Beispiel zur Kontigleichung (0D + Druckaufbaugesetz)

Stick-Slip bei einem Plungerkolben (Tauchkolben)

Stick-Slip ist eine selbsterregte Schwingung im Gegensatz zu

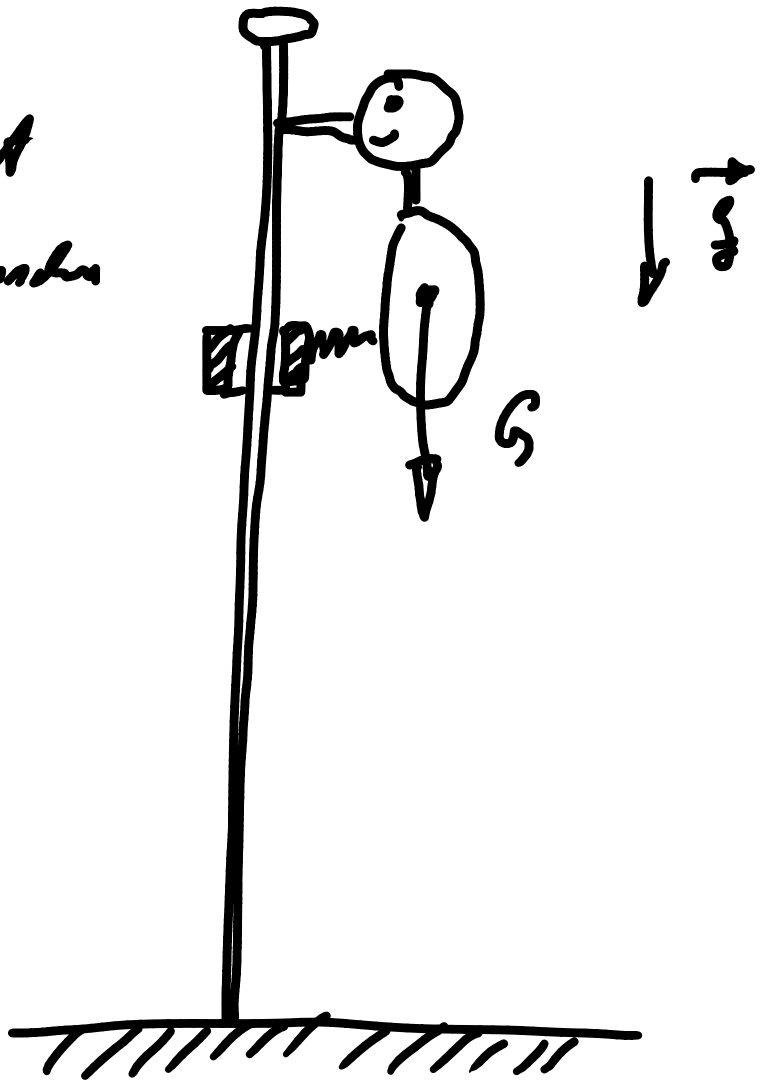
freie Schwingung: Das System schwingt in der Eigenfrequenz ω

erregte Schwingung: Frequenz Ω wird aufgeprägt.
Das System antwortet in Ω und
Vielfache von Ω bei linearen System. (harmonisch)
Bei nichtlinearen System antwortet
das System auch in nicht ganzzahlige
Vielfache zu Ω (Subharmonische)

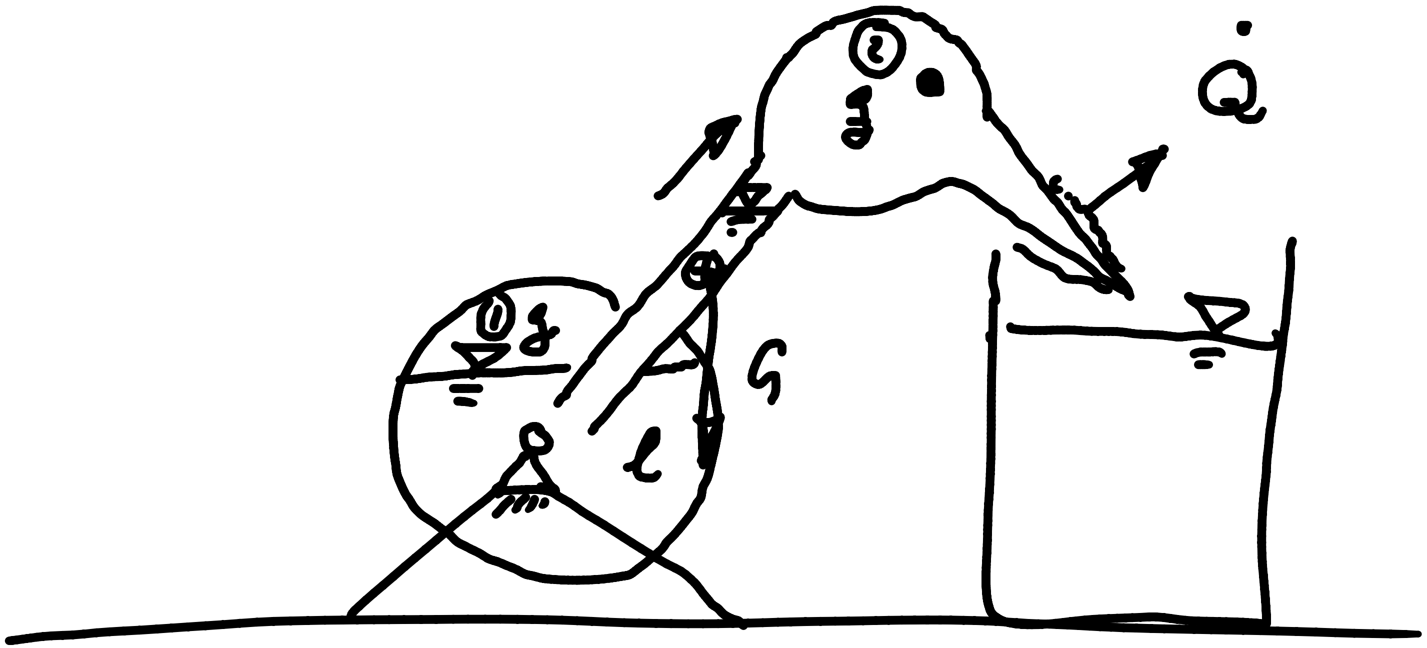
Voraussetzung für selbsterregte Schwingungen ist eine Nichtlinearität.

z.B. Specht

(rein mechanisches System)



Schluckspecht (Mechanik + Thermodynamik)

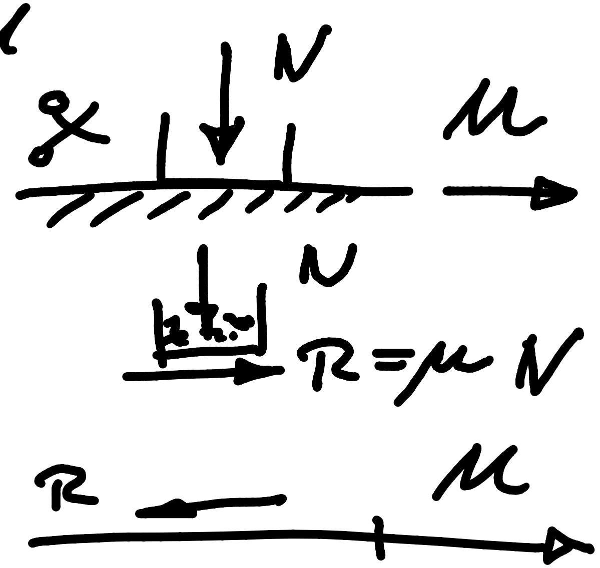


Druck p_2 sinkt infolge Abkühlung (Verdampfung am Schnabel).
dadurch steigt die Flüssigkeit im Hals solange, bis ein instabiles Gleichgewicht erreicht ist (Schalte).
Eintauchen des Schnabels.

Stick-Slip ist eine selbsterregte Schwingung, die durch Nichtlinearität im Reibgesetz in der Zeit ist.

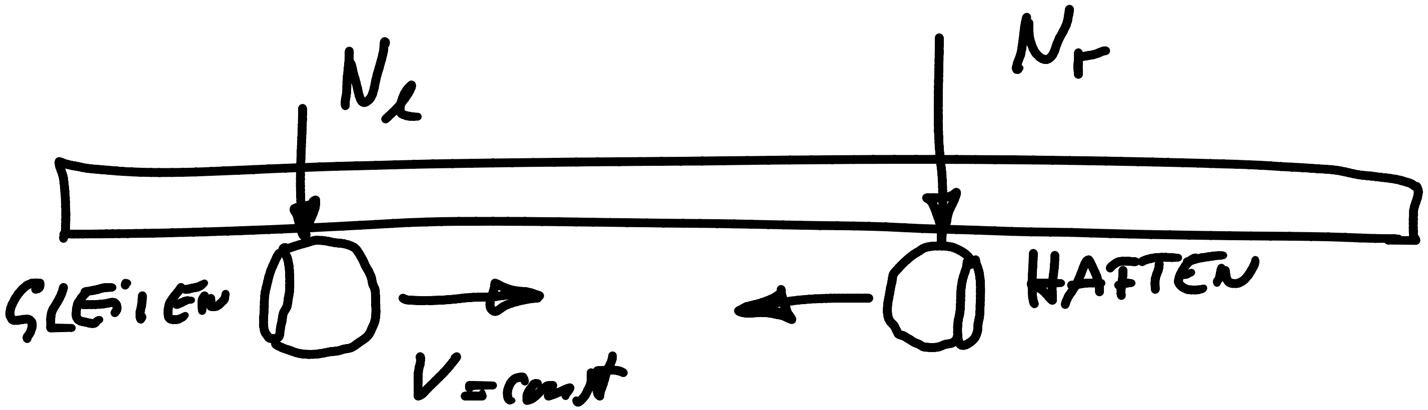
▷ Normalkraftänderung. (Versuch von Arnold Sommerfeld)

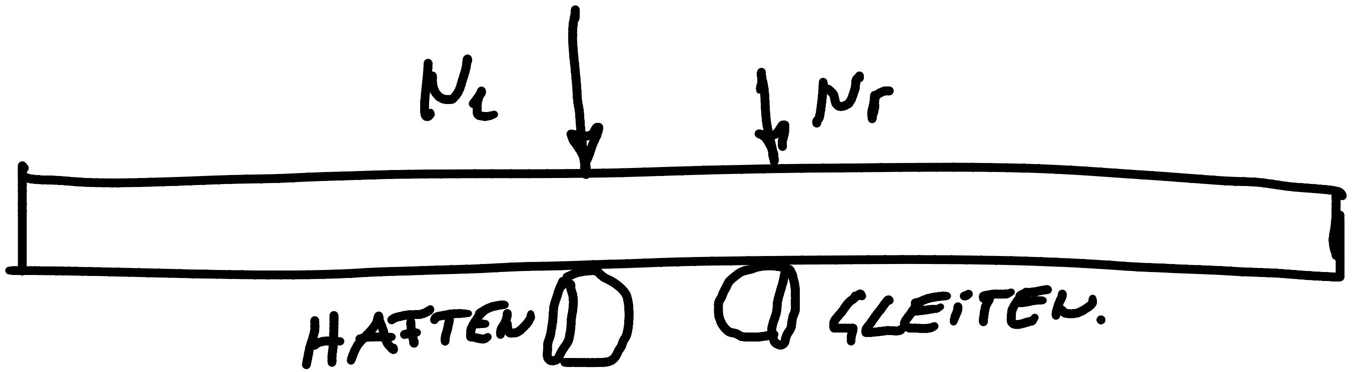
▷ Tangentialkraftänderung (Plungerkolben)



$$\mu \sim \tan\delta = \frac{S''}{S'}$$

Versuch von Sommerfeld





dimensionslose Größen sind wichtig!

$$\frac{c^2}{\hbar m_e} = \frac{1}{138} = 10^{-2}$$

Atomphysik, Feinstrukturkonstante.

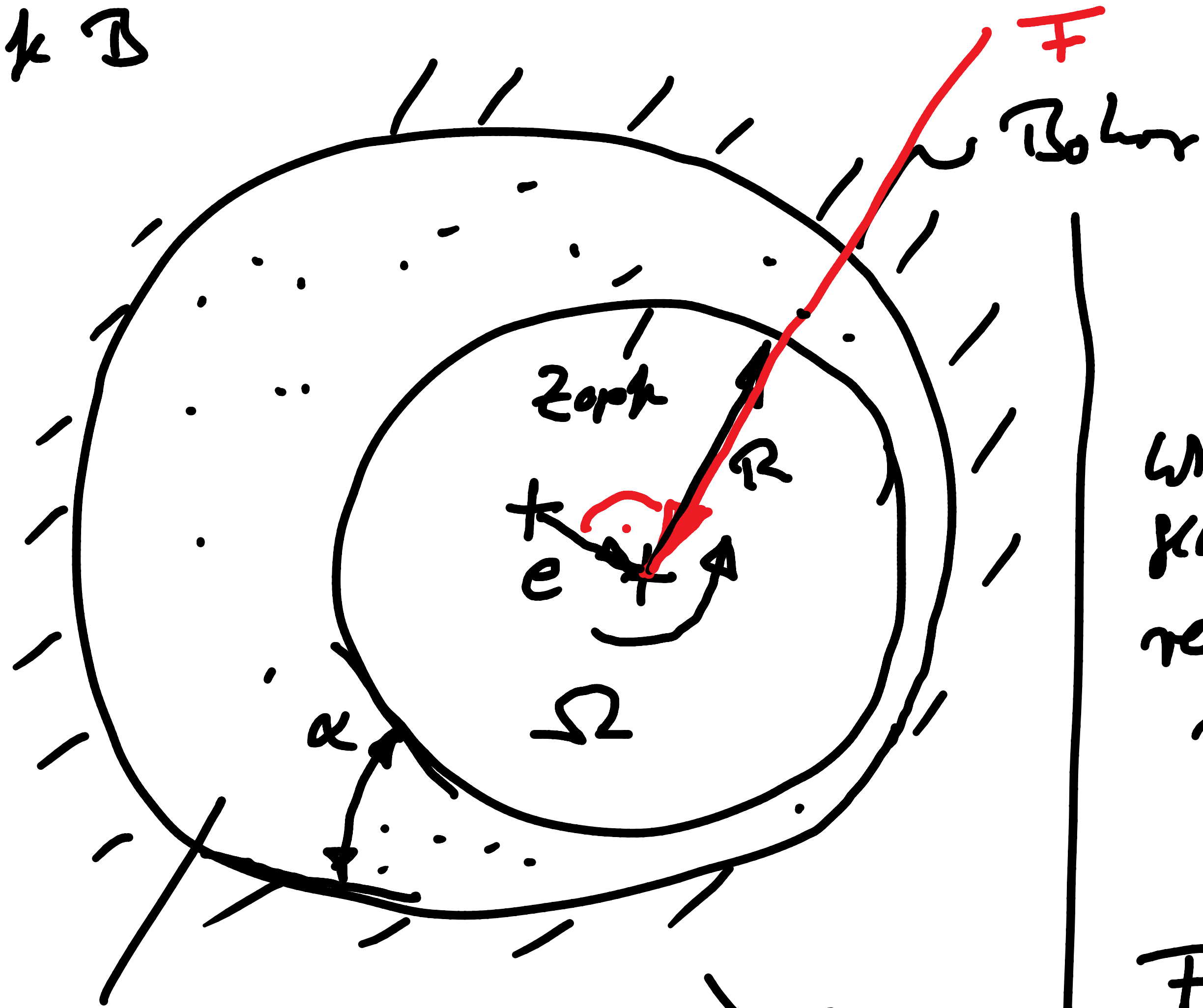
Gleitlagertheorie Sommerfeldzahl.

Literaturempfehlung: Arnold Sommerfeld

Mehrbändiges Band über Physik

- Mechanik
- Mechanik der deformierbaren Medien.

Tisch B



Öl Viskosität η, ~~ϱ~~

Exzentrizität e

$$Re\,\alpha = \frac{R^2\Omega\varrho}{\eta}\,\alpha \ll 1$$

wichtigste geometrische Größe
relatives Lagerspiel

$$\psi = \frac{\bar{h}}{R} \ll 1$$

$$F = fn(\eta, \Omega, R, B, \bar{h}, e)$$

$$\Longleftrightarrow$$

$$\underbrace{\frac{F}{\eta\Omega RB}\left(\frac{\bar{h}}{R}\right)^2}_{So} = f\left(\frac{e}{\bar{h}}\right)$$

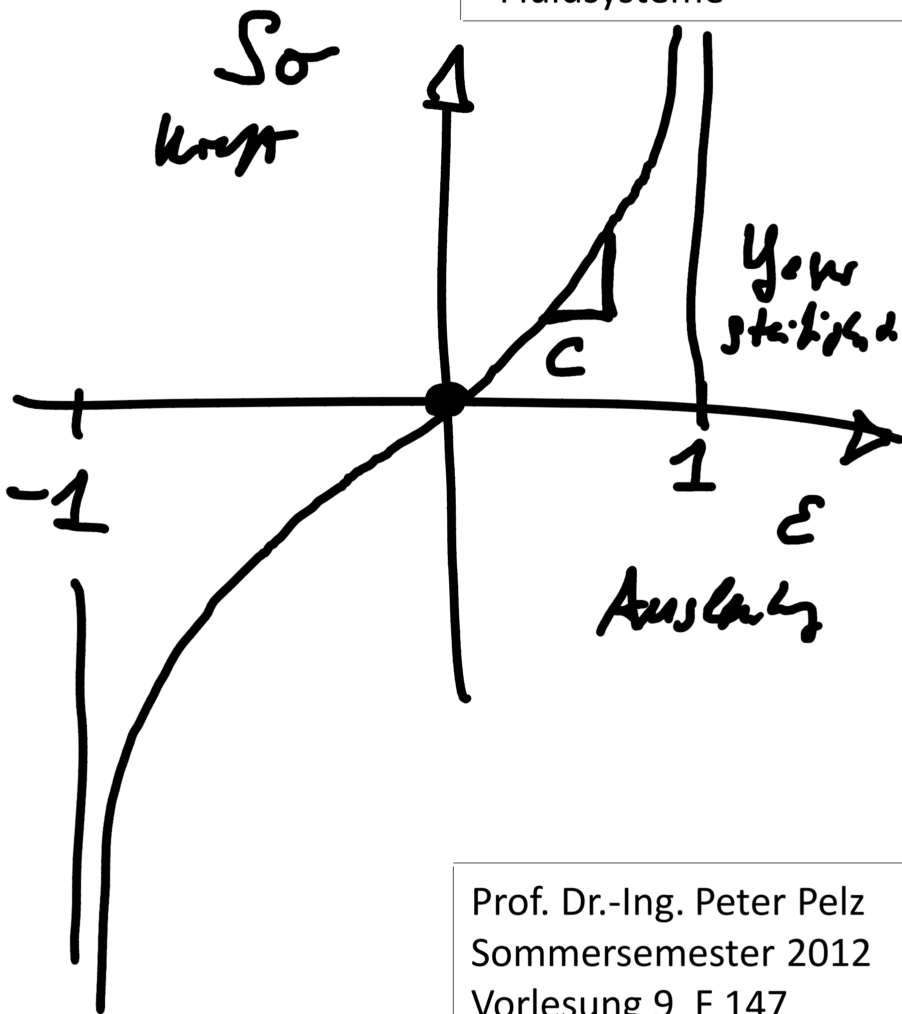
$$F = \mathrm{fn}(\eta, \Omega, R, B, \bar{h}, e)$$

$$\Longleftrightarrow$$

$$\frac{F}{\eta \Omega R B} \psi^2 = f(\varepsilon), \text{ mit}$$

$$\psi = \frac{\bar{h}}{R} \quad \text{relative Spaltweite:}$$

$$\varepsilon = \frac{e}{R} \quad \text{relative Exzentrizität}$$



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FLUID SYSTEM TECHNIK
Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme

Hinweis: Übung zur Dimensionsanalyse.

$$\frac{F}{\eta \Omega R^2} = fn\left(\frac{e}{\bar{h}}, \frac{\bar{h}}{R}, \frac{R}{B}\right)$$ 4 dimensionslose Größe.

Information des Maßsystems wird eliminiert: $\{kg\ sec\ m\}$ $[LMT]$ System

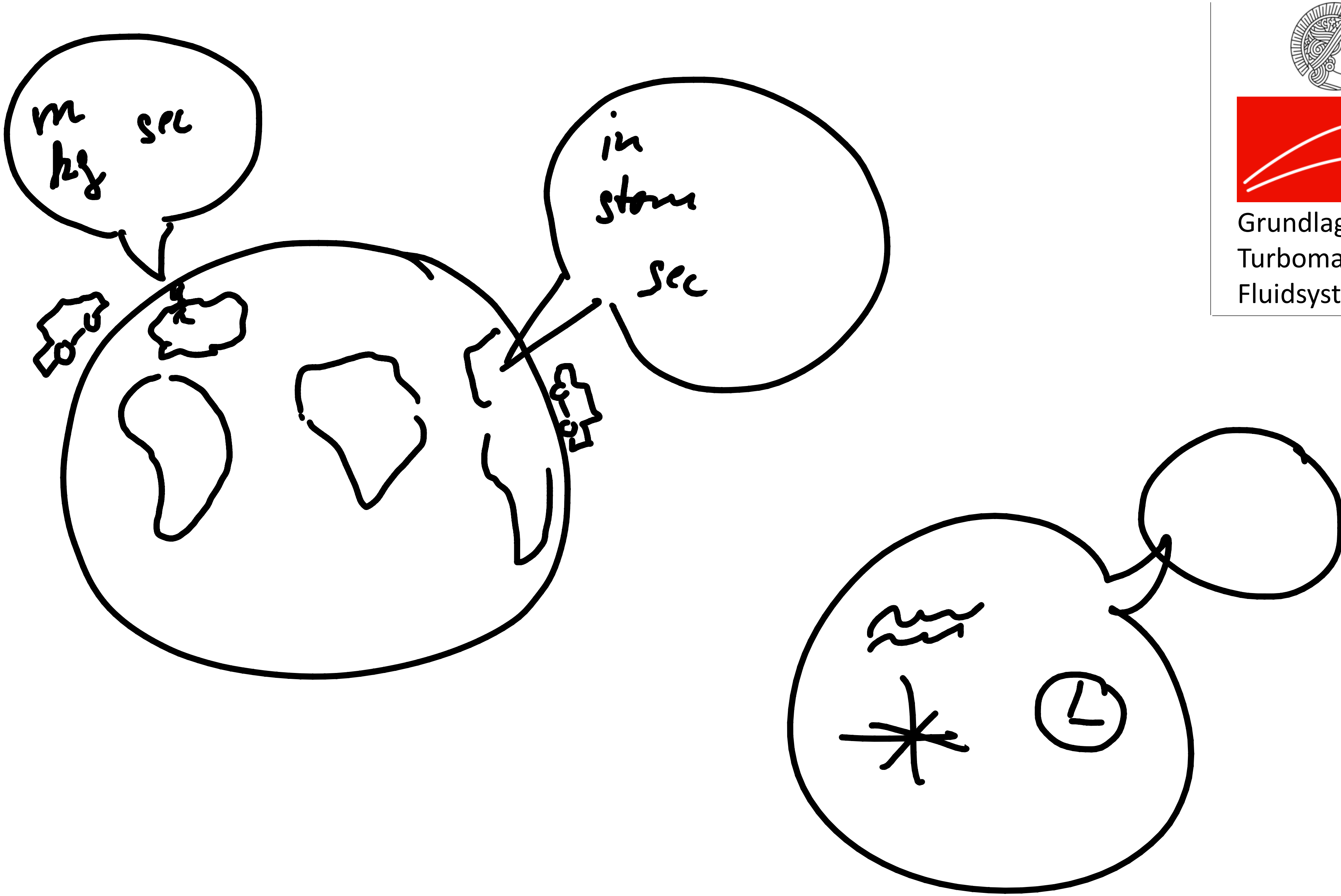
$\Longleftrightarrow$ $F = fn(\eta, \Omega, R, B, \bar{h}, e)$ 7 dimensionsbehaftete Größen

Einheiten sind <u>willkürlich</u> festgelegte Vergleichsmaße allein mit dem Ziel Kommunikation zu erleichtern.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Grundlagen der Turbomaschinen und Fluidsysteme



Üblicherweise arbeitet man in einem [LMT]-System.

Alternativ [LFT]-System. für dynamische Systeme, wenn die Kraft in Rotordynamik

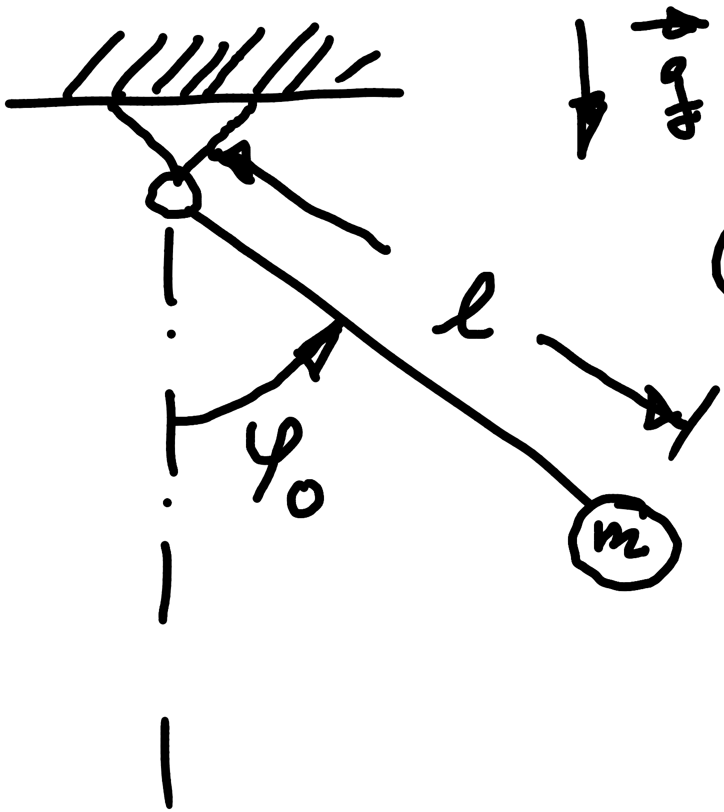
[LF]-System für statische Probleme.

[LMTΘ]-System in der Thermodynamik.

[LMTΘI ....]

Basisgrößensysteme

I. d. R. gelingt es die Zahl der Veränderlichen um die Zahl der Basisgrößen zu reduzieren.



Schwingdauer

① $\tau = fn(l, m, g)$

Annahme: keine Reibung.

1. Liste der Veränderlichen.
   - ▷ Schwierigster Schritt
   - ▷ Abstraktion = Modellbildung
   - ▷ Alles sollte so einfach wie möglich sein [genügende Anzahl von Veränderlichen) aber nicht einfacher (wichtige Größen nicht vergessen)

2. Wähle einen Basisgrößensystem
   - ▷ Hier mechanische Probleme, dynamische Probleme [LMT]

3. Darstellen der physikalischen Größe über Potenzen der Basisgrößen ($x^{\alpha_1} y^{\alpha_2}$ Monom)

Am Beispiel

$$\{g\} = \frac{m}{sec^2} \qquad [g] = \frac{L}{T^2}$$

$$\tau = \tau(l, g, m)$$

$$\{\tau\} = sec \qquad [\tau] = T$$

$$\{l\} = m \qquad [l] = L$$

$$\{m\} = kg \qquad [m] = M$$

~~Abb~~ Verabredung: Alle Gleichungen sind dimensionshomogen.

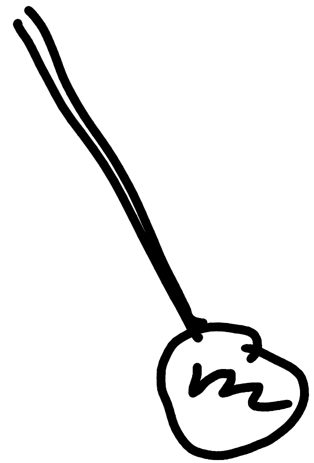
Jede physikalische Größe besteht aus <u>Zahlenwert</u> und Einheit.

Forderung (Postulat):

Jeder physikalisch-technische Zusammenhang muß invariant gegenüber Änderung der Einheiten sein (Skaleninvarianz)

$$\tau = \tau(l, g, \cancel{m})$$

$$\tau \;\hat{=}\; T, \quad l \;\hat{=}\; L, \quad g \;\hat{=}\; \frac{L}{T^2}, \quad m \;\hat{=}\; 1 \;\; (10^3)$$



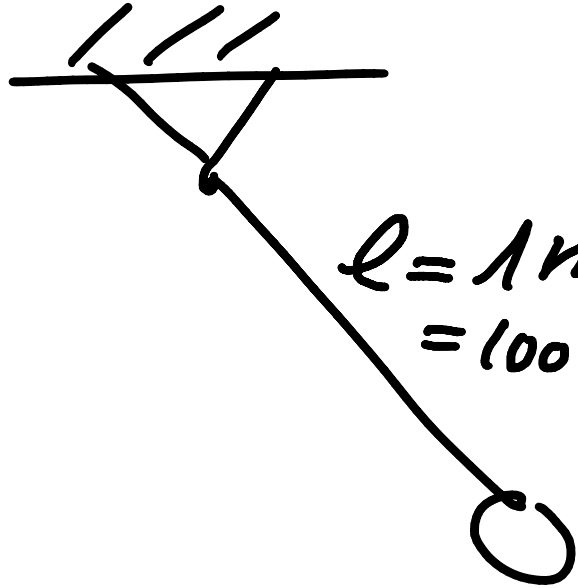
$m = 1\,kg$
$= 10^3\,g$

$$\Leftrightarrow \quad T \;\hat{=}\; \tau = \tau\left(\overset{L}{\hat{=}}\; l, \left(\frac{l}{g}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \;\hat{=}\; T$$

$$\tau = \tau\left(\cancel{\ell}\; g^{-\frac{1}{2}}\ell^{\frac{1}{2}}\right)$$

1

100



$\ell = 1\,m$
$= 100\,cm$

$$\underbrace{\tau}_{T} = \tau\left(\underbrace{g^{-\frac{1}{2}}\,\ell^{\frac{1}{2}}}_{T}\right)$$

$\tau = 1\,sec$
$= 10^{3}\,msec$

$$\tau \sim g^{-\frac{1}{2}}\ell^{\frac{1}{2}} \Leftrightarrow \boxed{\frac{\tau\, g^{\frac{1}{2}}}{\ell^{\frac{1}{2}}} = const}$$

Nichtlinear Pendel $\varphi_0 \not\ll 1$

$$\tau = \tau(l, g, m, \varphi_0)$$

$$\frac{\tau}{\sqrt{g/l}} = \Pi(\varphi_0)$$