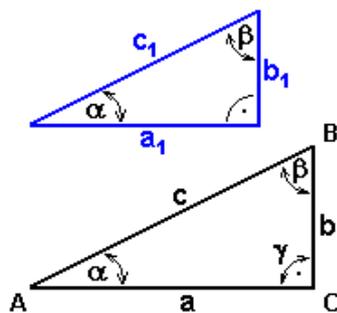


Berechnung Sicherungskraft Coilmulde

Grundlagen

Winkelfunktionen



- a, b Katheten** schließen den rechten Winkel bei C ein
- c Hypotenuse** längste Strecke, verbindet beide Katheten zwischen A und B
- a = Ankathete** Schenkel des Winkels α
- b = Gegenkathete** liegt dem Winkel α gegenüber
- $\frac{a}{c} = \frac{a_1}{c_1} = \text{konst}$ die Dreiecke sind ähnlich
- $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$ Winkelsumme im Dreieck (rechtwinklig $\gamma = 90^\circ$)

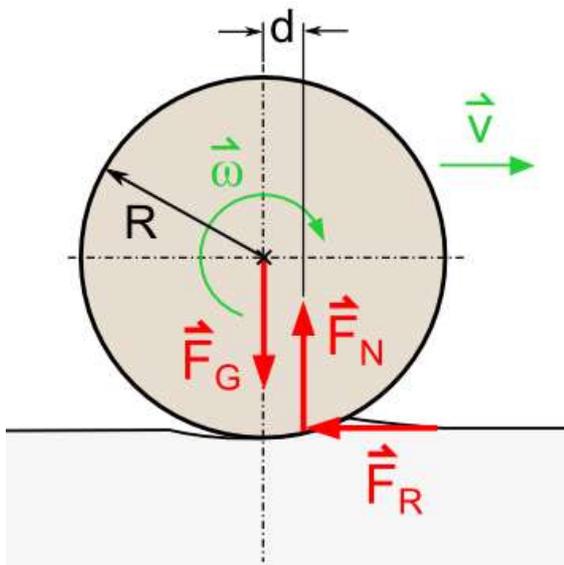
$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{b}{c}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c}$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{b}{a}$$

$$\cot \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}} = \frac{a}{b}$$

Rollwiderstand & Rollreibungskoeffizient



Als Rollwiderstand oder auch Rollreibung wird die Kraft bezeichnet, die beim Abrollen eines Rades entsteht und entgegen der Bewegung gerichtet ist. Da die Rollreibung näherungsweise proportional zur Normalkraft ist, kann man einen Kennwert definieren, der als Rollwiderstandskoeffizient c_R bezeichnet wird (oft auch Rollwiderstandsbeiwert oder Rollreibungsbeiwert usw.).

Die Berechnung der Rollreibung erfolgt analog zur normalen Reibung mit folgender Formel:

$$F_R = c_R \times F_N$$

$$c_R = \frac{d}{R}$$

Abbildung 1: Kräfte, Größen und Effekte Rollreibung

F_R – Rollwiderstand

c_R – Rollwiderstandskoeffizient

F_N – Normalkraft (i.d.R. die Gewichtskraft)

Der Rollwiderstandskoeffizient c_R ist Abhängig von der Materialpaarung, aber auch von der Geometrie des Rollkörpers.

Hangabtriebskraft

Unter der Hangabtriebskraft versteht man in der Physik die Komponente der Gewichtskraft, die auf einer schiefen Ebene hangabwärts gerichtet ist.

Die Gewichtskraft F_G eines Körpers wird in die Hangabtriebskraft F_H und die Normalkraftkomponente F_N zerlegt.

Die Hangabtriebskraft steigt mit zunehmendem Neigungswinkel α der Ebene und ist bei 90° maximal, nämlich gleich der Gewichtskraft des Körpers. Die Normalkraftkomponente hingegen ist bei 0° maximal und nimmt mit steigendem Neigungswinkel ab.

$$F_H = F_G \times \sin \alpha = mg \sin \alpha$$

$$F_N = F_G \times \cos \alpha = mg \cos \alpha$$

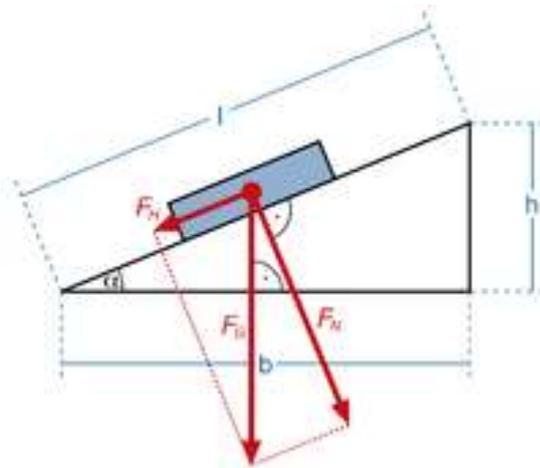


Abbildung 2: Kräfte und Winkel Hangabtrieb

Zur Illustration dient das skizzierte einfache Beispiel von einem Klotz auf einer Platte (Schiefe Ebene). In vertikaler Richtung wirkt die Gewichtskraft F_G , die sich in eine Normalkraftkomponente F_N und in die Hangabtriebskraft F_H zerlegen lässt. Die Normalkraft wirkt senkrecht auf die Platte, die Hangabtriebskraft parallel zur Platte.

Der Klotz bleibt in Ruhe, solange der Hangabtriebskraft F_H eine gleich große Haftreibungskraft F_R entgegenwirkt.

Bei allzu steiler Anstellung der Platte rutscht der Klotz nach unten weg, wenn die Hangabtriebskraft größer als die maximale Haftreibungskraft $F_{R,max}$ wird.

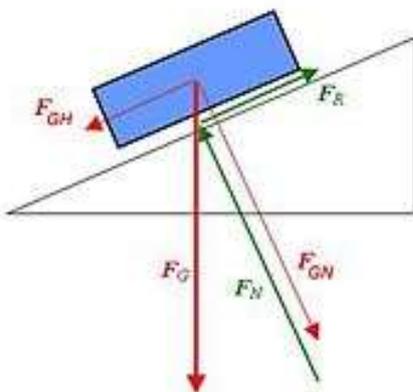


Abbildung 3: Kräfte mit Reibung

Berechnung

In der zu berechnenden Situation liegt ein Coil in einer V-förmigen Mulde, das Coil Auge ist zur Fahrtrichtung orientiert. Bei einer Kurvenfahrt entsteht eine Beschleunigung von bis zum 0,5 der Erdbeschleunigung. Gesucht ist der Winkel, bei dem ein Coil bei maximaler Kurvenfahrt, gerade noch im Ruhezustand in der Coil Mulde liegen bleibt?

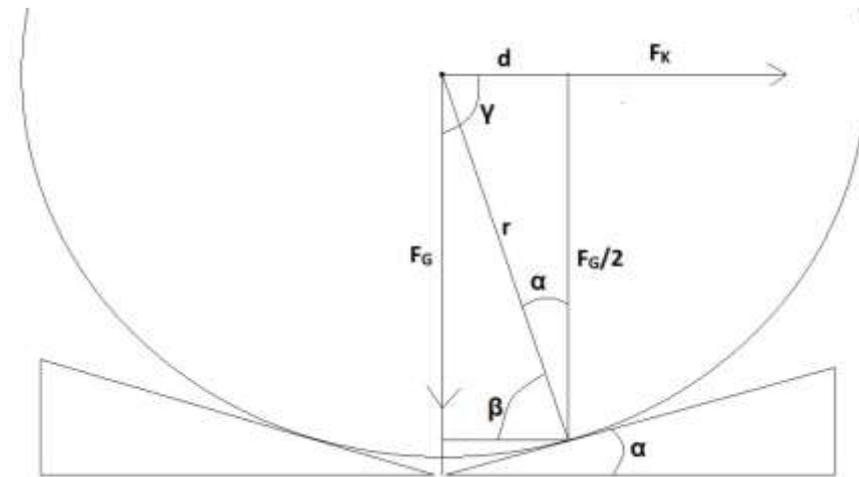


Abbildung 4: Kräfte, Winkel Coil Mulde

Gegeben:

Beschleunigung Kurvenfahrt:	$v_k = g/2$
Kraft durch Kurvenfahrt:	$F_K = \frac{mg}{2}$
Gewichtskraft Lager:	$F_L = F_G/2 = mg/2$

Da es sich um zwei Auflager handelt wirkt auf einen Keil nur die halbe Gewichtskraft. Zunächst wird der Haftreibungskoeffizient ermittelt.

$$c_R = \frac{d}{r} = \frac{\sin \alpha \times r}{r} = \sin \alpha$$

Als nächstes wird die Normalkraft bestimmt. Zuerst ist die Normalkraft von F_L an der Reihe und anschließend die von F_K . Beide Kräfte werden im Anschluss addiert und der Haftreibungskoeffizient hinzugefügt, dadurch erhalten wir den Wert für die Haftreibungsreibungskraft:

$$F_{LN} = \frac{1}{2} mg \cos \alpha$$

$$F_{KN} = \frac{1}{2} mg \sin \alpha$$

$$F_R = \left(\frac{1}{2} mg \cos \alpha + \frac{1}{2} mg \sin \alpha \right) \sin \alpha$$

Nun müssen die Hangabtriebskraft und die Auftriebskraft durch die Beschleunigung ermittelt werden. Auch dies wird wieder einzeln durchgeführt.

$$F_{LH} = \frac{1}{2} mg \sin \alpha$$

$$F_{KH} = \frac{1}{2} mg \cos \alpha$$

Die Kräfte sind entgegengesetzt und werden voneinander subtrahiert. Die Bedingung legt fest dass die Kraft der Beschleunigung größer der Hangabtriebskraft sein muss.

$$F_H \leq 0 = F_{LH} - F_{KH} = \frac{1}{2} mg \sin \alpha - \frac{1}{2} mg \cos \alpha$$

Die Bedingung damit das Coil nicht fliegen geht lautet:

$$F_S \geq 0$$

Somit können wir sagen, dass die Hangauftriebskraft kleiner der Reibkraft sein muss.

$$F_S = F_H + F_R = \frac{1}{2} mg \sin \alpha - \frac{1}{2} mg \cos \alpha + \left(\frac{1}{2} mg \cos \alpha + \frac{1}{2} mg \sin \alpha \right) \sin \alpha$$