

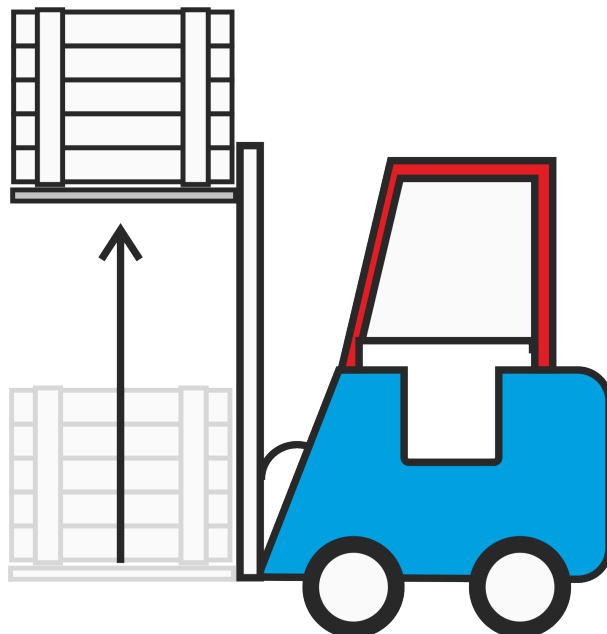
## Arbeit

Im Alltag hat das Wort „*Arbeit*“ viele Bedeutungen, in der Physik allerdings ist der Begriff Arbeit eindeutig festgelegt:

**Arbeit** (**W**) wird verrichtet, wenn eine **Kraft** (**F**) entlang eines **Weges** (**s**) verrichtet wird.

$$\text{Arbeit} = \text{Kraft} \cdot \text{Weg}$$

$$W[J] = F[N] \cdot s[m]$$



Die Einheit der Arbeit wird in **Joule (J)** - oder in **Newtonmeter (Nm)** - angegeben.

1 Joule ist gleich der Arbeit, die durch die Kraft von 1 Newton verrichtet wird, wenn sich der Angriffspunkt der Kraft um 1 Meter in der Richtung der Kraft verschiebt:

$$1J = 1N \cdot 1m = 1Nm$$

**W** = **Work** (engl.) = Arbeit

**F** = **Force** (engl.) = Kraft

**s** = **spatium** (lat.) = Weg, Ausdehnung, Entfernung

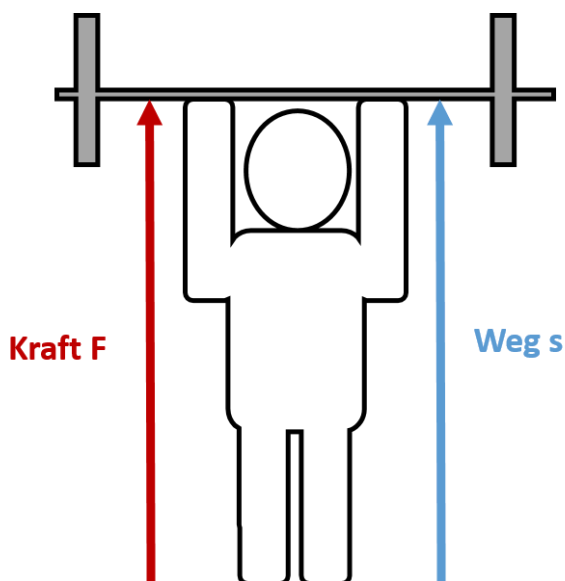
**Merke:**

**Die Richtung der Kraft und die Richtung des Weges müssen übereinstimmen!**

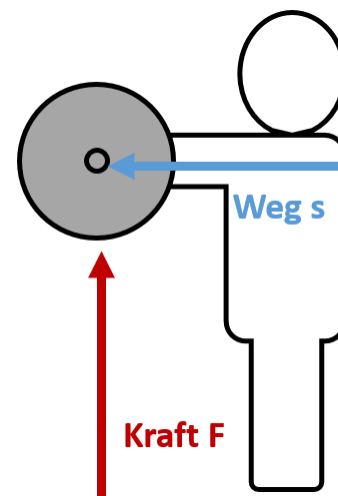
**Beim Heben** einer Last **stimmen** die **Richtung der Kraft** (senkrecht) **und** die **Richtung des Weges** (senkrecht) **überein** – **Arbeit wird verrichtet**.

**Beispiel:** Ein Gewichtheber hebt ein Gewicht in die Höhe.

**Beim „Halten“** hält der Gewichtheber das Gewicht vor sich hin, **stimmen** die **Richtung der Kraft** (senkrecht) **und** die **Richtung des Weges** (waagrecht) **nicht überein** – **es wird im physikalischen Sinne keine Arbeit verrichtet**.



**Arbeit wird verrichtet.**



**Keine Arbeit im physikalischen Sinn!**

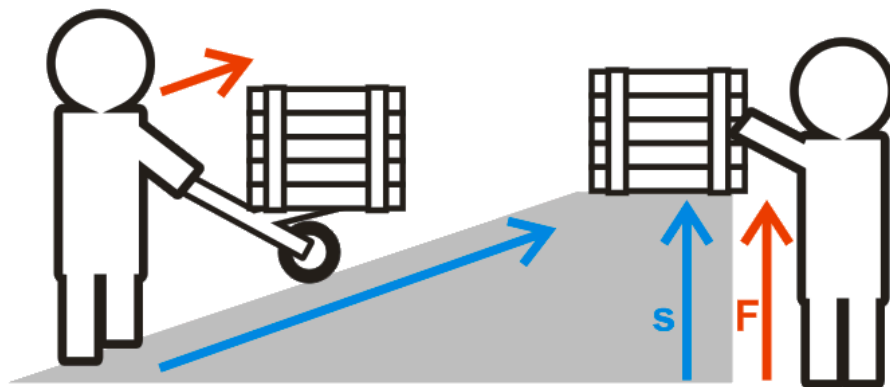
Dass das waagrechte Halten des Gewichts natürlich sehr anstrengend für den Gewichtheber ist, muss nicht speziell erwähnt werden, aber für den physikalischen Begriff von „Arbeit“ spielt das keine Rolle.

**Probier es selbst einmal aus:**

Beim nächsten Einkauf halte die Einkaufstasche waagrecht von deinem Körper weg!

**Arbeit kann nicht erspart, sondern nur erleichtert werden.**

Verwendet man z. B. einen Hebel oder eine Rampe, um die notwendige Kraft zu verringern, so verlängert sich der Weg entsprechend – die Arbeit bleibt aber gleich!



## Beispiel „Pump-Speicherkraftwerk“:

Kraftwerke erzeugen zu bestimmten Zeiten mehr Strom, als eigentlich benötigt wird.

Diesen „überschüssige“ Strom wird dann z. B. dazu verwendet, Wasser aus einem tiefer gelegenen Becken in ein höher gelegenes Becken zu pumpen. **Dabei wird Arbeit verrichtet.**

Das hochgepumpte Wasser „speichert“ diese Arbeit in Form von Energie. **Energie ist also gespeicherte Arbeit.**

Wenn zu einem späteren Zeitpunkt wieder mehr Strom benötigt wird, lässt man das Wasser aus dem Becken wieder ins Tal. Dort treibt es eine Turbine an und leistet wieder Arbeit. Mithilfe eines Generators wird dabei wieder Strom erzeugt.

Mehr zum Thema „Energie“ und seiner Verwandtschaft zum Thema „Arbeit“ erfährst du im Kapitel „Energie“.

**Einfache Rechenbeispiele zur Arbeit:**

Schau dir zunächst die **Beispielrechnung** an und versuche anschließend, die folgenden zwei Rechenbeispiele eigenständig zu lösen!

**Gewichtheber:**

Der Weltrekord im Gewichtheben (Stoßen) der Männer liegt bei 264 kg. Wir gehen davon aus, dass das Gewicht dabei 2,2 m in die Höhe gehoben wurde. Welche Arbeit verrichtet der Gewichtheber?

**1. Schritt:** Formel.

$$W[J] = F[N] \cdot s[m]$$

**2. Schritt:** Gewichtskraft berechnen!

$$G[N] = m[kg] \cdot g[m/s^2]$$

$$G[N] = 264kg \cdot 9,81m/s^2 = 2.589,84N$$

**3. Schritt:** Ergebnisse in Formel einsetzen und ausrechnen.

$$W[J] = 2.589,84N \cdot 2,2m$$

**Lösung:**

$$W = 5.697,65J$$

Platz für eigene Notizen:

---

---

---

---

---

---

---

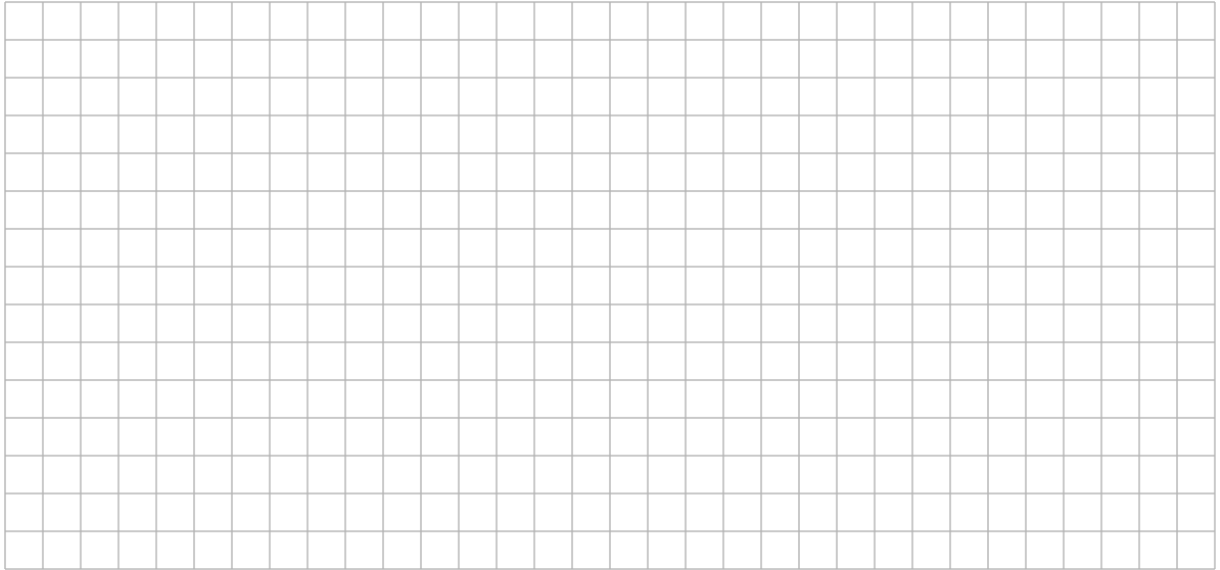
---

---

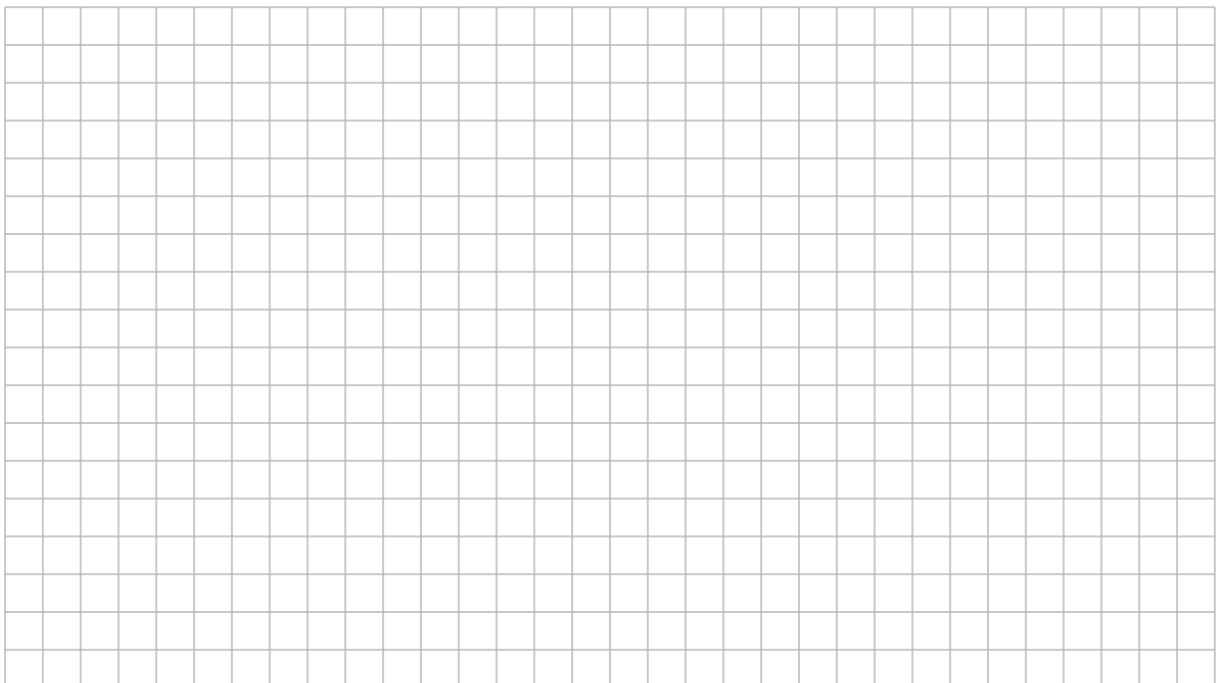
---

**Beispiel 1:**

Ein Arbeiter zieht einen Betonkübel (Masse 15 kg) auf ein 5 m hohes Gerüst. Wie groß ist die Arbeit?

**Beispiel 2:**

Die Hebebühne einer KFZ-Werkstatt hebt ein Auto (900kg) 2,5 m in die Höhe. Wie groß ist die Arbeit?



## Und jetzt du:

① Wie lautet die richtige Formel für die **Arbeit**?

- ☐  $W[J] = \frac{F[kg]}{s[m]}$
- ☐  $W[J] = \frac{F[N]}{s[m]}$
- ☐  $W[J] = F[kg] \cdot s[m]$
- ☐  $W[J] = F[N] \cdot s[m]$

② Neben Joule kann die Arbeit noch in einer weiteren Maßeinheit angegeben werden. In welcher?

- ☐ m/s
- ☐ m/s<sup>2</sup>
- ☐ N
- ☐ Nm
- ☐ Jm

③ Ergänze den Merksatz um die fehlenden Begriffe!

Die Richtung der  und die Richtung des  müssen , damit wir in der Physik von  sprechen können.

④ Kann man sich Arbeit ersparen?

---

---

---

---

---