

# Kapitel 5: Gase



## Frage des Tages: Wie kann man aus Masse, Druck, Volumen und Temperatur die Molmasse eines Gases bestimmen?

Genau das ist der Bezug zum Praktikum: Aus wenigen gut messbaren Größen wird mit einem einfachen Modell eine Stoffeigenschaft bestimmt.

### 1. Warum sind Gase so praktisch?

Gase füllen den verfügbaren Raum aus, sind gut komprimierbar und bilden leicht homogene Mischungen. Im einfachen Teilchenbild sind die Teilchen weit voneinander entfernt und bewegen sich ständig. Deshalb lassen sich viele Gase zunächst mit demselben Modell beschreiben.

**Ideales Gas: ein bewusst vereinfachtes Modell. Bei nicht zu hohem Druck und nicht zu tiefer Temperatur beschreibt es viele reale Gase erstaunlich gut.**

### 2. Die vier Größen des Gaszustands

| Größe      | Symbol | typische Einheit   |
|------------|--------|--------------------|
| Druck      | p      | Pa, kPa, bar       |
| Volumen    | V      | m <sup>3</sup> , L |
| Temperatur | T      | K                  |
| Stoffmenge | n      | mol                |

Die Temperatur wird in Gasgleichungen immer in Kelvin eingesetzt:  $T/K = \vartheta/^\circ\text{C} + 273,15$ . Beispiel:  $20,0\text{ }^\circ\text{C} = 293,15\text{ K}$ .

### 3. Drei Beobachtungen

Boyle-Mariotte: Bei gleicher Temperatur gilt qualitativ:  $V \downarrow \rightarrow p \uparrow$ . Erwärmen bei konstantem Druck:  $T \uparrow \rightarrow V \uparrow$ .  
Erwärmen im starren Gefäß:  $T \uparrow \rightarrow p \uparrow$ .

### 4. Alles zusammen: das ideale Gasgesetz

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \text{mit} \quad R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{ (bei SI-Einheiten)}$$

Die Gleichung verbindet Druck, Volumen, Temperatur und Stoffmenge. Entscheidend ist nicht das Auswendiglernen vieler Einzelgesetze, sondern das sichere Arbeiten mit dieser einen Beziehung.

**Clausius warnt: Eine richtige Gleichung liefert ein falsches Ergebnis, wenn die Einheiten nicht zusammenpassen. Bei  $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ : p in Pa, V in m<sup>3</sup> und T in K.**

# Kapitel 5 - Vom Gas zur Molmasse

## 5. Praktikumsformel

Mit  $n = m/M$  wird aus dem idealen Gasgesetz unmittelbar:

$$M = m \cdot R \cdot T / (p \cdot V)$$

Damit lässt sich aus der Masse einer Gasprobe und den gemessenen Größen  $p$ ,  $V$  und  $T$  die Molmasse  $M$  bestimmen.

## 6. Ein kurzes Beispiel

Eine Gasprobe hat  $m = 0,180$  g,  $V = 100$  mL,  $T = 20,0$  °C und  $p = 1,00$  bar. In SI-Einheiten:  $m = 1,80 \cdot 10^{-4}$  kg,  $V = 1,00 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>,  $T = 293,15$  K und  $p = 1,00 \cdot 10^5$  Pa.

$$M = mRT/(pV) \approx 0,0439 \text{ kg/mol} = 43,9 \text{ g/mol}$$

Das Ergebnis wird nur so genau angegeben, wie es die Messwerte rechtfertigen. Damit greifen Kapitel 1 und 2 unmittelbar wieder ein: Ablesen, Einheiten, signifikante Stellen und Messunsicherheit.

## 7. Im Brown nachlesen und üben

### Chemistry: The Central Science, 15th Global Edition - Chapter 10: Gases

Für unseren Kurs sind besonders 10.1 Characteristics of Gases, 10.2 Pressure, 10.3 The Gas Laws und 10.4 The Ideal Gas Equation wichtig. Die Abbildungen und Beispiele dort ersetzen bewusst ausführliche Wiederholungen im Handout.

Als Übungen eignen sich aus diesen Abschnitten vor allem Aufgaben zu  $p$ ,  $V$ ,  $T$ ,  $n$ , Einheitsumrechnungen und zum idealen Gasgesetz. Die späteren Abschnitte zu Partialdrücken, kinetischer Gastheorie, Effusion/Diffusion und realen Gasen sind für diese Einführung nicht erforderlich.

## 8. Zwei kurze Übungen

A: Ein Gas nimmt bei 25,0 °C und 1,00 bar ein Volumen von 2,00 L ein. Berechnen Sie mit  $pV = nRT$  die Stoffmenge.

B - Praktikumsaufgabe: Eine Gasprobe hat bei 20,0 °C und 1,00 bar ein Volumen von 250 mL und eine Masse von 0,450 g. Berechnen Sie die Molmasse in g/mol und geben Sie das Ergebnis sinnvoll gerundet an.

### Clausius-Merkliste

Gase:  $p$ ,  $V$ ,  $T$ ,  $n$  → Temperatur in Kelvin → Einheiten prüfen →  $pV = nRT$  → mit  $n = m/M$  zur Molmasse.

## Ausblick auf Kapitel 6

Gase sind leicht komprimierbar. Flüssigkeiten verhalten sich ganz anders. Als Nächstes betrachten wir die Viskosität: Warum fließen Wasser, Öl und Honig so unterschiedlich?