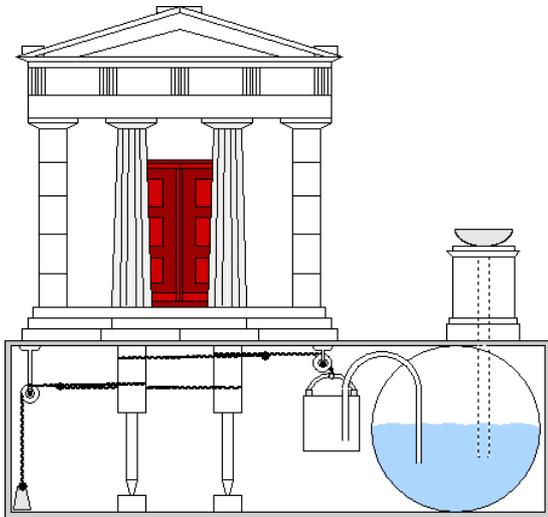


Thermodynamik

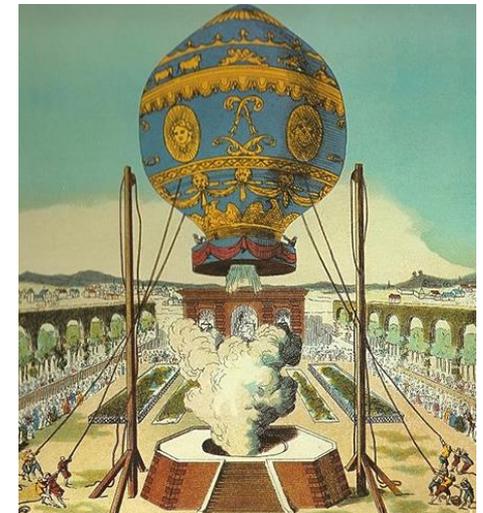
(Wärmelehre)



Öffnen eines Tempeltors
(Heron von Alexandria -
ca. 75 v.Chr.)



Dampfmaschine
(Papin – 17Jhdt.)



erster Heißluftballon
(1783 – Gebr. Montgolfiere)

Die Thermodynamik (Wärmelehre) beschäftigt sich mit dem thermischen Verhalten von Körpern, Funktion von Wärmekraftmaschinen und Energieumwandlungsprozessen infolge der Änderung thermodynamischer Größen.

Bedeutung der thermischen Energie:

- als Voraussetzung für Leben (Temperatur)
- als Zwischenstufe bei Umwandlungsprozessen (Kraftwerk, Motor)
- als Verlustgröße bei mechanischen Prozessen (Reibung)

Betrachtungsweisen

1. Phänomenologische Betrachtung:

- Beschreibung des thermischen Verhaltens von Körpern aus ihrer äußeren Erscheinung (makrophysikalisch)
- Formulierung der Gesetze aus der Beobachtung und Experimenten

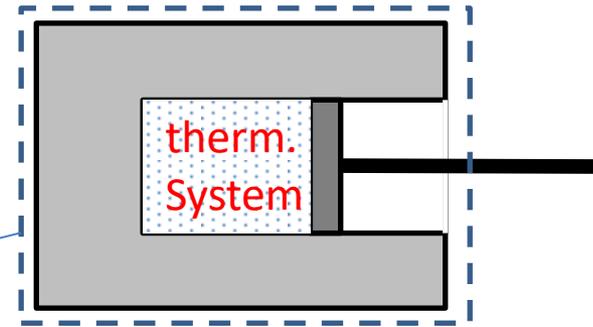
Gase

2. kinetisch-statistische Betrachtung

- Beschreibung aus dem Aufbau der Stoffe (mikroskopisch)
- Grundlage: Teilchenbewegung

Thermisches System:

Ein thermisches System ist ein abgegrenzter Bereich des Raumes, der durch spezielle thermische Größen beschrieben und durch eine Systemgrenze festgelegt wird.



Umwelt

Man unterscheidet:

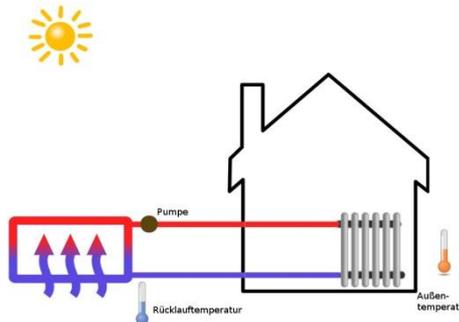
abgeschlossene Systeme

... kein Stoff- und Wärmeaustausch möglich



geschlossene Systeme

... kein Stoffaustausch, Energieaustausch möglich



offene Systeme

... Stoff- und Energieaustausch

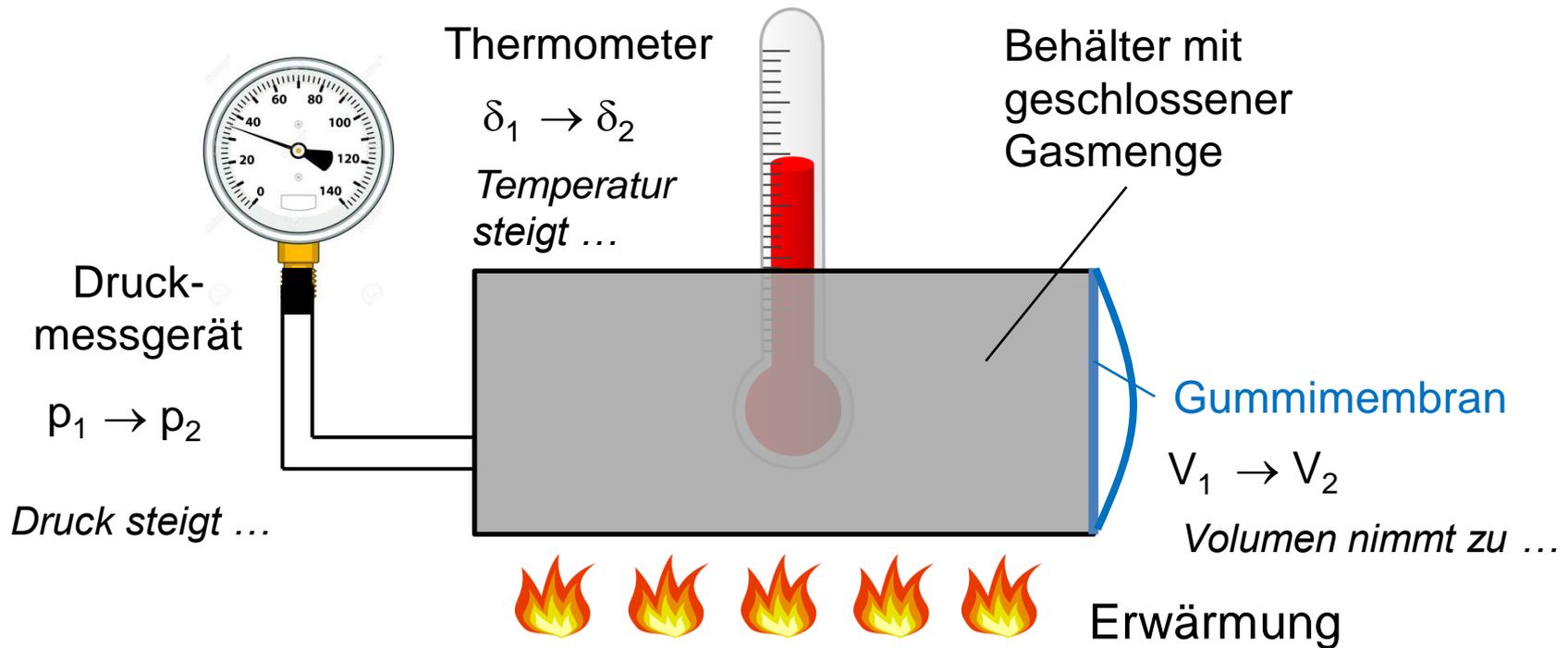


Thermisches Zustandsgrößen:

Physikalische Größen, die den Zustand eines Körpers zu einer Zeit $t = \text{konstant}$ eindeutig beschreiben, nennt man **Zustandsgrößen**.

Größe	Beschreibung	Formelz.	Einheit	Messgerät
Volumen	<ul style="list-style-type: none"> - beschreibt den Raum, den die Teilchen eines Stoffes einnehmen - wird durch die Form des Körpers bzw. Gefäßes bestimmt 	V	1m³ , 1Liter	Berechnung, Messzylinder
Druck (Flüssigkeiten/Gase)	<ul style="list-style-type: none"> - beschreibt die Wechselwirkung (Kraftstöße) der Teilchen mit der Gefäßwand $\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$	p	1Pa 1Torr 1bar	Manometer Barometer
Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> - ... warm oder kalt ... - <u>mittlere</u> kinetische Energie der Teilchen des Stoffes 	δ T	1°C 1K	Thermo- meter
Innere Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Gesamtenergie (Summe) aller Teilchen eines Stoffes 	U	1J	Berechnung

Thermisches Verhalten von Gasen:



Zu einem bestimmten Zeitpunkt (1) besitzt das Gas einen Druck p_1 , ein Volumen V_1 und die Temperatur δ_1 .

Nach Wärmezufuhr besitzt das Gas zum Zeitpunkt (2) den Druck p_2 , das Volumen V_2 und die Temperatur δ_2

► *Bei Wärmezufuhr steigen Druck, Volumen und Temperatur an.*

Für die Erwärmung (Abkühlung) einer geschlossenen Gasmenge gilt der quantitative Zusammenhang:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \textit{konstant}$$

bzw.:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

vorher

nachher

► Zustandsgleichung für Gase ideale Gase

Bedingung: **Ideales Gas!** → „Modellgas“

- Teilchen besitzen kein Eigenvolumen
- zwischen den Teilchen wirken keine Kräfte (Anziehung/Abstoßung)
- Stöße zwischen Teilchen bzw. Teilchen und Wand erfolgen elastisch

reales Gas ?

- geringe Teilchendichte
- niedriger Druck
- $T \gg T_{\text{flüssig}}$

Normaltemperatur: $T_0 = 273,15\text{K}$

Normaldruck: $p_0 = 1,01325\text{bar}$

Zum Vergleich von Gasmenngen müssen gleiche Bedingungen (**Normbedingungen**) herangezogen werden.

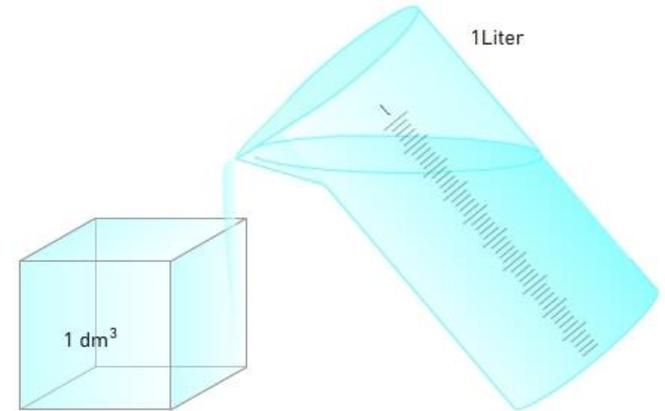
Umrechnungen:

(1) Volumen

Grundeinheit: 1m^3

$$1\text{Liter} = 1\text{dm}^3 = 0,001\text{m}^3 = 1 \cdot 10^{-3}\text{m}^3$$

$$1\text{ml} = 1\text{cm}^3 = 1 \cdot 10^{-6}\text{m}^3$$



(2) Druck

Grundeinheit: 1Pa (Pascal)

$$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$$

$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$$

$$1\text{Torr} = 133,32\text{Pa}$$

$$\text{Normdruck } p_0 = 760\text{Torr} = 1,013 \cdot 10^5\text{Pa}$$

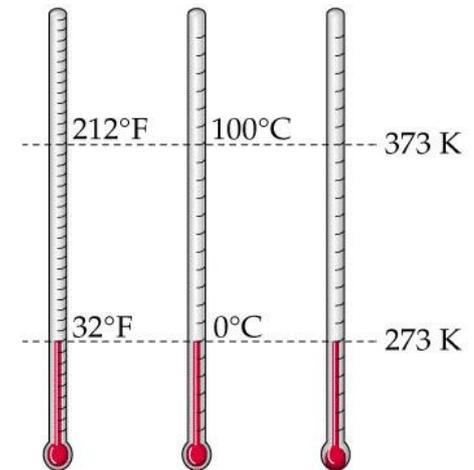


(3) Temperatur

(technische) Grundeinheit: 1K (Kelvin)

$$0\text{K} = -273,15^\circ\text{C} \quad (\text{absoluter Nullpunkt})$$

$$\text{Normtemperatur } T_0 = 273,15\text{K} = 0^\circ\text{C}$$



Fahrenheit Celsius Kelvin

