

Habt ihr schon gewusst 265 ... Irritierende Formel

Strukturen und Analogien sind in den Physikbildungsstandards ein Pflichtthema. Ein anderes Pflichtthema ist der Umgang mit „fremden Formeln“.

In diesem Zusammenhang passt eventuell der folgende Arbeitsauftrag, der mit einer Textanalyse (aus Praxis der Naturwissenschaften 3/36 – 1987 | S19ff) beginnt.

Arbeitstext

„Theoretisches Modell eines Kollektors

Zur Berechnung des Wärmeverlustes betrachten wir uns das thermische Netzwerk in Analogie zu dem der Elektrizitätslehre: Temperaturunterschiede entsprechen Spannungsdifferenzen, elektrische Widerstände – thermische Widerstände, und Wärmeströme werden mit elektrischen Strömen verglichen.

... der gesamte Wärmeverlust ist definiert durch

$$Q = k \cdot \Delta T \rightarrow$$

mit k : Gesamtwärmedurchgangskoeffizient, wobei $k = 1/R$ mit R : gesamter Wärmewiderstand und $\Delta T = T_A - T_U$ (Differenz zwischen der mittleren Absorbertemperatur des Kollektors (T_A) und der Umgebungstemperatur (T_U) – gemessen jeweils in Kelvin).

$$\text{also ... } Q = \frac{1}{R} \cdot \Delta T$$

Im Anhang des Artikels steht:

Q :	Verlustwärmestromdichte	(W/m^2)
R :	gesamter Wärmewiderstand	($m^2 \cdot K/W$)
k :	Gesamtwärmedurchgangskoeffizient	($W/m^2/K$)

Arbeitsauftrag

- Aus dem Unterricht sind die Analogien zwischen dem elektrischen- und dem Wärmestromkreis bekannt. Erstelle eine Tabelle, in der die analogen Größen einander gegenüber stehen.
- Welche Formel beschreibt den Zusammenhang zwischen der Energiestromstärke, dem Antrieb und der dazu passenden Stromstärke ... (a) in der E-Lehre und (b) in der Wärmelehre? ¹
- Welche Formel beschreibt den Zusammenhang zwischen der Stromstärke, dem Antrieb und dem zugehörigen Widerstand ... (c) in der E-Lehre und (d) in der Wärmelehre? ²
- Zeige, dass aus (a) und (c) für die elektrische Energiestromstärke (Leistung) gilt: $P_E = \frac{1}{R_E} \cdot U^2$
- Welche Formel resultiert aus (b) und (d) in Analogie zur obigen Formel aus der E-Lehre? ³
- Wie passt die Formel $P_S = \frac{1}{R_S} \cdot (\Delta T)^2$ zur obigen Formel aus dem Zeitungsartikel $Q = k \cdot \Delta T$?

¹ ... $P = \Delta \varphi \cdot I_E$... Produkt aus der elektrischen Stromstärke und der Potentialdifferenz zwischen den Enden eines Widerstandes
... $P = \Delta T \cdot I_S$... Produkt aus der Entropie-Stromstärke und der Temperaturdifferenz zwischen dem Eingang und Ausgang des Systems ...

² ... $\Delta \varphi = I_E \cdot R_E$... oder Definition des elektrischen Widerstandes $R_E = \Delta \varphi / I_E$...
... $I_S \sim \Delta T$... also $\Delta T = I_S \cdot R_S$... oder Def. des Entropiewiderstandes $R_S = \Delta T / I_S$

³ ... konsequent müsste man erwarten: $P_S = \frac{1}{R_S} \cdot (\Delta T)^2$

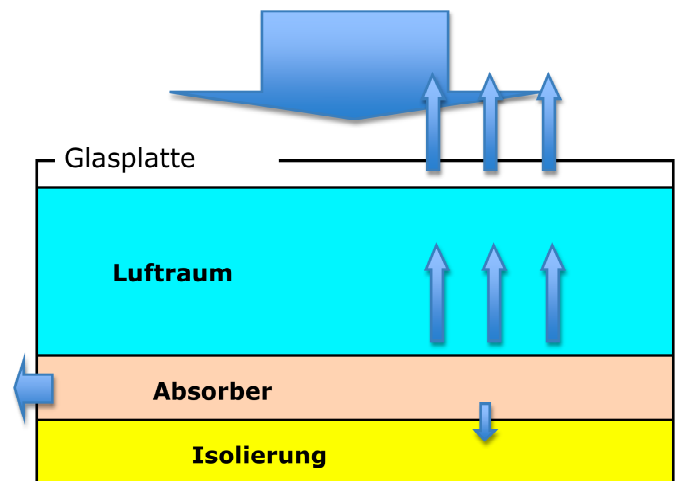
Differenzierter Unterricht

Die durchschnittliche Absorbtemperatur sei T_A , während die Umgebungstemperatur mit T_U bezeichnet wird.

Von der Glasoberfläche fließt Entropie durch folgende Effekt in die Umgebung ... Wärmeleitung in der Luft (gering!), Konvektion und Wärmestrahlung.

Vom Absorber strömt Entropie in Richtung Glasplatte auf Grund folgender Effekte ... Wärmeleitung in der Luft (gering!), Konvektion und Wärmestrahlung

Vom Absorber strömt Entropie durch die Isolation in Richtung des Untergrundes fast ausschließlich nur durch Wärmeleitung.



Vergleicht man die Wärmeströme mit elektrischen Strömen, liegen „Wärmestromschaltbilder“ mit „Wärmestromwiderständen“ sehr nahe.

Arbeitsauftrag

Zeichnen Sie das „Wärmestromschaltbild“ dieses Kollektormodells bzgl. seiner „Wärmestromverluste“ in die Umgebung auf. Diskutieren Sie in Ihrem Team, unter welchen Umständen die „Wärmestromwiderstände“ parallel – und unter welchen Umständen die Widerstände in Reihe geschaltet werden?

Schülerlösung

