

Anwendungsaufgaben - Kraftwerke - Lösungen

$$1 \quad E_{\text{ch}} = H \cdot m = 9,2 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 20 \cdot 10^6 \text{ kg} = 1,8 \cdot 10^8 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{el}} = E_{\text{ch}} \cdot \eta = 1,8 \cdot 10^8 \text{ MJ} \cdot 0,42 = 76 \cdot 10^6 \text{ MJ}$$

$$P = \frac{E_{\text{el}}}{t} = \frac{76 \cdot 10^6 \text{ MWh}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} = 0,88 \text{ GW}$$

- 2 Viele radioaktive Stoffe haben eine sehr große Halbwertszeit und müssen daher über lange Zeiträume sicher vor äußeren Einflüssen gelagert werden. Dafür sind unterirdische Lagerstätten (z. B. stillgelegte Salzbergwerke) am geeignetsten. In die Lagerstätten darf kein Wasser eindringen und radioaktive Stoffe dürfen auch nach längerer Lagerung das umgebende Gestein nicht durchdringen. Zur Zeit gibt es noch keine ausreichenden Erkenntnisse, welche Lagerstätten diese Voraussetzungen erfüllen und für eine dauerhafte Endlagerung geeignet sind.

$$3.1 \quad P = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{16,7 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 480 \text{ m}}{1,00 \text{ s}} = 78,6 \cdot 10^6 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 78,6 \text{ MW}$$

$$3.2 \quad \eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}} = \frac{70 \text{ MW}}{78,6 \text{ MW}} = 0,89$$

$$3.3 \quad P = \frac{203 \text{ GWh}}{365 \cdot 24 \text{ h}} = 23,2 \text{ MW}$$

$$4.1 \quad E = m \cdot g \cdot h = 12 \cdot 10^9 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 300 \text{ m} \quad m = \rho \cdot V = 12 \cdot 10^9 \text{ kg}$$
$$= 3,5 \cdot 10^{13} \text{ Nm} = 3,5 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

$$4.2 \quad \eta = \frac{E_{\text{pot}}}{E_{\text{el}}} \Rightarrow E_{\text{el}} = \frac{E_{\text{pot}}}{\eta}$$

$$E_{\text{el}} = P_{\text{el}} \cdot t \Rightarrow t = \frac{E_{\text{el}}}{P_{\text{el}}} = \frac{E_{\text{pot}}}{P_{\text{el}} \cdot \eta} = \frac{3,5 \cdot 10^{13} \text{ J}}{1020 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 0,88} = 39 \cdot 10^3 \text{ s} = 11 \text{ h}$$

$$4.3 \quad \eta = \frac{E_{\text{el}}}{E_{\text{pot}}} = \frac{P_{\text{el}} \cdot t}{E_{\text{pot}}} = \frac{1060 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 30000 \text{ s}}{3,5 \cdot 10^{13} \text{ J}} = 0,91$$

$$4.4 \quad \eta = \eta_{\text{Pumpe}} \cdot \eta_{\text{Turbine}} = 0,88 \cdot 0,91 = 0,80$$

- 5 elektrische Energie \rightarrow kinetische Energie des Wassers \rightarrow potenzielle Energie des Wassers \rightarrow kinetische Energie des Wassers \rightarrow elektrische Energie

6.1 In der Zeit von 8 Uhr bis 17 Uhr und 19 Uhr bis 22 Uhr übersteigt der Bedarf die Mittellast.

6.2 Grundlastkraftwerke: Braunkohle-, Kern- und Laufwasserkraftwerke

Mittellastkraftwerke: Steinkohlekraftwerke

Spitzenlastkraftwerke: Gasturbinen-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke

6.3 Von 0 Uhr bis 6 Uhr ist es sinnvoll Pumpspeicherkraftwerke im Pumpbetrieb zu betreiben, da in dieser Zeit der Strombedarf geringer als das Angebot.

$$7 \quad P_{el} = \frac{E_{el}}{t} \quad \text{und} \quad \eta = \frac{E_{el}}{E_{pot}} \Rightarrow P_{el} = \frac{E_{pot} \cdot \eta}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h \cdot \eta}{t} \Rightarrow$$

$$m = \frac{P_{el} \cdot t}{g \cdot h \cdot \eta} = \frac{12,6 \cdot 10^6 \frac{J}{s} \cdot 1 s}{9,8 \frac{N}{kg} \cdot 7,6 m \cdot 0,87} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

Pro Sekunde müssen $1,9 \cdot 10^5$ l Wasser durch die Turbinen fließen.

$$8.1 \quad \eta = \frac{E_{nutz}}{E_{auf}} = \frac{557 \cdot 10^6 \text{ Wh}}{90 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \cdot 36,5 \cdot 10^6 \frac{J}{\text{m}^3}} = \frac{557 \cdot 10^6 \cdot 3600 \text{ J}}{90 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \cdot 36,5 \cdot 10^6 \frac{J}{\text{m}^3}} = 0,610 = 61,0 \%$$

8.2 Gas-und-Dampf-Kraftwerke haben einen wesentlich höheren Wirkungsgrad als Gasturbinen-kraftwerke, da die beim Betrieb der Gasturbine entstehende Abwärme noch zum Antrieb einer Dampfturbine genutzt wird.

9.1 Energiegehalt Heizöl:

$$E = 21 \cdot 10^6 \text{ l} \cdot 42 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 0,95 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 8,4 \cdot 10^8 \text{ MJ}$$

Heizwert Hackschnitzel

$$H = \frac{E}{m} = \frac{8,4 \cdot 10^8 \text{ MJ}}{80 \cdot 10^6 \text{ kg}} = 11 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

$$9.2 \quad E_{zu} = 30 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 11 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 33 \cdot 10^4 \text{ MJ} = 92 \text{ MWh}$$

$$E_{ab} = (7,5 \text{ MW} + 15 \text{ MW}) \cdot 1 \text{ h} = 23 \text{ MWh}$$

$$h = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{23 \text{ MWh}}{92 \text{ MWh}} = 0,25$$

10

Vorteile	Energieträger	Nachteile	Energieträger
unerschöpfliche Vorräte	G, S, F, W	begrenzte Vorräte	E, K, U
nachwachsende Vorräte	B	große Landschaftsveränderungen	K, F
keine CO ₂ -Freisetzung bei der Umwandlung	G, S, U, F, W	CO ₂ -Freisetzung bei der Umwandlung	E, K
bei der Umwandlung wird nur so viel CO ₂ freigesetzt wie vorher gebunden wurde	B	Emission von Schadstoffen bei der Umwandlung	E, K, U
für die Grundlaststromversorgung geeignet	E, K, U, F	ist nicht immer verfügbar	S, W

- 11 Durch die Sonneneinstrahlung verdunstet auf der Erde ständig Wasser, das dann als Niederschlag wieder zur Erdoberfläche gelangt. Wenn die Niederschläge nicht auf Meereshöhe fallen, hat das Wasser aufgrund der Höhendifferenz potenzielle Energie, die in Wasserkraftwerken umgewandelt wird.

Die unterschiedliche Erwärmung der Erde infolge der Sonneneinstrahlung ist Ursache für Winde, deren kinetische Energie in Windkraftanlagen umgewandelt wird.

Durch Fotosynthese wandeln Pflanzen die Strahlungsenergie der Sonne in chemische Energie (Biomasse) um, die in den Pflanzen gespeichert wird.

12.1 $\eta_{\text{ges}} = 0,45 \cdot 0,90 = 0,41$

In Bezug auf den Primärenergieeinsatz haben Autos mit Verbrennungsmotor und Elektromotor ungefähr den gleichen Wirkungsgrad.

12.2 Auto mit Benzinmotor:

$$\text{Kosten: } 6,5 \frac{\text{l}}{100 \text{ km}} \cdot 1,60 \frac{\text{€}}{\text{l}} = 10 \frac{\text{€}}{100 \text{ km}}$$

Elektroauto:

$$\text{Kosten: } 16 \frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}} \cdot 0,30 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 4,8 \frac{\text{€}}{100 \text{ km}}$$

12.3 Energiebedarf für 10000 km:

$$10000 \text{ km} \cdot 16 \frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ kWh}$$

Anzahl der Elektroautos:

$$n = \frac{2,6 \cdot 10^6 \text{ kWh}}{1,6 \cdot 10^3 \text{ kWh}} = 1,6 \cdot 10^3$$

Mit der von der Windkraftanlage abgegebenen Energie könnten $1,6 \cdot 10^3$ Elektroautos eine Strecke von 10000 km pro Jahr zurücklegen.