

Link-Ebene Physik



Lehrplananbindung: Jahrgangsstufe 8.2 Aufbau der Materie und Wärmelehre

Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

Erkenntnisgewinnung	<i>Fachmethoden wiedergeben</i>	Fachmethoden nutzen	<i>Fachmethoden problembezogen auswählen u. anwenden</i>
Kommunikation	<i>Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten</i>	<i>Geeignete Darstellungsformen nutzen</i>	Darstellungsformen selbständig auswählen u. nutzen
Bewertung	<i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i>	<i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen u. kommentieren</i>	Eigene Bewertungen vornehmen

Aufgabe:

„Die Station „Princess Elisabeth“ liegt auf $23^{\circ}20'$ östlicher Länge und $71^{\circ}5'$ südlicher Breite im Königin-Maudland und damit schon ziemlich nahe am Südpol. Die dortigen Bedingungen sind erwartungsgemäß alles andere als einfach. Auf 1382 Meter Höhe sinkt die Temperatur bis auf minus 50 Grad Celsius. Windgeschwindigkeiten von bis zu 125 Kilometern pro Stunde sorgen für ein frostiges Arbeitsklima. Da freuen sich die 48 Forscher, die im antarktischen Sommer die „Princess Elisabeth“ bewohnen schon über warmes Wasser zum Duschen.“

FAZ 4.2.2011

Die Solarabsorber schmelzen während des arktischen Tages 800 Liter Wasser auf und erwärmen es auf 60°C . Die 380 qm große Photovoltaikanlage versorgt die Station mit Strom.



- Nimmt man an, dass der arktische Tag 15 h dauert und die mittlere Leistung eines Solarmoduls über den Tag hin gemessen 100 W/m^2 beträgt, so kann man berechnen, welche elektrische Leistung der Station pro Kopf zur Verfügung steht.
- In Aufgabe a) errechnet sich eine verfügbare Durchschnittsleistung von etwa 0,25 kW. Vergleiche das mit Deinem eigenen durchschnittlichen Energiekonsum. Ist das „viel oder wenig“? Stelle das Ergebnis der Rechnung in einem Diagramm dar.
- Wie viel Energie stellen die Solarabsorber pro Tag zur Verfügung, wenn man unterstellt, dass das Gletschereis bei -15°C geerntet wird? ($c_{\text{Eis}} = 2\text{ kJ}/(\text{kg K})$)
- Die Station verfügt auch über eine Windturbine. Stelle in einem Graph die Kette der Energieumwandlungen vom „Wind“ bis zur Warmwasserdusche dar. Wäge ab, wieso der Betrieb einer Antarktisstation mit alternativen Energien besonders wünschenswert ist und ob sie ausschließlich auf diese Energiearten setzen darf.

Lösung

$$a) E = P \cdot t = 380 \text{m}^2 \cdot \frac{100 \text{W}}{\text{m}^2} \cdot 15 \text{h} = 570 \text{kWh}$$

$$P = \frac{E}{48 \cdot 2 \cdot 24 \text{h}} = 0,250 \text{kW}$$

b) In Schülerarbeit die durchschnittliche elektrische Leistung im Haushalt errechnen lassen. Sie lässt sich aus dem Jahresenergieverbrauch an elektrischer Energie gewinnen. Dies sind nach VDEW 2010 die Durchschnittswerte:

Einpersonen-Haushalt etwa 1.600 kWh per anno
Zweipersonen-Haushalt etwa 2.800 kWh
Dreipersonen-Haushalt etwa 3.900 kWh
Vierpersonen-Haushalt etwa 4.500 kWh
Fünf-oder mehr Personen etwa 5.300 kWh
(Quelle: VDEW)

c) Zuerst muss das Wassereis von -15°C auf 0°C erwärmt werden, dann schmelzen und dann das Wasser in flüssiger Phase erwärmen.

$$E = Q_{\text{Eis}} + Q_{\text{Schmelzen}} + Q_{\text{Wasser}}$$
$$= 800 \text{kg} \cdot 15 \text{K} \cdot 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} + 800 \text{kg} \cdot 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 800 \text{kg} \cdot 80 \text{K} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 557000 \text{kJ}$$

d) Windenergie \rightarrow elektrische Energie \rightarrow Wärme zum Schmelzen und Erwärmen. Die alternativen Energien erzeugen keine Verbrennungsrückstände und können damit die jungfräuliche Natur der Antarktis nicht mit Feinstaub belasten. Außerdem bleiben keine Verbrennungsrückstände, die zu entsorgen wären. Ausschließlich auf diese Energieart zusetzen ist problematisch, weil die Speicherfähigkeit im großen Stil, z.B. für die lange Polarnacht nicht gelöst ist. Man wird vermutlich Treibstoff für die Fahrzeuge und den Bordgenerator lagern.