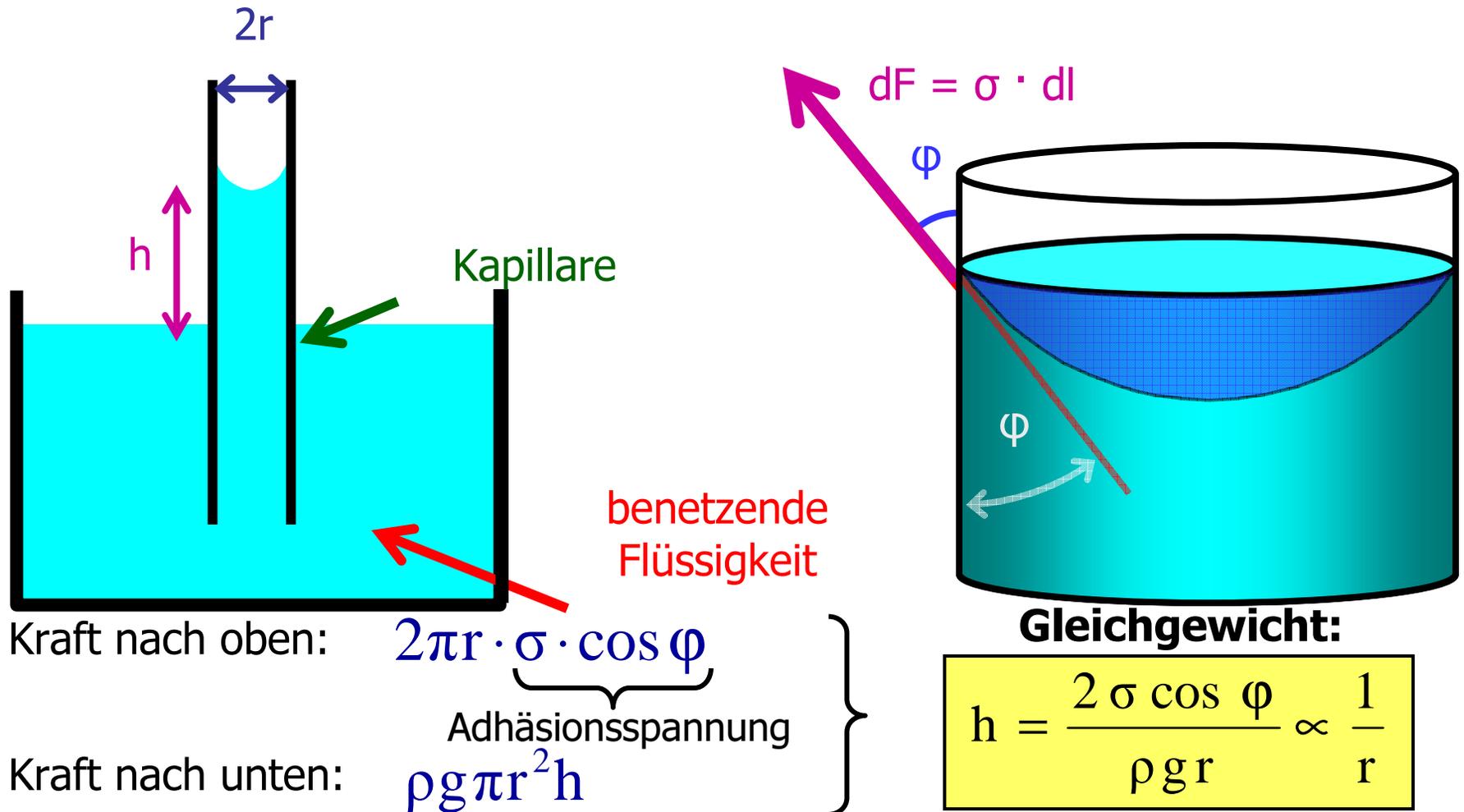
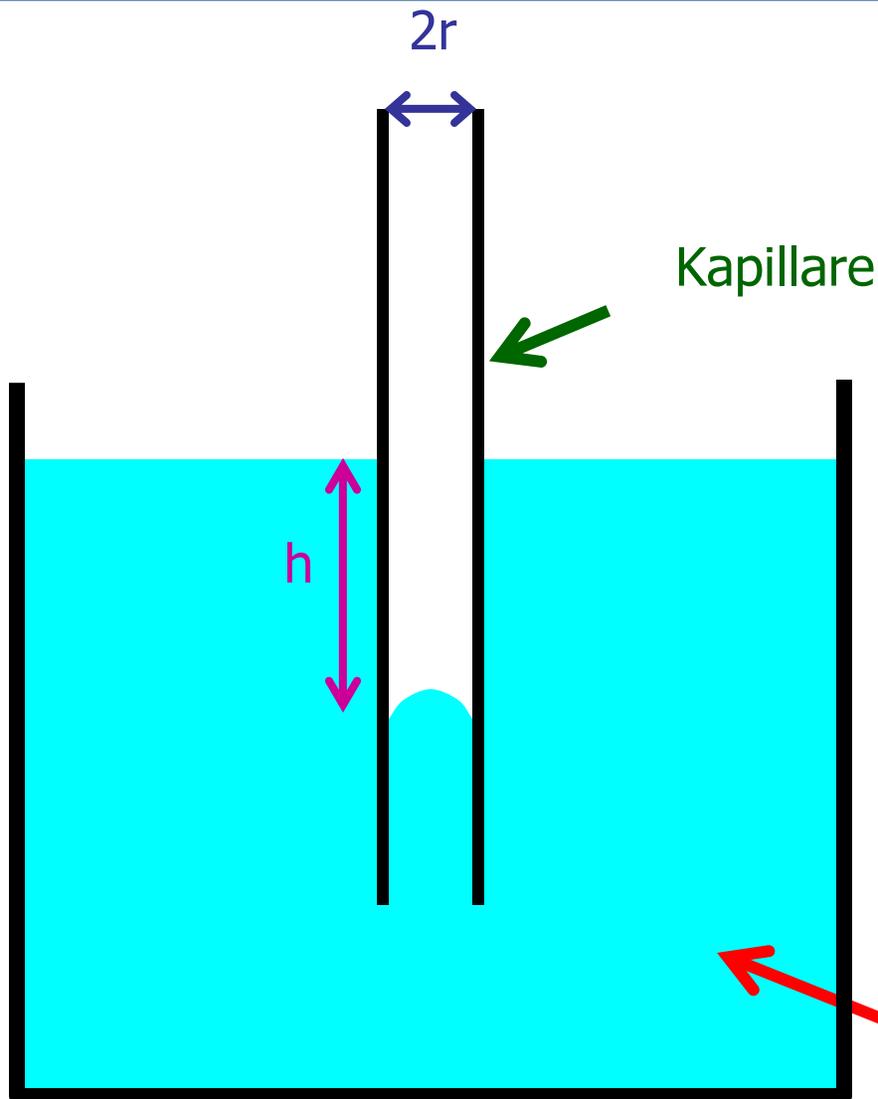


5.4. Kapilaren

Kapillare = enges Rohr (\Leftrightarrow Flüssigkeitsoberfläche hat nur Randbereich)



5.4. Kapilaren



Kapillare Depression bei nicht-benetzenden Flüssigkeiten:

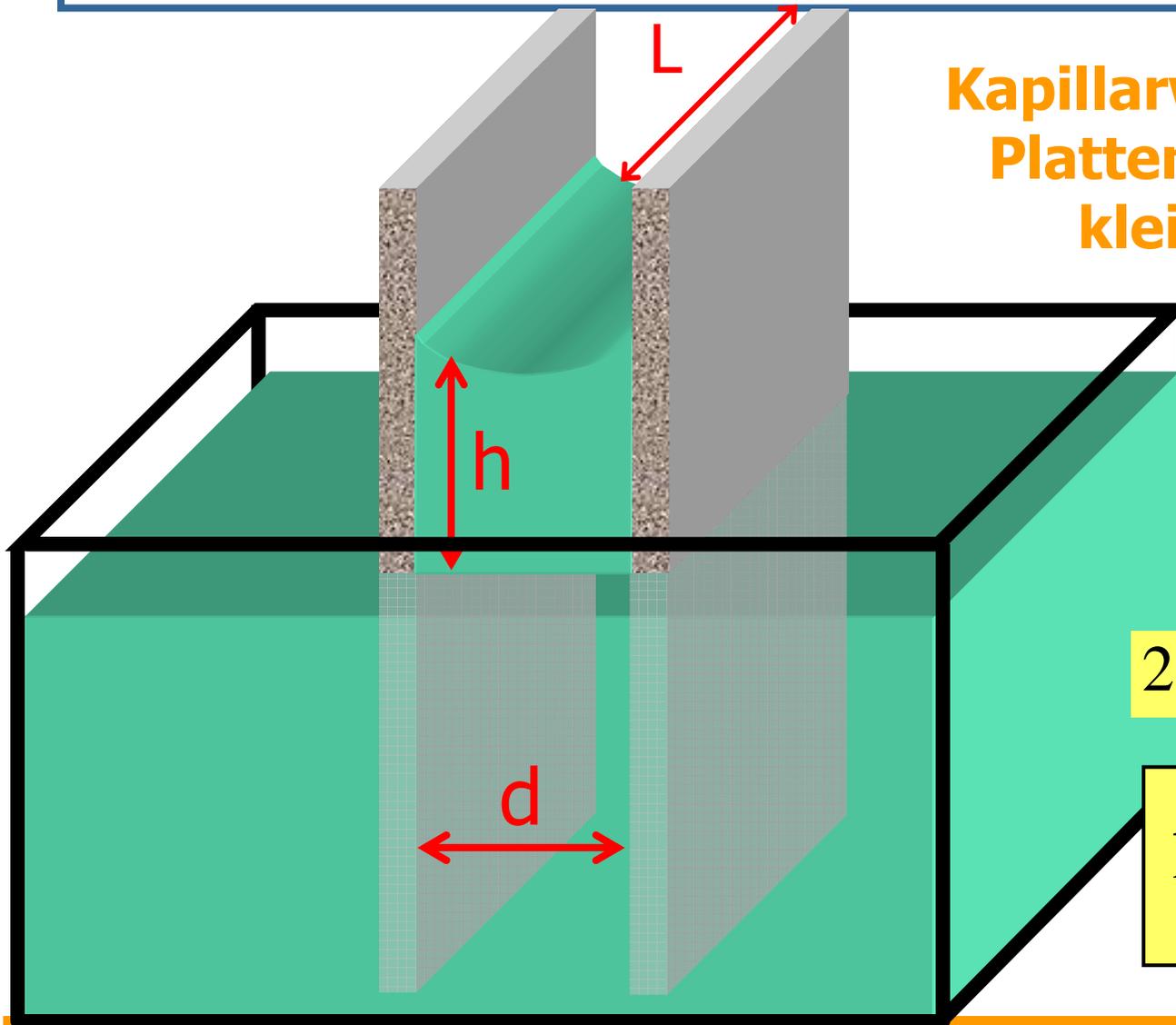
$$h = \frac{2\sigma \cos \varphi}{\rho g r} \propto \frac{1}{r}$$

$$\varphi > 90^\circ \Rightarrow h < 0$$

nicht-benetzende Flüssigkeit

5.4. Kapilaren

Kapillarwirkung zwischen
Platten (breit, parallel,
kleiner Abstand)



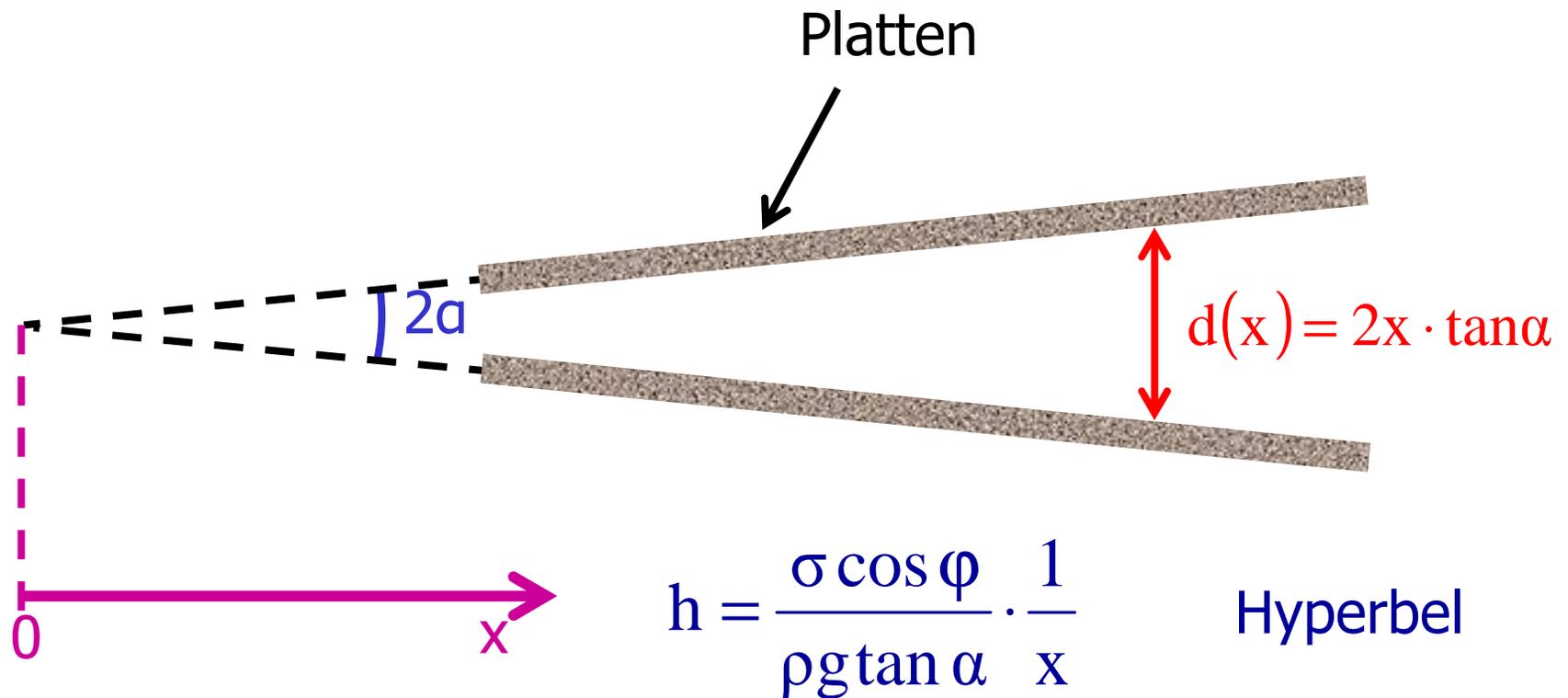
$$2L\sigma \cos \varphi = \rho g L d h$$

$$h = \frac{2\sigma \cos \varphi}{\rho g d} \propto \frac{1}{d}$$

5.4. Kapilaren

Folgerung: Flüssigkeit im Keil

$$h = \frac{2\sigma \cos \varphi}{\rho g d}$$



5.5. Reibung zwischen festen Körpern



Haftreibung

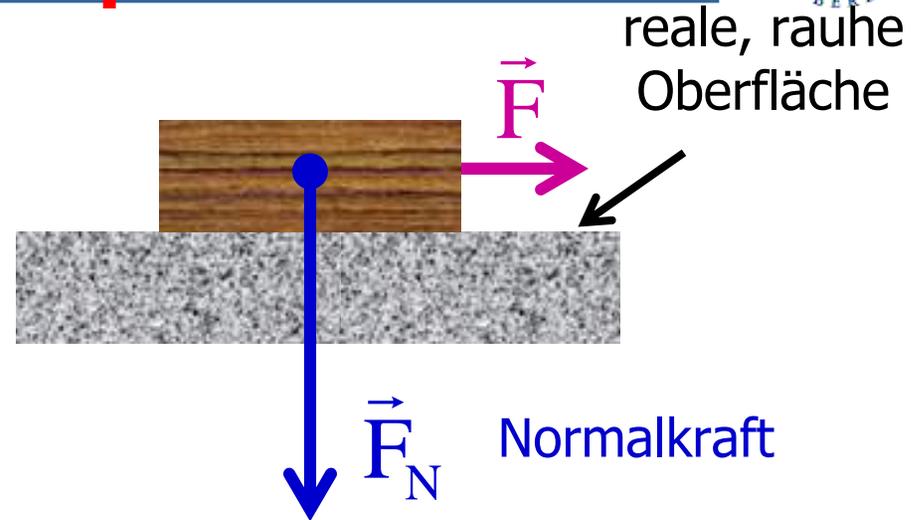
$F < F_H \Rightarrow$ Körper haftet

$F > F_H \Rightarrow$ Körper gleitet

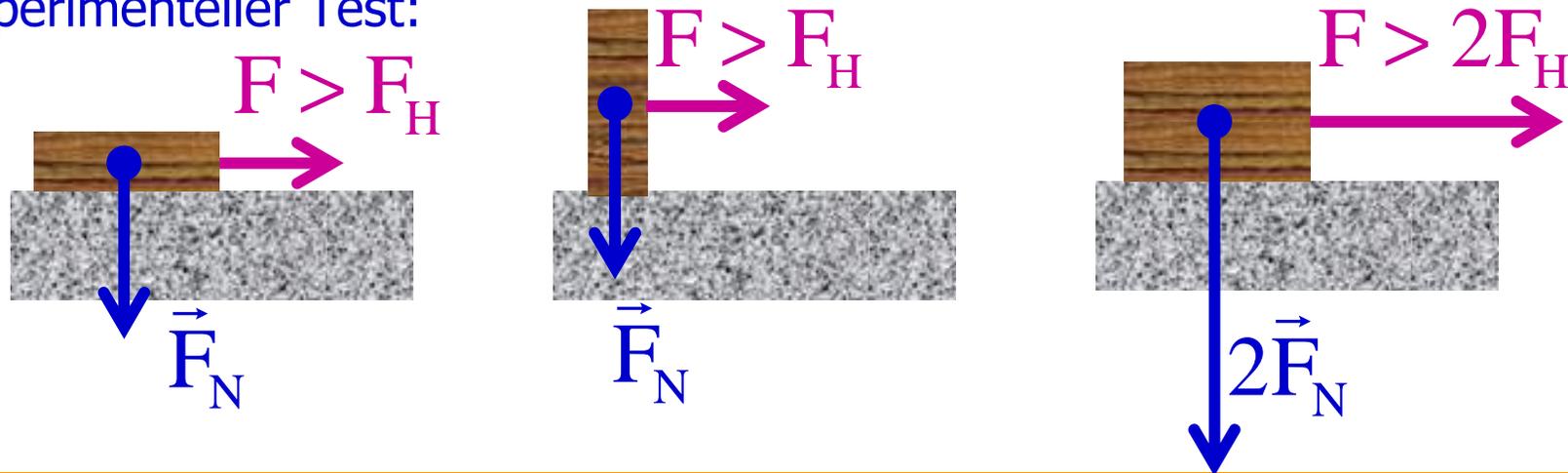
Empirisch:

$$F_H = \mu_H \cdot F_N$$

$\mu_H =$ Haftreibungskoeffizient



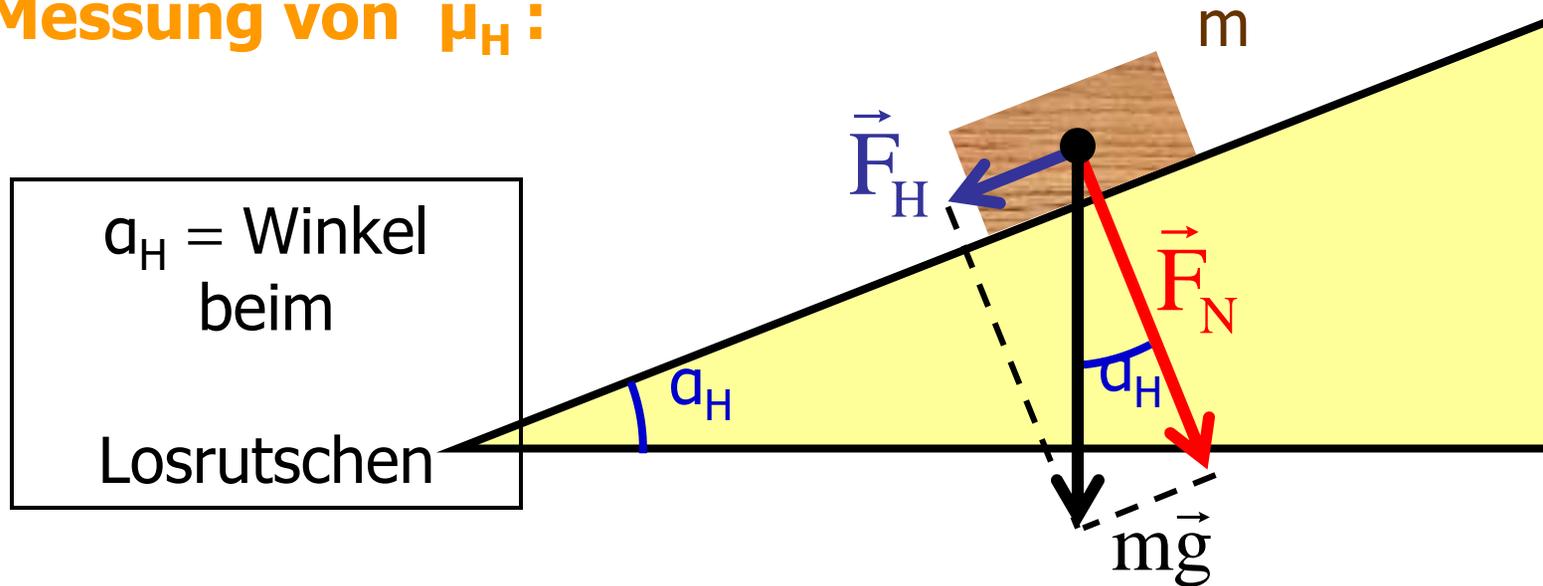
Experimenteller Test:



5.5. Reibung zwischen festen Körpern



Messung von μ_H :

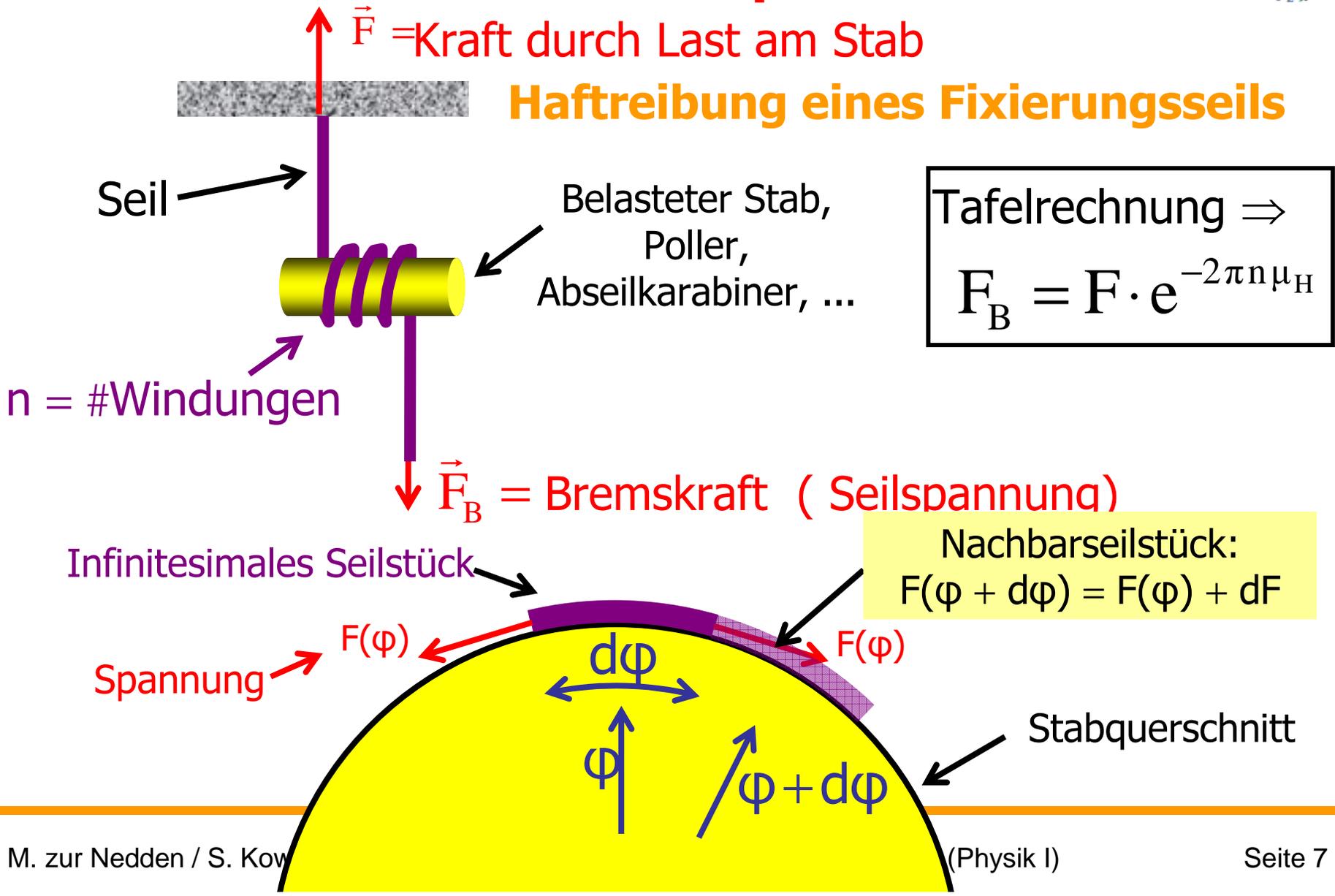


$$F_H = F_N \cdot \tan \alpha_H = \mu_H \cdot F_N$$

\Rightarrow

$$\mu_H = \tan \alpha_H$$

5.5. Reibung zwischen festen Körpern



5.5. Reibung zwischen festen Körpern



Gleitreibung

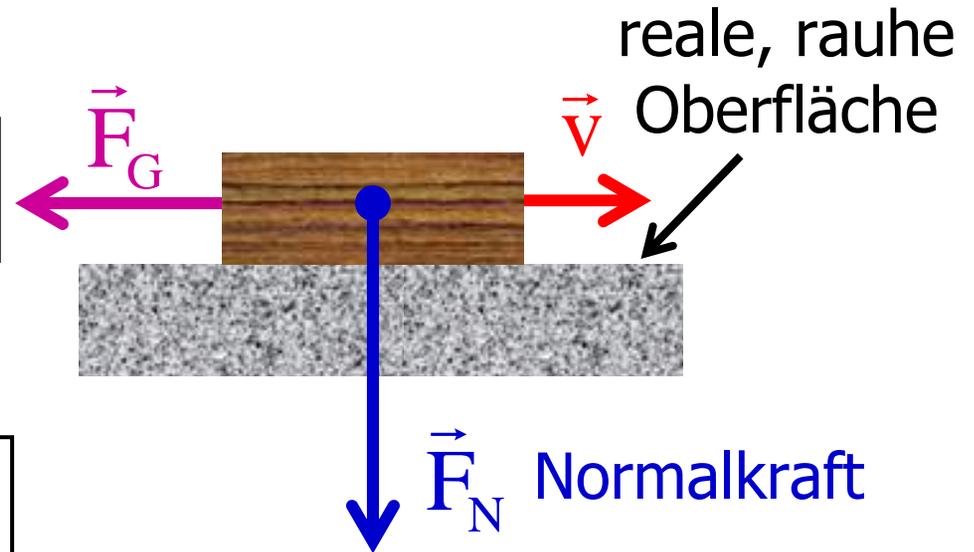
Empirisch:

$$F_G = \mu_G \cdot F_N$$

$\mu_G =$ Gleitreibungskoeffizient

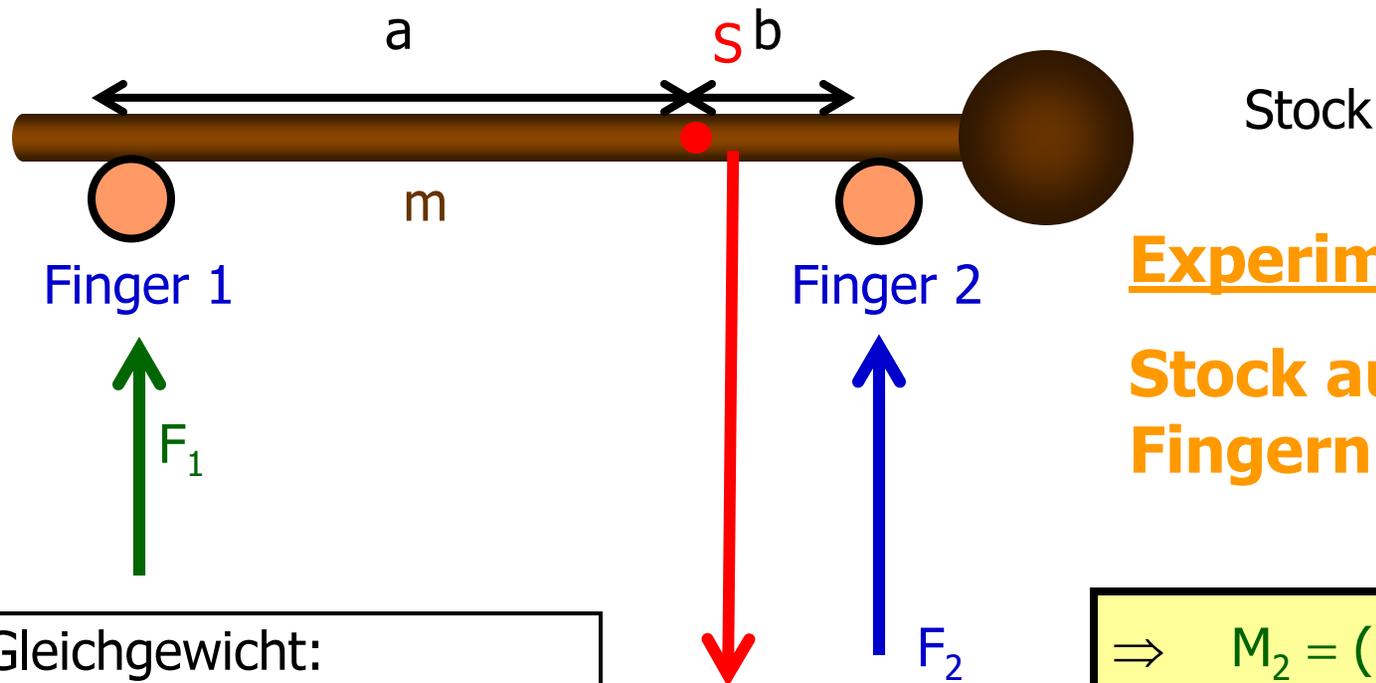
$$\mu_G = \mu_G(v)$$

$$\mu_G < \mu_H$$



- **Stokes-Reibung:** $\mu_G \propto v$ (für kleine, langsame Körper)
- **Newton-Reibung:** $\mu_G \propto v^2$ (für große, schnelle Körper)

5.5. Reibung zwischen festen Körpern



Experiment:

Stock auf zwei Fingern

Gleichgewicht:

$$F_2 = \frac{a}{a+b} mg, \quad F_1 = \frac{b}{a+b} mg$$

$$\Rightarrow M_2 = (a + b) \cdot F_2$$

$$\Rightarrow M = a \cdot F$$

bzgl. Drehung um Finger 1

$a > b \Rightarrow$ ① rutscht
 $b > a \Rightarrow$ ② rutscht

} Treffpunkt im Schwerpunkt

5.5. Reibung zwischen festen Körpern



Rollreibung

Empirisch:

$$M_R = \mu_R \cdot F_N$$

$\mu_R =$ Rollreibungskoeffizient

i) Haftung:

$$F_R = mg \cdot \sin \alpha_R$$

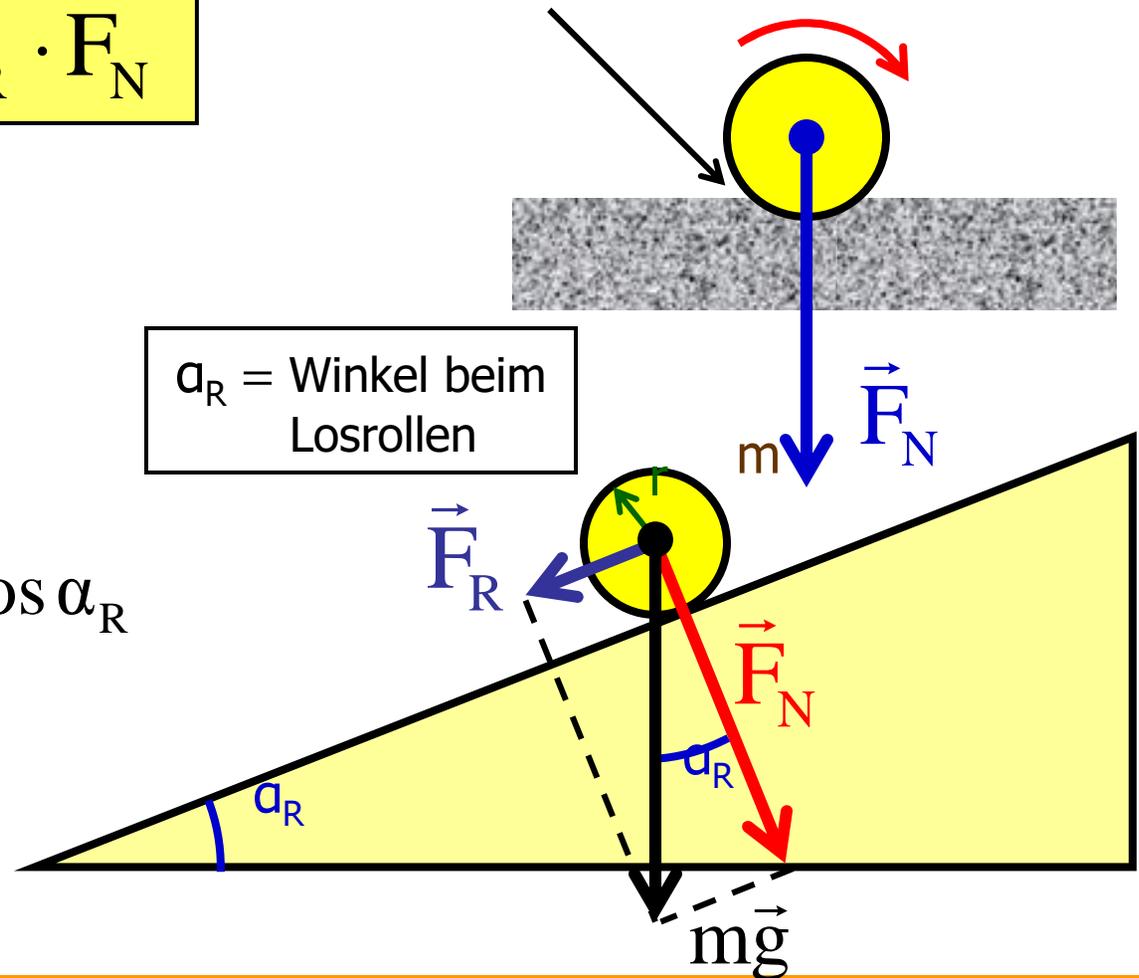
$$M_R = mgr \cdot \sin \alpha_R$$

$$= \mu_R F_N = \mu_R mg \cos \alpha_R$$

$$\Rightarrow \mu_R = r \tan \alpha_R$$

Beobachtung: $\alpha_R \ll \alpha_H$

Deformation (übertrieben)
 \Rightarrow bremsendes Drehmoment



5.5. Reibung zwischen festen Körpern

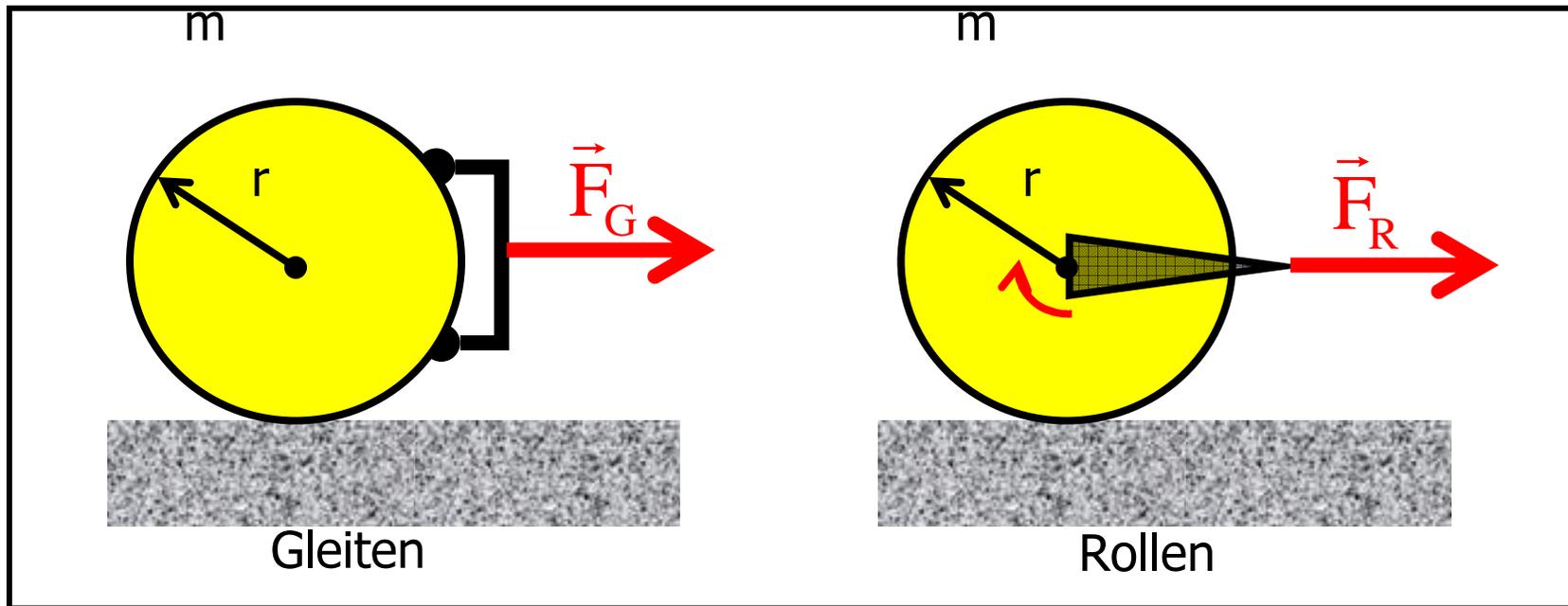


ii) Rollvorgang: $\mu_R = \mu_R(v)$

Experiment:

$$\frac{F_G}{F_R} = \frac{F_G}{M_R/r} = \frac{\mu_G}{\mu_R} \cdot r \gg 1$$

Vergleich zwischen Gleiten und Rollen:



Große technische Bedeutung: Kugellager, Schmiermittel, Autoreifen, Bohren, Drehen, Fräsen, ...