

## 7. Dynamik

### 7.1 Kräfte bei der Translation

#### 7.1.4 Reibungskraft

Außer dem Widerstand des umgebenden Mediums tritt bei Bewegungen die Reibung als energiezehrender Widerstand auf. Sie wirkt an der Kontaktfläche zweier sich berührender fester Körper und hemmt die Relativbewegung zwischen beiden Körpern.

Die Reibungskraft wirkt stets parallel zur Kontaktfläche und ist der Bewegung und damit auch der die Bewegung verursachenden Kraft entgegengerichtet. Die Reibungskraft ist kleiner als die Normalkraft.

Wenn

$F_R$	Reibungskraft,
$\mu$	Reibungszahl,
$f$	Rollreibungszahl,
$r$	Radius
$F_N$	Normalkraft (Kraft senkrecht zur Kontaktfläche)

dann gilt

für die Reibungskraft bei Haft- und Gleitreibung:  $F_R = \mu \cdot F_N$  und

für die Reibungskraft bei Rollreibung: 
$$F_R = \frac{f \cdot F_N}{r}$$

Beachte:

- Die Reibungskraft ist unabhängig von der Größe der Kontaktfläche.
- Die Reibungskraft ist abhängig von der Oberflächenrauigkeit und vom Schmierzustand.
- Die Reibungskraft ist abhängig von der Werkstoffpaarung.

Man unterscheidet folgende Reibungsarten:

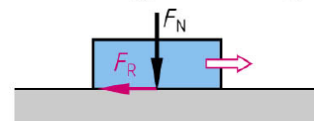
- ▶ **Gleitreibung.** Sie wirkt bei einer Bewegung des Körpers relativ zu einem anderen (meist Unterlage u. ä.) und ist geschwindigkeitsunabhängig. Für  $\mu$  schreibt man in der Regel  $\mu_0$ .
- ▶ **Haftreibung.** Sie wirkt bei ruhendem Körper und ist dem Betrag nach gleich der entgegengesetzten äußeren Zugkraft. Mit der Formel  $F_R = \mu \cdot F_N$  ergibt sich stets der Maximalwert der Haftreibungskraft. Bei fehlender äußerer Kraft ist  $F_R = 0$ . Die Haftreibungszahl  $\mu_0$  ist größer als die Gleitreibungszahl ( $\mu_0 > \mu$ ).
- ▶ **Rollreibung.** Sie tritt auf, wenn der Körper auf der Unterlage rollt und ist sehr viel kleiner als die Gleitreibung ( $f/r \ll \mu$ ). In der Berechnung der Rollreibungskraft geht an sich der Radius des rollenden Rades ein. Da bei typischen Fällen (Eisenbahn, Kraftfahrzeug) der Radius jeweils etwa gleich groß ist, berücksichtigt man ihn vielfach bereits in einer Rollreibungszahl  $\mu'$ .

#### Fahrwiderstand

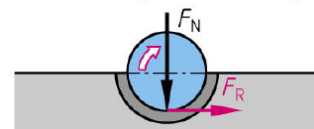
Für Fahrzeugräder wirkt nicht nur die Rollreibung am Umfang des Rades, sondern auch noch die Reibung in den Achslagern energiezehrend. Beide Reibungszahlen fasst man in der **Fahrzeugwiderstandszahl**  $\mu_F$  zusammen. Für die Berechnung des Fahrzeugwiderstandes gilt dann ebenfalls  $F_R = \mu_F \cdot F_N$ .

**Hinweis auf Strömungswiderstand:** <http://www.sk-8.de/sport/inlLuftwiderstand.php>

Haftreibung, Gleitreibung



Haftreibung, Gleitreibung



Rollreibung

