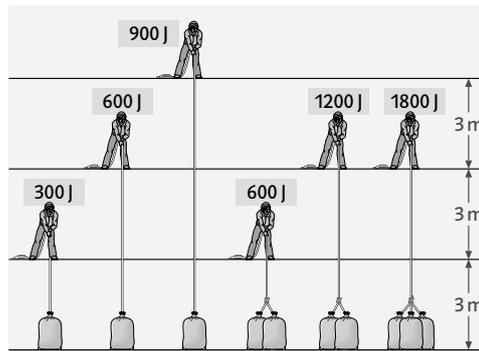


A1 ◉



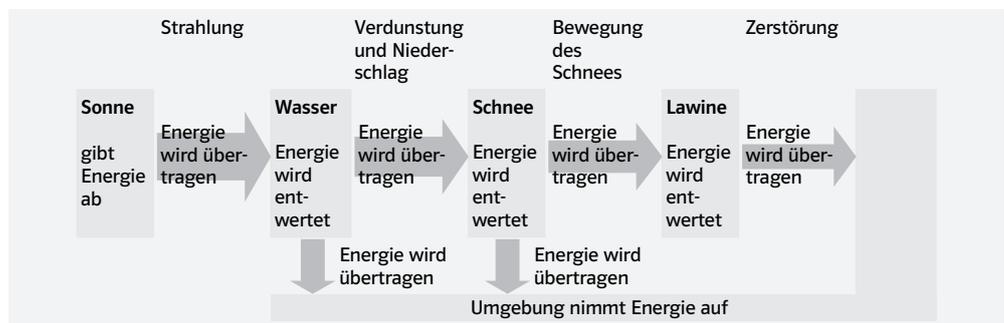
A2 ◉ Die Geschwindigkeit geht quadratisch in die Formel der Bewegungsenergie ein. Die Bewegungsenergie erhöht sich daher um den Faktor $70^2/50^2 = 1,96$.

A3 ◉ Tom hat zu Beginn eine Lageenergie von $E_L = m \cdot g \cdot h = 60 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 30 \text{ m} = 17658 \text{ J}$. Da die Reibung vernachlässigt werden kann, wird diese Lageenergie vollständig in Bewegungsenergie überführt. Es ist also

$$E_B = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 17658 \text{ J. Auflösen der Formel nach } v \text{ liefert:}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_B}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17658 \text{ J}}{60 \text{ kg}}} = 24,26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A4 ◉



A5 ◉ a) $\Delta E_L = m_{\text{ges}} \cdot g \cdot h = (54 \text{ kg} + 9,5 \text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 3 \cdot 2,40 \text{ m} = 4485 \text{ Nm} \approx 4,5 \text{ kJ}$

b) Keine Höhenänderung \Rightarrow keine Änderung der Lageenergie, d.h., es wird keine Energie im mechanischen Sinne übertragen.

c) Für ein Stockwerk sind bereits 1,5 kJ notwendig. 1 kJ reicht nicht für den Transport ins EG.

d) Claudia braucht die gleiche Energieportion, da sie den gleichen Höhenunterschied überwindet, also der Lageenergieunterschied unverändert bleibt.

A6 ● a) Überschlagsrechnung: $\Delta E_{L, \text{Schätzung}} = m \cdot g \cdot h = 50 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 150 \text{ m} = 75 \text{ kJ}$

b) Energiebedarf pro Aufstieg: $\Delta E_L = m \cdot g \cdot h = 50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 143 \text{ m} \approx 70 \text{ kJ}$

Energiegehalt des Schoko-Riegels: $E_{\text{Schoko}} = \frac{1888 \text{ kJ}}{100} \cdot 54 \approx 1020 \text{ kJ}$

$\frac{1020 \text{ kJ}}{70 \text{ kJ}} = 14,57$, d.h., die Energie „reicht“ für 14 Personen. Fritz könnte also mit 13 Freunden teilen.

$$c) E_{\text{Schoko}} = \Delta E_L = m \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 143 \text{ m} \Rightarrow m = \frac{1020 \text{ kJ}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 143 \text{ m}} = \frac{1020 \cdot 10^3 \text{ J}}{1403 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \approx 727 \text{ kg}$$

$$m_{\text{Rucksack}} = 727 \text{ kg} - 50 \text{ kg} = 677 \text{ kg}$$

Das schafft bei Weitem nicht einmal der Weltrekordhalter im Gewichtheben!

A7 ● a) Schanzenrekord: Sigurd Pettersen (Norwegen) am 29.12.2003 mit 143,5 m. Abprunggeschwindigkeit: 106 km/h, Aufprunggeschwindigkeit: 130 km/h. Anlaufneigung 39°. Maximaler Höhenunterschied Anlauf – Aufsprung: 207 m.

b)

① $E_{L,1} = m \cdot g \cdot h_1$
↓ (Anlaufspur)

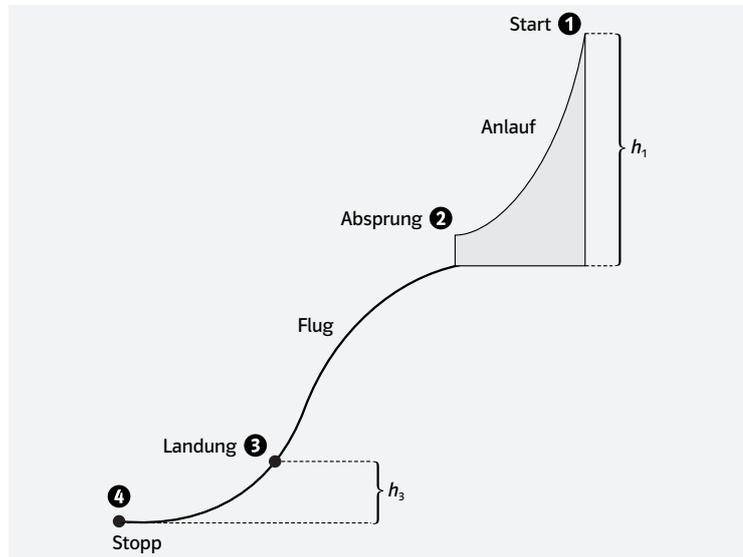
② $E_{B,\text{max}} + E_{\text{therm}}$
(Reibungsverluste)

③ $E_{B,\text{max}} + E_{L,2}$
↓ (Flug)

③ $E_{B,3} + E_{\text{therm}}$
(Luftreibung)

③ Landung $E_{B,3} + E_{L,3}$
↓ (Abbremsen)

④ 0



Vereinfachte Umwandlungskette:

$$E_{L,3} \rightarrow E_{B,\text{max}} + E_{\text{therm}}$$

Start

$$E_{B,\text{max}} \rightarrow E_{B,3} + E_{\text{therm}}$$

Absprung

$$E_{B,3} \rightarrow 0$$

Landung und Abbremsen

- c) 1. Gleitreibung zwischen Anlaufspur und Skibelag: Verringern durch geeigneten Belag/ geeignete Belagstruktur, entsprechendes Skiwachs.
2. Luftreibung: Verringern durch aerodynamische Hock-Haltung.

d) Idealfall (ohne Reibung):

$$E_{L,\text{Start}} = E_{B,\text{Absprung}} \Leftrightarrow m \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 55 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{ideal}}^2 = E_{B,\text{ideal}} \Leftrightarrow v_{\text{ideal}}^2 = 1079 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow v_{\text{ideal}} = 32,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Realfall (mit Reibung)

$$v_{\text{real}} = \frac{92 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}}} = 25,56 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow v_{\text{real}}^2 = 653 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Verlust in Prozent:

$$\frac{\Delta E_B}{E_{B,\text{ideal}}} = \frac{E_{B,\text{ideal}} - E_{B,\text{real}}}{E_{B,\text{ideal}}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{\text{ideal}}^2 - v_{\text{real}}^2)}{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{ideal}}^2} = \frac{v_{\text{ideal}}^2 - v_{\text{real}}^2}{v_{\text{ideal}}^2} = \frac{1079 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} - 653 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{1079 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 0,395 \approx 40\%$$

A8 ● a) $F = D \cdot s \Rightarrow F = 36 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,22 \text{ m} = 7,92 \text{ N} \approx 7,9 \text{ N}$

b) $E_S = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 \Rightarrow E_S = \frac{1}{2} \cdot 36 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,22 \text{ m})^2 \approx 0,87 \text{ kJ}$