

# Entropie in der Schule

## Entropie und Energie

[www.karlsruher-physikkurs.de](http://www.karlsruher-physikkurs.de)

[www.kpk-akademie.de](http://www.kpk-akademie.de)

- 1 Energie und Energieträger
- 2 Entropie als Energieträger
- 3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom
- 4 Entropieerzeugung durch Entropieströme
- 5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen
- 6 Wärmekraftwerk - Wärmepumpe



1 Energie und Energieträger

2 Entropie als Energieträger

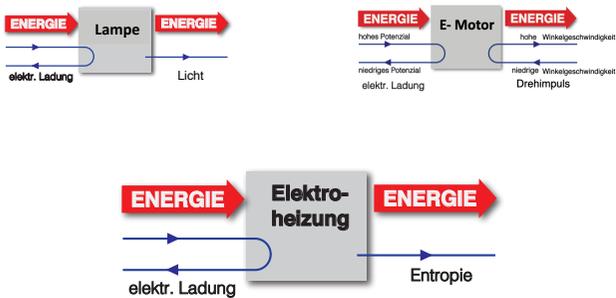
3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom

4 Entropieerzeugung durch Entropieströme

5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen

6 Wärmekraftwerk - Wärmepumpe

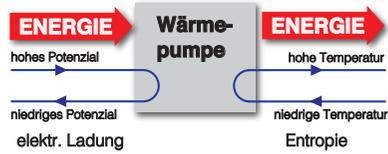
2 Entropie als Energieträger



Entropie ist ein Energieträger.



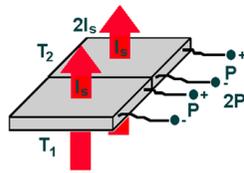
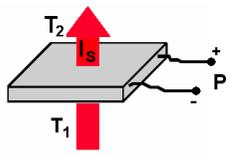
Entropie ist ein Energieträger.



Je höher die Temperatur ist, desto mehr Energie transportiert die Entropie.

- 1 Energie und Energieträger
- 2 Entropie als Energieträger
- 3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom
- 4 Entropieerzeugung durch Entropieströme
- 5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen
- 6 Wärmekraftwerk - Wärmepumpe

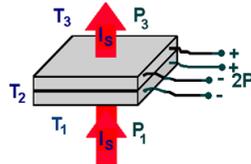
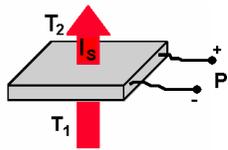
3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom



Zwei "parallel geschaltete" Wärmepumpen fördern doppelt so viel Entropie und „verbrauchen“ doppelt so viel Energie wie eine einzige.

$$P \sim I_S \quad \text{bei} \quad \Delta T = \text{const}$$

3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom



$$P \sim \Delta T \quad \text{bei} \quad I_S = \text{const}$$

$$P \sim I_S \quad \text{bei} \quad \Delta T = \text{const}$$

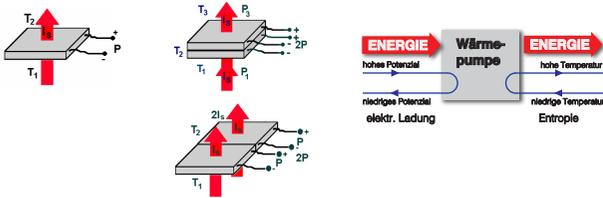
$$\left. \begin{array}{l} P \sim \Delta T \\ P \sim I_S \end{array} \right\} P \sim \Delta T \cdot I_S$$

$$P = \Delta T \cdot I_S$$

$$P = \Delta\varphi \cdot I_Q = U \cdot I$$

$$P = \Delta\mathbf{v} \cdot I_p = \mathbf{v} \cdot \mathbf{F}$$

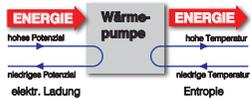
3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom



$$P = \Delta T \cdot I_S$$

Die Wärmepumpe verbraucht um so mehr Energie  
 – je mehr Entropie sie fördern muss,  
 – je größer der Temperaturunterschied ist, den sie zu überwinden hat .

3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom



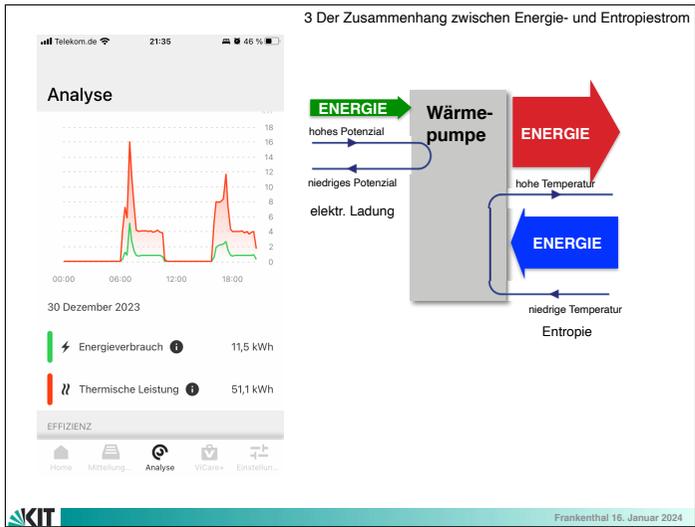
$$P = \Delta T \cdot I_S = (T_2 - T_1) \cdot I_S = T_2 \cdot I_S - T_1 \cdot I_S$$

$$P = T \cdot I_S$$

Ein Entropiestrom der Stärke  $I_S$  trägt einen  
 Energiestrom der Stärke  $T \cdot I_S$  .

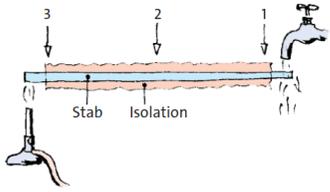
Die Temperatur gibt an, wie stark ein Entropiestrom mit  
 Energie beladen ist.





- 1 Energie und Energieträger
- 2 Entropie als Energieträger
- 3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom
- 4 Entropieerzeugung durch Entropieströme
- 5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen
- 6 Wärmekraftwerk - Wärmepumpe

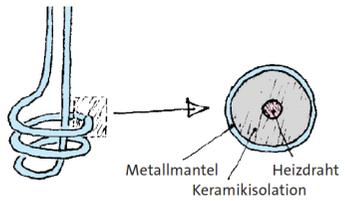
4 Entropieerzeugung durch Entropieströme



$$P_3 = P_2 = P_1$$
$$T_3 I_{S,3} = T_2 I_{S,2} = T_1 I_{S,1}$$
$$T_3 > T_2 > T_1$$
$$I_{S,3} < I_{S,2} < I_{S,1}$$

Fließt Entropie durch einen Wärmewiderstand, so wird zusätzliche Entropie erzeugt.

4 Entropieerzeugung durch Entropieströme



1 Energie und Energieträger

2 Entropie als Energieträger

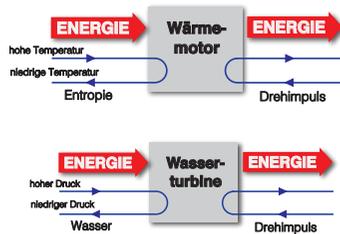
3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom

4 Entropieerzeugung durch Entropieströme

5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen

6 Wärmekraftwerk - Wärmepumpe

5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen



In einem Wärmemotor wird Energie vom Energieträger Entropie auf den Energieträger Drehimpuls umgeladen.

$$P = \Delta T \cdot I_S$$

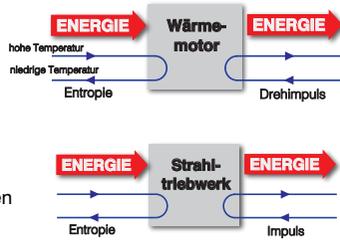
Ein Wärmemotor gibt mit dem Drehimpuls um so mehr Energie ab

- je stärker der Entropiestrom ist, der durch die Maschine fließt;
- je größer das Temperaturgefälle ist, das der Entropiestrom in der Maschine hinunterfließt.

Natürliche Entropiequellen

Künstliche Entropiequellen

- Wärme- kraftwerke
- Verbrennungsmotoren
- Kolbendampfmaschinen
- Das Strahltriebwerk



- 1 Energie und Energieträger
- 2 Entropie als Energieträger
- 3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom
- 4 Entropieerzeugung durch Entropieströme
- 5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen
- 6 Wärmekraftwerk - Wärmepumpe



- 1 Energie und Energieträger
- 2 Entropie als Energieträger
- 3 Der Zusammenhang zwischen Energie- und Entropiestrom
- 4 Entropieerzeugung durch Entropieströme
- 5 Wärmemotoren und ihre Entropiequellen
- 6 Wärmekraftwerk - Wärmepumpe

**EN  
DE**