

Kraft

Kräfte erkennt und beschreibt man anhand ihrer Wirkungen. Eine Kraft kann

- den Bewegungszustand (Richtung, Geschwindigkeit) eines Körpers verändern
- einen Körper verformen.

Arbeit

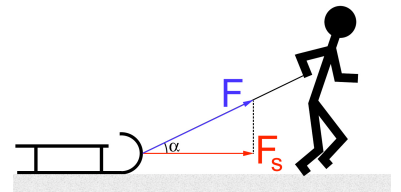
Mechanische Arbeit wird verrichtet, wenn ein Körper bzw. ein System durch eine Kraft bewegt oder verformt wird.

Unter der Bedingung, dass die Kraft konstant ist und in Richtung des Weges wirkt, kann die Arbeit berechnet werden mit der Gleichung:

$$W = F \cdot s$$

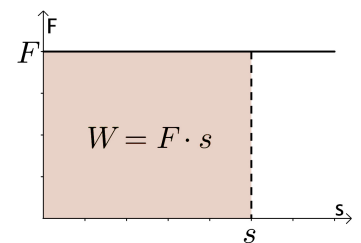
Wirkt eine konstante Kraft F nicht in Richtung des Weges, sondern unter einem Winkel α , dann ist für die Arbeit nur die Komponente F_s der Kraft in Richtung des Weges relevant:

$$W = F_s \cdot s = F \cdot s \cdot \cos(\alpha)$$



Kraft und Weg sind vektorielle Größen. Allgemein gilt $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$.

In einem Weg-Kraft-Diagramm ist die Fläche unter dem Graphen gleich der verrichteten Arbeit. Dies gilt für beliebige s-F-Diagramme, also auch für nicht konstante Kräfte.



Energie

Energie ist die Fähigkeit eines Systems, mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Strahlung auszusenden.

Die Energie kennzeichnet den Zustand eines abgeschlossenen Systems. Sie ist eine Zustandsgröße.

- Energie kann von einem System auf ein anderes übertragen werden – Dies geschieht durch das Verrichten von Arbeit, durch Wärmeübertragung oder durch die Abgabe bzw. Aufnahme von Strahlung.
- Energie kann gespeichert werden.
- Energie kann von einer Form in eine andere Formen umgewandelt werden.

Arbeit & Energie

Wird an einem Körper die Arbeit W verrichtet, so erhöht sich seine Energie E um den Wert W . Es gilt $\Delta E = W$. Verrichtet ein Körper die Arbeit W , so gibt er die Energie $\Delta E = W$ ab.

Goldene Regel der Mechanik

Durch den Einsatz einfacher Maschinen (Flaschenzug, Hebel, schiefe Ebene) kann keine Arbeit gespart werden. Das Produkt von Kraft und Weg ist stets konstant. Was man an Kraft spart, muss man an Weg zusetzen.

Energieerhaltung

Bei allen Prozessen der Umwandlung und Übertragung von Energie gilt das Gesetz von der Erhaltung der Energie:

In einem abgeschlossenen System ist die Summe aller Energien stets konstant. Die Gesamtenergie bleibt erhalten.

Kraft, Arbeit, Energie - Beispiele und Details

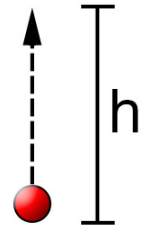


Kugel anheben

Eine Kugel wird senkrecht entgegen der Gewichtskraft um die Strecke h angehoben.

Es wird eine **Arbeit** verrichtet da eine **Kraft** F längs des Hubweges h wirkt. Die (potentielle) **Energie** der Kugel erhöht sich um $\Delta E = W = F \cdot s = mgh$.

Beispiel mit $h=10\text{m}$, $m=100\text{g}$: $W = F \cdot s = mg \cdot h = 0,1\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10\text{m} = 9,81\text{J}$



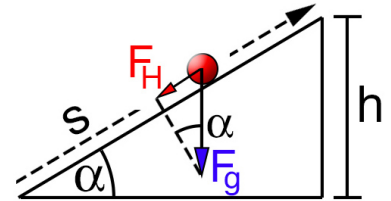
Kugel über schiefe Ebene rollen

Eine Kugel wird entlang einer schiefen Ebene auf die Höhe h gerollt.

Es wird eine **Arbeit** verrichtet. Die Kugel muss entgegen der **Hangabtriebskraft** die Ebene hochgerollt werden. Die (potentielle) **Energie** der Kugel erhöht sich um $\Delta E = mgh$. (→ Goldene Regel)

Beispiel mit $h=10\text{m}$, $m=100\text{g}$, $\alpha=30^\circ$:

$s = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{10\text{m}}{\sin 30^\circ} = 20\text{m}$; $W = F \cdot s = F_g \cdot \sin \alpha \cdot s = mg \cdot \sin \alpha \cdot s = 0,1\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 30^\circ \cdot 20\text{m} = 9,81\text{J}$



Kugel rollt reibungsfrei

Eine Kugel rollt reibungsfrei über einen waagerechten Tisch.

Es wird keine **Arbeit** verrichtet. Es wirkt zwar die Gewichtskraft, die Wegänderung ist aber senkrecht zu dieser. Es gibt keine Kraft in Wegrichtung.

Die **Energie** der Kugel ändert sich bei diesem Vorgang nicht. (Ohne Reibung rollt die Kugel ewig weiter.)

Aber: Es wird eine **Kraft** benötigt, damit die Kugel nicht herunterfällt. In diesem Falle ist es die Kraft des Tisches auf die Kugel, die so die Gewichtskraft ausgleicht (Kräftegleichgewicht).

Der Tisch benötigt hierzu keine Energie! (Ein Tisch hat keine Batterie, Solarzellen,...).



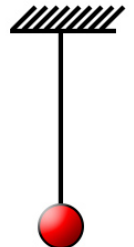
Kugel halten

Eine Kugel wird an einem Ort festgehalten.

Es wird keine **Arbeit** verrichtet, da keine Kraft längs eines Weges wirkt.

Der „Weg“ ist 0m. Die **Energie** der Kugel ändert sich nicht.

Aber: Es wird eine **Kraft** benötigt, damit die Kugel nicht der Schwerkraft folgend herunterfällt.



Bewegung senkrecht zu einer Kraft

Während der Bewegung eines Gegenstandes senkrecht zu einer Kraft F wird keine Energie umgewandelt.

Beachte:

Bei dieser Betrachtung wurde keine Aussage darüber gemacht, wie der Körper in Bewegung versetzt wurde und wie es erreicht wird, dass er sich senkrecht zur Kraft F bewegt. Dies ist aus energetischer Sicht auch nicht notwendig. Ein Tisch unter einer rollenden Kugel würde z.B. keine Arbeit verrichten (siehe oben), an der Energie würde sich somit nichts ändern.

Betrachtet man nicht nur die Bewegung sondern auch den Beginn und das Ende der Bewegung, so ändert dies ebenfalls nichts an der Energie des gesamten Vorganges. Zwar wird beim Anstoßen Arbeit (Kraft in Bewegungsrichtung) verrichtet, also Energie auf den Körper übertragen, diese wird beim Anhalten (Kraft entgegen Bewegungsrichtung) aber wieder frei. Insgesamt wurde somit keine zusätzliche Energie aufgewendet. Vorausgesetzt es gibt keine weiteren Kräfte wie z.B. Reibungskräfte.

Tragen

Eine Person, die einen schweren Koffer waagerecht trägt, verrichtet im physikalischen Sinne keine mechanische Arbeit, da Kraft F und Weg s senkrecht aufeinander stehen.

Trotzdem ist es real anstrengend. Es wird physiologische Arbeit verrichtet.

