

# Reibungskräfte



... ohne Reibung wäre das schief gegangen

Nutzen  
(erwünscht)

# Reibung

Nachteil  
(unerwünscht)

Haftung zwischen sich berührenden Körpern

- Fortbewegung
  - Laufen auf Gehweg
  - Räder auf Straße
- Bremsvorgänge
- Kraftübertragung

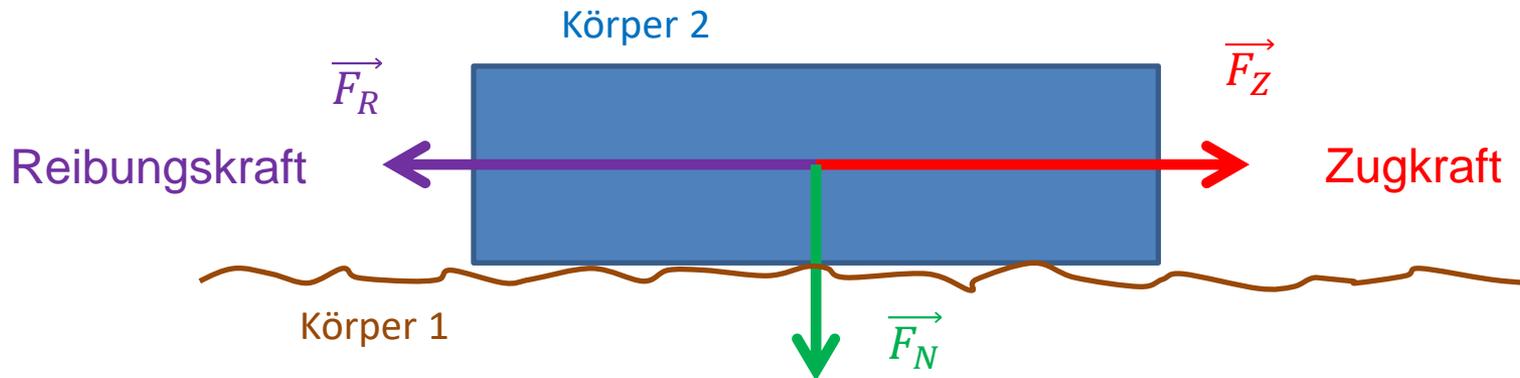


„Energieverluste“  
bei mechanischen  
Bewegungen

- Minderung der Beschleunigung (Maximalgeschwindigkeit)
- Wärmeentwicklung an Bremsen



Reibung entsteht bei der Berührung zwischen sich relativ zueinander bewegenden Körpern.



Die Reibungskraft ist der Zugkraft (Bewegung) entgegen gerichtet.

Für  $|\vec{F}_Z| = |\vec{F}_R|$  ist die resultierende Kraft 0 (Gleichgewicht) und der Körper bewegt sich gleichförmig.

Die Reibungskraft ist abhängig von:

- der **Auflagekraft** des Körpers (Normalkraft !)
- der **Oberflächenbeschaffenheit** der sich berührenden Körper

Für starre Körper ist die Reibungskraft von der Auflagefläche unabhängig!

→ **gilt nicht für Autoreifen !!!**

Für die Reibungskraft  $F_R$  gilt:

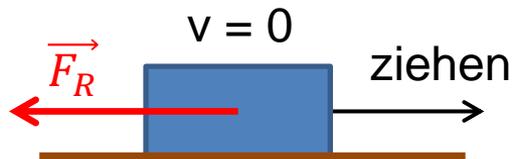
$$F_R = \mu \cdot F_N$$

$F_N$  ... Normalkraft

$\mu$  ... Reibungszahl

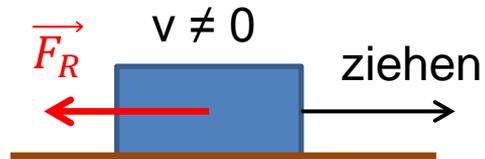
Man unterscheidet verschiedene Formen der Reibung:

### Haftreibung



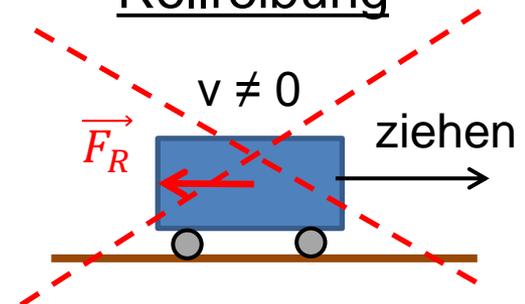
Die Zugkraft setzt den Körper gerade nicht in Bewegung

### Gleitreibung



Die Zugkraft hält den Körper in gleichförmiger Bewegung

### Rollreibung



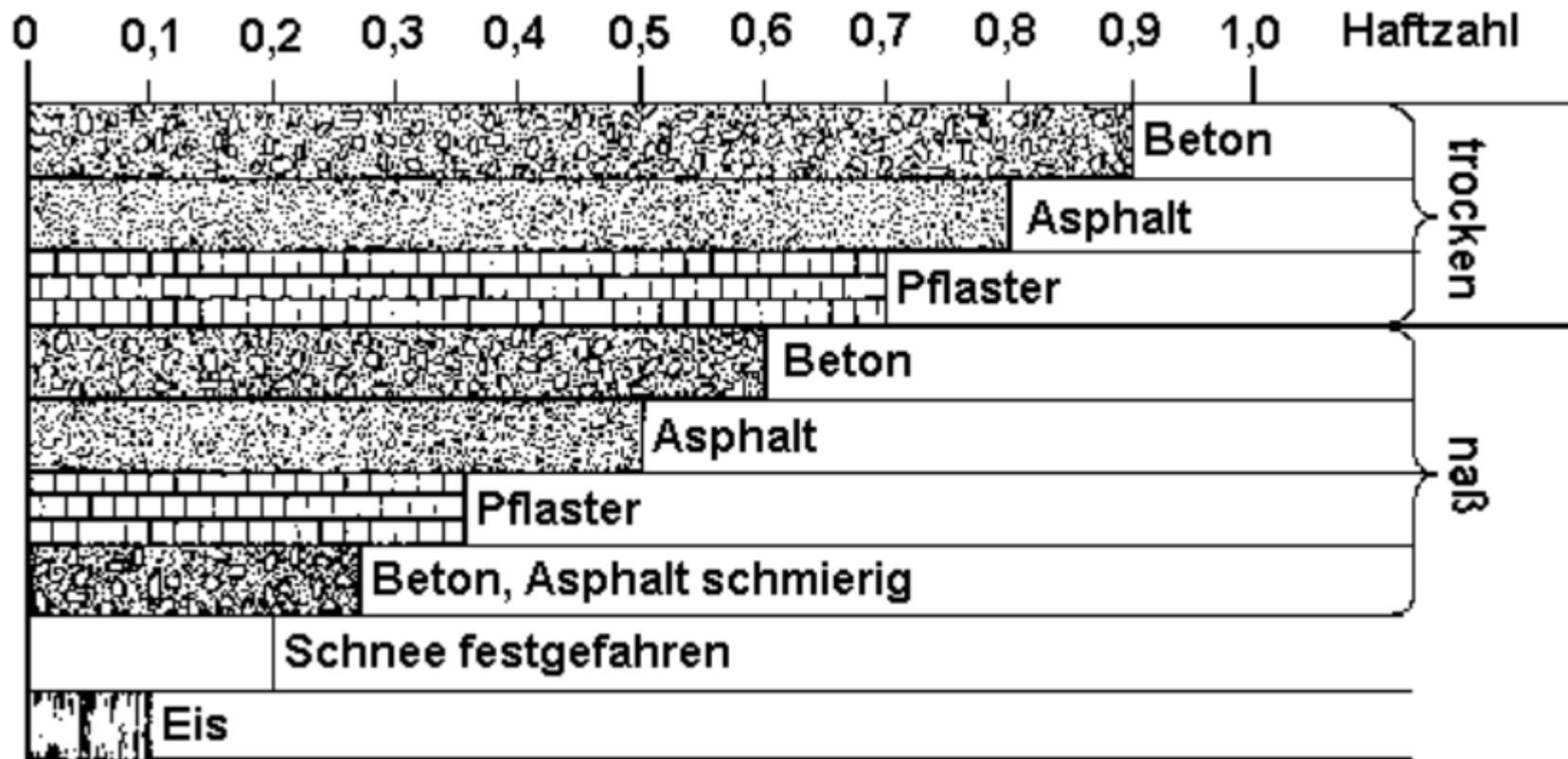
Der Körper rollt gleichförmiger auf der Unterlage

Die Reibungskräfte unterscheiden sich in der Reibungszahl.

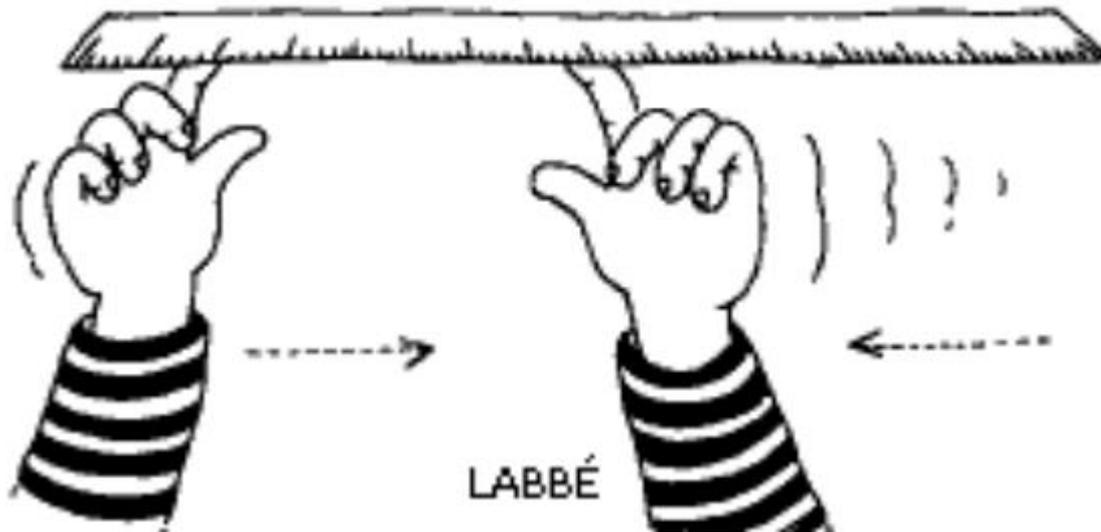
## ... einige ausgewählte Reibungszahlen:

Stoffpaare	$\mu_h$	$\mu_g$
Stahl/Stahl	0.75	0.5
Eisen/Eisen	1.10	0.4
Aluminium/Aluminium	1.05	1.04
Nickel/Nickel	1.6	0.7
Kupfer/Stahl	0.53	0.36
Blei/Stahl	0.95	0.95
Stahl/Aluminium	0.61	0.47
Glas/Glas	0.94	0.4
Holz/Holz*	0.6	0.4
Teflon/Teflon	0.04	0.04
Eis/Eis	0.1	0.03
Stahl/Glas	0.6	0.1
Messing/Holz	0.65	0.6
Stahl/Eis	0.3	0.1
Holz/Eis	0.4	0.1
Teflon/Eis	0.1	0.05
Gummi/trockener Asphalt	0.9	0.8
Gummi/nasser Asphalt	0.5	0.4
Gummi/Eis	0.05	0.05
Beton/Beton	0.8	0.7
Sandpapier/Sandpapier	1–5	0.5–3

# Reibungszahlen von Gummi (Autoreifen) auf verschiedenen Untergründen:



Ein langer Stab (Lineal, Besen, ...) wird auf zwei Finger gelegt und diese aufeinander zu bewegt ...



a) Was passiert dabei? Erklären Sie die Wirkung.

b) An welcher Stelle des Stabes treffen sich die Finger?

## Der Luftwiderstand:

Bewegte (fallende) Körper werden infolge der Luftreibung während ihrer Bewegung abgebremst.

Die Reibungskraft ist dabei abhängig von:

- der Form des Körpers
- Querschnittsfläche des Körpers
- Dichte des durchfallenden Mediums
- Fallgeschwindigkeit

Es gilt:

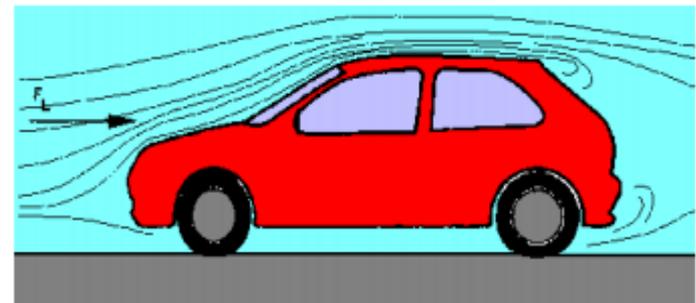
$$F_L = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

$c_w$  ... Luftwiderstandszahl

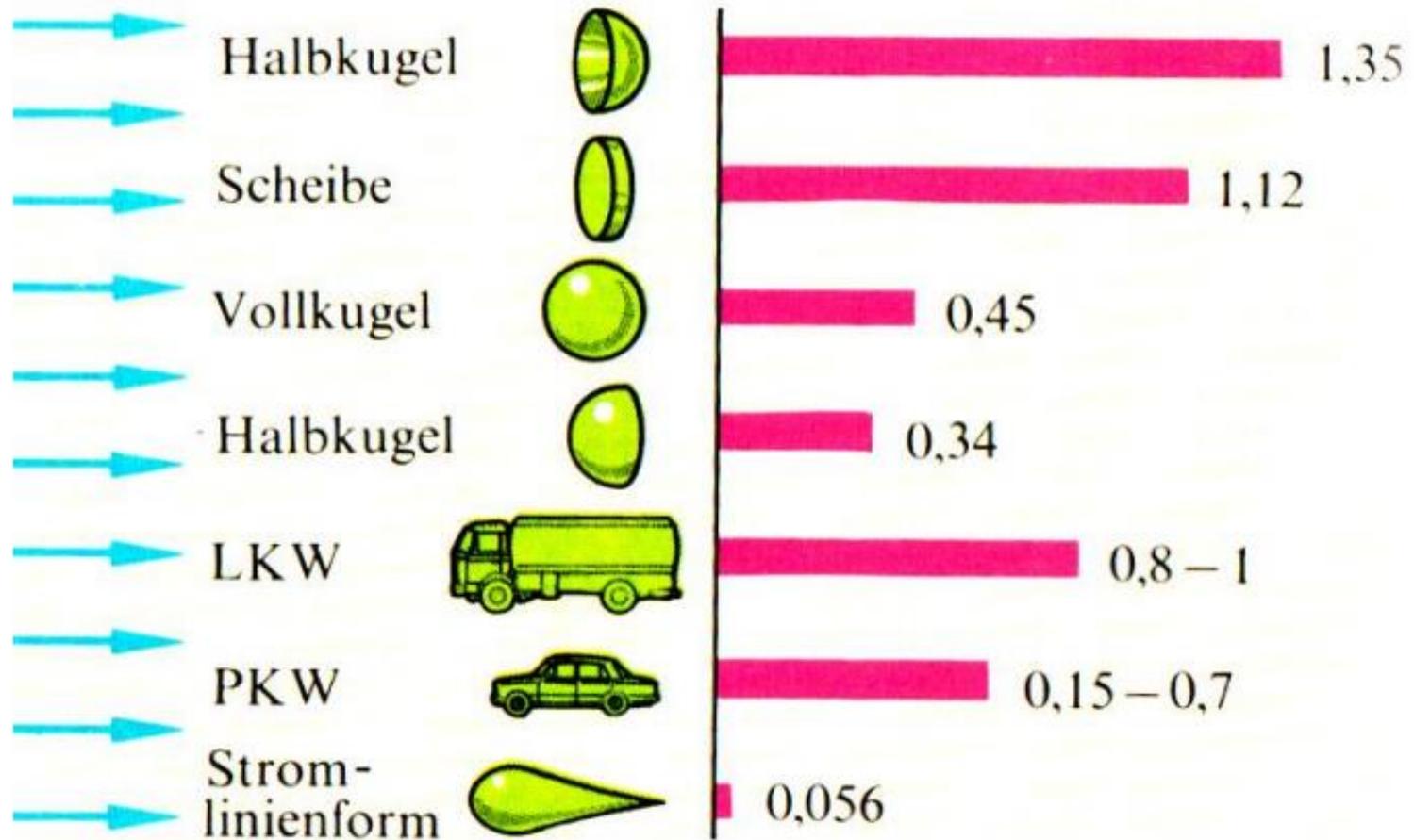
$A$  ... umströmte Querschnittsfläche

$\rho$  ... Dichte des Mediums (Luft)

$v$  ... Geschwindigkeit



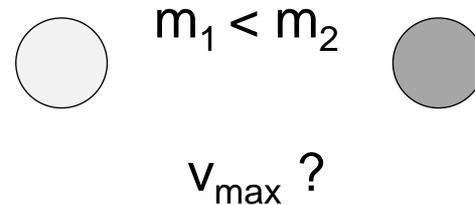
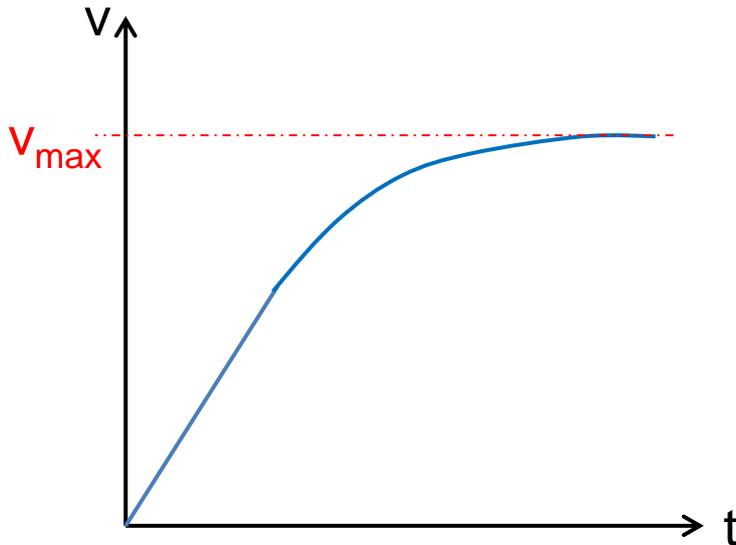
einige  $c_w$ -Werte:



## maximale Fallgeschwindigkeit:

Die maximale Fallgeschwindigkeit wird durch die Reibungskraft (Luftwiderstand) begrenzt.

Ist die Reibungskraft gleich der Gewichtskraft ( $F_L = F_G$ ) besteht ein Kräftegleichgewicht. Der Körper bewegt sich dann gleichförmig.



→  $v_{\max}$  wird erreicht, wenn  $F_L = F_G$

Schwerere Körper fallen (doch) schneller.

