

2.3.3. FEDERKRAFT & HOOKE'SCHES GESETZ

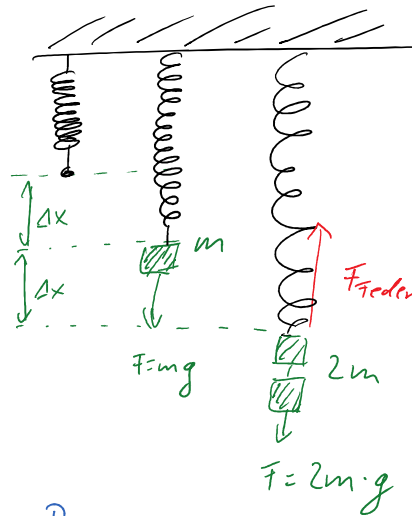
Die **Federkraft** resultiert aus der Verformung eines Festkörpers.

↳ Abstände zwischen den Atomen verändern sich

↳ resultierende Kraft wirkt dem entgegen.

Versuch: Federwaage

↳ Auslenkung $\Delta x \propto$ Kraft
 "proportional" $m \cdot g$



Hooke'sches Gesetz

Kraft $\swarrow$ Auslenkung $\searrow$

$$|F| = D \cdot x$$

$\nwarrow$ Federkonstante $D \left[\frac{N}{m} \right]$

$$F = -D \cdot x$$

Aber: Es gibt 2 Arten der Verformung

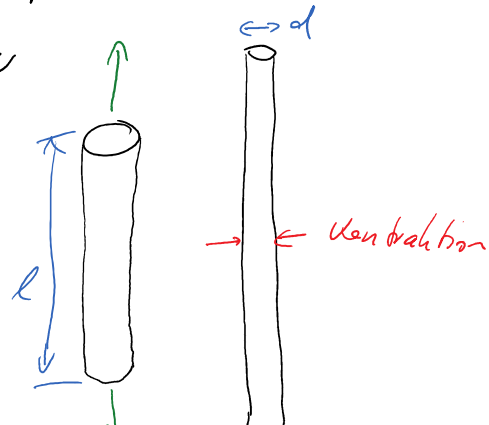
- **elastisch**: Körper geht nach Verformung in seine ursprüngliche Form zurück
- **plastisch**: Körper behält eine (Rest-) Verformung auch wenn keine Kraft mehr wirkt.

Querkontraktion eines gedehnten Drahtes

Volumen bleibt erhalten

$$\frac{\Delta d}{d} = -\nu \frac{\Delta l}{l}$$

Poissonzahl $[\nu] = 1$



Poissonzahl $[v] = 1$



2.3.4. REIBUNGSKRAFT

Innere Reibung → Bewegung der Moleküle untereinander

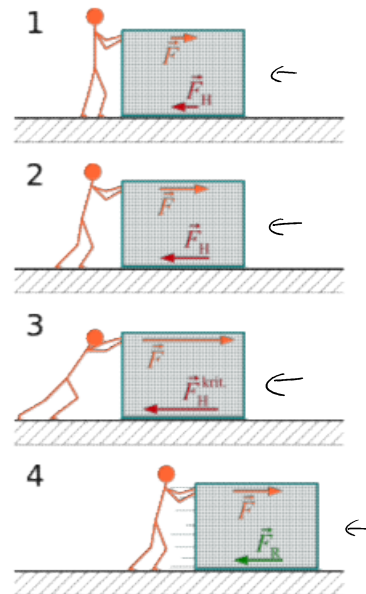
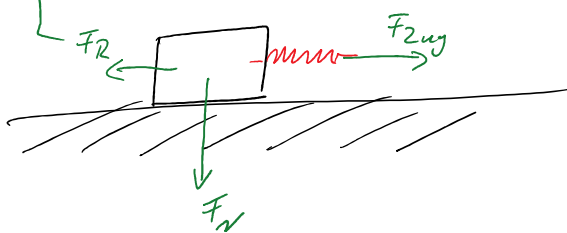
↳ Viskosität von Flüssigkeiten

Äußere Reibung → tritt an den Berührungsfächen zwischen makroskopischen Körpern auf

Ursachen: Unebenheiten, zwischen-molekulare Kräfte

Versuch: Möbel über den Boden schieben

Reibungskraft entgegengesetzt zur Zugkraft



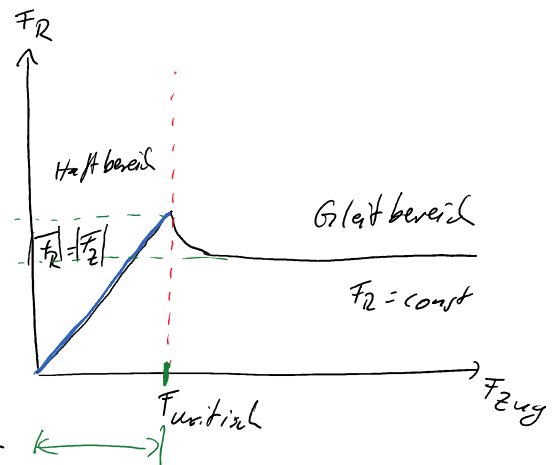
↳ zwei Zustände

- Haftreibung $\vec{F}_R = -\vec{F}_{Zug}$

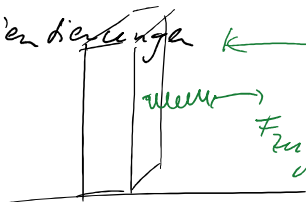
↳ Körper in Ruhe

- Gleitreibung $F_R = \text{constant}$

↳ beschleunigte Bewegung



- Versuch: Reibungskraft auf Klotz in verschiedenen Orientierungen



↳ F_H und F_G sind **unabhängig** von der Auflagefläche

• Versuch: Gewicht erhöhen; schiefe Ebene

↳ F_H und F_G sind **proportional** zur **Normalkraft**

$F_H = F_N$ im Bereich der Haftreibung

$F_G = F_N$ - " - - Gleitreibung

Reibungskräfte

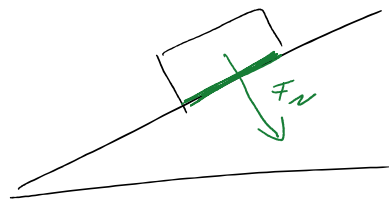
$$F_H = \mu_H \cdot F_N$$

$$F_G = \mu_G \cdot F_N$$

Beträge:
 $\vec{F}_{H,G} \perp \vec{F}_N$!

↑
↑
 $F_N = \text{Normalkraft}$

" μ " = Reibungszahl $[\mu] = 1$



μ : • materialabhängig
• oberflächenabhängig

• es gilt immer: $\mu_H > \mu_G$

	μ_H	μ_G
Stahl auf Holz	0.5	0.4
Stahl auf Stahl	0.2	0.1
Stahl auf Eis	0.03	0.01

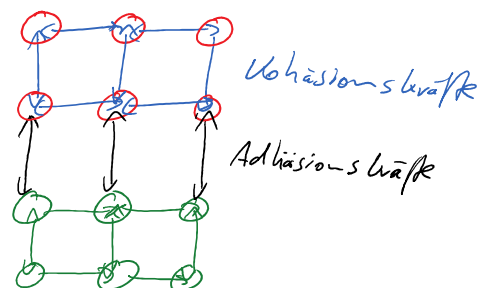
↳ ABS im Auto

• $\mu > 1$ ist möglich (z.B. Kleber)

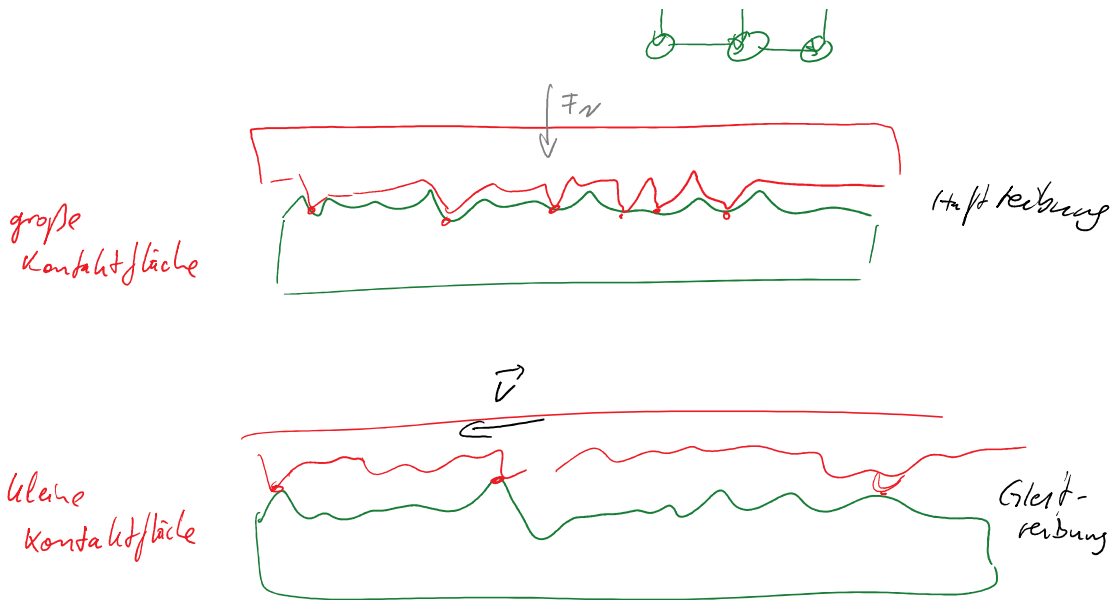
ACHTUNG: stark vereinfachtes Bild, gilt nur für
nicht verformbare, glatte, parallele Oberflächen

Adhäsion & Kohäsion
van-der-Waals Kräfte

↳ elektromagnetische Kraft



! ± ..



Gleitmittel : "gleiche" Adhäsion, aber geringere Kohäsion

(z.B. Aquaplaning)



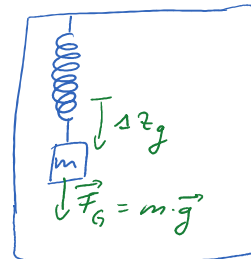
2.3.5. SCHEINKRÄFTE

In beschleunigten Bezugssystemen treten Scheinkräfte auf

Trägheit

Beispiel : Gewicht im Fahrstuhl

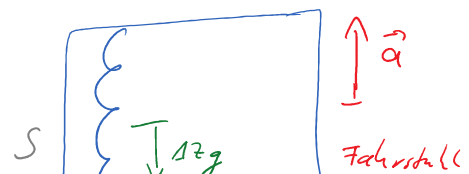
Bezugssystem S des
ruhenden Beobachters



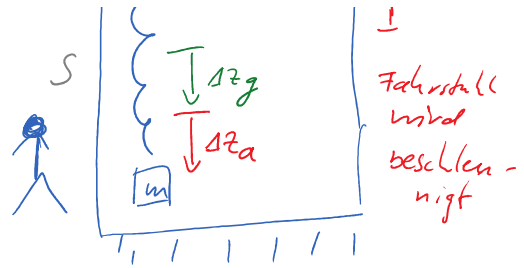
Auslenkung der Feder

Δz_g : Gewichtskraft $\vec{F}_G = m \cdot \vec{g}$

Δz_a : Beschleunigung $\vec{F}_a = m \cdot \vec{a}$



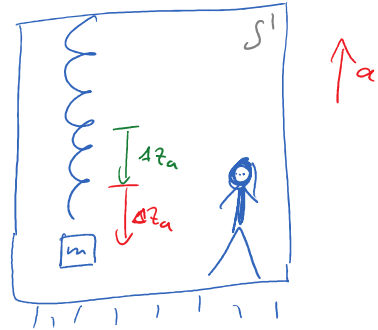
Δz_a : Beschleunigung $\vec{F}_a = m \cdot \vec{a}$



Im Bezugssystem des mitbewegten Beobachters S'

Δz_g : wie oben

Δz_a : Beschleunigung durch Scheinkraft aus Bezugssystem



$$\text{in } S': a = \frac{d^2 z}{dt^2} = 0 \rightarrow F_a = 0$$

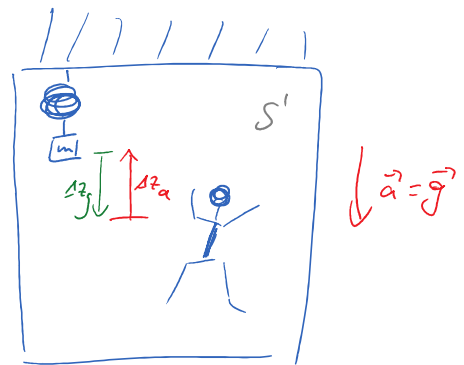
• Spezialfall: freier Fall.

• Gewichtskraft $\vec{F}_g = m \cdot \vec{g}$

• Scheinkraft $\vec{F}_a = m \cdot a = -mg$

↳ Auslenkung $\Delta z = \Delta z_g - \Delta z_a = 0$

↳ Schwerelosigkeit



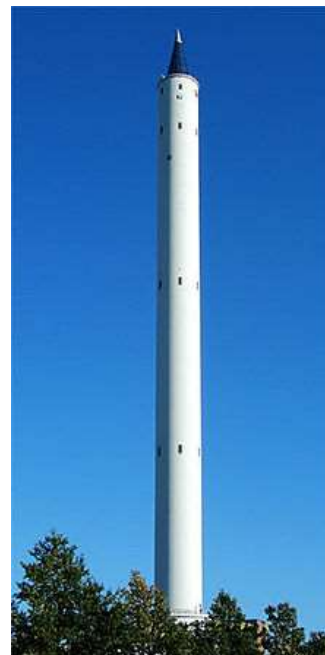
Fallturm in Bremen

↳ Experimentierzeit 4,7 s

oder ~9 s mit Katapult

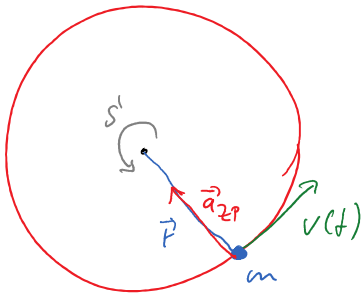
(vgl. Parabelflüge)

110m





2.3.6. KRÄFTE BEI KREISBEWEGUNGEN



Benötigen Zentripetalbeschleunigung $\vec{a}_{zp}$

um Körper auf Kreisbahn zu halten

↳ Zentripetalkraft nach innen

$$\vec{F}_{zp} = m \cdot \vec{a}_{zp} = -m \omega^2 \vec{r}$$

S' : Im rotierenden Bezugssystem des Körpers:

Körper fühlt die Zentrifugalkraft $\vec{F}_{zf}$ nach außen

$$\vec{F}_{zf} = -\vec{F}_{zp}$$

Zentrifugalkraft ist eine Scheinkraft!

Hausaufgabe: Corioliskraft

Lernwerkstatt!

(→ Reader,
MS Teams Link)

8 Std / Blatt = zu lang

↳ Hilfestellungen