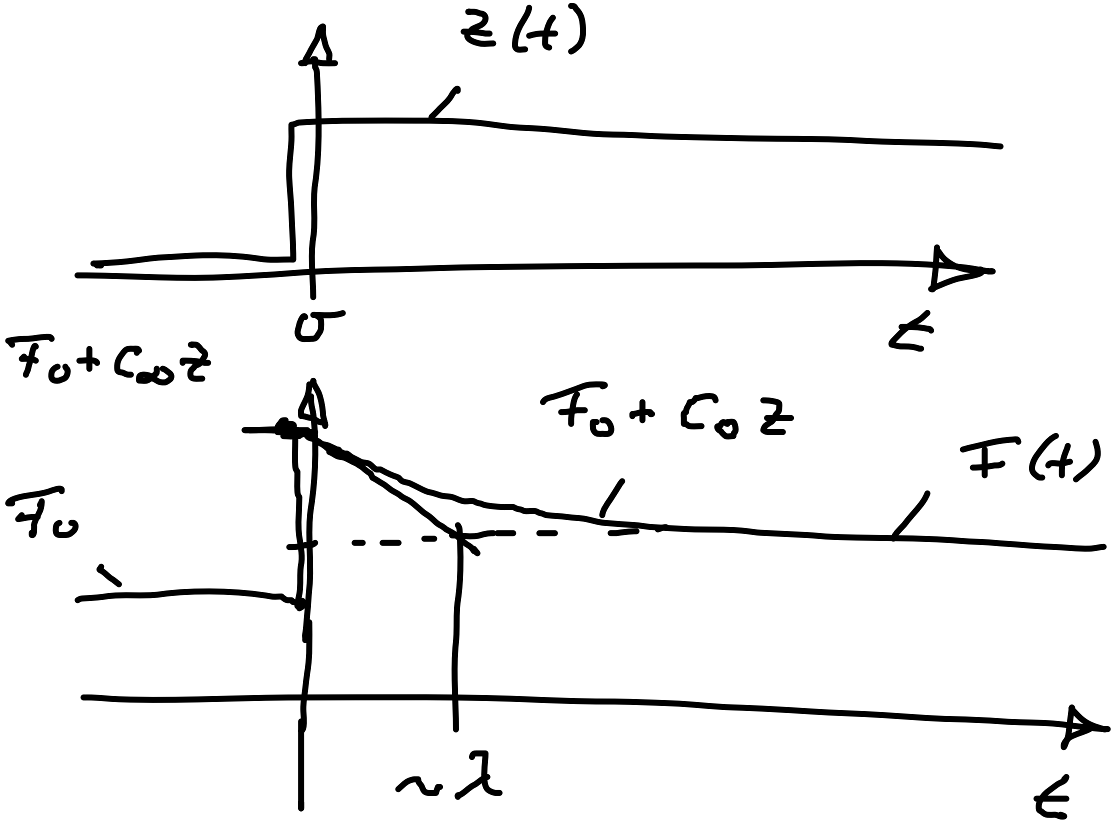
Sommersemester 2010

Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme

Vorlesung 14

$$\lambda = \frac{m\, c_0}{k\, S_w}.$$

Relaxationszeit.



c_0 isotherme Steifigkeit.

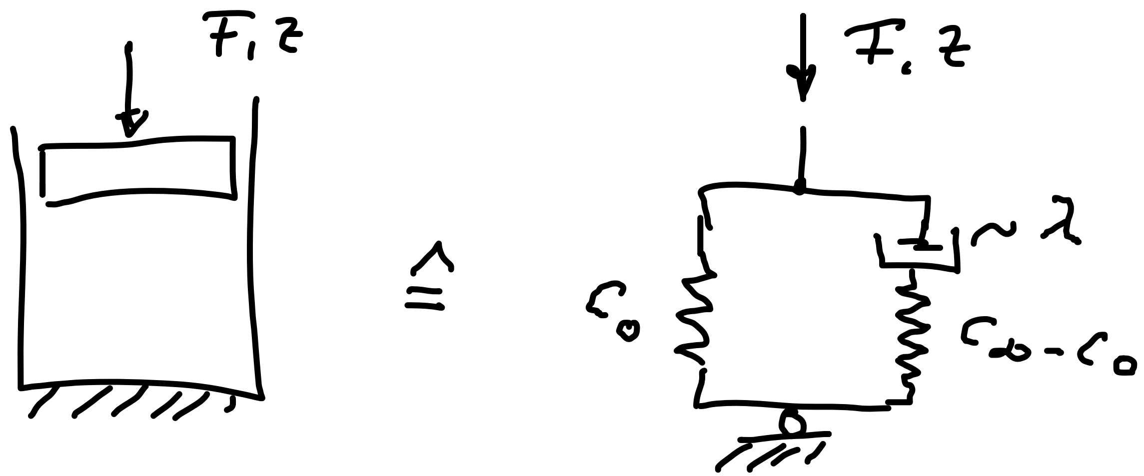
$c_\infty = \gamma\, c_0$

adiabate Steifigkeit.

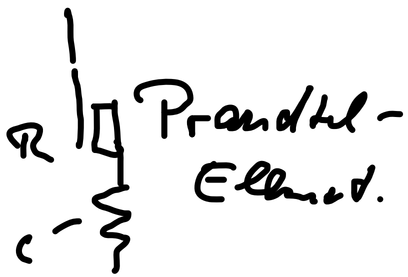
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

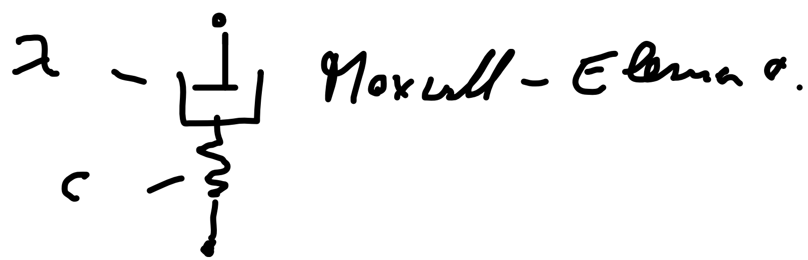
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 14

Mechanisches Ersatzbild für das Bauteil



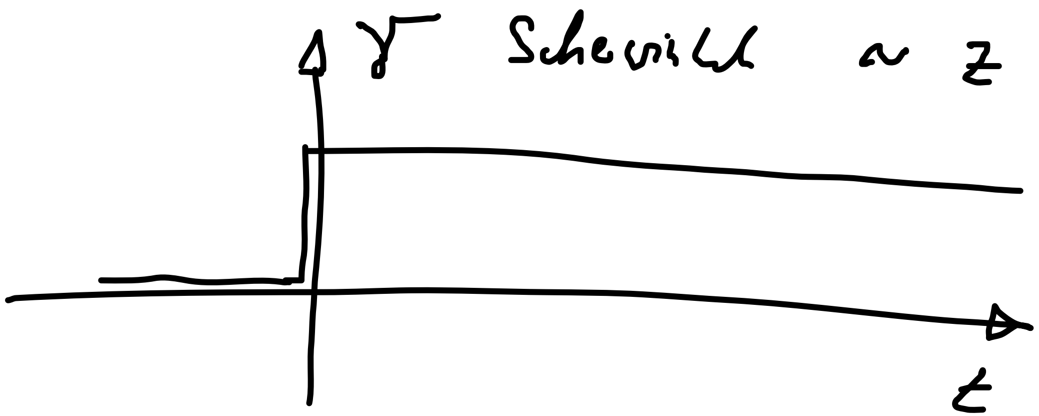
Warnung! Mechanische Ersatzbilder sind didaktisch und nicht mehr.

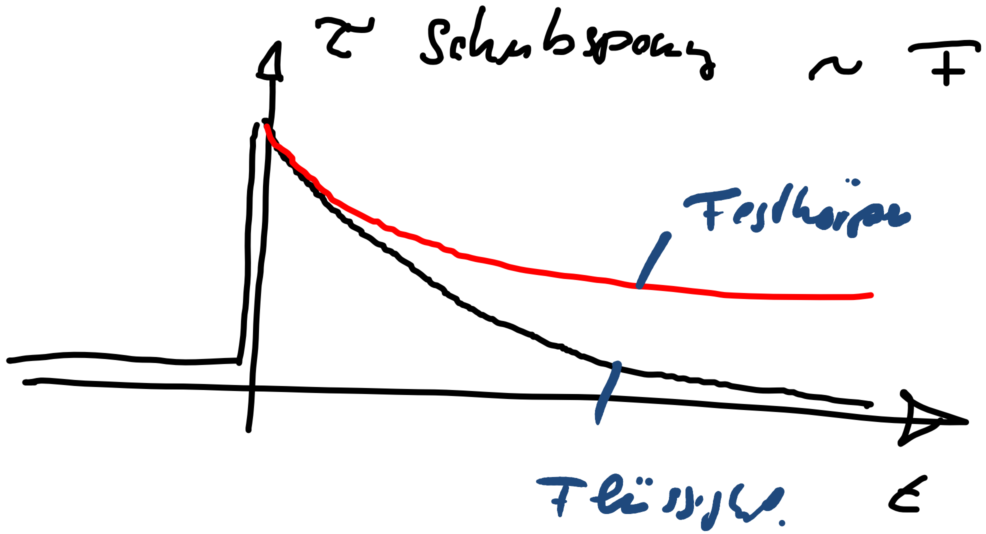


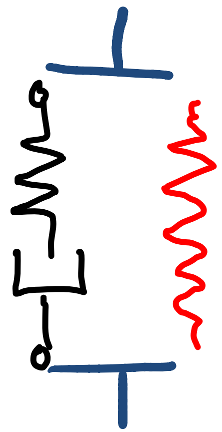


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Viskoelastische Flüssigkeiten haben ebenfalls eine Relaxationszeit λ



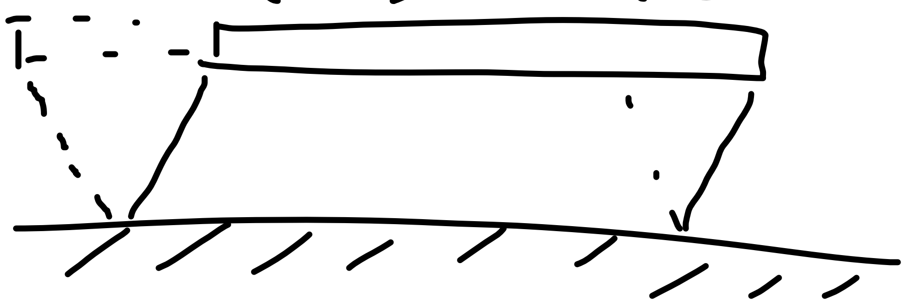




TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FLUID SYSTEM TECHNIK

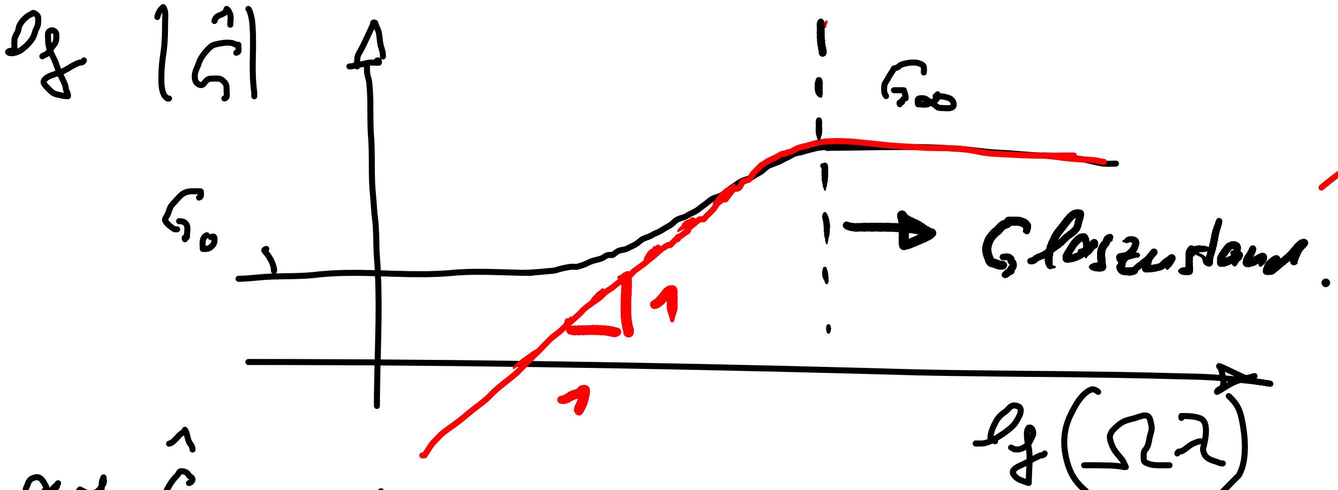
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

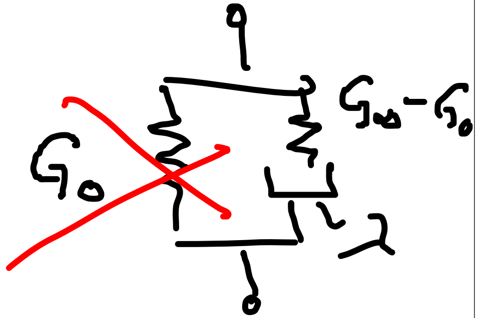
$$\gamma = \hat{\gamma}\, e^{i\Omega t}$$



$$\tau = \hat{\tau}\, e^{i\Omega t}$$

$$\hat{G} := \frac{\hat{\tau}}{\hat{\gamma}}$$





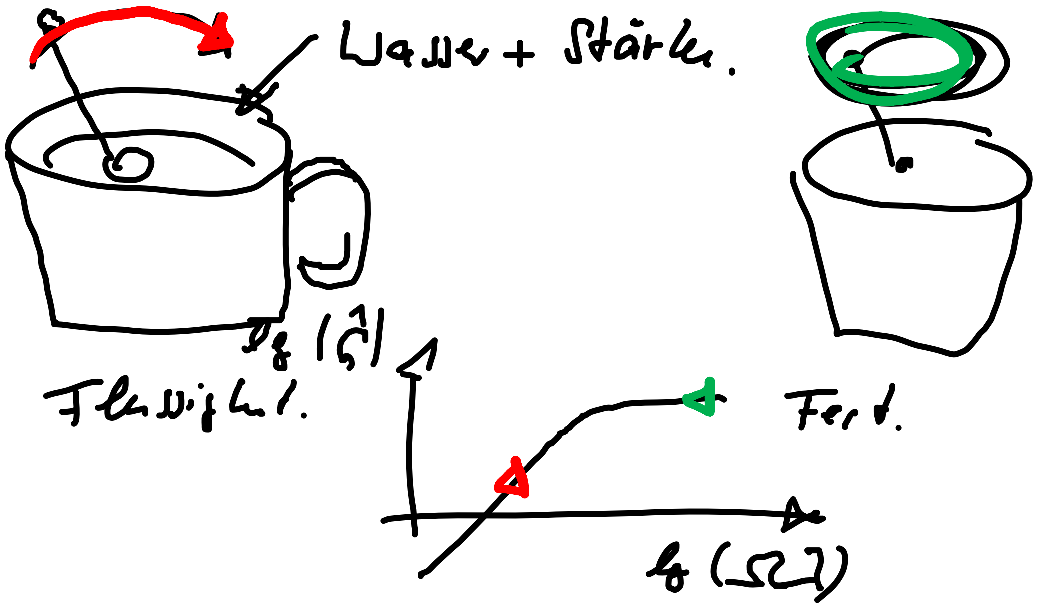
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Wie kommt man in den Gelzustand?

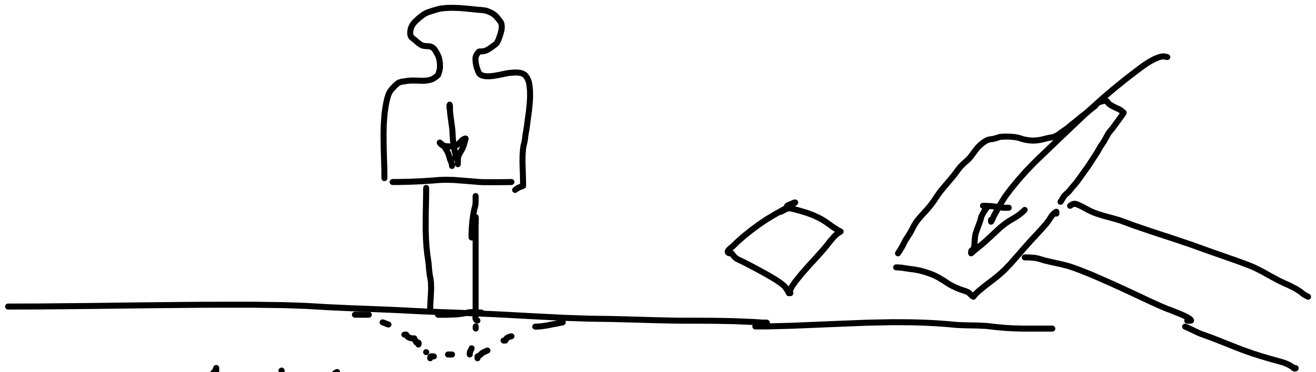
$$\Omega\lambda \gg 1.$$

1) Bei $\lambda = \text{const}$ durch Zunahme von Ω wird der Gelzustand erreicht.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 14

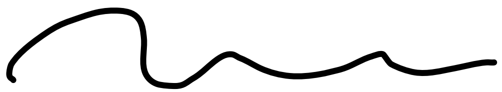


Asphalt.

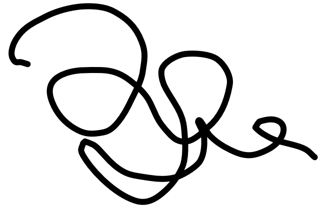
= Flüssigkeit bei $\Omega\lambda \hat{=} \lambda/T < 1$

2. Bei $\Omega \hat{=} \frac{1}{T} = \text{const}$ und Zunahme der Relaxationszeit λ gelangt man in den Glaszustand.

Bei viskoelastischen Materialien nimmt die Relaxationszeit zu, wenn die Temperatur sinkt.

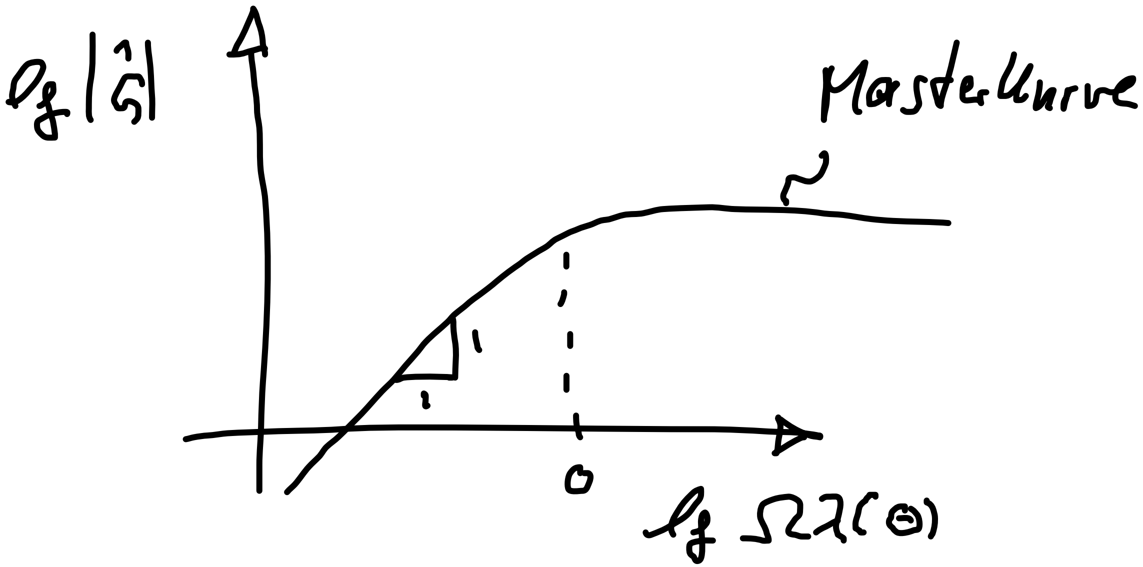


ε



$\varepsilon + \lambda(\Theta)$

$\lambda \uparrow \quad \Theta \downarrow$

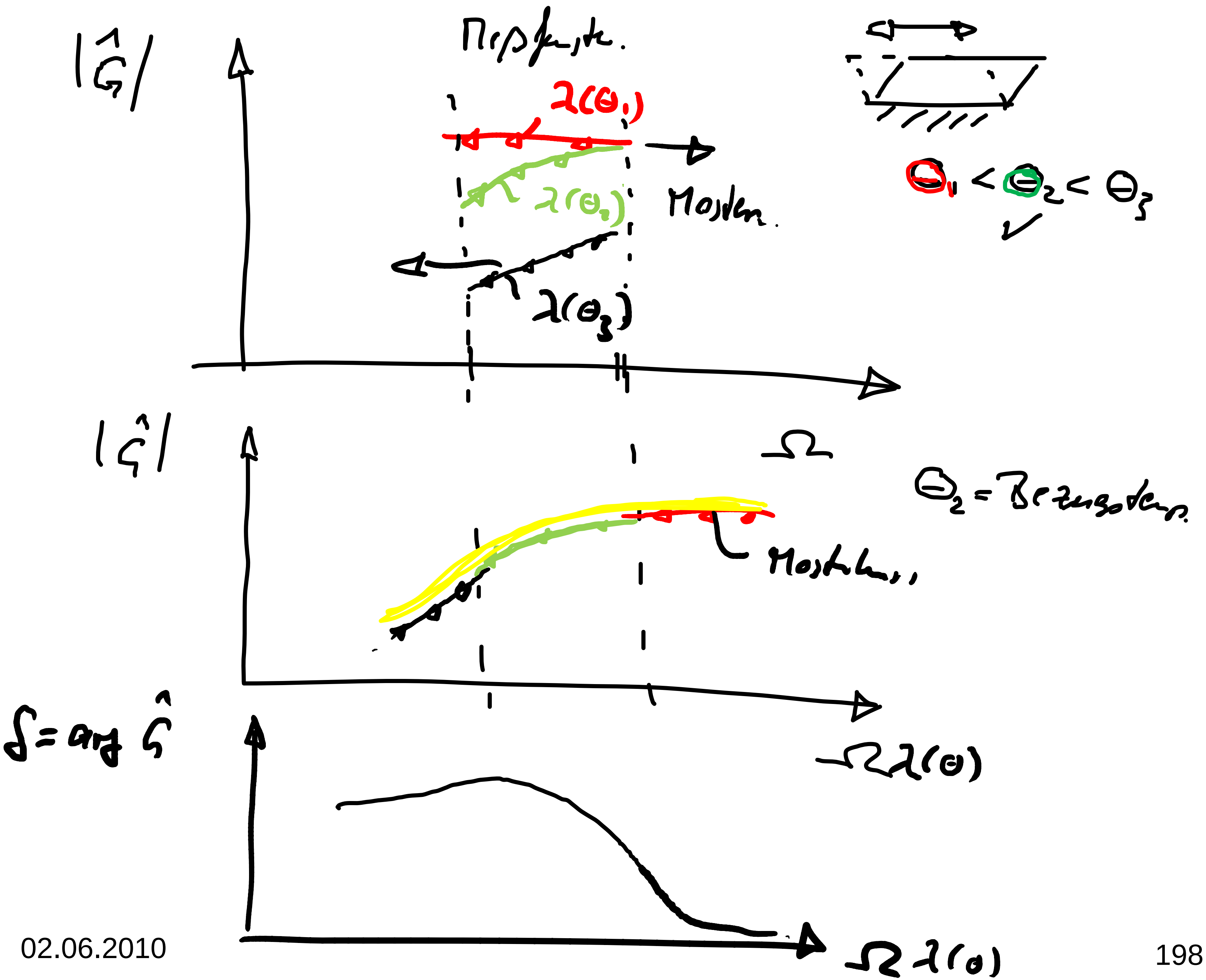


TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 14



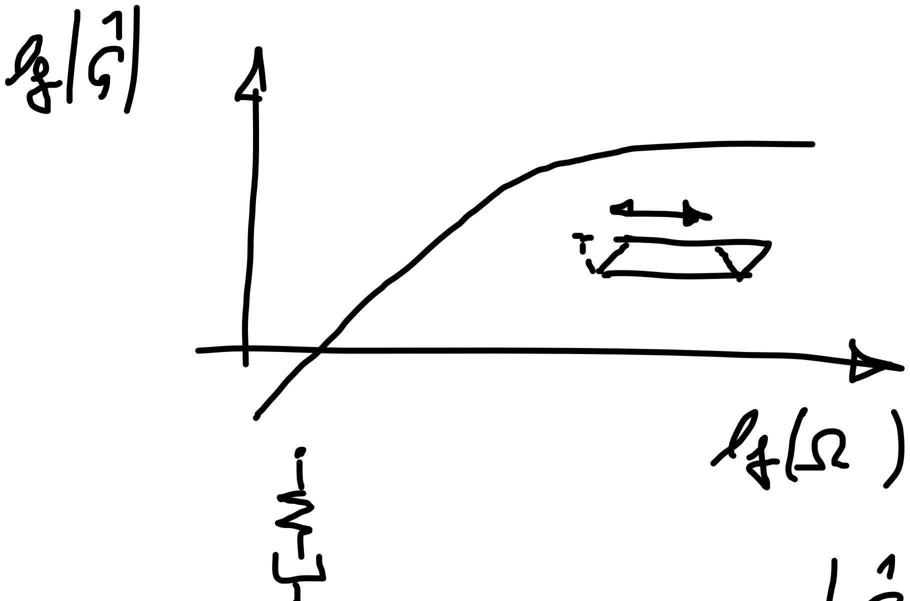
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 14

Man nennt Materialien die ein Zeit-Temperatur-Äquivalenz zeigen (SRT) thermo rheologisch einfache Materialien.

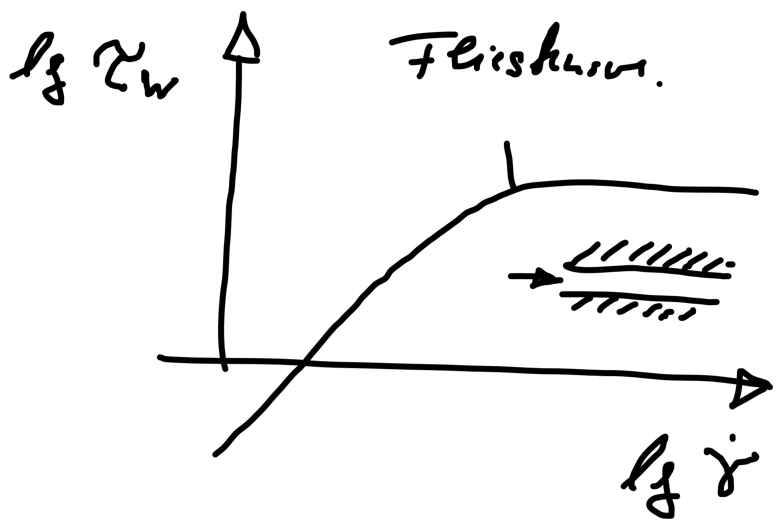
Cox-Merz-Relation

oszillierende Scherung



stationäre Sch.

Fließkurve.



$$|\hat{G}(\Omega)| = \tau_w(\dot{\gamma} = \Omega)$$

Cox-Merz-Relation.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Scheinbare Viskosität $\eta_{app} := \frac{\tau_w}{\dot{\gamma}}$

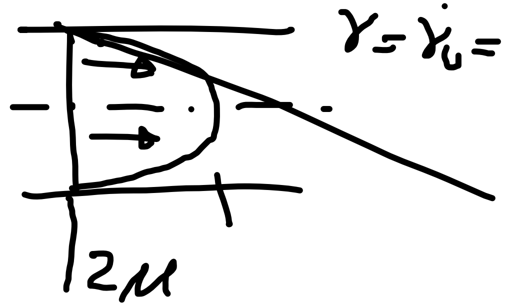
$$\dot{\gamma} = 8\,\frac{u}{d}$$

$u = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}d^2}$ mittlere Strömungsgeschw.

d Rohrdurchmesser.

D

$$u(r) = 2u\left(1-\left(\frac{r\,2}{d}\right)^2\right)$$

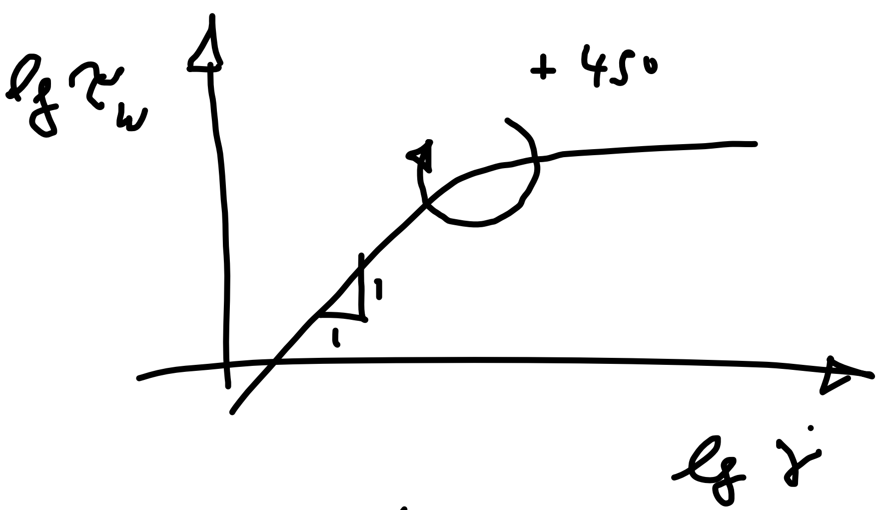


$$\dot{\gamma} = \dot{\gamma}_w = 8\,\frac{u}{d}.$$

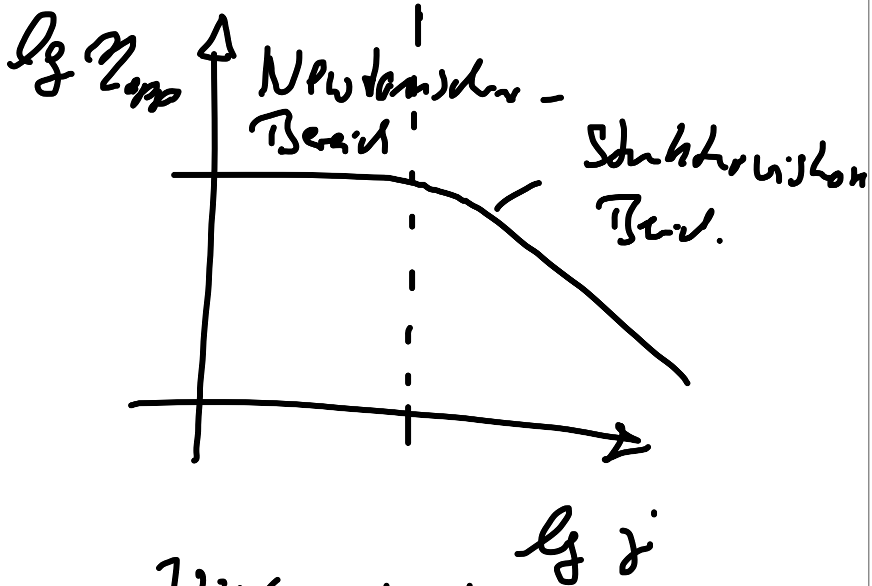
$$\dot{\gamma} = -\left.\frac{du}{dr}\right|_{r=d/2} = 8\,\frac{u}{d}.$$

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

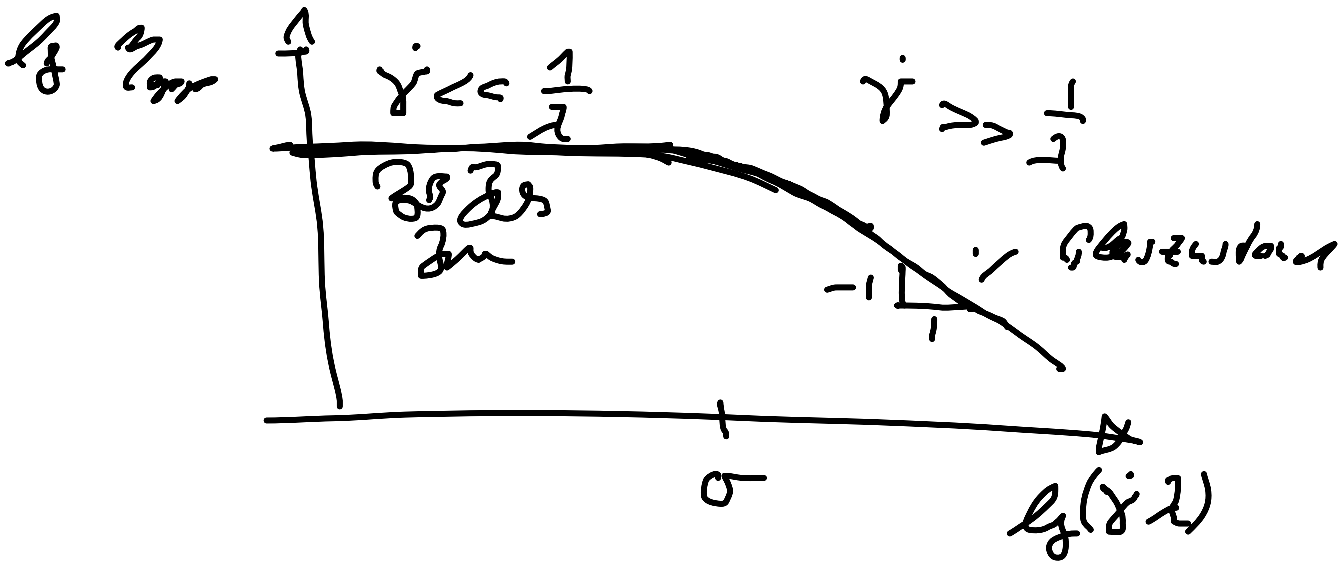
FLUID SYSTEM TECHNIK



Fließfunktion



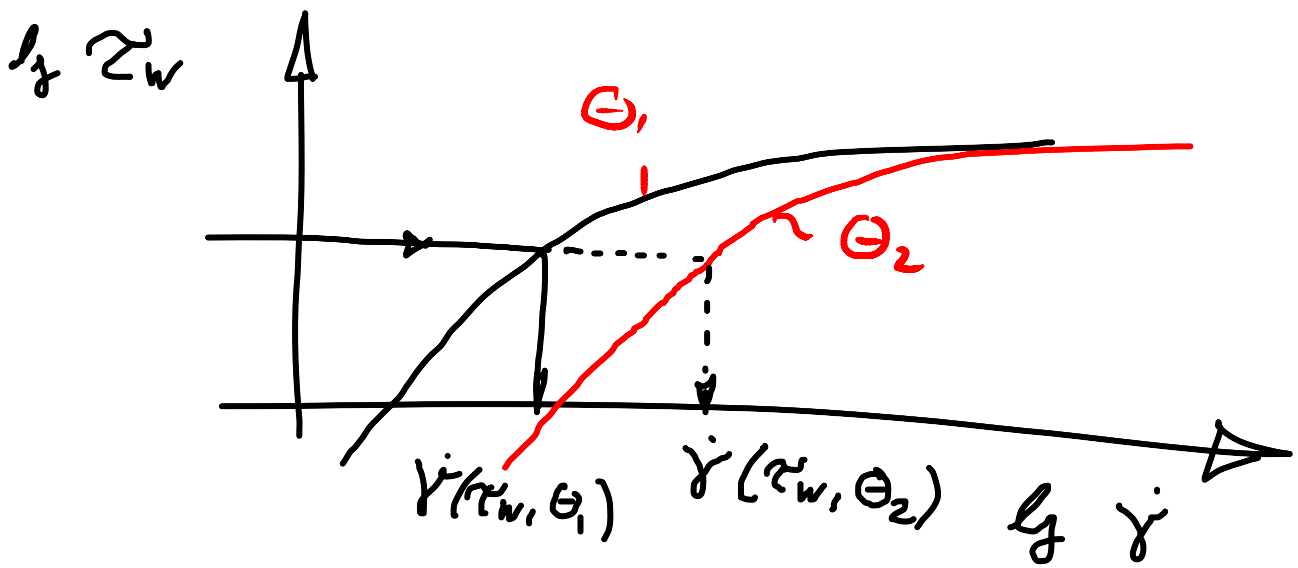
Viskositätsfunktion



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 14



$$\dot\gamma(\tau_w, \Theta_2)\,\lambda(\Theta_2) \overset{!}{=} \dot\gamma(\tau_w, \Theta_1)\,\lambda(\Theta_1)$$

$$\underbrace{\frac{\dot\gamma(\tau_w, \Theta_2)}{\dot\gamma(\tau_w, \Theta_1)}}_{\text{Folgt aus dem Experiment}} = \frac{\lambda(\Theta_1)}{\lambda(\Theta_2)} = a_T(\Theta_1, \Theta_2)$$

Temperatur-Verschiebungsfaktor

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 14

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 14