

## Grundwissen Physik

---

Früher hieß „Physik“ die Lehre von der ganzen Natur (physis = griech. Natur). Heute geht es in der Physik um das Studium der unbelebten Natur .

Die „klassische“ Physik (Mechanik, Akustik, Optik und Wärmelehre) .

- Jede physikalische Größe entspricht einer messbaren Eigenschaft eines Objekts oder Zustands, beispielsweise Länge, Masse, Zeit, Geschwindigkeit, Energie, Temperatur usw.
- Jede physikalische Größe setzt sich aus einem Zahlenwert und einer Maßeinheit zusammen:  
$$\text{Physikalische Größe} = \text{Zahlenwert} \cdot \text{Einheit}$$
- 

Skalare Größen sind beispielsweise Masse, Temperatur, Volumen, elektrische Ladung, und andere. ihre Wirkung ist also in allen Richtungen des Raumes gleich .

- 

Andere physikalische Größen, beispielsweise Kraft und Geschwindigkeit, besitzen stets eine eindeutige Richtung im Raum.

Ein wesentlicher Vorteil von Zehnerpotenzen liegt darin, dass sie sich aufgrund der Beziehung  $a^b \cdot a^c = a^{b+c}$  einfach miteinander verrechnen lassen.

- Systematische Fehler ergeben sich aus einer falsch eingestellten Messapparatur.
- Statistische Fehler lassen sich auf Schwankungen der zu messenden Größe bei punktuellen Messungen mit Messfühlern, Messverzögerungen sowie Ablesungen Ungenauigkeiten (bei nicht-digitalen Anzeigen) beziehungsweise ungenaue elektronische

Sensoren (bei digitalen Messgeräten) zurückführen

Messwert = Tatsächlicher Wert  $\pm$  Fehler

—————>

Mechanik ist die Wissenschaft der physikalischen Eigenschaften von Körpern, der Bewegungszustände und deren Ursache – der Kräfte

Alle physikalischen Körper, also räumlich begrenzte Materieformen, bestehen aus Stoffen und besitzen gemeinsame physikalische Eigenschaften.

## **Masse**

Jedes physikalische Objekt besteht aus Materie; jeder Materie-Baustein wiederum „wiegt“ etwas, so dass jedes physikalische Objekt auch stets eine gewisse Masse  $m$  als charakteristische Eigenschaft aufweist.

Die Eigenschaft „Trägheit“ gibt an, wie sehr sich ein Objekt einer von außen einwirkenden Kraft widersetzt; man kann die „Trägheit“ eines Objekts somit als „Widerstand gegen Beschleunigung“ auffassen.

Jedes Objekt besitzt ein Volumen  $V$ , also eine räumliche Ausdehnung.

Ein Liter entspricht einem Kubik-Dezimeter, also einem Würfel von 10 cm  $\times$  10 cm  $\times$  10 cm Kantenlänge.

Das Volumen von Flüssigkeiten kann mit Messzylindern gemessen werden

Nach dem Archimedischen Prinzip verdrängt jeder Gegenstand beim Eintauchen ebenso viel Flüssigkeit, wie er selbst an Volumen hat.

Die Dichte einer Flüssigkeit kann am einfachsten mit einem Aräometer gemessen werden:

Die Dichte von Gasen hängt stark vom Druck und von der Temperatur ab.

## Aggregatzustand

Da Objekte aus chemischen Stoffen bestehen und diese im festen, flüssigen und gasförmigen Aggregatzustand auftreten können, unterscheidet man entsprechend auch zwischen Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen.

- Im festen Zustand sind die Atome einer Substanz in Kristallgittern oder Makromolekülen fest an ihre Plätze gebunden und können nur Schwingungen um ihre jeweilige Position ausführen.

- 
- 

In welchem Aggregatzustand ein Material vorliegt, hängt vom Druck und von der Temperatur ab;

- 

In welchem Zustand ein Stoff vorliegt, hängt von seiner Temperatur und dem Druck seiner Umgebung ab.

vor Schreck erstarren"

- Als **Kohäsion** (von **lateinisch** *cohaesum*, Partizip II von: *cohaerere* „zusammenhängen“) bezeichnet man in der **Physik** und **Chemie** die Bindungskräfte zwischen Atomen sowie zwischen Molekülen innerhalb eines **Stoffes**. Die Kräfte sorgen für seinen Zusammenhalt.

- 

- —————>

## Kinematik

Die Kinematik ist das Teilgebiet der Physik, in dem unterschiedliche Bewegungen, also Ortsveränderungen von Körpern gegenüber einem Bezugspunkt, untersucht werden.

## Die Raumkurve

Je nach der Form der Bewegung (beispielsweise geradlinig, kreisförmig, innerhalb einer Ebene oder räumlich) wird zur physikalischen Beschreibung der Bewegung ein geeignetes Koordinatensystem („Bezugssystem“) gewählt.

## Der Massenpunkt

In vielen Fällen ist die physikalische Beschreibung einer Bewegung einfacher, wenn man sich das beobachtete Objekt als einen einzelnen Punkt im Koordinatensystem vorstellt.

## Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit

Licht legt in einer Sekunde 300000km zurück. Die Lichtgeschwindigkeit beträgt somit 300 000 000 m/s.

Ein Grundprinzip hierbei ist, dass jeder zweidimensionale Bewegungsvorgang in eine  $x$ - und eine  $y$ -Komponente aufgeteilt werden kann.

Für den Betrag der resultierenden Geschwindigkeit  $v = |\vec{v}|$  gilt:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Die Strecke, die das Licht von der Sonne bis zur Erde zurücklegt, beträgt  $\Delta s = 150000000\text{km}$ . Die Geschwindigkeit des Lichts liegt bei 300000km/s. Eingesetzt ergibt sich:

$$\Delta t = \Delta s / v = 150000000\text{km} / 300\,000\,000\text{m/s} = 500\text{s} = 8\text{min}20\text{s}$$

Das Licht benötigt für seinen Weg zur Erde somit etwas mehr als 8 Minuten.

—————>

Bewegungen mit konstanter Beschleunigung

Durch das Einbeziehen von Beschleunigungen wird berücksichtigt, dass keine abrupten, sondern stets nur kontinuierliche Geschwindigkeitsänderungen möglich sind

1-Die allgemeine Bewegungsgleichung

$$s(t) = v \cdot \Delta t + s_0 = \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2 + v_0 \cdot \Delta t + s_0$$

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot \Delta s \quad (11)$$

Diese Gleichung wird häufig „Bremsformel“ genannt

Während der Reaktionszeit, die oftmals vereinfacht als „Schrecksekunde“ angenommen

die Formel für die zurückgelegte Wegstrecke

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

—————>

Kreisförmige Bewegungen

Eine kreisförmige Bewegung ist die Bewegung eines Körpers auf einer Kreisbahn. Da einzelne Teile des Körpers dabei unterschiedlich lange Strecken zurücklegen, wird im All- gemeinen nur die Bewegung seines Schwerpunkts betrachtet.

Drehzahl“  $n$  angegeben, welche die Anzahl an vollständigen Umdrehungen je Zeiteinheit angibt.

[?] Um die Radialbeschleunigung zu bestimmen, welche die Erde auf einen Körper am Äquator ausübt, sollte zunächst die Bahngeschwindigkeit  $v = \omega \cdot r$  eines auf der Erdoberfläche mitrotierenden Körpers berechnet werden.

—————>

Dynamik

## Das 1. Newtonsche Gesetz („Trägheitsgesetz“)

Jeder Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung, solange keine äußeren Kräfte an ihm wirken.

Auch das Abbremsen eines Körpers entspricht einer (negativen) Beschleunigung und erfordert dementsprechend eine Kraft

## Das 2. Newtonsche Gesetz („Kraftgesetz“)

Streng genommen gilt diese Definition nur dann, wenn die Masse  $m$  des Körpers konstant ist. In allgemeiner Form lässt sich die Kraft als zeitliche Änderung des Impulses eines Körpers definieren.

Als Kraft wird allgemein die Ursache einer Beschleunigung oder Verformung bezeichnet.

$$F=ma$$

Kräfte werden nach ihrer Ursache (Muskelkraft, Magnetkraft, Motorkraft, usw.) oder nach ihrer Wirkung (Zugkraft, Druckkraft, Antriebskraft, Verformungskraft, usw.) benannt.

## Das 3. Newtonsche Gesetz („Kraft und Gegenkraft“)

Zu jeder Kraft gehört eine gleich große Gegenkraft. Kraft und Gegenkraft haben entgegengesetzte Richtungen und wirken auf verschiedene Körper ein

Betrag, Wirkungslinie und Angriffspunkt

Um die Wirkung einer Kraft vorhersagen zu können, muss man nicht nur

die Größe (den „Betrag“) einer Kraft kennen, sondern auch wissen, an welchem Punkt sie angreift und in welche Richtung sie wirkt.

### Zahnrad und Zahnstange

Ein Zahnrad ist ein Rad, entlang dessen Umfang Zahnungen eingearbeitet sind. Mittels dieser Zahnungen kann ein Zahnrad ein wirkendes Drehmoment beispielsweise auf eine Kette oder ein anderes Zahnrad übertragen.

- **Elastische Verformung:**  
Bei einem elastischen Vorgang bildet sich die Verformung eines Körpers zurück, wenn die verformende Kraft nachlässt. Ein typisches elastisches Material ist Gummi, doch auch viele Metalle (beispielsweise Stahl) wirken bei nicht zu großer Krafteinwirkung elastisch
- **Plastische Verformung:**  
Bei einem plastischen Vorgang bleibt die Verformung bestehen, wenn Kraft nicht mehr wirkt. Typische plastische Materialien sind Knetmasse, Wachs, Lehm, Blei, usw.
- Es gibt keinen Stoff, der vollkommen elastisch oder vollkommen unelastisch ist. Wirken nur geringe Kräfte, so verhält sich beispielsweise Kupfer elastisch. Bei großen Kräften verhält es sich plastisch.

Mit Hilfe der Newtonschen Gesetze lässt sich die Bewegung eines Körpers in einem ruhenden oder sich mit konstanter Geschwindigkeit geradlinigen Bezugssystem (einem so genannten „Inertialsystem“) hinreichend beschreiben.

### D'Alembertsches Prinzip

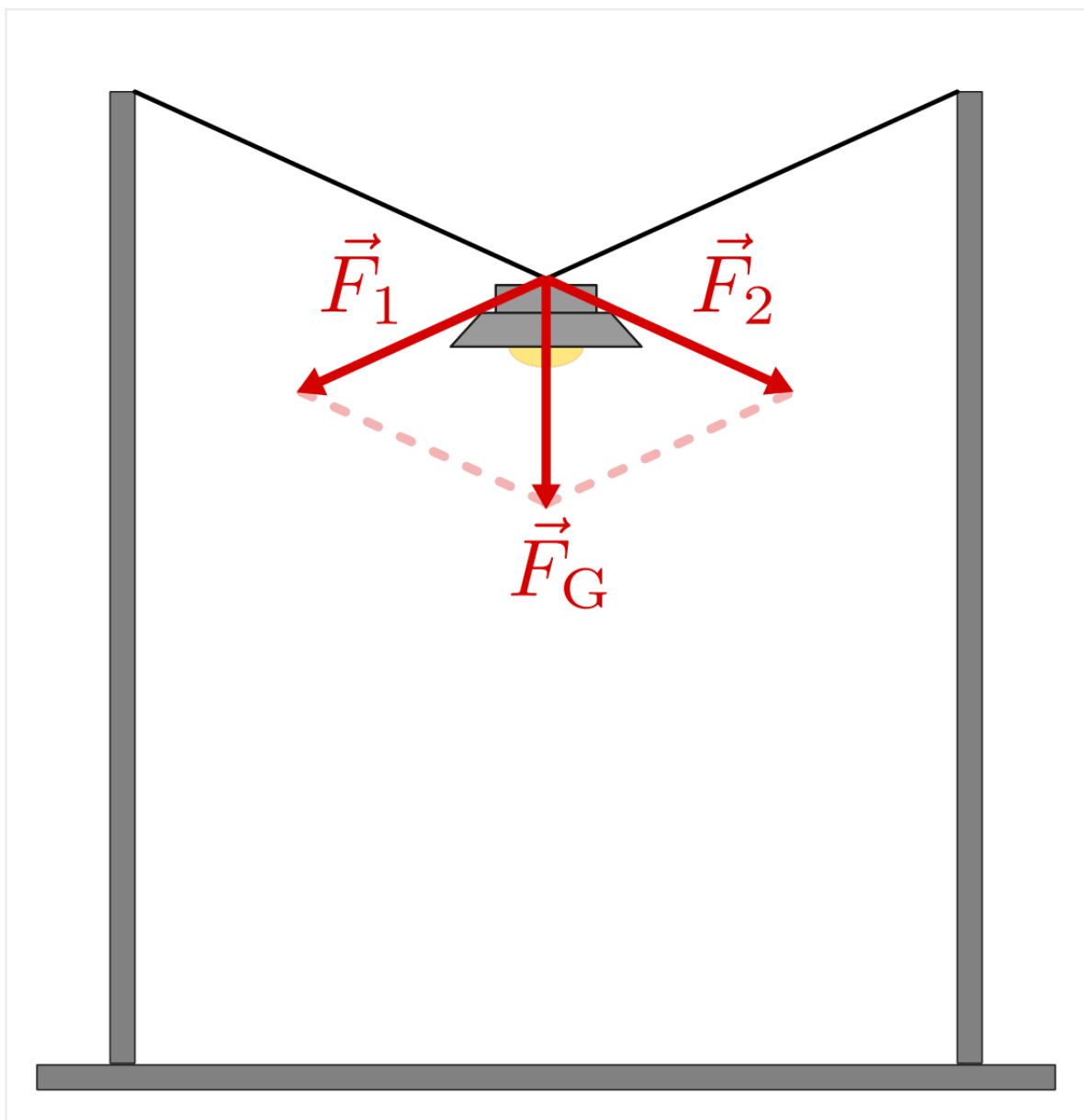
Befindet sich ein Beobachter gemeinsam mit dem beobachteten Objekt in einem beschleunigten Bezugssystem, so erfährt dieser die gleiche Beschleunigung  $a$  wie das Objekt selbst.

- Kraft und Gegenkraft haben immer die gleiche Wirkungslinie, aber unterschiedliche Richtungen. Sie treten an allen Stellen auf, an denen

Kräfte übertragen werden.

Die sich aus zwei Teilkräften ergebende Gesamtkraft kann zeichnerisch ermittelt werden, indem beide Vektorpfeile addiert werden, d.h. der Anfangspunkt des einen Vektors an die Spitze des anderen Vektors verschoben wird. Die Verbindungslinie vom gemeinsamen Angriffspunkt zum sich so ergebenden Endpunkt entspricht dann der resultierenden Gesamtkraft.<sup>1</sup>

Zerlegung einer Kraft in Teilkräfte





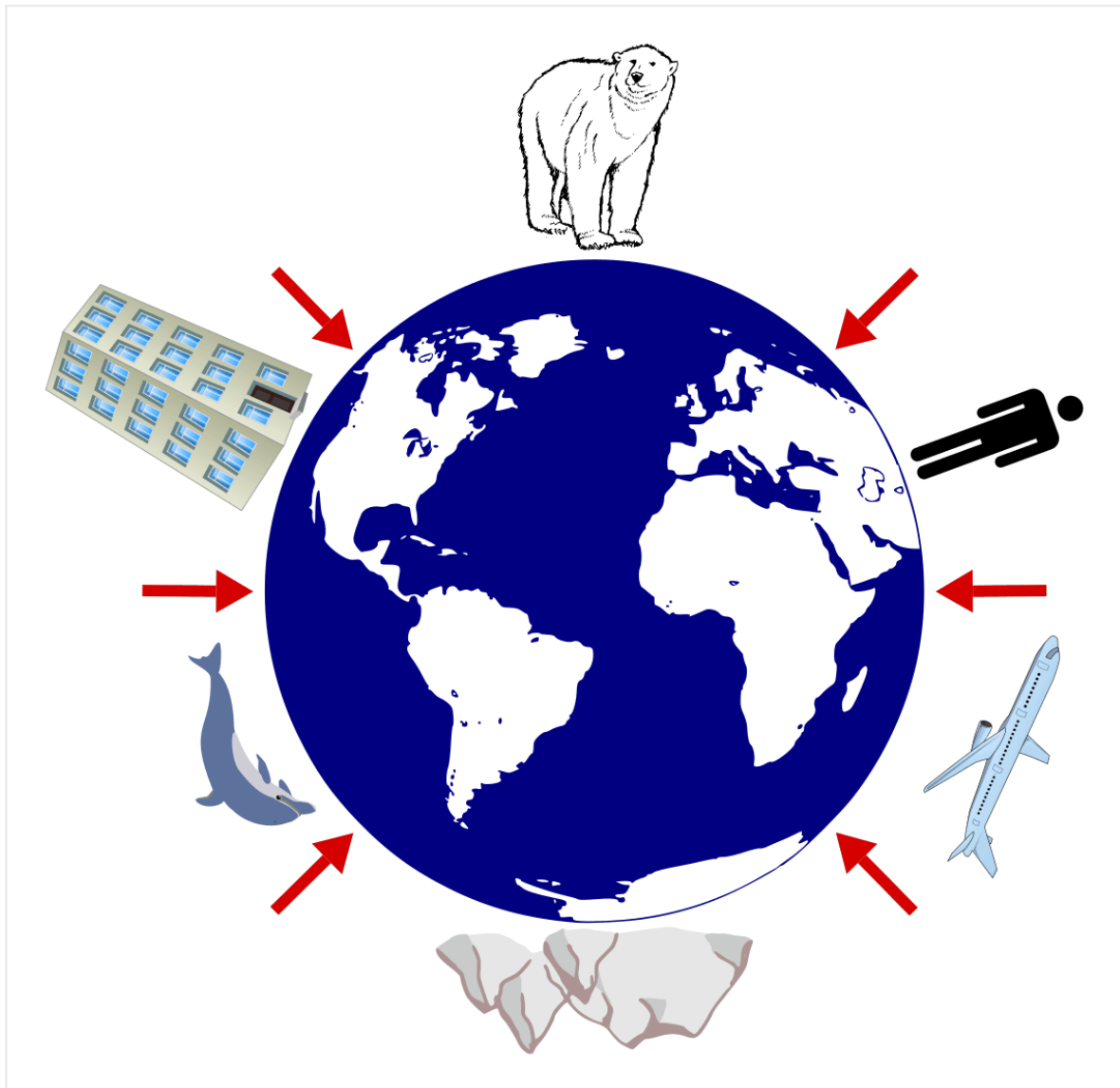
In gleicher Art und Weise, wie sich mehrere Kräfte zu einer Gesamtkraft addieren lassen, kann man eine Kraft auch in mehrere Teilkräfte aufteilen, die gemeinsam eine gleiche Wirkung hervorrufen.

Um eine Kraft in zwei gegebene Richtungen zu zerlegen, zeichnet man vom Anfangs- und Endpunkt der Kraft Parallelen zu diesen Richtungen. Das entstehende Parallelogramm ergibt die gesuchten Teilkräfte  $\vec{F}_1$  und  $\vec{F}_2$ .

## Arten mechanischer Kräfte

### Gewichtskraft

Die Gewichtskraft eines Objekts ist diejenige Kraft, mit der es von der Erde angezogen wird.



Je größer die Masse eines Objekts ist, desto stärker wird es von der Erde angezogen. Bei einer größeren Masse ist allerdings auch eine größere Kraft nötig, um sie zu beschleunigen;

### Reibungskraft

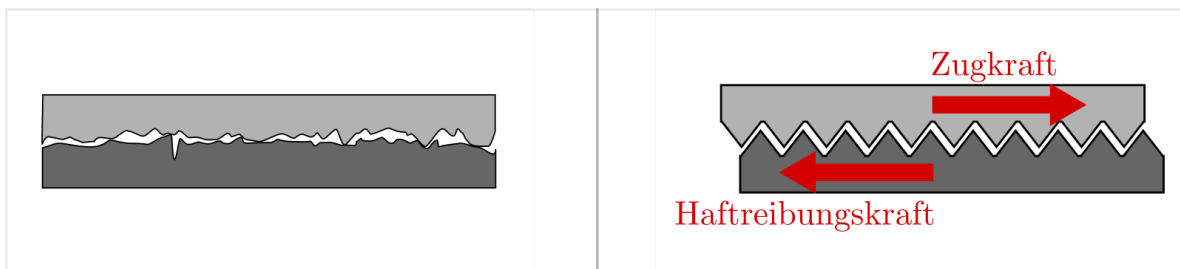
Erfahrungsgemäß kommt jedes bewegte Objekt, das nicht angetrieben wird, nach einer gewissen Zeit zur Ruhe. Da seine Geschwindigkeit abnimmt, muss eine bremsende Kraft wirken. Eine derartige Kraft nennt man Reibungskraft  $F_R$ .

Reibungskräfte treten immer auf, wenn sich Objekte berühren und gegeneinander bewegen. Ursache dafür sind die unebenen Oberflächen

der Objekte und Kohäsionskräfte, die zwischen den Molekülen der aneinander reibenden Objekte wirken.

### Haftreibung

Bei starker Vergrößerung gleicht selbst eine geschliffene Oberfläche einem kleinen Gebirge mit vielen Zacken und Spitzen. Haften zwei Objekte aneinander, so verhaken sich diese Spitzen ineinander. Versucht man die Objekte gegeneinander zu bewegen, so werden die Zacken etwas verformt; einer stärkeren Zugkraft wirkt eine stärkere Haftreibungskraft entgegen.

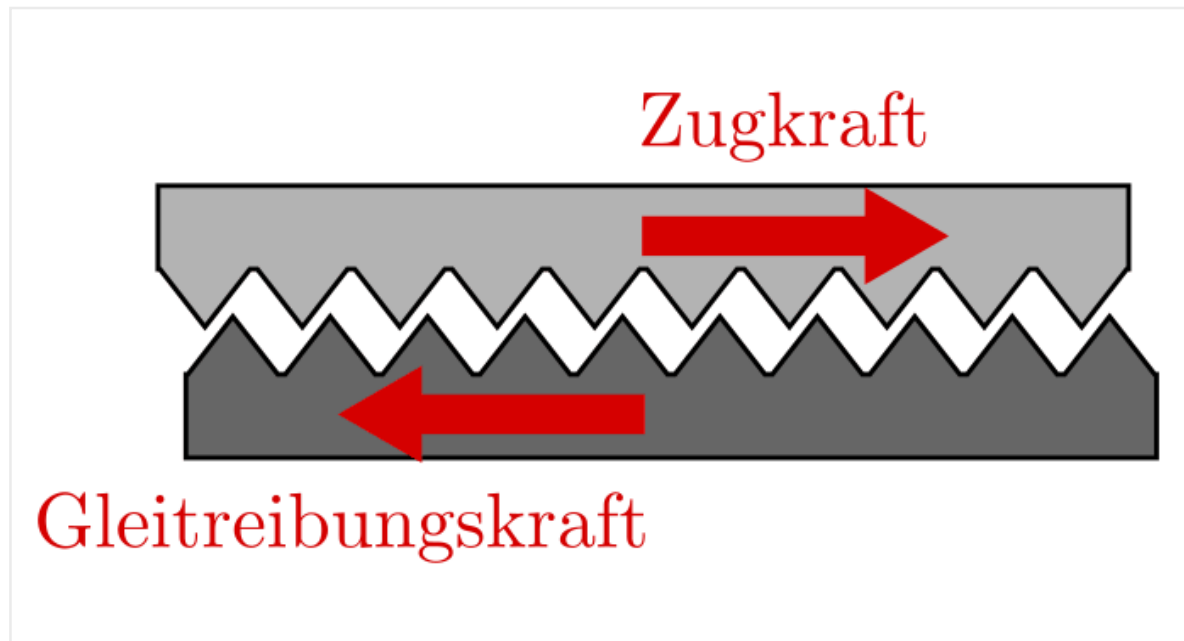


Je stärker zwei Objekte aneinander gepresst sind, desto stärker ist die maximale Haft- reibungskraft (als anschauliches Beispiel kann man zwei Bürsten ineinander stecken und versuchen sie gegeneinander zu bewegen).

Die Proportionalitätskonstante heißt Haftreibungszahl  $\mu_H$  und hängt vom Stoff und von der Oberflächenbeschaffenheit der Objekte ab.

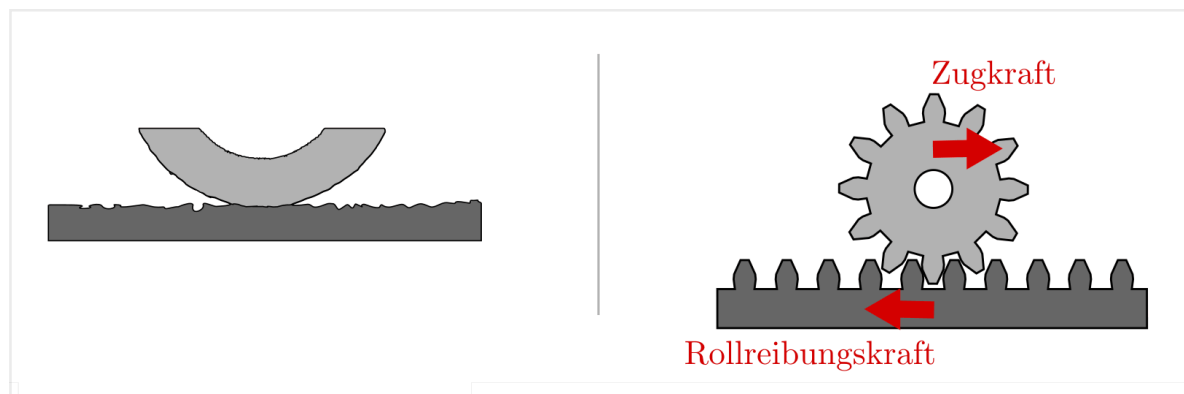
### Gleitreibung

Bewegen sich zwei Objekte gegeneinander, so schlittern die rauhen Oberflächen überein- ander hinweg. Sie können sich – anders als bei der Haftreibung – nicht völlig ineinander verhaken.



### Rollreibung

Rollt ein Objekt auf dem anderen entlang, so können die Unebenheiten der Oberflächen deutlich leichter überwunden werden. Die Rollreibungskraft ist bei gleicher zusammen-pressender (Gewichts-)Kraft wesentlich kleiner als die Gleitreibungskraft.



### Strömungswiderstand

Bewegt sich ein Objekt durch ein flüssiges oder gasförmiges Medium, so muss es stets einen Strömungswiderstand (beispielsweise

Luftwiderstand) überwinden.

—————>

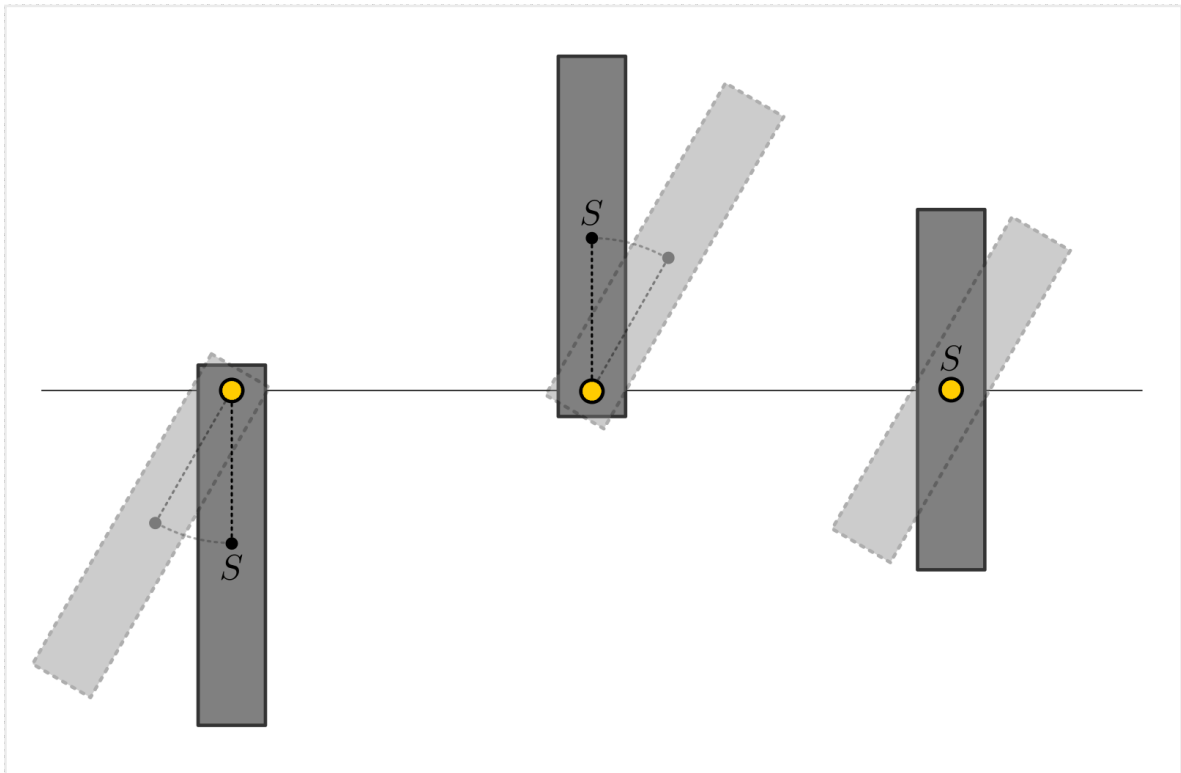
## **Drehmoment**

Wirkt eine Kraft auf einen starren Körper, so kann sie sowohl eine Verschiebung (Translation) als auch eine Drehung (Rotation) bewirken.

Die Einheit des Drehmoments ist – gemäß seiner Definition – das Newtonmeter (Nm).

Stabiles, labiles und indifferentes Gleichgewicht

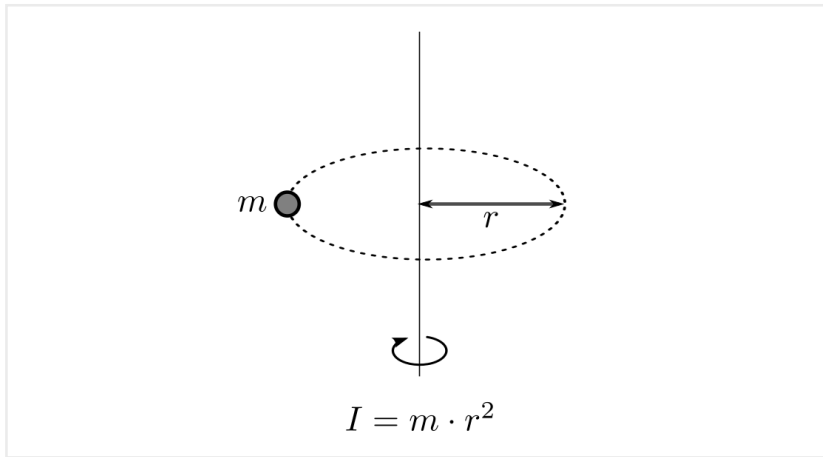
- Ein Körper im stabilen Gleichgewicht kehrt bei einer kleinen Auslenkung von selbst wieder in seine ursprüngliche Lage zurückführt.
- Ein Körper im labilen Gleichgewicht kippt bei einer minimalen Auslenkung um, entfernt sich also dauerhaft von der Ausgangslage.
- Ein Körper in indifferentem Gleichgewicht ist in keiner Lage stabiler als in einer anderen. Dies gilt beispielsweise für Kugeln, Walzen oder Räder.



Das Trägheitsmoment eines beliebig geformten Körpers kann rechnerisch bestimmt werden, wenn man ihn aus einer Vielzahl von einzelnen kleinen Massestücken  $m_i$  zusammengesetzt denkt, die jeweils im Abstand  $r_i$  von der Drehachse entfernt liegen. Das Trägheitsmoment des Körpers ist dann gleich der Summe der Trägheitsmomente aller einzelnen Teilstücke:

$n$

$$J = \sum m_i \cdot r_i^2$$



Trägheitsmoment einer Punktmasse auf einer Kreisbahn.