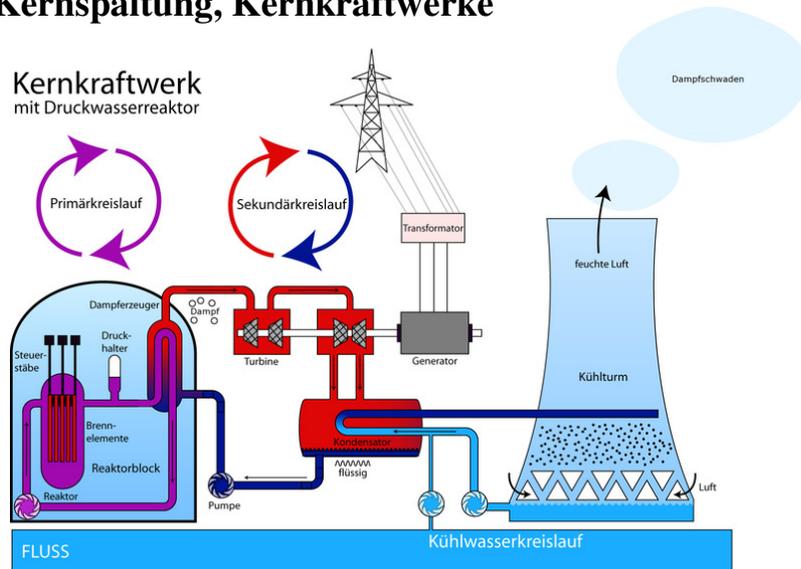


Physik * Jahrgangsstufe 10 * Kernspaltung, Kernkraftwerke

Das Bild zeigt den Aufbau und die Funktionsweise eines Kernkraftwerks mit einem Druckwasserreaktor.

Nutzen Sie zur Beantwortung der folgenden Fragen Ihr Lehrbuch, das ausliegende Informationsmaterial und gegebenenfalls auch das Internet.

Notieren Sie Ihre Antworten sauber in das Heft. Überlegen Sie auch, wie Sie Ihre Antworten vor der ganzen Klasse präzise, vollständig und anschaulich darbringen können.



Fragen zu Kernkraftwerken

- Erläutern Sie die Energieumwandlungskette, die zu einem Kernkraftwerk gehört. Nennen Sie dabei die verschiedenen auftretenden Energieformen und die technischen Energieumwandler.
- Erklären Sie, was man allgemein unter einer kontrollierten und einer unkontrollierten Kettenreaktion versteht.
- Was versteht man unter der „Anreicherung“ von Uran? Wie wird sie durchgeführt?
- Wodurch wird bei Uran 235 eine Kettenreaktion ausgelöst, und wie schafft man es im Kernkraftwerk, diese kontrolliert ablaufen zu lassen? Erklären Sie anhand einer Skizze und geben Sie eine mögliche Reaktionsgleichung an.
- Wie kann man schnelle Neutronen am besten abbremsen?
- Ein Kernkraftwerk gibt eine elektrische Leistung von etwa 1200 MW ab. Es hat einen Wirkungsgrad von 34 %. Was bedeutet dies für die Umgebung des Kraftwerks? Warum werden Kernkraftwerke immer an großen Flüssen gebaut?
- Welche Vor- und Nachteile hat ein Kernkraftwerk im Vergleich zu einem sehr großen Wasserkraftwerk?
- Neben dem Druckwasserreaktor gibt es auch noch den Siedewasserreaktor. Wie unterscheiden sich die beiden Reaktortypen?
- Wie viele Kernkraftwerke gibt es gegenwärtig in Deutschland (Europa, weltweit)? Welchen Anteil an der „Stromerzeugung“ haben die unterschiedlichen Kraftwerkstypen in Deutschland?

Abschätzungen zu Kernkraftwerk, Kohlekraftwerk und Windkraftanlagen

Verwenden Sie bei den Aufgaben a) und b) den Wert $1/3$ bzw. 33 % als Wirkungsgrad bei Steinkohle- und Kernkraftwerk.

- Das Kernkraftwerk Isar 2 gibt eine elektrische Leistung von 1475 MW ab. Berechnen Sie, wie viele Tonnen Uran für die Energieproduktion eines Jahres näherungsweise abgebaut werden müssen, wenn man diese Leistung konstant ein Jahr lang abgeben möchte. (Hinweis: Bei der Spaltung eines ^{235}U -Kerns wird etwa 0,16 GeV an Energie frei.)
- Ein Steinkohlekraftwerk erbringt eine elektrische Leistung von 700 MW. Wie viele Tonnen Steinkohle müssen für die Energieproduktion eines Jahres von zwei solchen Kraftwerken näherungsweise abgebaut werden, wenn man diese Leistung konstant ein Jahr lang abgeben möchte? (Hinweis: Der Heizwert von Steinkohle beträgt etwa 29 MJ/kg)

Die gesamte elektrische Maximalleistung der in Deutschland installierten Windkraftanlagen betrug Ende 2006 ca. 20 GW. Die aus diesen Anlagen in das Stromnetz eingespeiste elektrische Energie betrug im Jahr 2006 40 Mrd. kWh.

- Wie viele Stunden müssten die Anlagen unter voller Leistung laufen, dass diese Energiemenge abgegeben würde? Welcher mittlerer Dauerleistung würde es entsprechen, wenn man annimmt, die Anlagen liefen ein Jahr lang konstant mit dieser Leistung? Vergleichen Sie mit den Leistungen aus a) und b).

Abschätzungen zu Kernkraftwerk, Kohlekraftwerk und Windkraftanlagen * Lösungen

a) $P_{\text{elektrisch}} = 1475 \text{ MW}$ und $\eta = 33\% \Rightarrow P_{\text{gesamt}} = \frac{P_{\text{elektr}}}{\eta} = 4425 \text{ MW}$

Bei der Spaltung eines ^{235}U -Kerns wird etwa die Energie $0,16 \text{ GeV}$ frei.
(Siehe auch das Übungsblatt „Aufgaben zum Massendefekt“)

Pro Sekunde sind also ca. $N = \frac{4425 \text{ MJ}}{0,16 \text{ GeV}} = \frac{4425 \cdot 10^6 \text{ J}}{0,16 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 1,7 \cdot 10^{20}$ Kernspaltungen

erforderlich.

Das entspricht einer ^{235}U -Masse von $1,7 \cdot 10^{20} \cdot 235 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$ pro Sekunde.

Für ein Jahr benötigt man daher $365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ kg} = 2081 \text{ kg} \approx 2,1 \text{ t}$ an Uran 235 .

Bei einem ^{235}U -Anteil von nur $0,7\%$ am natürlich vorkommenden Uran müssen daher pro Jahr

etwa $\frac{2,1 \text{ t}}{0,007} = 300 \text{ t}$ Uran abgebaut werden.

b) $2 \cdot P_{\text{elektrisch}} = 1400 \text{ MW}$ und $\eta = 33\% \Rightarrow P_{\text{gesamt}} = \frac{P_{\text{elektr}}}{\eta} = 4200 \text{ MW}$

Mit dem Heizwert 29 MJ/kg benötigt man pro Sekunde also etwa $\frac{4200 \text{ MJ}}{29 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} = 145 \text{ kg}$ Steinkohle.

Pro Jahr müssen also $365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 145 \text{ kg} \approx 4,6 \cdot 10^9 \text{ kg} = 4,6 \cdot 10^6 \text{ t}$ Steinkohle abgebaut werden.

c) $P = \frac{E}{t} \Rightarrow t = \frac{E}{P} = \frac{40 \cdot 10^9 \text{ kWh}}{20 \cdot 10^9 \text{ W}} = 2000 \text{ h} \approx 83 \text{ Tage}$

Mittlere Dauerleistung $P_{\text{mittel}} = \frac{E}{t} = \frac{40 \cdot 10^9 \text{ kWh}}{365 \cdot 24 \text{ h}} \approx 4,6 \text{ GW}$

Die gesamte durch Windkraftanlagen gelieferte Leistung entspricht damit der von etwa 3 Kernkraftwerken bzw. von 6 Kohlekraftwerken.