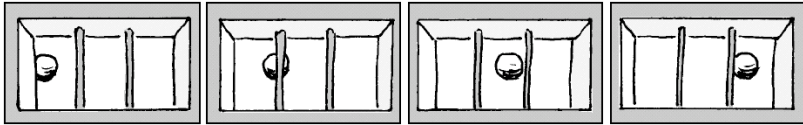


Der Zeitpfeil



Die Bildreihenfolge ist nicht eindeutig bestimmt.

Der Vorgang ist umkehrbar, er ist reversibel.



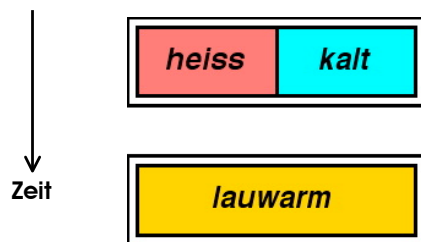
Der Vorgang ist nicht umkehrbar, er ist irreversibel.

Woran erkennen wir irreversible Vorgänge?

Energieentwertung

Die minderwertige thermische Energie (innere Energie) nimmt auf Kosten der höherwertigen Energieformen (mechanische oder elektrische Energie) zu.

Da haben wir aber ein Problem!



Abgeschlossenes System

Innere Energie $U = \text{konstant}$

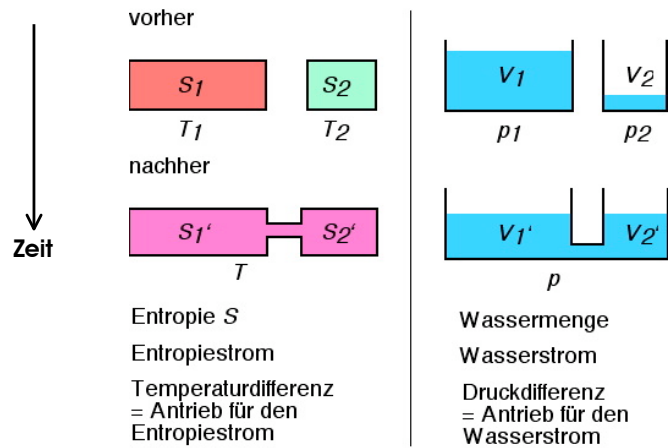
Der Vorgang ist nicht umkehrbar, er ist irreversibel.

Bei irreversiblen Vorgängen nimmt die „Wärme“ zu, was bedeutet das hier? Ist „Wärme“ in diesem Sinne doch etwas anderes als innere Energie? Was bedeutet hier Entwertung?

Mehrdeutigkeit des Wortes „Wärme“



Ein Vergleich

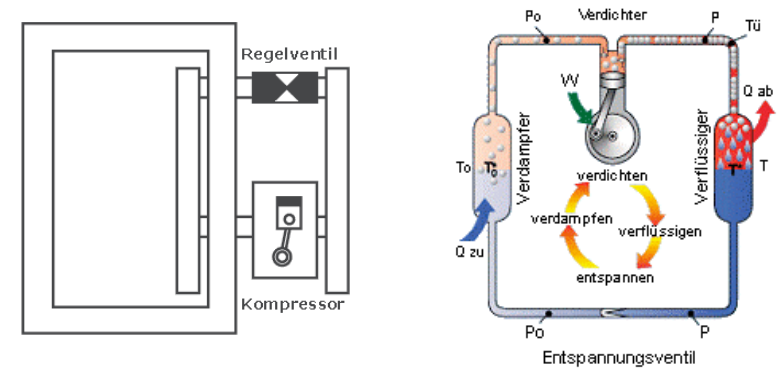


Januar 07

©mwey, Gymnasium Kirchenfeld, MN

Entropie 6

Entropiepumpe Kühlschrank = Wärmepumpe

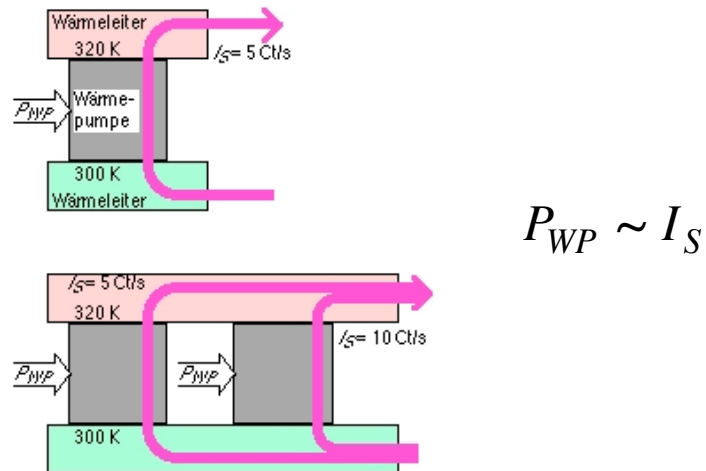


Januar 07

©mwey, Gymnasium Kirchenfeld, MN

Entropie 7

Entropiestrom und Leistung der Wärmepumpe 1

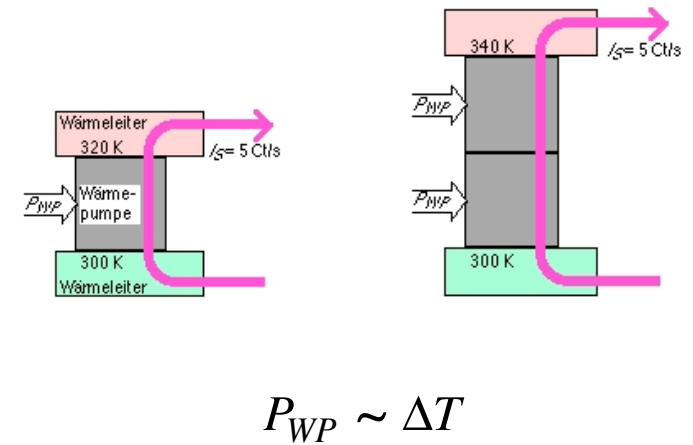


Januar 07

©mwey, Gymnasium Kirchenfeld, MN

Entropie 8

Entropiestrom und Leistung der Wärmepumpe 2

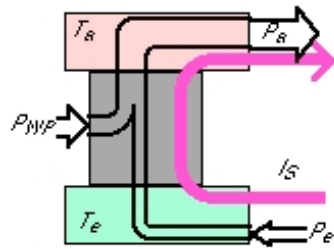


Januar 07

©mwey, Gymnasium Kirchenfeld, MN

Entropie 9

Entropiestrom und Energiestrom (Leistung)



$$P_{WP} \sim I_S \cdot \Delta T$$

$$P_{WP} = \text{konst} \cdot I_S \cdot \Delta T$$

Die Einheit für die Entropie wird so gewählt, dass $\text{konst}=1$ ist, also gilt:

$$P_{WP} = I_S \cdot \Delta T$$

$$P_{WP} = I_S \cdot \Delta T = I_S \cdot (T_a - T_e) = I_S \cdot T_a - I_S \cdot T_e = P_a - P_e$$

Wie Entropie- und Energieänderung zusammenhängen

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$I_S = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$P_{WP} = I_S \cdot \Delta T$$

$$P = I_S \cdot T$$

Ein Entropiestrom der Stärke I_S „trägt“ den Energiestrom P der Stärke $I_S \cdot T$.

Wird irgend eine Energieform in innere Energie umgewandelt, so wird der Entropiestrom I_S erzeugt.

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \cdot T$$

$$\frac{\Delta E}{T} = \Delta S$$