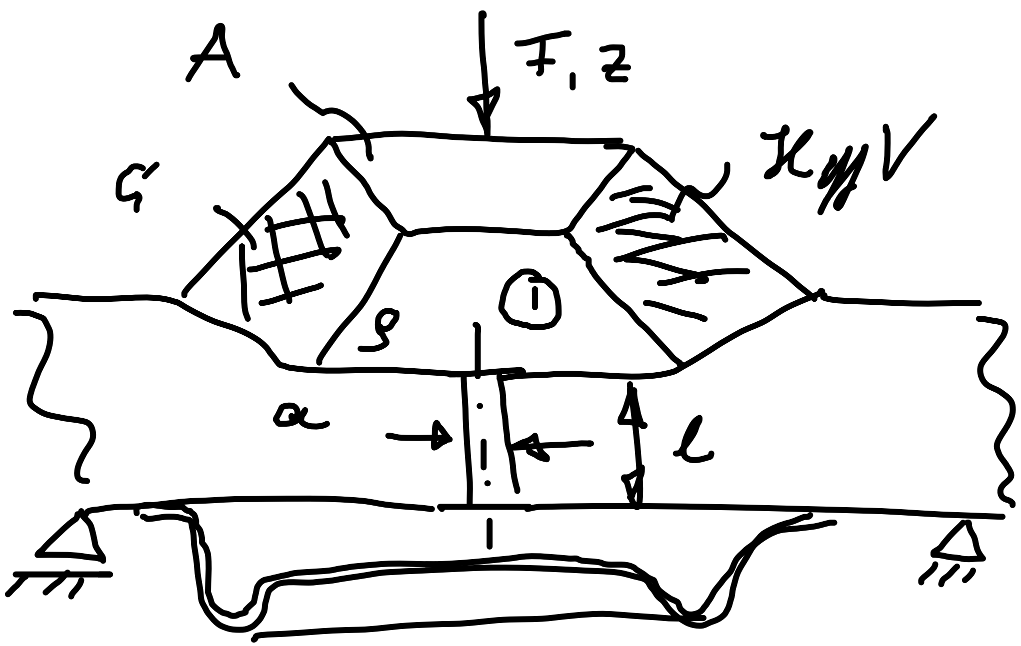
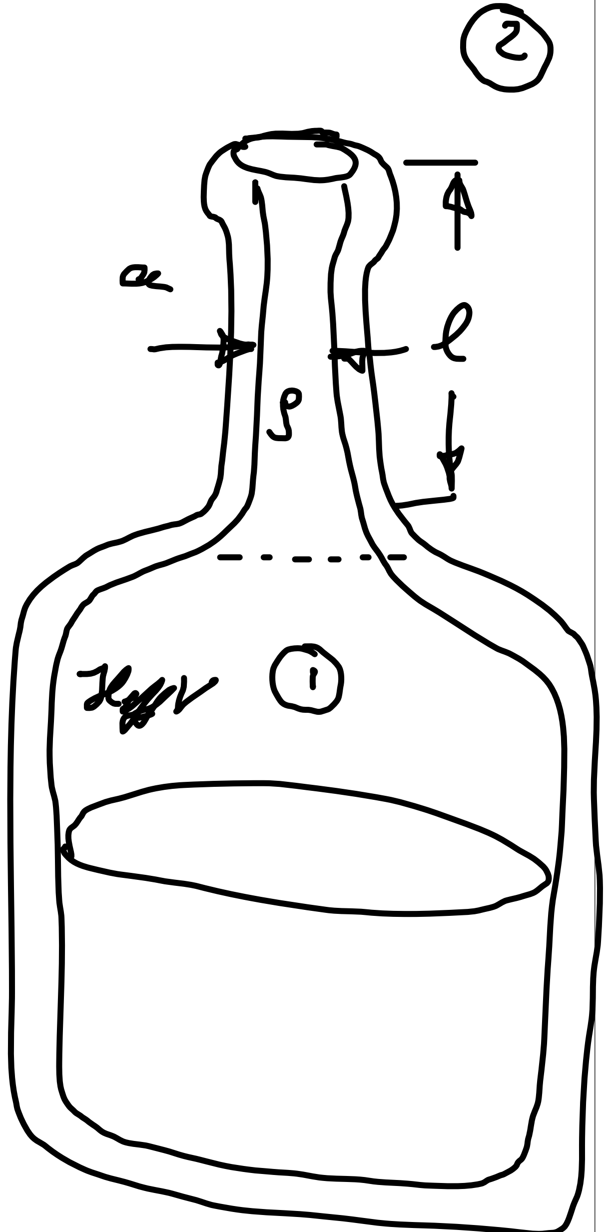
Anwendungsbeispiel: Hydraulische Modelle.





$$\kappa_{eff} := \frac{1}{\rho}\underbrace{\frac{\partial \rho}{\partial p}}_{\equiv 0} + \frac{1}{A}\underbrace{\frac{\partial A}{\partial p}}_{\equiv 0}$$

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Zur Nachgiebigkeit eines Gaspolsters.

$$\mathcal{K} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial p}$$

<u>1. Spezialfall</u>: Zustandsänderung ist so „schnell", dass die Zustandsänderung isentrop ist. Entropie s eines Flüssigkeitsteilchens ist zeitlich konstant.

Isentropenbeziehung $s = \text{const.}$

$$p = p(\rho, s) = \text{const}\,\rho^{\gamma} = c_1\rho^{\gamma}$$

$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ Isentropenexponent.

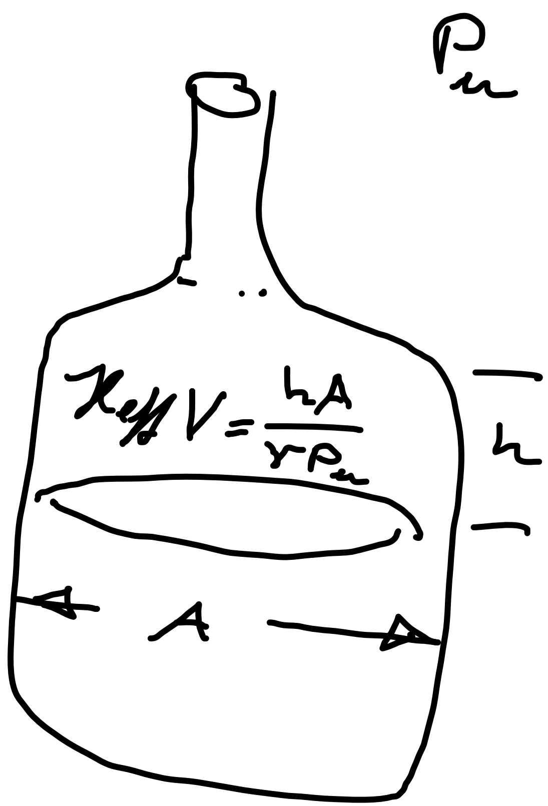
$p(\rho)$ nennt man barotrope Zustandsänderung

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

$$R = c_p - c_v$$

$$p = C \rho^{\gamma}$$

$$\varkappa = \frac{1}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial p} = \frac{1}{\gamma p}$$



2. Spezialfall: Zustandsänderung ist so „langsam", dass die Temperatur T eines Gasteilchens konstant bleibt.

$$p = p(T, \rho) \overset{T = const}{=} p(\rho)$$

Gasgleichung $p = \rho R T$

} barotrope Zustandsänderung für $T = const.$

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

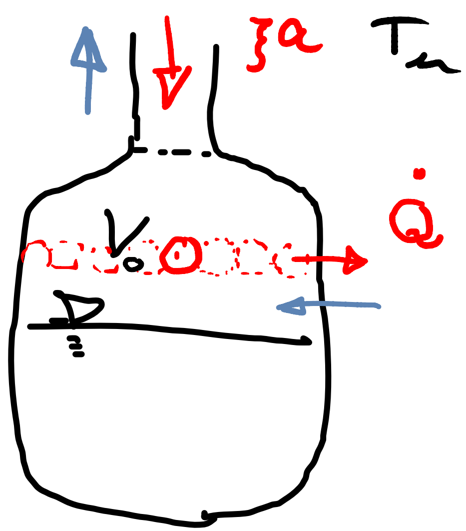
FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 8

$$\kappa = \frac{1}{\rho}\frac{\partial \rho}{\partial p} = \frac{1}{p}$$

Frage: Was ist langsam und was ist schnell?

$$\omega_0 = fn\left(kA_0\,,\ \rho V_0 c_v\right)$$



$$\dot{Q} = kA_0\,(T - T_u)$$

Newtonscher Ansatz für die Wärme.

$$\Delta E = m c_v \Delta T = \rho V_0 c_v \Delta T$$

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 8

	ω_0	kA_0	$\rho V_0 c_v$
T	-1	-1	0
E	0	1	1
Θ	0	-1	-1

$$\dot{Q} = kA_0(T - T_u)$$

$$E = c_v \rho V_0 T$$

$[T\ E\ \Theta]$ Zeit, Energie, Temperatur

$$\omega_0 = \frac{kA_0}{\rho V_0 c_v} \quad \text{const.}$$

$\omega \ll \omega_0$: isotherme Zustandsänderung

$\omega \gg \omega_0$: isentrope Zustandsänderung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

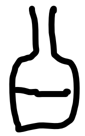
FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

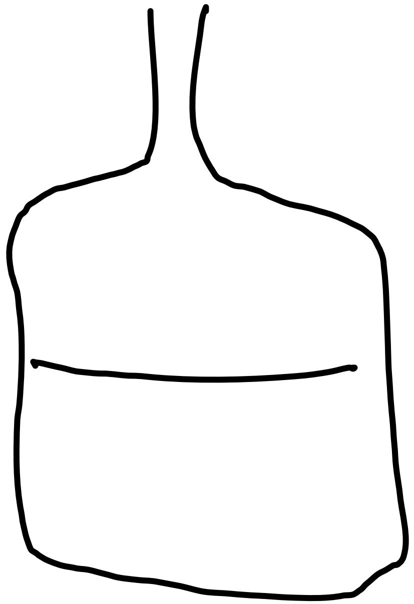
Sommersemester 2010

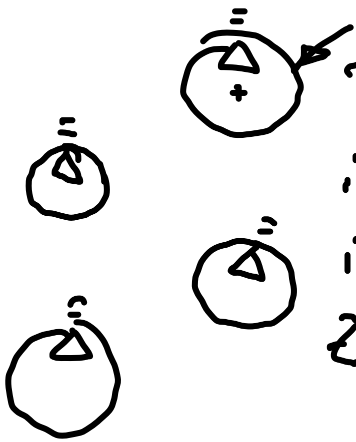
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme

Vorlesung 8



$\frac{A_0}{V_0}$ spezifische Oberfläche





$R \sim 0.1\,\mathrm{mm}$

i.d.R. isotherme Zustandsänd.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

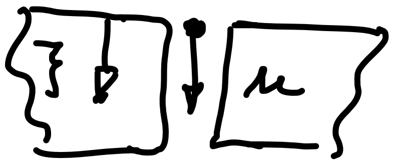
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Zurück zum Motorlager.

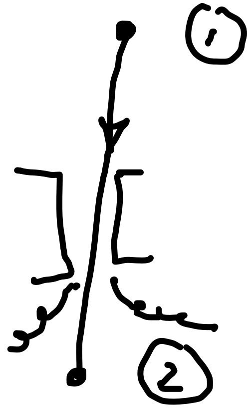
1. Kontigleichung für das obere Volumen. ①

$$\kappa_{eff} V \dot{p} + u a - \dot{z} A = 0$$ Druckaufbaugl.

$$u = \dot{\xi}$$



$$\kappa_{eff} V p + \xi a = z A$$

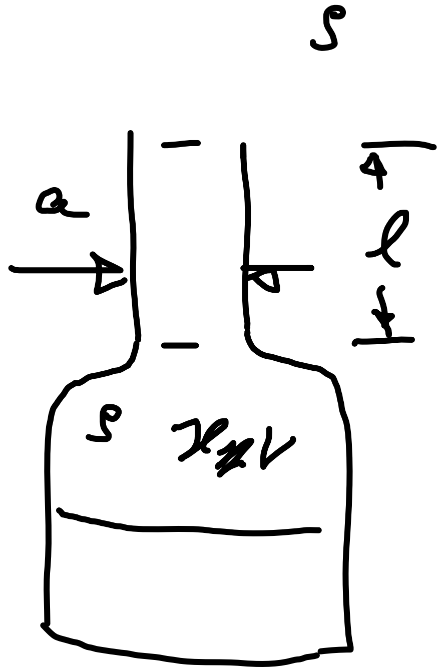


2. Bernoullische Gleichung

$$p = \rho \ddot{\xi} l + \frac{\rho}{2} \dot{\xi} |\dot{\xi}| \zeta$$

$$\ddot{\xi} + \frac{\zeta}{2e}\dot{\xi}|\dot{\xi}| + \omega^2 \xi = \frac{a}{A}\omega^2 z,$$

mit $$\omega^2 = \frac{a}{\varkappa_{eff} V \rho l}$$

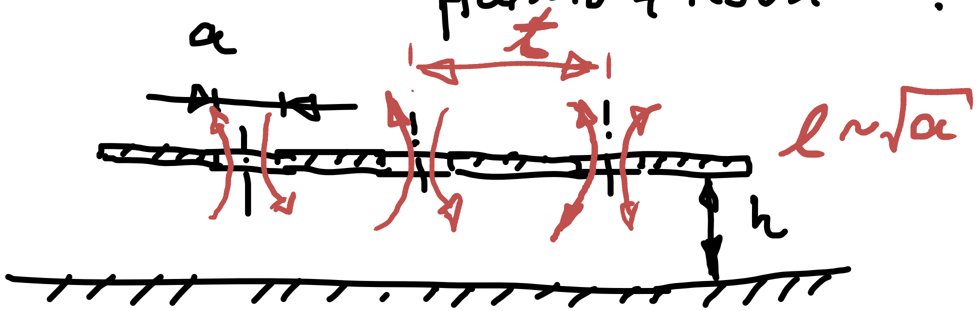


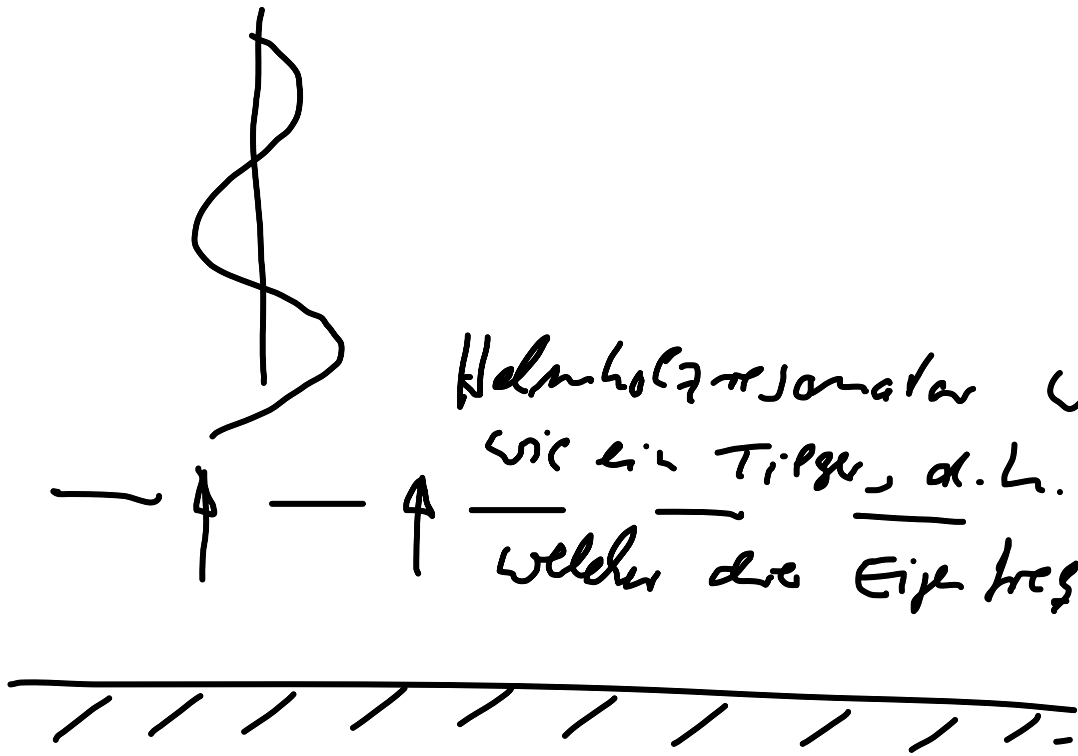
∇ $$\frac{p_m}{\rho_m} = R T_m$$

$$\omega^2 = \frac{\gamma p_m a}{\rho_m l V}.$$

$$\omega^2 = \gamma R T_m \frac{\sqrt{a}}{h t^2}.$$

Helmholtzresonator.





Helmholtzresonator wirkt wie ein Tilger, d.h. die Frequenz, welcher der Eigenfrequenz des Resonators entspricht wird weggefiltert.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

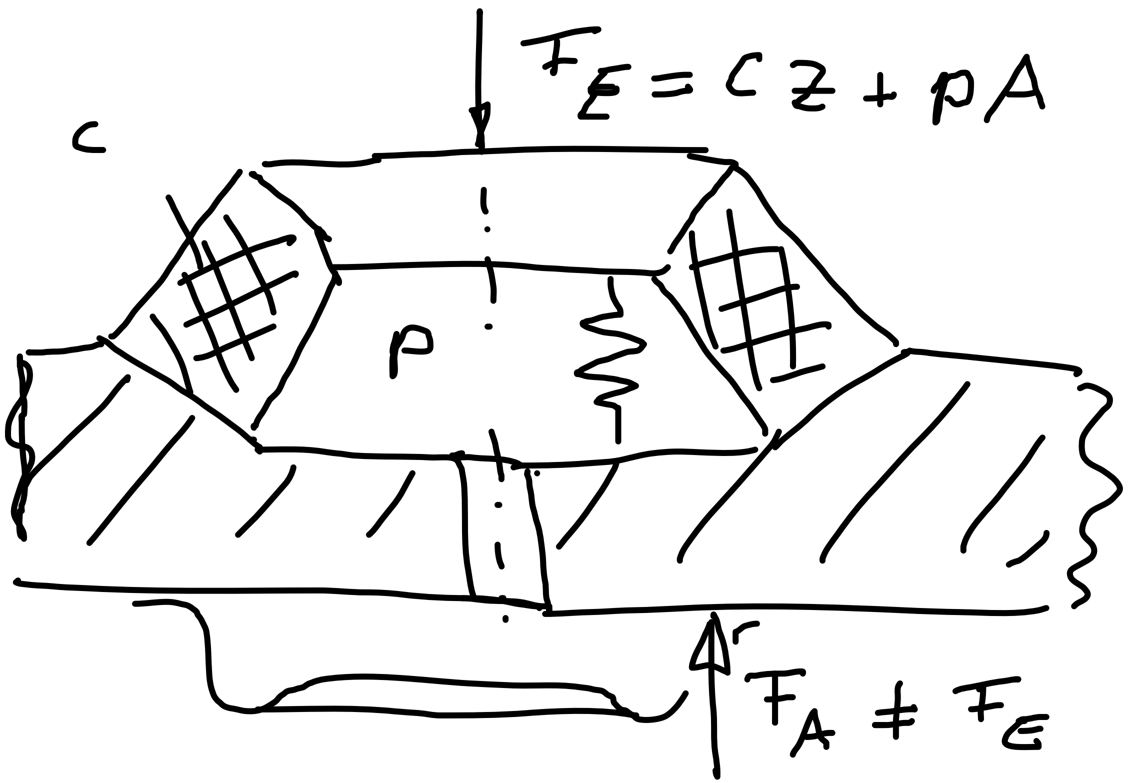
FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Sommersemester 2010

Grundlagen der Turbo-maschinen und Fluidsysteme

Vorlesung 8



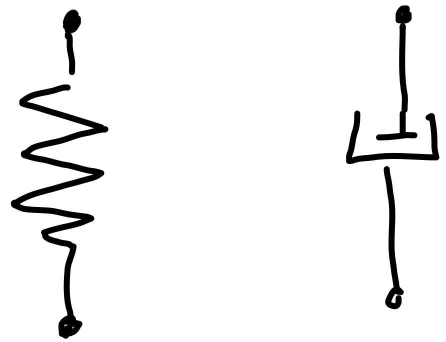
$F_A = cz + F_{\text{Fe, Lager}}$

$F_A \neq F_E$, wenn innerhalb des Elements Masse beschleunigt wird.

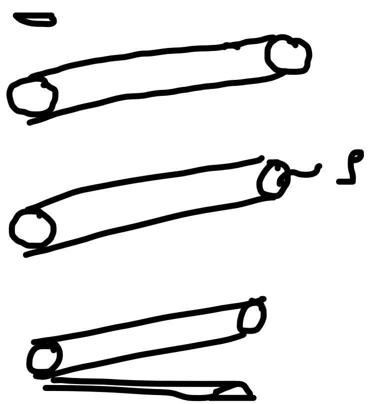
$F_A = F_E$, wenn keine Masse beschleunigt wird. } Kraftelement.

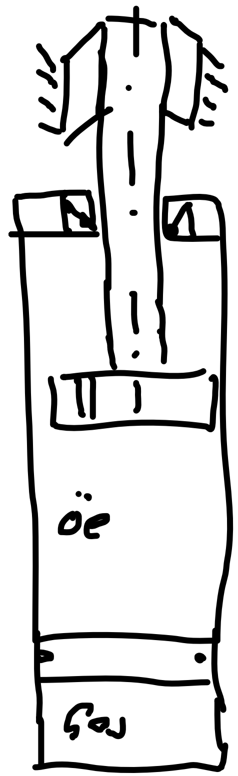
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Beispiel für Kraftelement.



Symbole für Kraftelement.





$\Omega \ll \omega_0$,

dann ist das Dacht ein Kraftel.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 8

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Impulssatz für die Stromröhre von ① → ②

Allgemein: Die zeitliche Änderung des Impulses eines Flüssigkeitskörpers ist die Kraft auf den Körper.

$$\underbrace{\frac{D}{Dt}\int_{V(t)} \rho \vec{u}\, dV}_{\vec{I}} = \vec{F} = \oint_{S} \vec{t}\, dS + \int_{V} \rho \vec{k}\, dV$$

$d\vec{F}_O = \vec{t}\, dS$ Oberflächenkraft

$d\vec{F}_V = \rho \vec{k}\, dV$ Volumenkraft.

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme
Vorlesung 8