

Grundgedanken der Thermodynamik

Was ist ein thermodynamisches System?

→ Ein System wird thermodynamisch genannt, wenn zu den es beschreibenden Eigenschaften die Temperatur gehört.

Solche Systeme bestehen aus mikroskopischen Objekten und besitzen makroskopische Abmessungen.

Beispiele für mikroskopische Objekte: Moleküle, Atome, Elektronen, Photonen, Galaxien, Mikrozustände schwarzer Löcher (?)

Da thermodynamische Systeme nicht auf mikroskopischer Skala gelöst werden können (Lösung der Bewegungsgleichungen für $\sim 10^{23}$ Teilchen), bedient man sich der Wahrscheinlichkeiten dafür, dass ein bestimmter Zustand angenommen wird. Ein Zustand wird durch die Angabe eines vollständigen Satzes an Zustandsvariablen charakterisiert, deren Anzahl gleich der Zahl der Freiheitsgrade des Systems ist.

Von besonderer Bedeutung sind Gleichgewichtszustände, da sie durch eine kleine Anzahl Zustandsvariablen charakterisiert werden.

Bsp.: Das ideale Gas wird durch die Angabe zweier unabhängiger Zustandsvariablen charakterisiert, z.B. Temperatur T und Volumen V .

Alle übrigen Größen lassen sich daraus bestimmen:

$$\text{Druck: } p = Nk \frac{T}{V}$$

$$\text{innere Energie: } U = \frac{3}{2} NkT.$$

Weitere Zustandsgrößen sind:

- die Wärmekapazitäten C_p, C_v ,

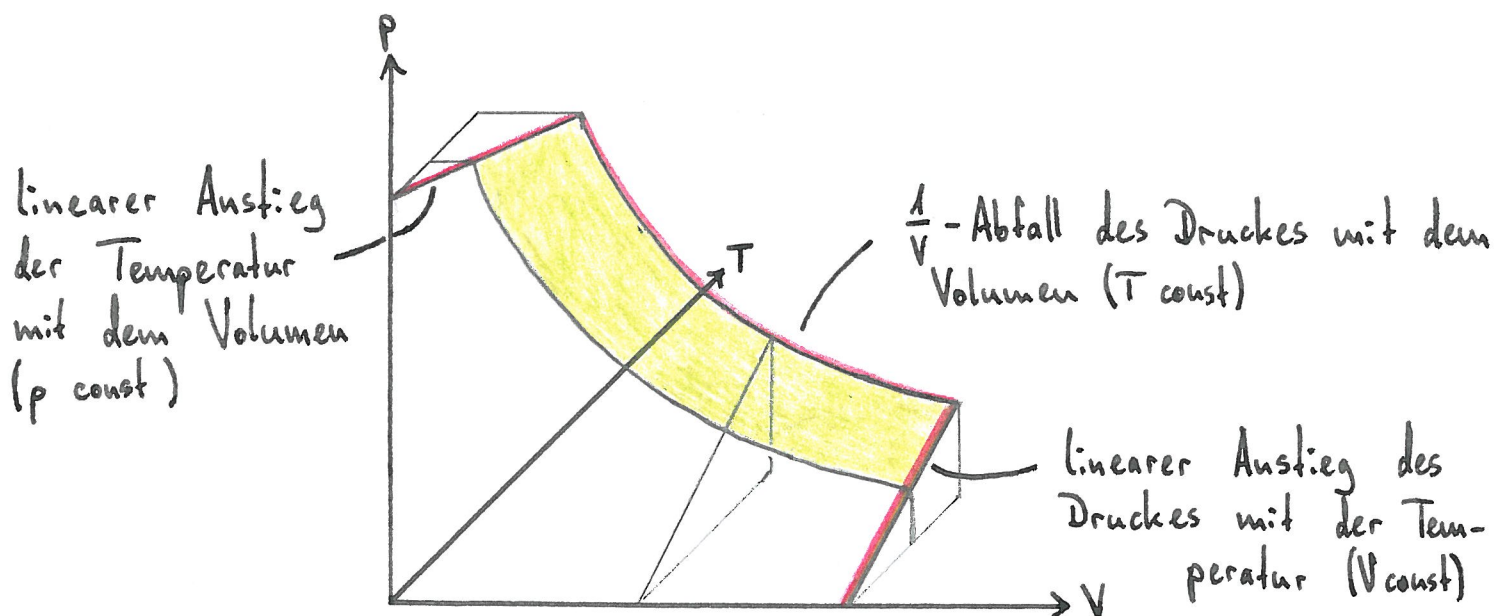
$$C_p = \frac{5}{2} Nk ;$$

- die Kompressibilität,

$$\kappa = \frac{1}{p} .$$

Durch alle möglichen Zustandsgrößen wird der Zustandsraum aufgespannt. Die Zustandsgleichungen beschreiben eine Fläche in diesem Raum, auf der sich die physikalisch realisierbaren Zustände befinden.

Bsp.: Die Gleichung $pV = NkT$ definiert eine Fläche im durch p, V und T aufgespannten Raum.



grün schraffiert: Fläche erlaubter Zustände.

Grundlage aller klassischen thermodynamischen Betrachtungen bildet der nullte Hauptsatz der Thermodynamik:

Für jedes thermodynamische System existiert eine Zustandsgröße, die Temperatur genannt wird. Ihre Gleichheit ist notwendige Voraussetzung für das thermische Gleichgewicht zweier Systeme oder zweier Teile des gleichen Systems. Sie ist eine skalare Größe.

Als Phase bezeichnet man einen homogenen Bereich eines Systems (räumlich). Übergänge zwischen Phasen erfolgen an Inhomogenitäten (Phasengrenzflächen), an denen einzelne Zustandsgrößen springen.

Bem.: Offenbar besteht das ideale (einkomponentige) Gas nur aus einer einzigen Phase.