

## Übung 10                      Radioaktivität    Kernkraftwerk Gösgen

### Lernziele

- die energetischen Abläufe in den einzelnen Kreisläufen in einem Kernkraftwerk verstehen.
- einem technischen Datenblatt einzelne Informationen entnehmen und damit einfachere Berechnungen durchführen können.
- die elektrische Leistung eines Solarkraftwerkes mit derjenigen eines Kernkraftwerkes vergleichen können.

### Aufgaben

1. Im Reaktor wird die Energie, welche bei der Kernspaltung von U-235 freigesetzt wird, auf das Primärwasser übertragen und zu den Dampferzeugern transportiert.  
  
Bestimmen Sie aus den Angaben in den "Technischen Hauptdaten" des KKW Gösgen (kopiertes Blatt), wie viel Energie pro Sekunde auf das Primärwasser übertragen wird.  
  
Hinweis:  
Die spezifische Energiekapazität  $c$  von Wasser ist temperaturabhängig:  
 $c = 4.18 \cdot 10^3 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$  bei  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $c = 5.5 \cdot 10^3 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$  bei  $t = 300 \text{ }^\circ\text{C}$
2. Im Kühlturm wird durch Verdunsten von Kühlwasser Energie an die Luft abgegeben.
  - a) Bestimmen Sie aus den Angaben in den "Technischen Hauptdaten", wieviel Energie im Kühlturm pro Sekunde an die Atmosphäre abgegeben wird.
  - b) Vergleichen Sie das Ergebnis aus a) mit dem Ergebnis aus der Aufgabe 1.
3. Die elektrische Klemmenspannung beträgt gemäss den "Technischen Hauptdaten" 27 kV.  
Schätzen Sie die elektrische Stromstärke am Ausgang des Generators ab, wenn mit einer (elektrischen) Leistung von ca. 1000 MW gerechnet werden kann.
4. Auf dem Stadiondach des Stade de Suisse Wankdorf Bern befindet sich ein Sonnenkraftwerk.  
Im Jahr 2005 wurde mit einer Solarzellenfläche von 8000 m<sup>2</sup> eine Energiemenge von 700'000 kWh gewonnen.  
  
Angenommen, man möchte das KKW Gösgen durch eine Photovoltaik-Anlage ersetzen, deren Leistung dem Sonnenkraftwerk Stade de Suisse entspricht.
  - a) Schätzen Sie ab, welche Solarzellenfläche dafür nötig wäre.
  - b) (siehe Seite 2)

- b) Geben Sie die in a) ermittelte Fläche im Vergleich zur Fläche eines Schweizer Kantons an:

<b>Kanton</b>	<b>Fläche in km<sup>2</sup></b>
Aargau	1404
Appenzell Ausserrhoden	243
Appenzell Innerrhoden	173
Basel - Landschaft	518
Basel - Stadt	37
Bern	5961
Freiburg	1671
Genf	282
Glarus	685
Graubünden	7105
Jura	837
Luzern	1493
Neuenburg	803
Nidwalden	276
Obwalden	491
St. Gallen	2026
Schaffhausen	299
Schwyz	908
Solothurn	791
Thurgau	991
Tessin	2812
Uri	1077
Waadt	3212
Wallis	5225
Zürich	1729
Zug	239
<b>Schweiz</b>	<b>41'285</b>

## Lösungen

1. Technische Hauptdaten:  
Pro Sekunde fließen 15'984 kg Wasser durch den Reaktor. Das Wasser wird im Reaktor von 291.5 °C auf 324.2°C erwärmt.

$$W_1 = c \cdot m \cdot \Delta T = 5.5 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot 15'984 \text{ kg} \cdot (324.2 - 291.5) \text{ K} = 2.9 \text{ GJ}$$

2. a) Technische Hauptdaten:  
Pro Sekunde fließen 31.6 m<sup>3</sup> Wasser zum Kühlturm. Das Wasser wird von 36 °C auf 22 °C abgekühlt.

$$W_2 = c \cdot m \cdot \Delta T = 4.18 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot 31.6 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot (36 - 22) \text{ K} = 1.8 \text{ GJ}$$

b)  $\frac{W_2}{W_1} = \frac{1.8 \text{ GJ}}{2.9 \text{ GJ}} = 0.64 = 64\%$

3.  $P_{el} = U \cdot I_Q$   
 $I_Q = \frac{P_{el}}{U} = \frac{1000 \text{ MW}}{27 \text{ kV}} = 37 \text{ kA}$

4. a) Ann.: Die Leistung ist proportional zur Fläche

$$\frac{P_1}{A_1} = \frac{P_2}{A_2}$$

$$A_2 = \frac{P_2}{P_1} A_1 = \frac{1000 \text{ MW}}{700'000 \text{ kWh} / 1 \text{ a}} 8000 \text{ m}^2 = 100 \text{ km}^2$$

- b)  $A_2$  3 mal die Fläche des Kt. BS  
 $A_2$  1/2 der Fläche des Kt. ZG  
 $A_2$  1/3 der Fläche des Kt. SH