

## Aufgaben 10

## Wärme Entropieleitung, Entropie als Energieträger, Energie

### Lernziele

- das Phänomen der Entropieleitung in einem Körper kennen.
- wissen und verstehen, wovon die Stärke eines Entropiestromes in einem Körper abhängt.
- die Grösse Entropieleitfähigkeit kennen und verstehen.
- die Entropiestromstärke bei einem Entropieleitungsvorgang bestimmen können.
- wissen und verstehen, was ein konvektiver Entropietransport ist.
- beurteilen können, ob es sich bei einem gegebenen Entropietransport um Entropieleitung oder um einen konvektiven Entropietransport handelt.
- die Entropie als Energieträger verstehen.
- den Zusammenhang zwischen der Entropiestromstärke und der dazugehörigen Energiestromstärke kennen.
- den Unterschied zwischen einer Energiestromstärke und einer Prozessleistung kennen und verstehen.
- Systemdiagramme bzw. Energieflussbilder von einfacheren Energieumladern verstehen und selber zeichnen können.
- verstehen, wieviel eine Kilowattstunde Energie ist.
- einfachere Energieberechnungen ausführen können.

### Aufgaben

- 10.1 Studieren Sie im Buch KPK 2 die folgenden Abschnitte:
- 1.7 Die Entropieleitfähigkeit (Seiten 13 bis 15)
  - 1.8 Entropietransport durch Konvektion (Seiten 15 und 16)
  - 1.9 Die Entropie als Energieträger (Seiten 16 und 17)
  - 1.10 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom (Seiten 17 bis 19)
- 10.2 Ein thermisches Kraftwerk (Kernkraftwerk, Öl-/Gas-/Kohlekraftwerk) hat grundsätzlich den Zweck, Energie vom Träger Entropie auf den Träger elektrische Ladung umzuladen.
- Zeichnen Sie das Systemdiagramm bzw. das Energieflussbild eines solchen thermischen Kraftwerkes.
- 10.3 Ein Kraftwerk hat einen zur Abwärme gehörigen Energiestrom der Stärke 1.50 GW bei einer Temperatur von 27 °C.
- a) Bestimmen Sie die Stromstärke der Entropie, die von der Anlage an die Umwelt abgegeben wird.
  - b) Bestimmen Sie die Stromstärke der Entropie, die vom Ofen an die Anlage fliesst, falls die Anlage ...
    - i) ... vollkommen reversibel läuft.
    - ii) ... nicht reversibel läuft.
  - c) Bestimmen Sie die Heiztemperatur, damit die thermische Prozessleistung 1.00 GW beträgt.
- 10.4 Bei Energiefragen wird häufig die Energieeinheit kWh (Kilowattstunden) verwendet.
- a) Wieviele Joule sind 1 kWh?
  - b) Im Empire State Building in New York befindet sich im 90. Stockwerk (in 360 m Höhe) eine Baustelle. Da alle Lifte ausser Betrieb sind, müssen die benötigten Zementsäcke (Masse 50 kg) von Bauarbeitern hochgetragen werden.
    - i) Wieviele Zementsäcke zu 50 kg können mit der Energie 1.0 kWh um 360 m angehoben werden?
    - ii) (siehe nächste Seite)

- ii) Wieviele Kilokalorien (kcal) Energie muss ein Bauarbeiter durch Nahrung zu sich nehmen, um die in i) gesuchte Anzahl Zementsäcke hochtragen zu können?

Hinweise:

- Gemäss Definition der Internationalen Union für Ernährungswissenschaften gilt:  
 $1 \text{ kcal} = 4.182 \text{ kJ}$
- Nehmen Sie an, dass der Wirkungsgrad eines Menschen beim Treppensteigen 20% beträgt.

10.5 Das Kernkraftwerk Gösgen hat eine sogenannte Netto-Nennleistung von 970 MW.

- a) Beurteilen Sie, ob es sich bei dieser „Netto-Nennleistung“ um eine Energiestromstärke oder eine Prozessleistung handelt.
- b) Wieviele kWh Energie wird pro Stunde ans öffentliche Netz abgegeben?

## Lösungen

10.1 ...

10.2 ...

10.3 a)  $I_W = T \cdot I_S$   
-----  
 $\Rightarrow I_S = \frac{I_W}{T} = \frac{1.50 \text{ GW}}{300 \text{ K}} = 5.00 \text{ MCt/s}$

b) i) gleich gross wie in a)  
ii) kleiner als in a)

c)  $P_{th} = \Delta T \cdot I_S$   
 $\Delta T = T_{Heiz} - T_{Umwelt}$   
 $I_{W,Umwelt} = T_{Umwelt} \cdot I_S$   
-----  
 $\Rightarrow T_{Heiz} = \left(1 + \frac{P_{th}}{I_{W,Umwelt}}\right) \cdot T_{Umwelt} = \left(1 + \frac{1.00 \text{ GW}}{1.50 \text{ GW}}\right) \cdot 300 \text{ K} = 500 \text{ K} \triangleq 227 \text{ °C}$

10.4 a)  $1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$  (exakt, d.h. nicht gerundet)

b) i) 20 Zementsäcke

ii)  $4.3 \cdot 10^3 \text{ kcal}$

10.5 a) Prozessleistung

b)  $9.70 \cdot 10^5 \text{ kWh}$