

Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre

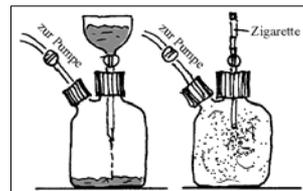
Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 1

Gase und kondensierte Stoffe

Einteilung: Feststoffe ↔ Fluide (flüssig/gasig; können strömen)

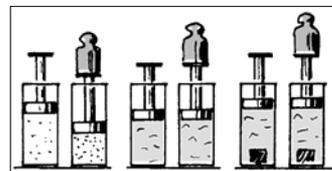
Gase ↔ kondensierte Stoffe (fest/flüssig)

Gase füllen den ganzen ihnen zur Verfügung stehenden Raum aus, kondensierte Stoffe nicht.



Gase lassen sich zusammendrücken, kondensierte Stoffe fast nicht.

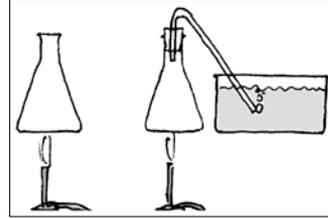
⇒ Die Dichte von Gasen erhöht sich bei Druckzunahme, die von kondensierten Stoffen fast nicht.



Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 2

Gase und kondensierte Stoffe

Gase dehnen sich bei Entropiezufuhr aus, kondensierte Stoffe fast nicht.



Anmerkung:

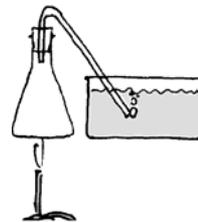
Bei Untersuchung von Gasen: 4 Variablen

- Volumen V
 - Druck p
 - Entropie S
 - Temperatur T
- } mechanische Größen
- } thermische Größen
- } Kopplung

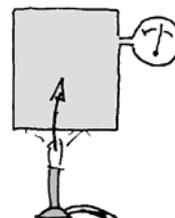
Zustand durch 2 Größen festgelegt, d. h. 2 Werte sind wählbar.

Qualitative Zusammenhänge

- (1) Führt man einem Gas bei konstantem Druck Entropie zu, so nimmt sein Volumen zu (und die Temperatur steigt).
- $p = \text{const}$
 $S \uparrow$
 $V \uparrow$
 $T \uparrow$

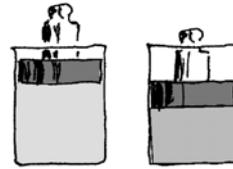


- (2) Führt man einem Gas bei konstantem Volumen Entropie zu, so wächst sein Druck (und die Temperatur steigt).
- $V = \text{const}$
 $S \uparrow$
 $p \uparrow$
 $T \uparrow$

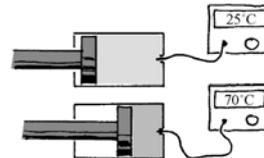


Qualitative Zusammenhänge

- (3) Verringert man
bei konstanter Temperatur $T = \text{const}$
das Volumen eines Gases, $V \downarrow$
so nimmt seine Entropie ab $S \downarrow$
(und der Druck steigt). $p \uparrow$



- (4) Verringert man
bei konstanter Entropie $S = \text{const}$
das Volumen eines Gases, $V \downarrow$
so wächst seine Temperatur $T \uparrow$
(und der Druck steigt). $p \uparrow$



Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 5

Qualitative Zusammenhänge

$$p = \text{const} \quad S \uparrow \quad V \uparrow \quad T \uparrow \quad (1)$$

$$V = \text{const} \quad S \uparrow \quad p \uparrow \quad T \uparrow \quad (2)$$

$$T = \text{const} \quad V \downarrow \quad S \downarrow \quad p \uparrow \quad (3)$$

$$S = \text{const} \quad V \downarrow \quad T \uparrow \quad p \uparrow \quad (4)$$

Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 6

Oberstufe: Quantitative Zusammenhänge

1. Gasgleichung: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $R = 8,3144 \text{ Ct/mol}$

(1) Bei konstantem Druck ist das Volumen proportional zur Temperatur.

$$V / T = \text{const.} \quad (\text{Gay-Lussac})$$

(2) Bei konstantem Volumen ist der Druck proportional zur Temperatur.

$$p / T = \text{const.} \quad (\text{Amonton})$$

(3) Bei konstanter Temperatur ist das Produkt aus Volumen und Druck konstant.

$$p \cdot V = \text{const.} \quad (\text{Boyle-Mariotte})$$

Ein mol eines beliebigen Gases hat bei Standardbedingungen (25°C, 1 bar) ein Volumen von 25 Litern.

Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 7

Oberstufe: Quantitative Zusammenhänge

1. Gasgleichung: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

2. Prozesse mit konstanter Entropie

(4) $(T / T_0) = (V_0 / V)^\beta$ wenn $S = \text{const}$

Anmerkung:

$\beta = \gamma - 1 = (c_p / c_V) - 1$ gibt an, wie stark sich die Temperatur bei isentroper Kompression erhöht.

	β
Luft	0,4
Wasserdampf	0,3
CO ₂	0,29
Helium	0,63
Licht	0,33

mit Gasgleichung: $(T / T_0) = (p / p_0)^{(\beta / (\beta + 1))}$ wenn $S = \text{const}$

Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 8

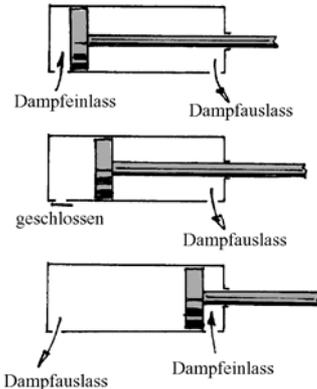
Die Funktionsweise von Wärmemotoren

In einem Wärmemotor lässt man ein Gas sich entspannen. Dabei nehmen Druck und Temperatur des Gases ab, und das Gas gibt Energie ab.

Beispiel Kolbendampfmaschine

Problem: Entropie schnell in den Kolben hinein und hinaus zu bekommen.

Hier: konvektiv mit heißem Wasserdampf



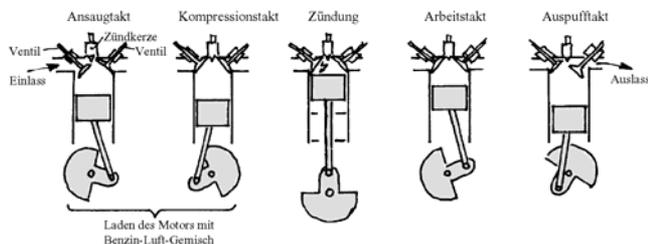
Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 9

Die Funktionsweise von Wärmemotoren

In einem Wärmemotor lässt man ein Gas sich entspannen. Dabei nehmen Druck und Temperatur des Gases ab, und das Gas gibt Energie ab.

Beispiel Ottomotor

Hier: Erzeugung der Entropie im Kolben durch Verbrennung



Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 10

Warum die Luft über der Erdoberfläche nach oben hin kälter wird

Luft ist ein schlechter Wärmeleiter \Rightarrow Entropie konstant.

Eine absinkende Luftportion zieht sich wegen zunehmendem Druck zusammen \Rightarrow Temperatur steigt.

Bei aufsteigender Luftportion umgekehrt.

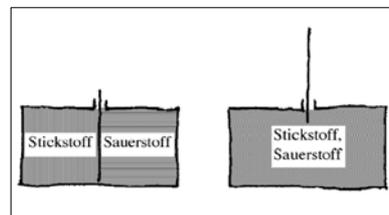
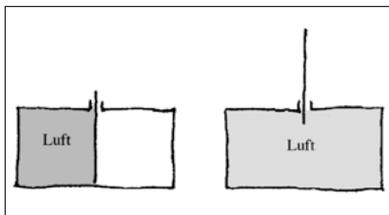
Die thermische Konvektion

Beispiele:

- Luftkreislauf im Zimmer (Heizung)
- Seewind
- Passatwind
- Thermik (Segelflieger / Vögel)

Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 11

Oberstufe: Irreversible Prozesse



1. Expansion ins Vakuum

Vorgang ist nicht umkehrbar.

\Rightarrow Bei der Expansion eines Gases ins Vakuum entsteht Entropie.

Die Temperatur bleibt gleich.

2. Das Mischen von Gasen

Vorgang ist nicht umkehrbar.

\Rightarrow Beim Mischen von Gasen entsteht Entropie.

Gase zwischen Mechanik und Wärmelehre, Folie 12