

Lösungen zu Kapitel 1:

Aufgabe 1.1: Energieinhalte

a) $W = 1 \text{ kg} \cdot 8,14 \text{ kWh/kg} = \underline{8,14 \text{ kWh}}$

$$W = 8,14 \text{ kWh} = 8.140 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 29.304.000 \text{ Ws} = \underline{29,304 \text{ MJ}}$$

b) $W_{\text{Pot}} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{W_{\text{Pot}}}{m \cdot g} = \frac{29,304 \cdot 10^6 \text{ J}}{1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 2.987 \text{ km} \approx \underline{3.000 \text{ km}}$

c) $W_{\text{Kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{\text{Kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 29,304 \cdot 10^6 \text{ Ws}}{1.000 \text{ kg}}} =$
 $= \sqrt{\frac{2 \cdot 29,304 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}{1000 \text{ kg} \cdot \text{s}^2}} = 242,1 \text{ m/s} = \underline{871,6 \text{ km/h}}$

Aufgabe 1.2: Umweltauswirkungen der bisherigen Energieversorgung

- a) Verknappung der Ressourcen, Klimawandel, Gefährdung/Entsorgung
- b) $\vartheta_{\text{Heute}} \approx +15 \text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{ohne Treibhauseffekt}} \approx -18 \text{ }^\circ\text{C}$
- c) Skizze siehe Bild 1.6:
Wesentliche Effekte: Kurzwellige Strahlung heizt Boden auf, dieser strahlt langwellige Strahlung ab, welche von den Treibhausgasen zurückgehalten wird

Aufgabe 1.3: Endlichkeit der Ressourcen

- a) Primärenergiebedarf der Welt im Jahr 2016: $W_{\text{Welt}} \approx 13 \text{ Mrd. t RÖE}$
 $W_{\text{Welt}} = 13 \cdot 10^{12} \text{ kg RÖE} = 13 \cdot 10^{12} \text{ kg} \cdot 11,63 \text{ kWh/kg} = 1,512 \cdot 10^{14} \text{ kWh}$
Pro Kopf Verbrauch in Deutschland: $W_{\text{Kopf}} \approx 50.000 \text{ kWh/Kopf}$
 $\Rightarrow W_{\text{Welt}}/W_{\text{Kopf}} = 1,512 \cdot 10^{14} \text{ kWh} / 50.000 \text{ kWh/Kopf} = \underline{3,024 \text{ Mrd. Menschen}}$

- b) Gesamtverbrauch nach n Jahren:

$$W_n = W_{2016} \cdot (q^0 + q^1 + q^2 + \dots + q^{n-1}) \quad \text{mit } q = 1 + p,$$

Mit Formel für geometrische Reihe ergibt sich vereinfacht:

$$W_n = W_{2016} \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}, \text{ Umstellen nach } n \text{ ergibt: } n = \frac{\log \left[\frac{W_n}{W_{2016}} \cdot (q - 1) + 1 \right]}{\log(q)}$$

Z.B. für den Fall Erdöl: $W_n = 7155 \text{ EJ}$ und $W_{2016} = 184 \text{ EJ/a}$

Ergebnis für $p = 2,2 \text{ } \%$: Erdöl: 28,4 a, Erdgas: 37,4 a, Kohle: 63,6 a

Ergebnis für $p = 4,4 \text{ } \%$: Erdöl: 23,2 a, Erdgas: 29,2 a, Kohle: 45,2 a

Aufgabe 1.4: Eigenschaften der erneuerbaren Energien

- a) Solarstrahlung, Erdwärme, Planetenbewegung
- b) Vorteile:
In menschlichen Maßstäben unerschöpflich, keine Brennstoffkosten, dezentral nutzbar, kaum Emissionen, kaum Gefährdungen und Entsorgungsprobleme
- c) Nachteile:
schwankendes Energieangebot, geringe Energiedichten, hohe Investitionskosten

Aufgabe 1.5: Ertrag einer Photovoltaikanlage

- a) STC: Standard Test Conditions,
- $E_{\text{STC}} = 1000 \text{ W/m}^2$
 - $\vartheta_{\text{Modul}} = 25 \text{ °C}$
 - Standard-Lichtspektrum AM 1,5

b)
$$P_{\text{STC}} = \frac{W_{\text{Jahr}}}{w_{\text{Jahr}}} = \frac{3.500 \text{ kWh/a}}{900 \frac{\text{kWh}}{\text{kW}_p \cdot \text{a}}} = 3,89 \text{ kW}_p \approx \underline{4 \text{ kW}_p}$$

$$A = \frac{P_{\text{STC}}}{E_{\text{STC}} \cdot \eta_{\text{Modul}}} = \frac{4 \text{ kW}_p}{1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,15} = 26,67 \text{ m}^2 \approx \underline{27 \text{ m}^2}$$