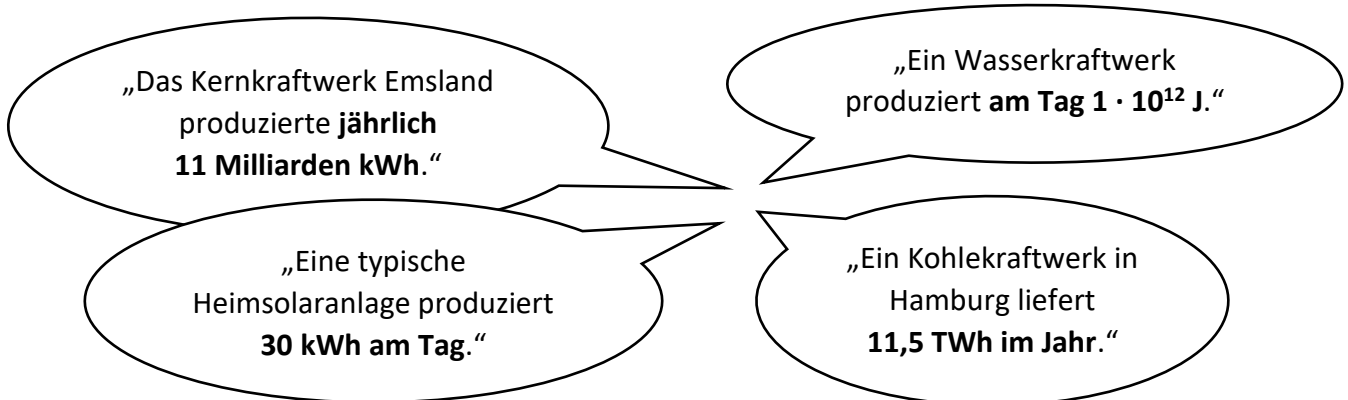


Energieeinheiten oder „Wer ist Robert“? – *Lösungen*

1) Energieangaben

Aussagen wie die folgenden findet man häufig in Zeitungsartikeln oder im Internet.



a) Begründe kurz, warum es ohne Taschenrechner nicht möglich ist, diese Angaben zu vergleichen.

- unterschiedliche Einheiten für die Energie: J und kWh
- unterschiedliche Einheiten für die Zeit: pro Tag und pro Jahr
- verschiedene Vorsätze Terra und Kilo in TWh und kWh

b) Welches Kraftwerk lieferst deiner Meinung nach mehr Energie?

- Das Kohlekraftwerk in Hamburg. Das Kernkraftwerk Emsland.

Überprüfe deine Entscheidung rechnerisch.

		$1 \text{ k (Kilo)} = 1000 = 10^3$
<i>Emsland:</i>	$11 \cdot 10^9 \text{ kWh}$	$1 \text{ M (Mega)} = 10^6$
		$1 \text{ G (Giga)} = 10^9$
<i>Hamburg:</i>	$11,5 \text{ TWh} = 11,5 \cdot 10^9 \text{ kWh}$	$1 \text{ T (Terra)} = 10^{12}$
		$= 10^9 \cdot 10^3 = 10^9 \cdot k$

2) Robert

a) Schau dir das folgende Video an und fülle die Lücke aus:

<https://kurzelinks.de/em8n>

Als Grundeinheit für Energiemengen wird im Alltag in der Regel die Einheit 1 kWh verwendet.



b) Berechne mithilfe des Videos, wie viele „Roberts“ 2,5 Minuten treten müssten, um 1,0 kWh zu erzeugen. *Tipp: Wie viel mechanische Energie (in Kilowattstunden) hat Robert in 2,5 Minuten in elektrische Energie umgewandelt?*

$1 \text{ Robert} \cong 0,021 \text{ kWh}$	à	$1 \text{ Robert} \cong 21 \text{ Wh}$) : 21
		$0,048 \text{ Robert} \cong 1 \text{ Wh}$	
		$48 \text{ Robert} \cong 1 \text{ kWh}$) · 1000

c) In der Physik ist die übliche Einheit 1 J bzw. 1 Joule. Es gilt dabei:

$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 1000 \text{ W} \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} =$
 $= 3\,600\,000 \text{ Ws} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$

oder so: $1 \text{ kWh} = 1 \cdot 1000 \text{ Wh} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \text{ h} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} 60 \text{ min}$
 $= 1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} 60 \cdot 60 \text{ s} = 3600\,000 \text{ J} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$

d) Ein untrainierter Radfahrer kann in einer Stunde ungefähr eine Energie von 0,10 kWh umwandeln. Berechne, wie lange der Radfahrer für die Umwandlung von 1,0 kWh treten müsste, und trage die Zeit in den Kreis in der Grafik ein.

$1 \text{ h} \hat{=} 0,10 \text{ kWh}$	$\cdot 10$
$10 \text{ h} \hat{=} 1,0 \text{ kWh}$	



e) Eine 100 W-Glühbirne kann durch eine LED ersetzt werden, die eine Leistung von 13 W hat. Berechne die Zeitdauer, wie lange eine solche LED-Birne und wie lange eine 100 W Glühbirne mit einer elektrischen Energie von 1,0 kWh leuchten kann. Trage die Zeiten in die Grafiken ein.

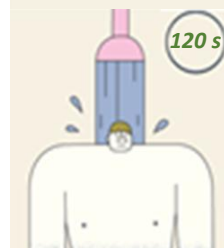
geg.: $P_G = 100 \text{ W}; P_{LED} = 13 \text{ W}; E_{el} = 1,0 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}$	ges.: $t_G; t_{LED}$
Lsg.: $P = \frac{E}{t} \quad \cdot t \quad : P$	
$t = \frac{E}{P}$	
$t_G = \frac{1000 \text{ Wh}}{100 \text{ W}} = 10 \text{ h}$	$t_{LED} = \frac{1000 \text{ Wh}}{13 \text{ W}} = 77 \text{ h}$



f) Für einmal Wäschewaschen wird eine Energie von ca. 1,0 kWh benötigt. Wie lange kann man mit dieser Energie duschen? Wie viele Portionen Spaghetti kann man damit kochen? Suche im Internet nach Antworten (z. B. Duschrechner unter www.verbraucherzentrale.nrw/duschrechner) und trage die Werte in die Grafiken ein.



Duschen:	Nudeln (1 Portion: 250 g):
ca. 3 kWh $\hat{=} 300 \text{ s}$	1 x kochen $\hat{=} \text{ca. } 350 \text{ W}$
1 kWh $\hat{=} 100 \text{ s}$	0,28 x ... $\hat{=} 100 \text{ W}$
	2,8 x ... $\hat{=} 1,0 \text{ kW}$



g) Überlege dir, warum in der Grafik 100 ml Benzin und 40 ct abgebildet sind.

In 100 ml Benzin ist eine chemische Energie von ca. 1,0 kWh gespeichert.
 40 ct ist der durchschnittliche Preis für eine elektrische Kilowattstunde bis 2023 gewesen.



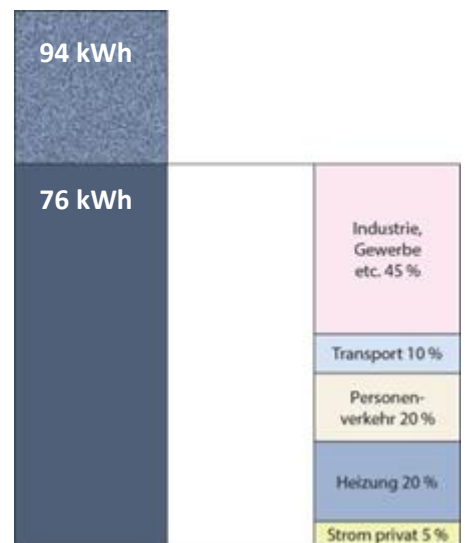
Energieeinheiten oder „Wer ist Robert“? – *Hinweise*

Bis zur Industrialisierung und Elektrifizierung standen einem Menschen nur gut 1 kWh pro Tag zur Verfügung, mit Nutzvieh (Ochsen, Pferde) konnte das gesteigert werden auf ein paar kWh.

Man könnte die Schülerinnen und Schülern an dieser Stelle fragen, wofür sie diese Kilowattstunde verwenden würden, wenn sie nur so viel elektrische Energie an einem Tag zur Verfügung hätten.

Im Jahr 2024 betrug der Gesamtprimärenergiebedarf in Deutschland **ca. 94 kWh (pro Tag und pro Person)** davon sind 76 kWh (pro Tag pro Person) Nutzenergie und davon werden 45 % „im Privaten“ verwendet (Heizung, Personenverkehr und privater Strom) siehe Grafik oder AB „Everybody’s Darling: Die Energie“.

Das bedeutet, dass ca. 76 „Radfahrer“ täglich für jede in Deutschland lebende Person arbeiten und davon ca. 34 Radfahrer für den eigenen privaten Bedarf.



Quellen und weiterführende Links:



- Die Werte vom Kohlekraftwerk und vom Kernkraftwerk stammen von <https://www.ndr.de/nachrichten/info/Watt-Das-leisten-die-Anlagen-im-Vergleich,watt250.html>



- Das Wasserkraftwerk „Walchenseekraftwerk“ hat einen Jahresertrag von 300 Gigawattstunden laut <https://www.uniper.energy/de/deutschland/kraftwerke-deutschland/kraftwerksgruppe-isar/walchenseekraftwerk>, das sind $3 \cdot 10^8$ kWh im Jahr, also $0,8 \cdot 10^6$ kWh = $3 \cdot 10^{12}$ J am Tag



- Bei den privaten Photovoltaikanlagen findet man z. B. bei <https://www.swm.de/magazin/ratgeber/groesse-pv-anlage> die Angabe **7,5 kWp**. Das bedeutet „Kilowatt Peak“, also die maximal mögliche Leistung. Bei acht Sonnenstunden pro Tag, kommt man auf 60 kWh. Nimmt man davon die Hälfte erhält man eine sinnvolle Abschätzung. Damit kann man den durchschnittlichen Bedarf einer vierköpfigen Familie abdecken.