Entropielehre

Wärmelehre-Unterricht in Klasse 9 / 10
mit der mengenartigen Größe „Entropie“

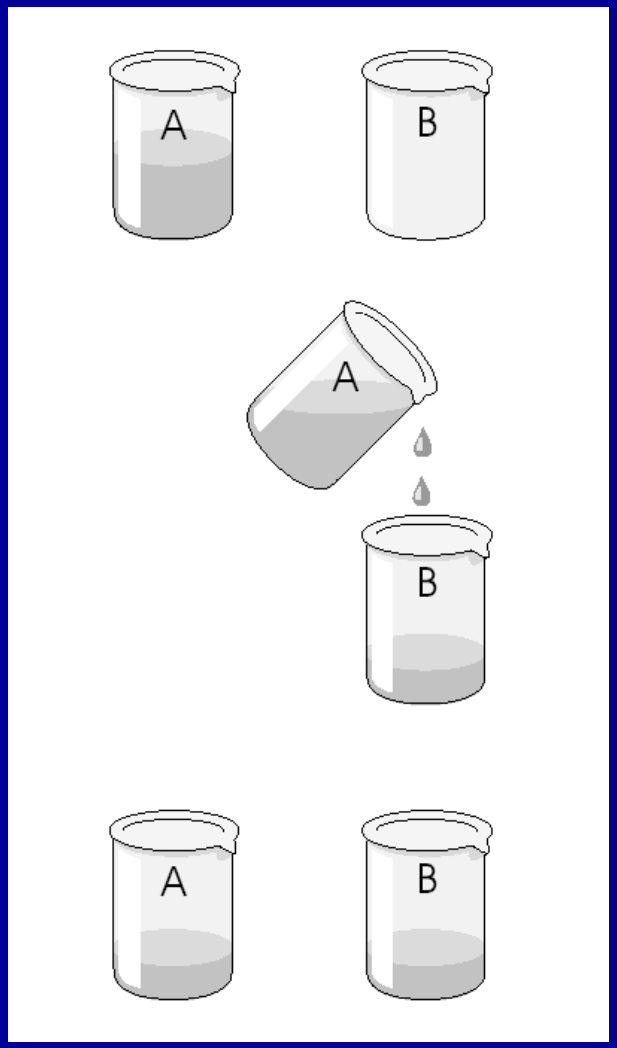
Entropy could be introduced in
a way “which every schoolboy
could understand” .

Callendar, 1911

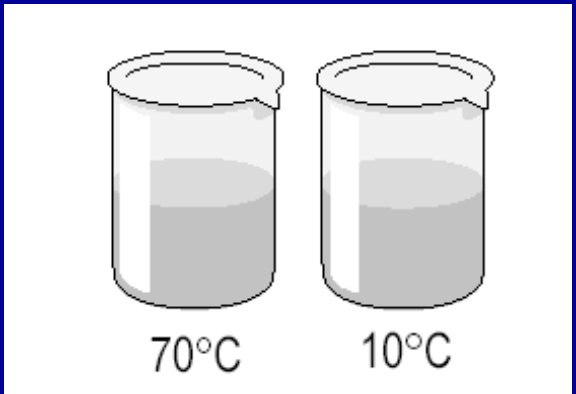
Temperatur (in $°C$)

Wärme (Alltagssprache) = Entropie in der Fachsprache

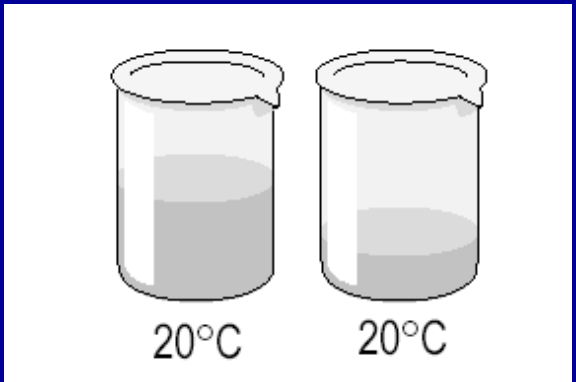
Wärme (Alltagssprache) wird auf die beiden Bechergläser verteilt



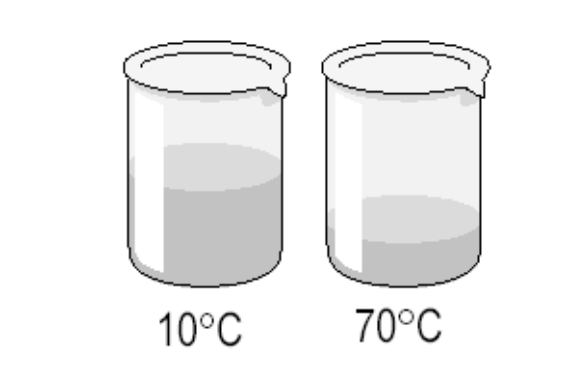
Je höher die Temperatur eines Gegenstandes ist, desto mehr Entropie enthält er.



Je größer die Masse eines Gegenstandes ist, desto mehr Entropie enthält er.



Jetzt noch nicht entscheidbar



Je höher die Temperatur eines Gegenstandes ist, desto mehr Entropie enthält er.

Ein Reifen enthält umso mehr Luft

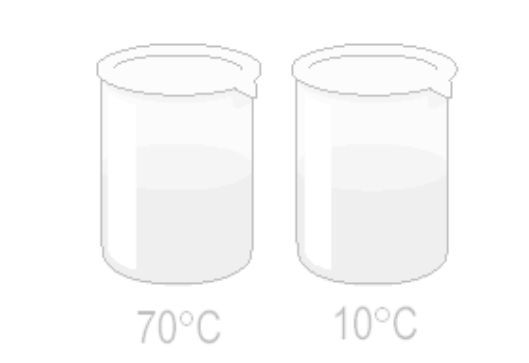
- Je größer der Körper ist.
- Je höher der Druck in dem Reifen

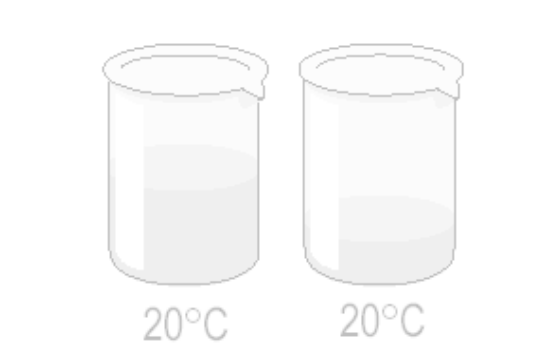
Je größer die Masse eines Gegenstandes ist, desto mehr Entropie enthält er.

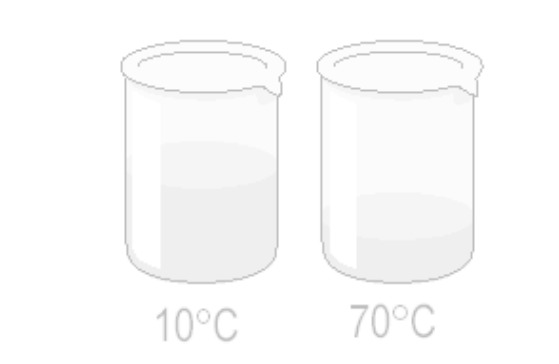
Ein Körper enthält umso mehr Entropie

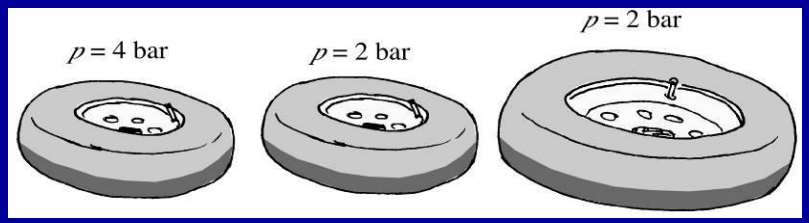
- Je größer der Körper ist.
- Je höher die Temperatur des Körpers ist

Jetzt noch nicht entscheiden

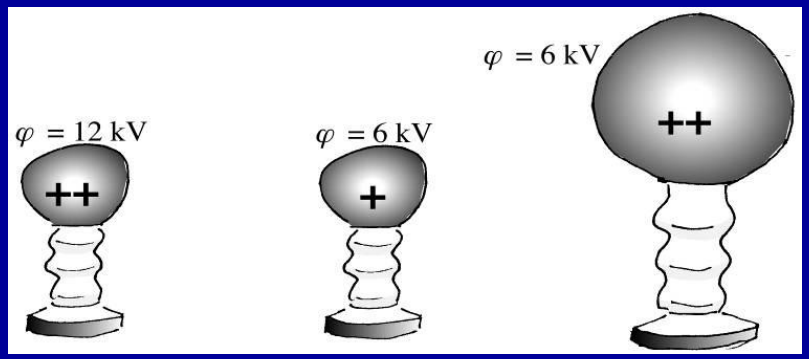






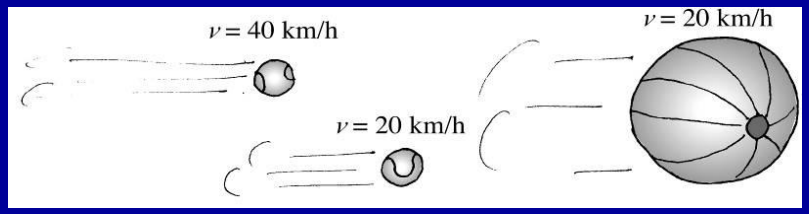


Ein Behälter enthält um so mehr Luft
– je größer er ist;
– je höher der Druck ist.

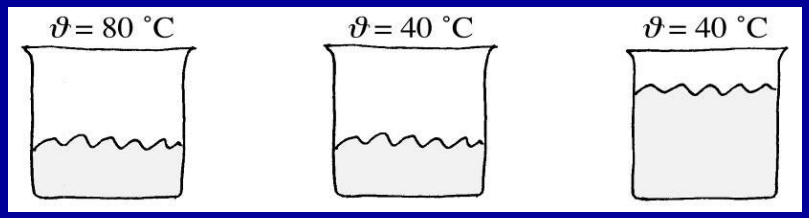


Ein Körper enthält um so mehr elektrische Ladung
– je größer er ist;

– je höher sein elektrisches Potenzial ist.



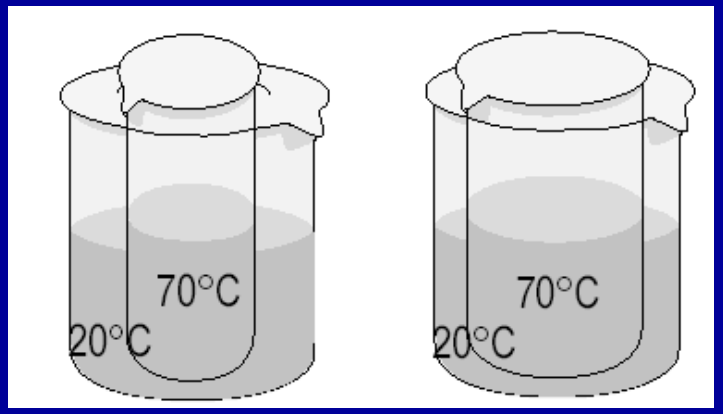
Ein Behälter enthält um so mehr Impuls
– je größer seine Masse ist;
– je höher seine Geschwindigkeit ist.



Ein Behälter enthält um so mehr Entropie
– je größer er ist;
– je höher seine Temperatur ist.

Name der Größe	Abkürzung d. Gr.	Einheit	Abkürzung d. E.
Energie	E	Joule	J
Entropie	S	Carnot	Ct
…	…	…	…

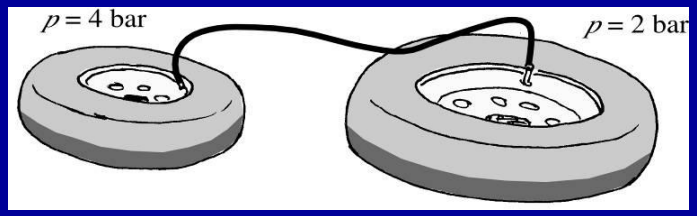
1 cm^3 Wasser von Normaltemperatur enthält etwa 4 Ct.



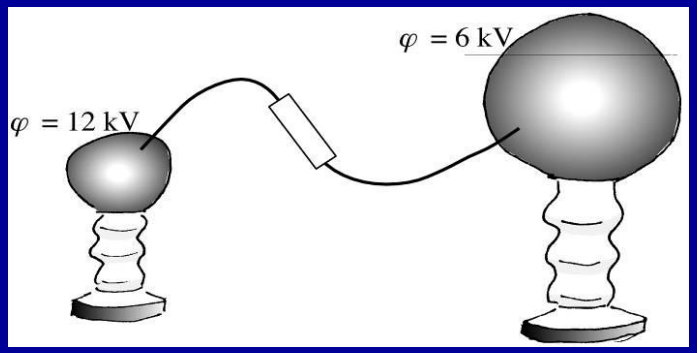
Entropie strömt ***von selbst*** von Stellen höherer zu Stellen niedrigerer Temperatur.

Ein Temperaturunterschied ist ein Antrieb für einen Entropiestrom.

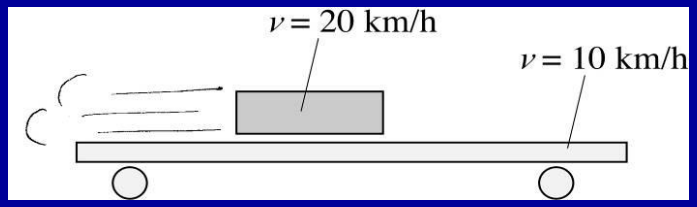
Den Zustand der Temperaturgleichheit, der sich am Ende einstellt, nennt man ***thermisches Gleichgewicht***.



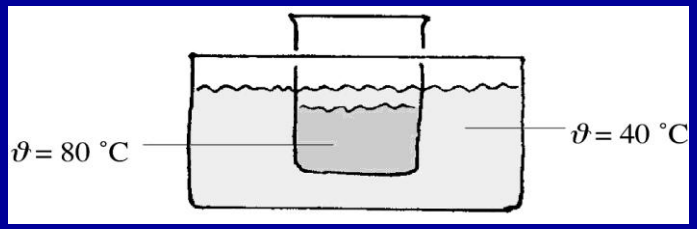
Luft fließt von selbst von Stellen höheren zu Stellen niedrigeren Drucks.



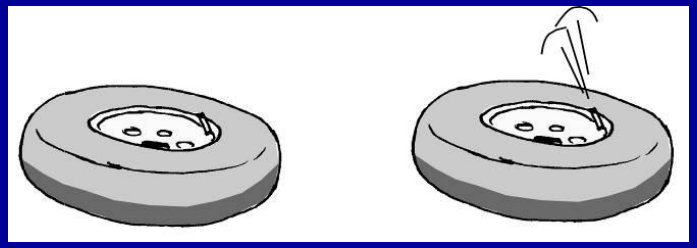
Elektrische Ladung fließt von selbst von Stellen höheren zu Stellen niedrigen Potenzials.



Impuls fließt von selbst von Körpern höherer zu Körpern niedrigerer Geschwindigkeit.

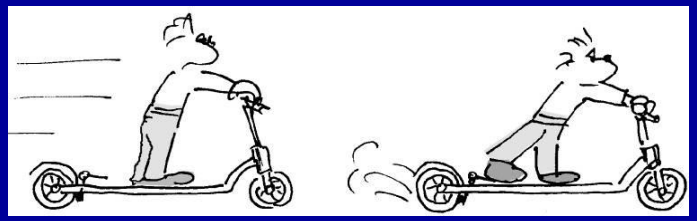


Entropie fließt von selbst von Körpern höherer zu Körpern niedrigerer Temperatur.

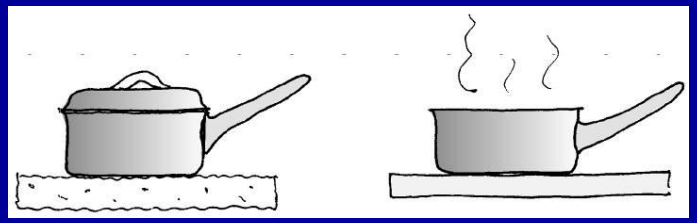


Die Atmosphäre nimmt Luft auf, ohne dass sich ihr Druck ändert.

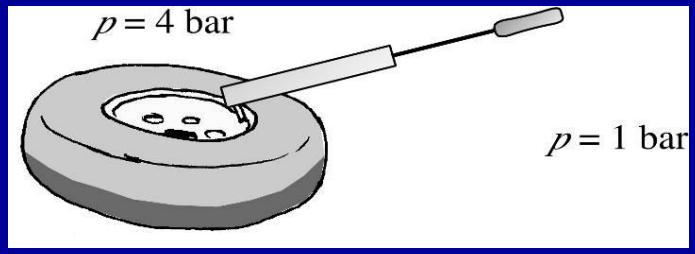
Die Erde nimmt Elektrizität auf, ohne dass sich ihr Potenzial ändert.



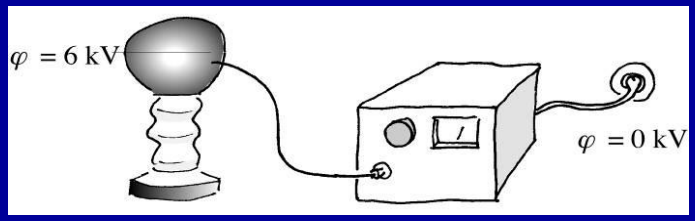
Die Erde nimmt Impuls auf, ohne dass sich ihre Geschwindigkeit ändert.



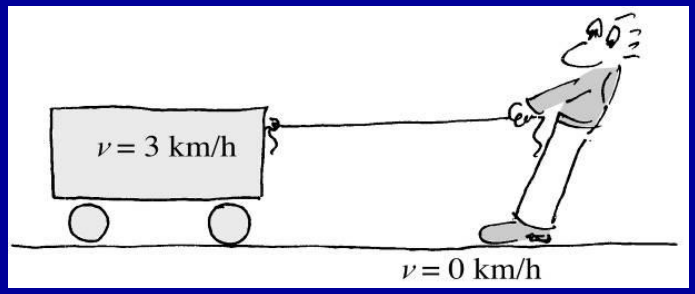
Die Umgebung nimmt Entropie auf, ohne dass sich ihre Temperatur ändert.



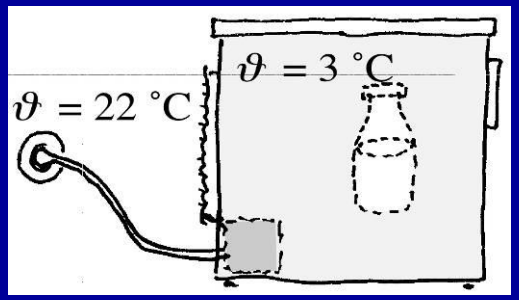
Um Luft vom niedrigen zum hohen Druck zu bringen, braucht man eine Luftpumpe.



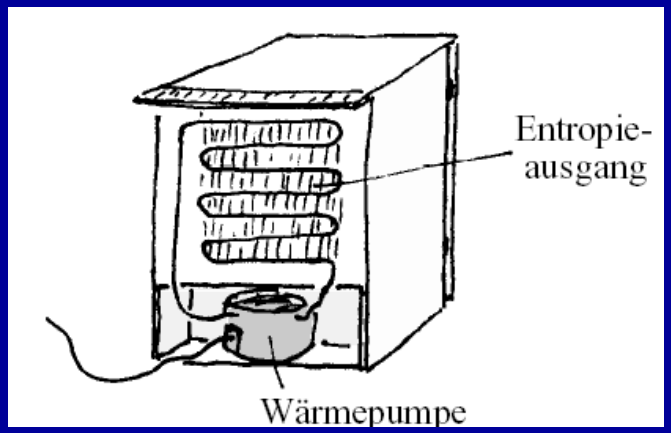
Um elektrische Ladung vom niedrigen zum hohen Potenzial zu bringen, braucht man eine Ladungspumpe (Batterie, Generator).



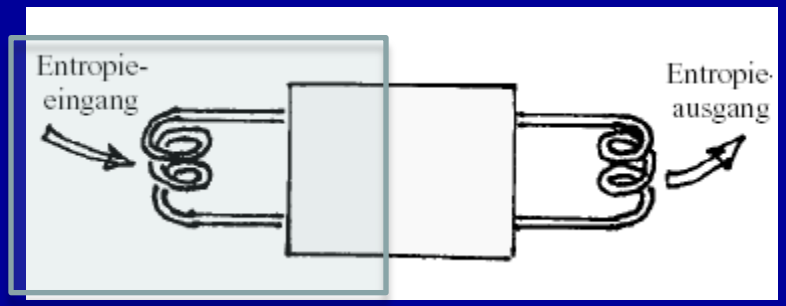
Um Impuls von niedriger zu hoher Geschwindigkeit zu bringen, braucht man eine Impulspumpe (Motor).



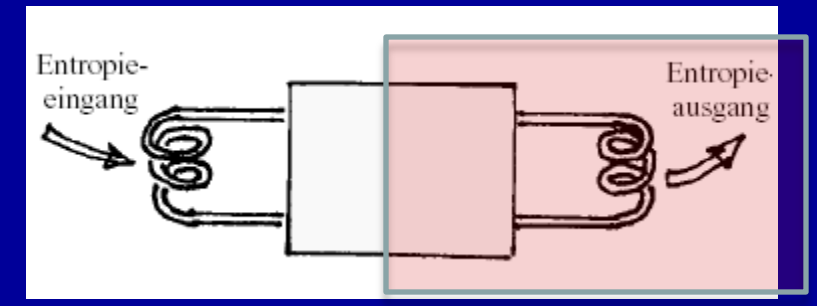
Um Entropie von niedriger zu hoher Temperatur zu bringen, braucht man eine Entropiepumpe (Wärmepumpe).



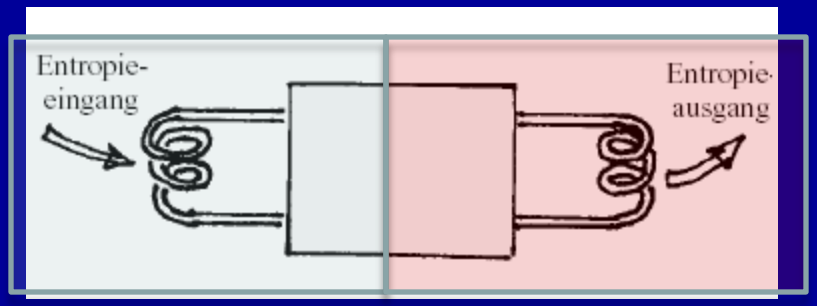
Kühlschrank

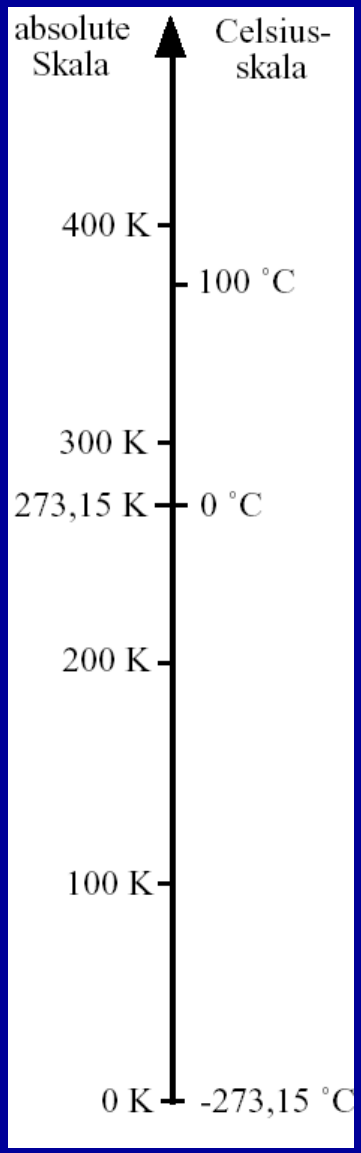


Heizung



Heizung und Kühlung





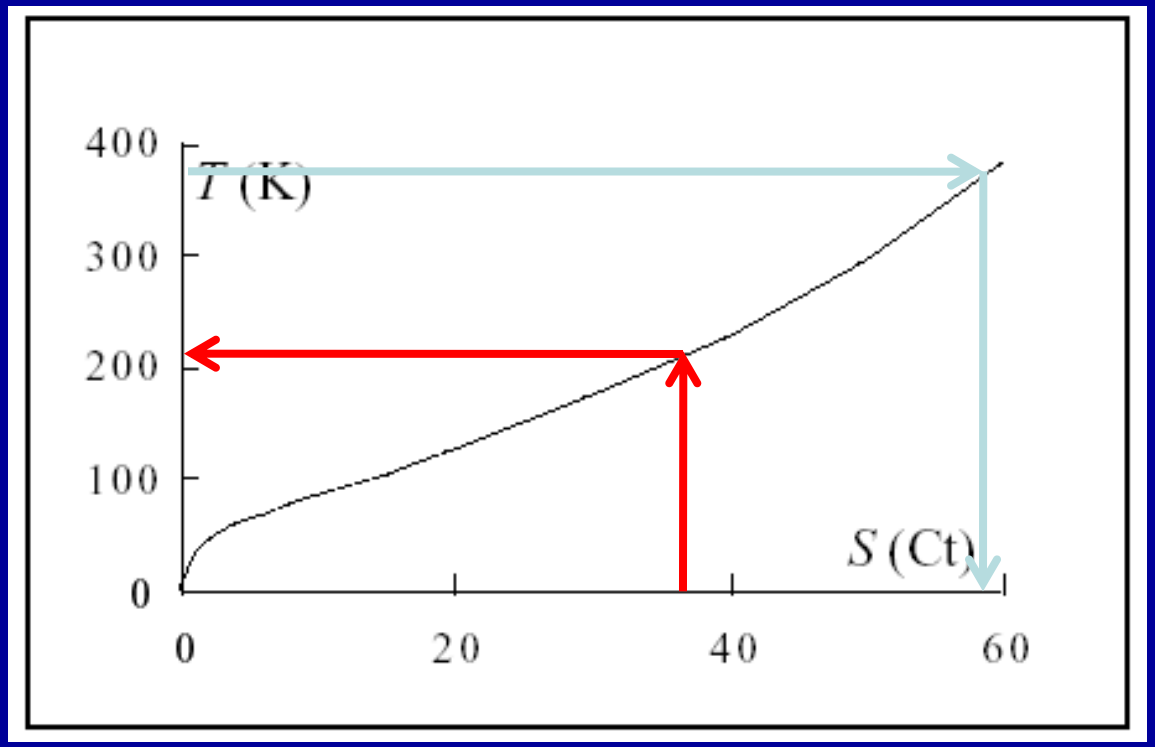
Die tiefste Temperatur, die ein Gegenstand haben kann, ist -273,15 °C.

Bei dieser Temperatur enthält er keine Entropie mehr: Bei ϑ = -273,15 °C ist S = 0 Ct.

Der Nullpunkt der absoluten Temperaturskala liegt bei -273,15 °C.

Die Maßeinheit der absoluten Temperatur ist das Kelvin.

Name der Größe	Abkürzung d. Gr.	Einheit	Abkürzung d. E.
Energie	*E*	Joule	J
Entropie	*S*	Carnot	Ct
Absolute Temperatur	*T*	Kelvin	K



Temperatur als Funktion der Entropie für 100 g Kupfer

Kompetenz:
Einfache Schaubilder interpretieren können

Entropie wird erzeugt

1. bei chemischen Reaktionen (z.B. Verbrennen)

2. durch mechanische Reibung

3. in einem Draht, durch den Elektrizität fließt.

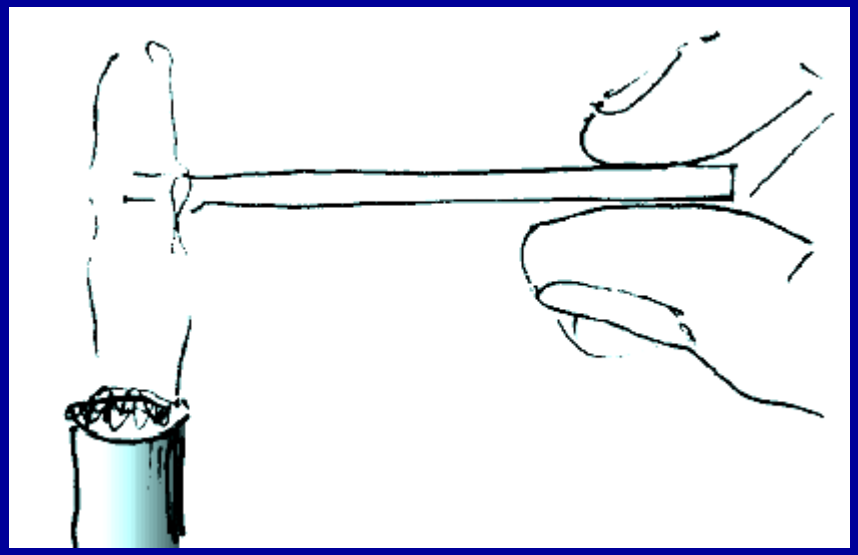
Entropie kann erzeugt aber nicht vernichtet werden

Entropie wird erzeugt

1. bei chemischen Reaktionen (z.B. Verbrennen)
2. bei mechanischer Reibung
3. in einem Draht, durch den Elektrizität fließt.
4. wenn Entropie durch einen Wärmewiderstand fließt.

Vorgänge, bei denen Entropie erzeugt wird, sind nicht umkehrbar.

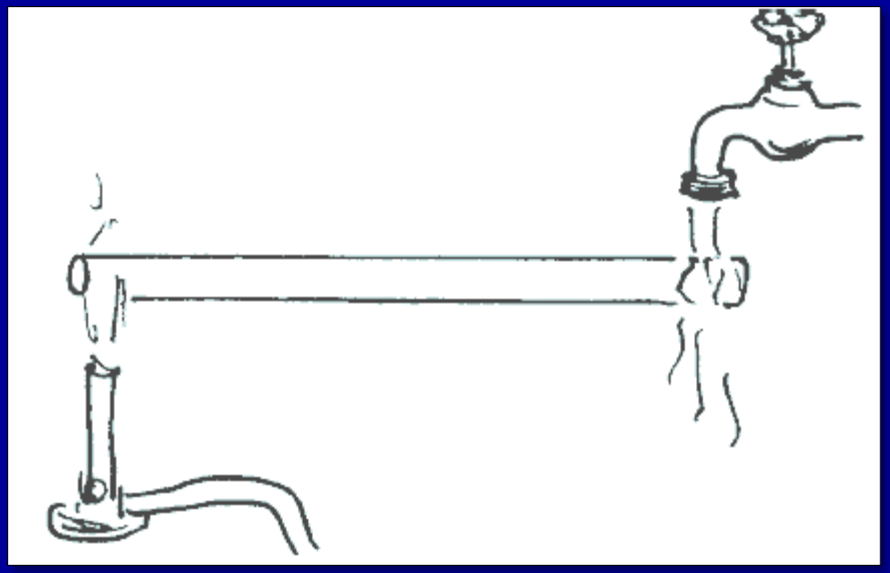
Entropie fließt von einem Raum höherer Temperatur durch eine Mauer in die Umgebung mit niedrigerer Temperatur



Welches Material?

$$\text{Entropiestromstärke} = \frac{\text{Entropie}}{\text{Zeitdauer}}$$

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



$$\text{Menschenstromstärke} = \frac{\text{Menschen}}{\text{Zeitdauer}}$$

$$\text{Wasserstromstärke} = \frac{\text{Wasser}}{\text{Zeitdauer}}$$

$$\text{Energiestromstärke} = \frac{\text{Energie}}{\text{Zeitdauer}}$$

Stromstärke

hängt ab von

Druckunterschied

Widerstand

hängt ab von

Querschnitt

Länge

el. Stromstärke

hängt ab von

Potenzialunterschied

el. Widerstand

hängt ab von

Querschnitt

Länge

Entropiestromstärke

hängt ab von

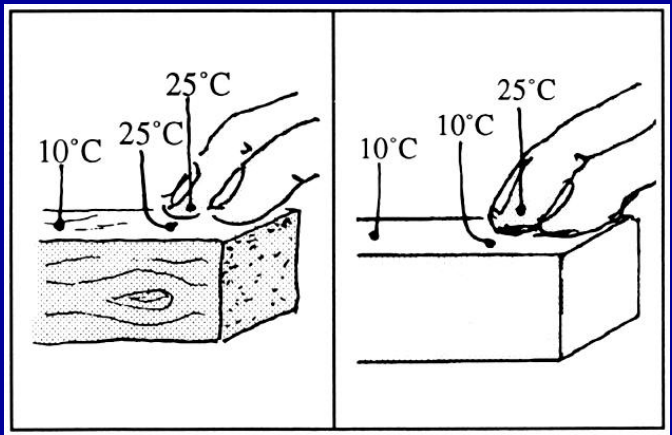
Temperaturunterschied

therm. Widerstand

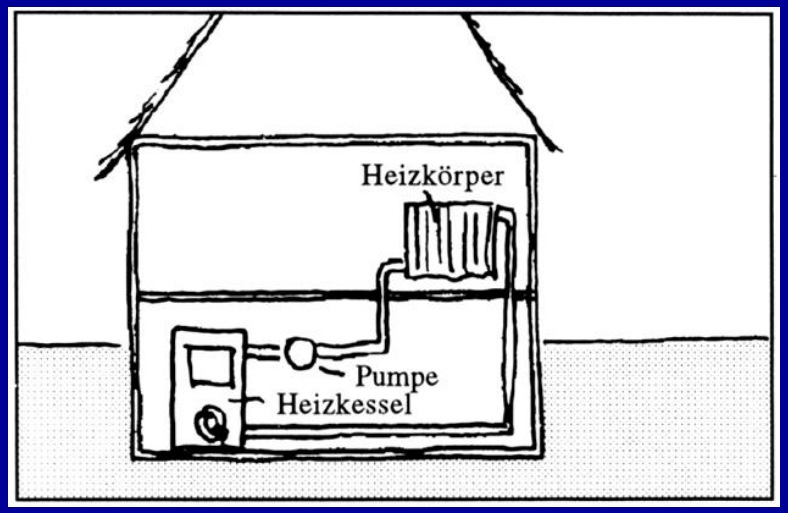
hängt ab von

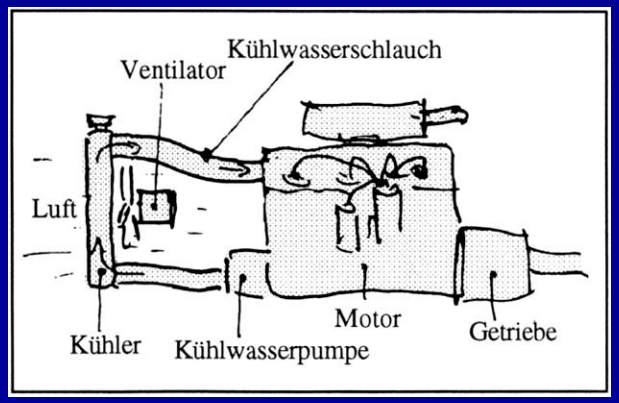
Querschnitt

Länge

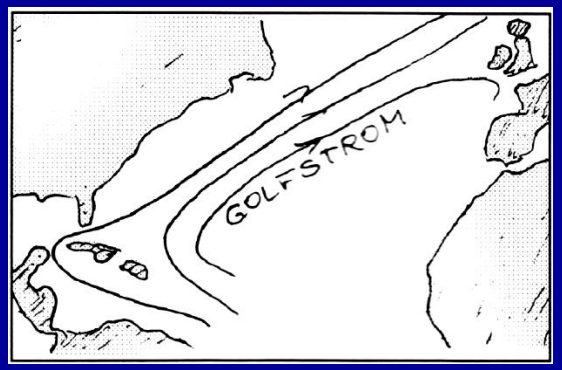


Warum fühlt sich … kalt an?
Warum fühlt sich … warm an?





Entropietransport durch Konvektion



Hauptmann e.a. Strom kommt an! - Das "Strom-Antrieb-Widerstands-Konzept" und die Bildungsstandards H. Hauptmann, M. Rutz-Lewandowski, H.-G. Schneider, Pädagogisches Zentrum Rheinland-Pfalz, Bad Kreuznach 2008

F. Herrmann KPK in SI, Aulis-Verlag