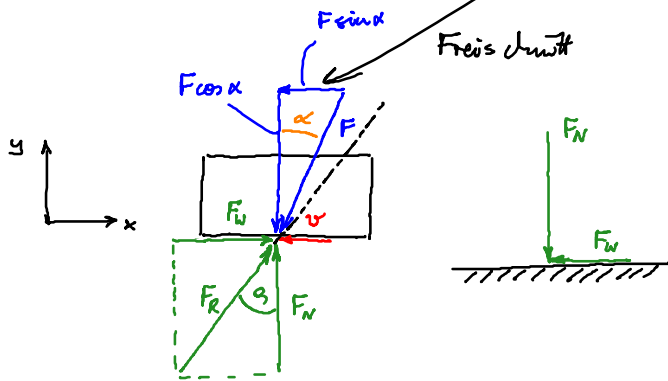
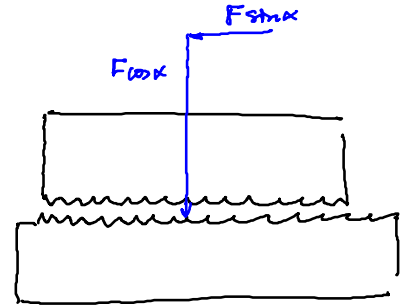
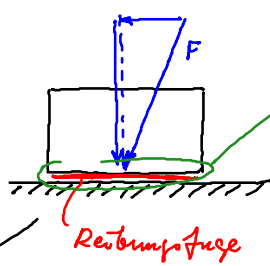
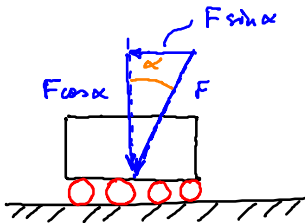


- Reibung Einführung
- Coulombsches Reibungsgesetz für Haft- und Gleitreibung
- Reibung an der schiefen Ebene; Reibungswinkel
- Reibungsbremse; Selbstperrung

1.7 Reibungsphänomene

1.7.1 Gleit- und Haftreibung



$$\sum F_x = 0 : F_W - F \sin \alpha = 0 \Rightarrow F_W = F \sin \alpha \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 : F_N - F \cos \alpha = 0 \Rightarrow F_N = F \cos \alpha$$

(1) Als Ungleichung geschrieben; Stabilität solange wie

$$F_W \geq F \sin \alpha$$

$F_W = F \sin \alpha_{max} \rightarrow$ kurz vor der Bewegung die Haftreibung reicht fast nicht mehr aus

Coulombsches Haftreibungsgesetz:

$$F_W^{Haft} = \mu_H F_N, \quad \mu_H > 0$$

Materialpaarung abhängig

$$\Rightarrow \frac{F_W}{F_N} = \mu_H$$

Sobald die Haftreibung nicht mehr ausreicht die Bewegung zu überwinden, setzt ein Gleiten des Körpers ein

aber

um das Gleiten aufrecht zu erhalten ist immer noch eine Antriebskraft nötig. Diese ist jedoch kleiner als die max. Haftreibungskraft und

$$\Rightarrow \underbrace{\frac{F_W}{F_N}}_{\mu_H} \geq \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

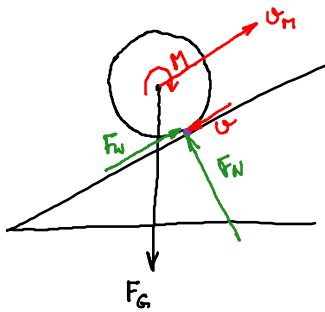
$$\Rightarrow \mu_H > \tan \alpha$$

$\therefore \tan \alpha$
 \leftarrow Haftreibungswinkel

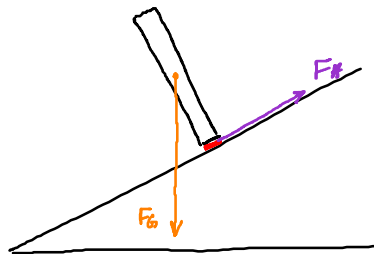
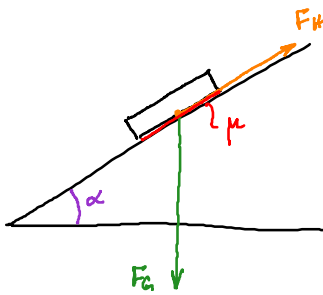
es gilt $F_W^{\text{gleiten}} = \mu_G F_N$ Gleitreibungskoeffizient $\mu_G < \mu_H$

Merkmale

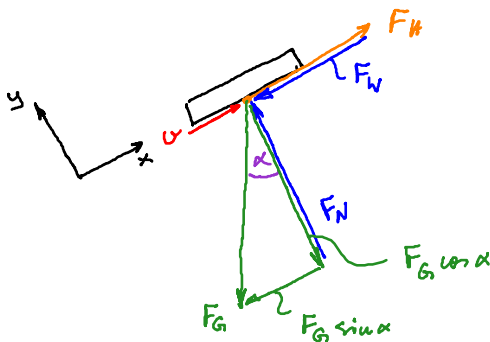
- Haftreibung stets größer als Gleitreibung
- Reibungskoeffizienten μ_G, μ_H unabhängig von der Größe der Reibungsfläche
- μ_G, μ_H sind abhängig von der Materialpaarung
- Gleitreibungskoeffizienten μ_G sind bei kleinen Geschwindigkeiten konstant
- Haft- und Gleitreibungswiderstände F_W sind proportional zur Druckkraft an der Fläche: $F_W = \mu F_N$
- Reibungskraft ist stets der "gewollten" Bewegungsrichtung entgegengesetzt.



1.7.2 Reibung an der schiefen Ebene



Freischnitt



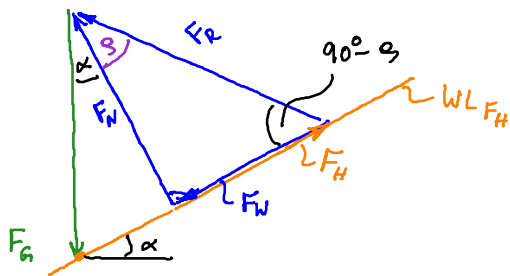
$$\sum F_x = 0 : F_H - F_W - F_G \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 : F_N - F_G \cos \alpha = 0 \Rightarrow F_N = F_G \cos \alpha$$

$$(1) \Rightarrow F_H = F_W + F_G \sin \alpha = \mu F_N + F_G \sin \alpha = F_G [\mu \cos \alpha + \sin \alpha]$$

Coulomb $F_W = \mu F_N$

Alternativ zeichnerische Lösung mit Reibwinkel



$$F_w = \mu F_N$$

$$\mu = \tan \alpha = \frac{F_w}{F_N}$$

Sinussatz:

$$\frac{\sin(\alpha + 90^\circ)}{F_H} = \frac{\sin(90^\circ - \alpha)}{F_G}$$

$$\Rightarrow F_H = F_G \frac{\sin(\alpha + 90^\circ)}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{\sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha \sin \alpha}{\cos \alpha} F_G =$$

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$$

$$\sin(\alpha + 90^\circ) = \sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha \sin \alpha$$

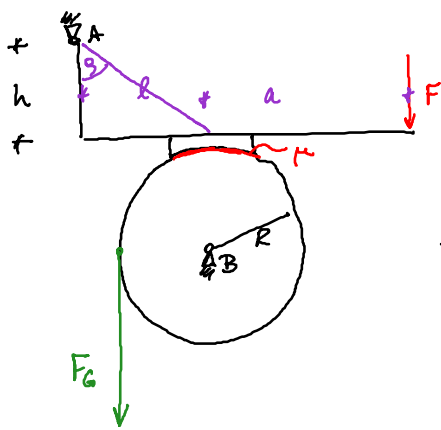
$$= F_G \left[\sin \alpha + \cos \alpha \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right]$$

$$\tan \alpha = \mu$$

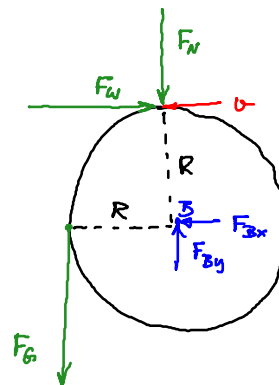
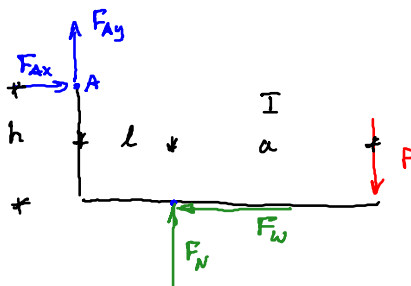
$$= F_G (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

1.7.3 Anwendungen Reibungsphänomene

(a) Reibungsklemme



Freischnitt:



$$I: \sum M^{(A)} = 0 : -F(l+a) - F_w l + F_N l = 0 \quad (1)$$

$$II: \sum M^{(B)} = 0 : F_G R - F_w R = 0$$

Coulomb $F_w = \mu F_N$

$$\Rightarrow F = \frac{1}{\mu} \frac{l - h\mu}{l + a} F_G$$

Selbstsperrung: ≤ 0 keine Kraft F nötig um Geg. zu halten

$$l = h\mu \Rightarrow \frac{l}{h} = \mu$$