

## Anwendungsaufgaben - Kraftwerke

1 Im Block eines Braunkohlekraftwerks werden täglich  $20 \cdot 10^3$  t Braunkohle mit einem Heizwert von  $9,2 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$  verbrannt. Berechne die elektrische Leistung des Kraftwerks bei einem Wirkungsgrad von 42 %.

2 Informiere dich im Internet über die Probleme, die bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle auftreten.

3.0 Die Kraftwerksstufe Marmorera – Tinizong der Wasserkraftwerke Mittelbünden in der Schweiz hat eine Gesamtleistung von 70 MW. Durch die Turbinen fließen aus dem 480 m höher gelegenen Stausee Marmorera durch einen Stollen pro Sekunde insgesamt  $16,7 \text{ m}^3$  Wasser.



Stausee Marmorera im schweizer Kanton Graubünden

3.1 Berechne die zugeführte mechanische Leistung.

3.2 Berechne den Wirkungsgrad der Kraftwerksstufe.

3.3 Die Kraftwerksstufe stellt pro Jahr durchschnittlich eine elektrische Energie von 203 GWh zur Verfügung. Berechne die durchschnittliche Leistung pro Jahr.

4.0 Das Pumpspeicherkraftwerk Goldisthal in Thüringen ist mit einer Leistung von 1060 MW eines der größten und modernsten Anlagen Europas. In lastschwachen Zeiten, wenn der Bedarf an elektrischer Energie gering ist, wird das Wasser vom Unterbecken in das 300 m höher gelegene Oberbecken gepumpt, welches ein Nutzvolumen von  $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  hat.

4.1 Berechne die im Wasser des Oberbeckens gespeicherte Energie, wenn dieses voll gefüllt ist.

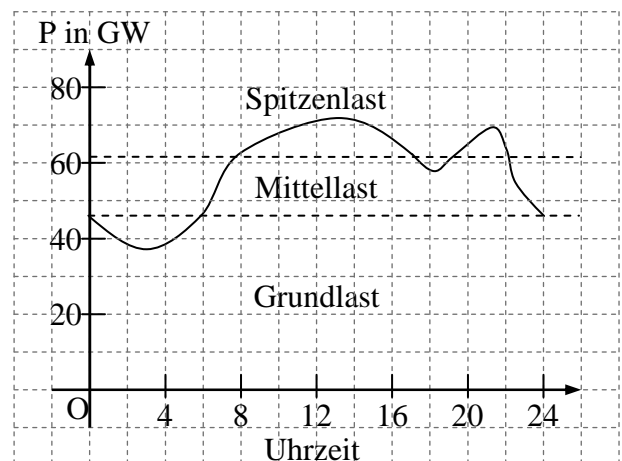
4.2 Berechne, wie lange das vollständige Füllen des leeren Speicherbeckens bei einer Pumpleistung von 1020 MW dauert, wenn der Wirkungsgrad des Pumpbetriebs 88 % beträgt.

4.3 Das Wasser im Speicherbecken reicht für 8 h 20 min Turbinenbetrieb bei maximaler Leistung. Berechne den Wirkungsgrad des Turbinenbetriebs.

4.4 Berechne den Gesamtwirkungsgrad des Pumpspeicherkraftwerks.

5 Gib die Reihenfolge der Energieumwandlungen in einem Pumpspeicherkraftwerk an.

6.0 Im nebenstehendem Diagramm ist der Bedarf an elektrischer Leistung im Tagesverlauf dargestellt. Die elektrische Energie muss immer entsprechend der Nachfrage bereitgestellt werden.



6.1 Entnimm dem Diagramm, in welchen Zeitabschnitten der Bedarf die Mittellast übersteigt.

6.2 Gib jeweils an, welche Kraftwerke die Grundlast, die Mittellast und die Spitzenlast abdecken.

6.3 In welcher Zeit ist es sinnvoll, ein Pumpspeicherkraftwerk im Pumpbetrieb zu betreiben? Begründe.

7 Das Laufwasserkraftwerk Landau hat eine maximale Leistung von 12,6 MW und einen Wirkungsgrad von 87 %. Wie viel Liter Wasser müssen bei einer Fallhöhe von 7,6 m pro Sekunde durch die Turbinen des Kraftwerks fließen, um diese Leistung zu erreichen?

- 8.0 Das Gas-und-Dampf-Kraftwerk (GuD) Irsching 4 erreicht den zurzeit höchsten weltweit möglichen Wirkungsgrad. In einem Probelauf hat es in einer Stunde aus  $90,0 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  Erdgas eine elektrische Energie von 557 MWh erzeugt.
- 8.1 Berechne den Wirkungsgrad des Kraftwerks.  
(Heizwert von Erdgas:  $36,5 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$ )
- 8.2 Welchen Vorteil hat ein Gas-und-Dampf-Kraftwerk gegenüber einem Gasturbinenkraftwerk? Begründe.
- 9.0 Im Biomasse-Heizkraftwerk Augsburg werden jährlich  $80 \cdot 10^3 \text{ t}$  waldfrische Hackschnitzel verbrannt. Deren Energiegehalt entspricht  $21 \cdot 10^6 \text{ l}$  Heizöl. Bei einem Hackschnitzelverbrauch von 30 t pro Stunde gibt das Kraftwerk eine elektrische Leistung von 7,5 MW und eine thermische Leistung (Fernwärme) von 15 MW ab.
- 9.1 Berechne den Heizwert der verwendeten Hackschnitzel.
- 9.2 Berechne den Wirkungsgrad des Kraftwerks.  
(Heizwert von Heizöl:  $42 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ ;  $\rho_{\text{Heizöl}} = 0,95 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ )
- 10 Ordne die vorgegebenen Energieträger den für sie zutreffenden Vor- und Nachteilen zu. Schreibe dazu den in Klammern angegebenen Buchstaben in die Tabelle.  
Energieträger: Biomasse (B), Erdöl (E), Geothermie (G), Kohle (K), Sonne (S), Uran (U), Wasser (F), Wind (W)

Vorteile	Energieträger	Nachteile	Energieträger
unerschöpfliche Vorräte		begrenzte Vorräte	
nachwachsende Vorräte		große Landschaftsveränderungen	
keine CO <sub>2</sub> -Freisetzung bei der Umwandlung		CO <sub>2</sub> -Freisetzung bei der Umwandlung	
bei der Umwandlung wird nur so viel CO <sub>2</sub> freigesetzt wie vorher gebunden wurde		Emission von Schadstoffen bei der Umwandlung	
für die Grundlaststromversorgung geeignet		ist nicht immer verfügbar	

- 11 Warum spricht man bei Wasserkraftwerken, Windkraftanlagen und Biomassekraftwerken von einer indirekten Nutzung der Sonnenenergie?
- 12.0 Ein Elektroauto benötigt für eine Strecke von 100 km eine elektrische Energie von 16 kWh. Der Elektromotor hat einen Wirkungsgrad von 90 %. Die elektrische Energie wird von einem Kohlekraftwerk mit einem Wirkungsgrad von 45 % bereitgestellt.
- 12.1 Berechne den Gesamtwirkungsgrad der Energieumwandlung und vergleiche ihn mit dem Wirkungsgrad eines Benzinmotors ( $\eta = 35 \%$ ).
- 12.2 Ein Auto mit Verbrennungsmotor hat einen Benzinverbrauch von 6,5 l pro 100 km. Vergleiche die Energiekosten mit denen des Elektroautos.  
(Benzinpreis:  $1,60 \frac{\text{€}}{\text{l}}$ ; Strompreis:  $0,30 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ )
- 12.3 Eine Windkraftanlage an Land mit einer Leistung von 1,5 MW gibt pro Jahr eine elektrische Energie von  $2,6 \cdot 10^6 \text{ kWh}$  in das Stromnetz ab. Wie viele Elektroautos könnten mit dieser Energie pro Jahr eine Strecke von 10000 km fahren?