

Übungen zur Einführung des Energiebegriffs

Serie 2: Leistung, Kilowattstunden & Co.

Gib, falls nötig, das Resultat mit einem passenden Einheitenpräfix an!

1. *Energieverbrauch im Alltag*

Grössere Fernseher beziehen eine Leistung von etwa 100 W, ein Kochherd auf mittlerer Stufe vielleicht etwa 1200 W, ein grosser Kühlschrank mit gutem Energiestandard etwa 20 W.

Wie teuer ist ungefähr eine Stunde Betrieb für jedes der drei genannten Geräte (im Normaltarif)?

2. *Beim Krafttraining*

Während einem Training hebt eine Sportlerin innerhalb von 2 min 45 s zwanzigmal ein Gewicht mit einer Masse von 12 kg um 65 cm an. Wie gross war dabei ihre mittlere Leistung?

3. *Autobatterie und Standlicht*

Herr Meier möchte sein Auto starten, muss dann aber bedauerlicherweise feststellen, dass die Autobatterie leer ist, weil er vergessen hatte das Standlicht auszuschalten. . .

Eine volle Autobatterie beinhaltet eine gespeicherte Energiemenge von 720 Wh. Wie lange dauert es denn, bis so eine volle Batterie leer ist, wenn das Standlicht eine Leistung von 18 W bezieht?

Frage: Weshalb ist die Rechnung bei dieser Aufgabe so extrem einfach?

4. *Energieumsatz beim Haarföhn*

Mein Haarföhn wird bei Betrieb von 16 g Luft pro Sekunde durchströmt. Diese erwärmt sich dabei von 21 °C auf 85 °C. Welche Leistungszufuhr benötigt der Föhn alleine für diese Erwärmung?

Zum Vergleich: Der Ventilator braucht zur Erzeugung des Luftstroms eine Leistung von 400 W.

5. *Energiebilanz eines Kernkraftwerks*

Der Reaktor des **KKW Gösgen (SO)** erzeugt bei Betrieb eine thermische Leistung von 3002 MW. Damit wird das durch den Reaktor strömende Wasser erwärmt, und zwar von 292 °C auf 325 °C.¹

(a) Wie viel Wasser durchströmt den Reaktor pro Sekunde? (Zum Vergleich: eine durchschnittliche Badewanne fasst z.B. 180 lit.)

(b) Im Geschäftsbericht des KKW's lese ich, dass im Jahr 2020 insgesamt 8.25 TWh elektrische Energie erzeugt wurden.

Welcher Anteil des gesamtschweizerischen Strombedarfs wird dadurch gedeckt?

Tipp: Suche auf Seite 11 des Skripts nach der passenden Angabe!

(c) Das KKW läuft 11 $\frac{1}{4}$ Monate pro Jahr, also fast ständig. Einmal pro Jahr wird es abgeschaltet, damit es gewartet und die Brennelemente im Reaktor teilweise ausgetauscht werden können. Welche elektrische Leistung erzeugt das KKW folglich bei Betrieb?

(d) Offenbar gibt es einen beträchtlichen Unterschied zwischen der erzeugten elektrischen Leistung und der thermischen Leistung des Reaktors. Woher kommt diese Differenz resp. was ist die Ursache für diesen Energieverlust?

¹Wegen dem grossen Druck im Reaktor bleibt das Wasser trotz der hohen Temperatur flüssig.

6. Warm duschen

Fürs Duschen hättest du gerne warmes Wasser (ca. 35°C). Damit sich das gut anfühlt, brauchst du einen Wasserstrom von etwa $8 \frac{\text{lit.}}{\text{min}}$.

Entscheide selber, wie lange du duschen möchtest, und schätze ab, wie viel Energie folglich zur Erwärmung in dein Duschwasser gesteckt werden muss. Gib das Resultat in kWh an.

Frage: Welche Temperatur hat das Leitungswasser vor der Erwärmung?

7. Eine Abschätzung zur privaten Photovoltaik

Wenn die Sonne voll scheint, kommt auf einem Schweizer Hausdach eine Flächenstrahlungsleistung von $900 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ an. Damit kann man heutzutage, im Zeitalter der **Solarzellen**, also der **Photovoltaik**, Strom produzieren.

Schätze ab, mit wie vielen kWh pro Jahr man auf einem passend ausgerichteten Dach mit einer Solarzellenfläche von 45m^2 rechnen kann. Dabei gilt es verschiedene Faktoren zu berücksichtigen:

- Entscheidend sind die Dachschräge und idealerweise eine Ausrichtung nach Süden. Ist beides optimal, so kann über den Tag hinweg bei vollem Sonnenschein aufgrund des wechselnden Sonnenstandes mit ca. 45 % der Flächenstrahlungsleistung gerechnet werden. (Aus Richtung der Sonne gesehen ist die Dachfläche je nach Tageszeit unterschiedlich gross).
- Die Sonne scheint halt nur am Tag. . .
- Die mittlere Anzahl Sonnenstunden pro Tag wird durch das Wetter deutlich reduziert.
- Solarzellen können nicht 100 % der einfallenden Strahlungsenergie in elektrische Energie umsetzen. Bei heutiger Massenproduktion beträgt der Wirkungsgrad der Solarzellen etwa 13 %.

8. Ausreden für den persönlichen Energieverbrauch. . .

Otto Schlaumeier: "Ich bin sehr fürs Energiesparen. Zuhause zieh' ich den Stecker immer ganz raus, wenn ich ein Gerät nicht verwende. So vermeide ich den Standby-Betrieb von Computer, Ladegeräten, Stereoanlage, etc. . . . Dafür erlaube ich mir dann einmal pro Jahr zu fliegen. Im Schnitt beträgt meine jährliche Flugstrecke etwa 8000 Kilometer (\approx New York hin und zurück)."

In dieser Aufgabe sollen Sie Ottos Energieersparnis durch Vermeidung der Bereitschafts-Zustände (Standby) zuhause und seinen Energieverbrauch für das Fliegen miteinander vergleichen!

- Überlege dir, wie viele Geräte sich bei dir zuhause im ständigen Standby-Modus befinden, z.B. der Backofen mit Digitaluhr, oder der Fernseher, an dem ständig eine kleine Leuchtdiode leuchtet, etc.

Wie gross ist also in etwa deine eigene totale Standby-Verbrauchsleistung, wenn du von einem ständigen Standby-Leistungsbezug von 0.5 W pro Gerät ausgehst. (Diese 0.5 W entsprechen den Öko-Richtlinien der EU. Alles darüber darf nicht mehr als Standby-Zustand bezeichnet werden.)

- Nimm an, Otto verbrauche gleich viel Standby-Leistung wie du, wenn er seine Geräte nicht komplett ausstecken resp. den Unterbrecherschalter nicht betätigen würde – also vielleicht ein paar Watt oder so. Diesen Leistungsbezug kann Otto folglich einsparen.
- Für die jährliche Flugdistanz von 8000 km werden, heruntergerechnet auf den einzelnen Passagier, etwa 3000 lit. Kraftstoff (Kerosin) benötigt. Dieser besitzt einen Energieinhalt von $34.5 \frac{\text{MJ}}{\text{lit.}}$ (Megajoule pro Liter).

Wie steht es nun mit Ottos Rechtfertigung für das Fliegen? Vergleiche seine jährliche Energieeinsparung durch Standby-Vermeidung mit dem Energieverbrauch für seine jährliche Flugdistanz und kommentiere das Resultat kurz (und knackig!).