

S = KUH DURCH TEE

Temperatur und Wärme

- heiß und kalt sind Erfahrungen des täglichen Lebens
 - Begriff der **Temperatur** T eines Körpers
 - ↪ messbar mit Thermometer
 - **Wärme** - ein schon etwas schwierigerer Begriff
 - ↪ Wärme ist eine Form der Energie
 - ↪ wird einem Körper Wärmeenergie zugeführt, erhöht sich seine Temperatur aber keine anderen sichtbaren Veränderungen am Körper
 - ↪ Beobachtung, führte zur Vermutung Wärme sei eine Art „innere Energie“
-

Temperatur und Wärme

- heiß und kalt sind Erfahrungen des täglichen Lebens
 - Begriff der **Temperatur** T eines Körpers
 - ↪ messbar mit Thermometer
-

Temperatur und Wärme

- **Wärme** - ein schon etwas schwierigerer Begriff

- ↪ Wärme ist eine Form der Energie

- ↪ wird einem Körper Wärmeenergie zugeführt, erhöht sich seine Temperatur aber keine anderen sichtbaren Veränderungen am Körper

- ↪ Beobachtung, führte zur Vermutung

- ↪ Wärme sei eine Art „innere Energie“

- ↪ 1. HS der Thermodynamik $\Delta U = \Delta W + \Delta Q$

- **Wärme ist Energie in ungeordneter Bewegung**

Erklärung - Beispiel eines idealen Gases

- besteht aus Atomen, die sich „kreuz und quer“ durch den Raum bewegen
 - ↪ d.h. in allen möglichen Richtungen und mit verschiedenen Geschwindigkeiten
 - ↪ Atome werden an den Wänden reflektiert oder ändern ihre Geschwindigkeiten in Stößen zwischen zwei Atomen
 - ↪ Geschwindigkeiten der einzelnen Atome ändern sich dauernd
 - ↪ Eindruck einer „ungeordneten“ Bewegung
 - ↪ Wird dem Gas Wärme zugeführt, nehmen die Geschwindigkeiten zu
-

Unordnung

- neue an der Wärme
 - Gegensatz dazu
 - ↪ eine Bewegung wird von Atomen „geordnet“ genannt, wenn alle Atome mit gleicher Geschwindigkeit und in die gleiche Richtung fliegen
 - Experiment:
 - ↪ Zucker, Tinte
 - Brownsche Bewegung als Beispiel für eine ungeordnete Bewegung von Teilchen.
-

Ordnung - Unordnung

○ Was ist Ordnung?

↪ glaubt jeder intuitiv zu wissen

↪ Schwierigkeiten, dem Ordnungszustand eines Systems eine Zahl zuzuordnen

↪ Ordnung auf dem Schreibtisch den Wert 7 oder 0,3?

- klingt absurd, ist aber nicht so
-

Ordnung - Unordnung

○ Beispiel Bibliothek

- ↪ ordentlichste Zustand, wenn alle N Bücher nach dem Alphabet angeordnet sind $\Omega_0 = 1$
 - ↪ Annahme ein Leser habe ein Buch herausgenommen und nach dem Lesen zurückgestellt, ohne darauf zu achten, wohin er es stellt.
 - ↪ vor sich $N-1$ Bücher
kann Buch vor die $N-1$ Bücher,
zwischen die Bücher und
hinter die Bücher stellen,
er hat also insgesamt also N Möglichkeiten
 - ↪ $\Omega_1 = N$ schlecht für den nächsten Leser ...
-

Ordnung - Unordnung

- ↪ überlässt man die Bibliothek sich selbst, d.h. den Lesern, wird die Unordnung mit der Zeit zunehmen, nie abnehmen
 - ↪ Es gibt einen Maximalwert der Unordnung, nämlich der, wenn alle Bücher möglicherweise verstellt sind.
 - ↪ Auch wenn sich durch weitere Benutzer der Bibliothek die Reihung der Bücher verändert, bleibt der Grad der Unordnung bestehen, weil von keinem Buch bekannt ist, wo es steht.
 - ↪ Je größer die Unordnung, desto weniger wert ist eine Bibliothek.
 - ↪ Nur durch ein Eingreifen von außen, z.B. durch Bibliothekare, kann die Unordnung wieder abnehmen.
-

Entropie

- verändert man in einem System die Energie E um ein ΔQ und hält alle anderen Parameter konstant, dann ändert sich die Entropie um
- $\Delta S = \Delta Q / T$
 - ↪ Einheit J/K
- „Maß für die Unordnung“

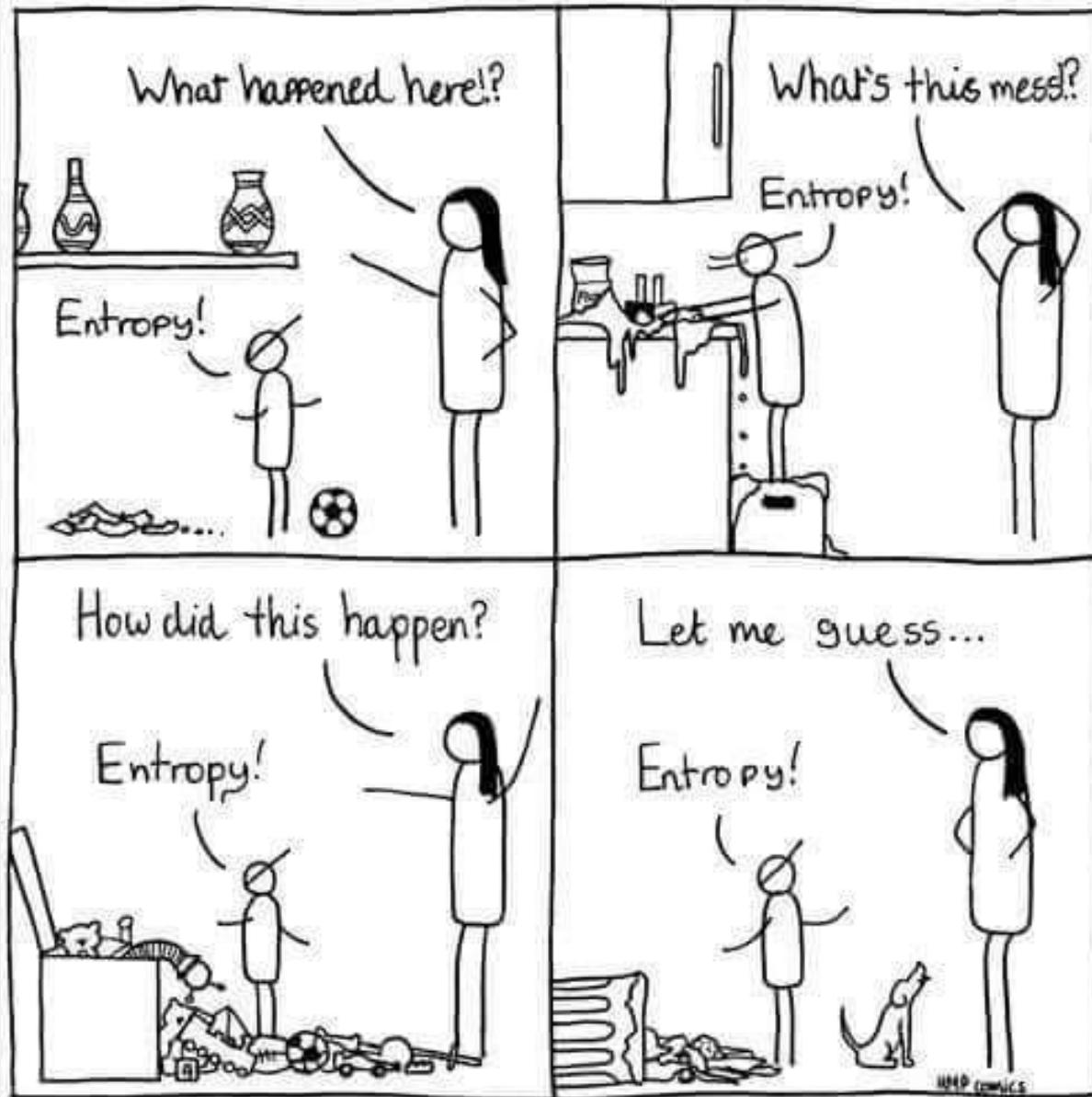


Wohin fließt Wärme?

- Warum frieren wir im Winter?
 - Kann man mit einem geöffneten Kühlschrank ein Zimmer im Sommer kühlen?
-

Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik:

- Wärme geht nicht von selbst vom kalten zum warmen Körper über!
- Es gibt keine periodisch arbeitende Maschine, die Arbeit allein durch Abkühlung eines Wärmespeichers erzeugt.
- Es gibt keine periodisch arbeitende Maschine, die Wärme vollständig in Arbeit umwandelt.
- Es gibt kein Perpetuum Mobile 2. Art.
- Es gibt keine periodisch arbeitende Maschine, die einen höheren thermischen Wirkungsgrad als die Carnot-Maschine hat.
- Im abgeschlossenen System wird die Entropie S nie kleiner:
 - S bleibt gleich bei reversiblen Prozessen
 - S steigt bei irreversiblen Prozessen



This is why we don't teach our children about entropy until much later...