

# Ausblick für heute

Wh: Wie addieren wir Vektoren?

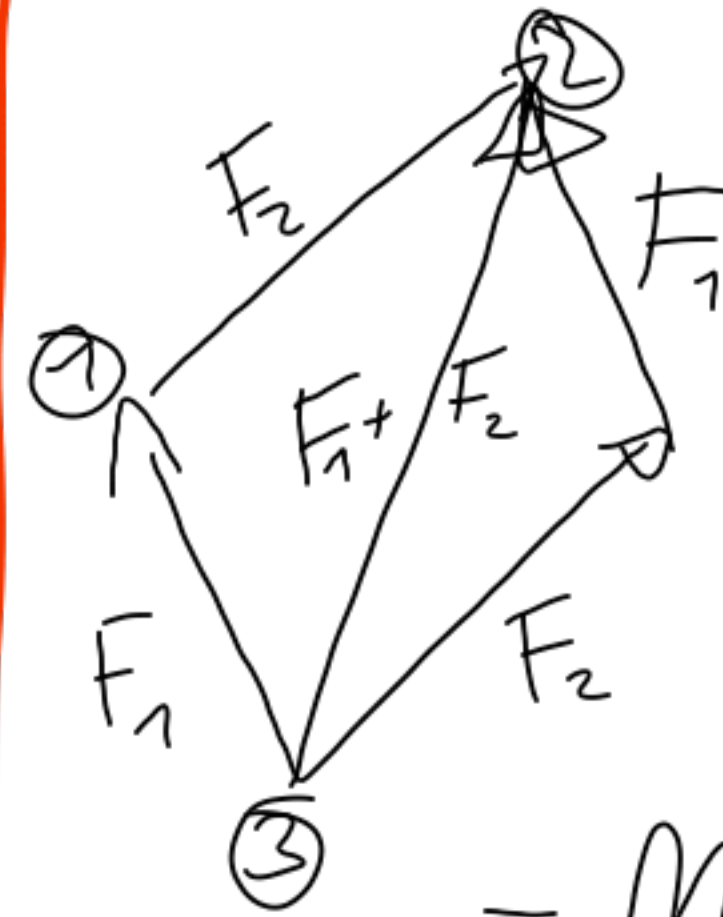
Was ist physikalische Arbeit?

- Definition
- Einheit

- Übungen

- Hausaufgaben.

## Vektoraddition



Du brauchst:

- Geodreieck (GD)
- Bleistift

- Miss die Länge von  $F_2$

- Lege die Null von GD auf die 1

→ Die Vektoren  $F_1$  und  $F_2$  liegen unter GD.

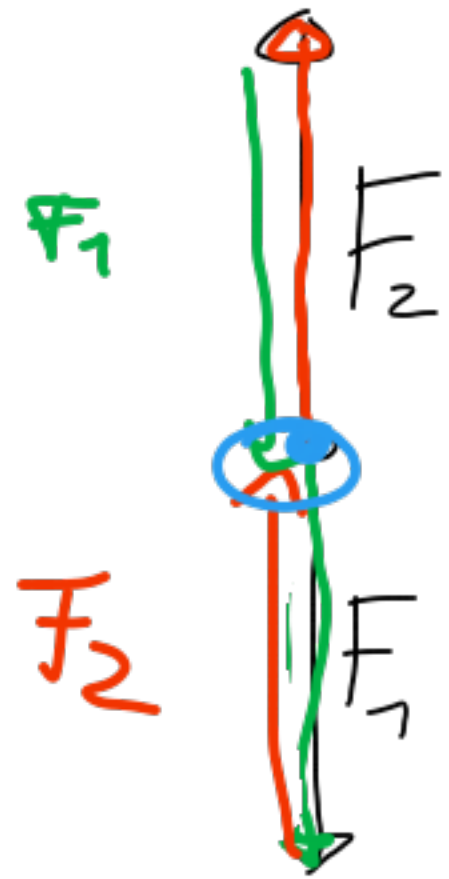
- Nutzt die Linie auf dem GD, um es parallel zu  $F_2$  zu zeichnen.

- Verdoppelt  $F_2$  von 1 aus, bis 2

- Verbinde 3 und 2. Das Ergebnis ist  $F_1 + F_2$

# 1 Spezialfall

① entgegengesetzte Kräfte:



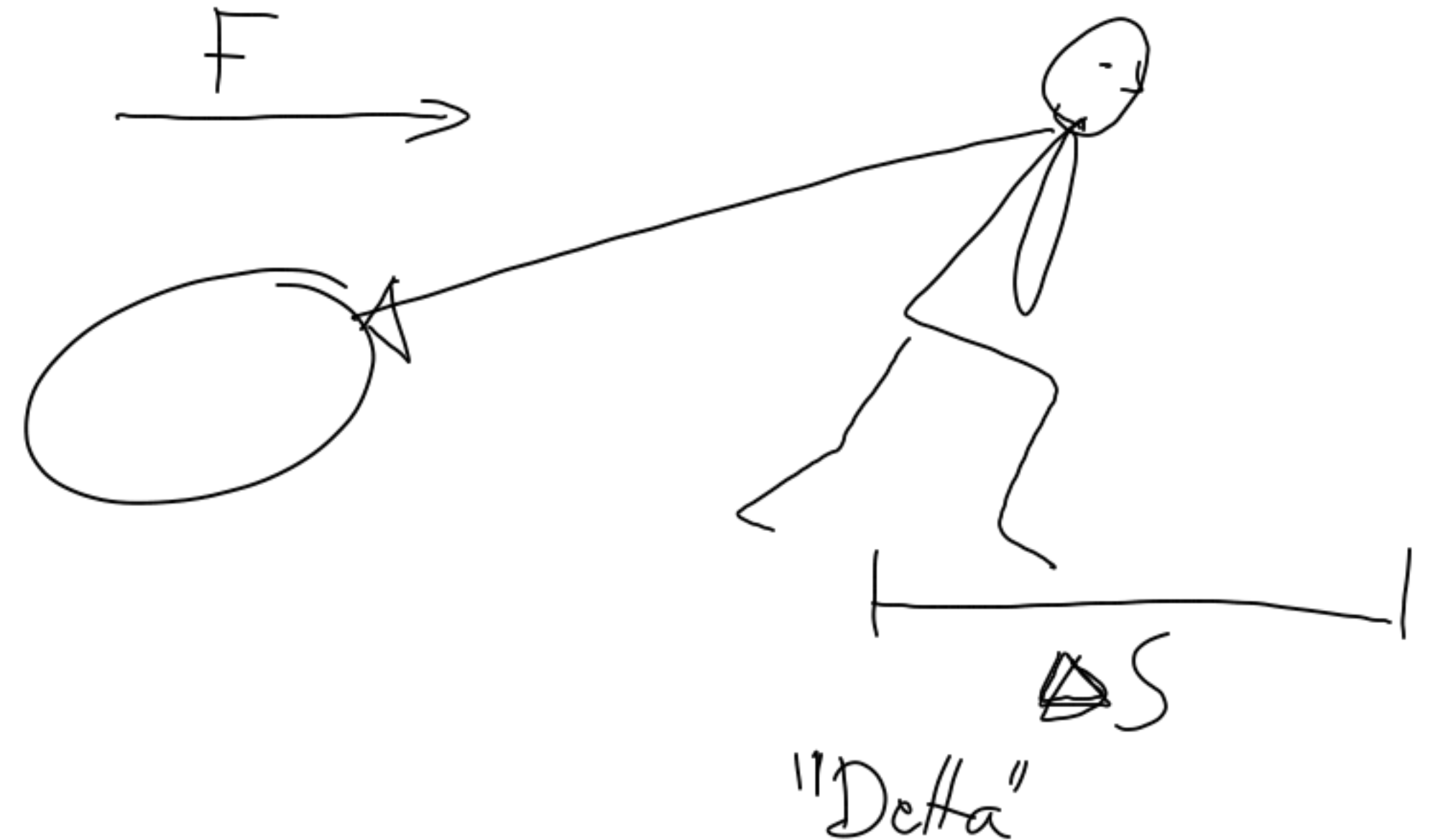
$$F_2 = -F_1 = \underline{\underline{0}}$$

$$F_1 + F_2 = F_1 + (-F_1) = F_1 - F_1 = 0$$

## Die Arbeit: Einführung

- Arbeit ist eine wichtige physikalische Größe.
- Sie geht vom Alltagsbegriff der Arbeit / Anstrengung aus.
- Der Alltagsbegriff wird in die Physik übersetzt.

Zeichnung: Mensch zieht Sack





## Die Arbeit: wir brauchen eine Formel

- was der Mann macht, ist anstrengend,
- wie ändert sich die Anstrengung, ...
  - Wenn sich der Weg verdoppelt?
  - Sie verdoppelt sich
  - Wenn sich die Kraft verdoppelt?
  - Sie verdoppelt sich auch.

$$\frac{F}{\Delta s} ; \frac{\Delta s}{F} ; \boxed{F \cdot \Delta s} ; F + \Delta s ; F - \Delta s$$

Welche Formel hat die richtigen Eigenschaften?

## Arbeit: die Definition

$$\boxed{W = F \cdot \Delta s}$$

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

- Das W kommt von "Work"
- Die Einheit der Arbeit ist die Einheit von Kraft mal Weg:

$$\boxed{\text{N} \cdot \text{m} = \text{J}}$$

("Joule") Joule  
James Prescott Joule (1818-1889)

Ein erstes Beispiel  
Wir ziehen einen Rucksack:

3 m

$\vec{F} = 15 \text{ N}$

ausrechnen:

$$W = 15 \text{ N} \cdot 3 \text{ m}$$

$$= 45 \text{ Nm} = 45 \text{ J}$$

$$F = \frac{W}{\Delta s} = \frac{45 \text{ Nm}}{3 \text{ m}} = 15 \text{ N}$$

$$\Delta s = \frac{W}{F} = \frac{45 \text{ Nm}}{15 \text{ N}} = 3 \text{ m}$$

## Aufgaben-Lösung

$$\begin{aligned} \text{a) } W &= \Delta s \cdot F = 3 \text{ m} \cdot 1200 \text{ N} \\ &= 3600 \text{ Nm} \\ &= 3600 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{b) } \Delta s = \frac{W}{F} = \frac{-44 \text{ Nm}}{0,0012 \text{ N}} = -37000 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } W &= F \cdot \Delta s = 0,00981 \text{ m} \cdot \\ &\quad 0,003 \text{ N} \\ &\approx 0,01 \text{ m} \cdot 0,003 \text{ N} \\ &= 0,00003 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\text{d) } F = \frac{W}{\Delta s} = \frac{-3000 \text{ Nm}}{-0,18 \text{ m}} = \underline{\underline{16666 \text{ N}}}$$