

# Dichte von Luft

## 1 Lernziele

- Dichte von Luft bestimmen können
- Dichte von Luft auf Normbedingungen umrechnen können

## 2 Theorie

### 2.1 Dichte allgemein

Das Konzept der Dichte:

Oft ist es nicht möglich die Gesamtmasse eines Körpers anzugeben und trotzdem ist man an der Beschreibung der Eigenschaften des Körpers interessiert. Also beschränkt man sich auf einen Teil der Masse  $m$  und das entsprechende Volumen  $V$ . Folgende Aussage ist dann zulässig: Der Körper hat so und soviel kg pro  $m^3$ .

Definition: Dichte  $\rho = \frac{m}{V}$  SI-Einheit  $[\rho] = \text{kg}/\text{m}^3$ .

Generell haben feste Stoffe eine höhere Dichte wie flüssige und diese wiederum eine höhere wie Gasförmige Stoffe. Also  $\rho_{\text{fest}} > \rho_{\text{flüssig}} > \rho_{\text{gasförmig}}$

Das Konzept der Dicht kann verallgemeinert werden respektive auf andere Sachverhalte übertragen werden:

- Ladungsdichte  $\rho_{el} = \frac{q}{V}$  in  $\text{C}/\text{m}^3$
- Bevölkerungsdichte  $d = \frac{N}{A}$  in  $1/\text{m}^2$
- Kilo-Preis  $p = \frac{K}{m}$  in  $\text{CHF}/\text{kg}$

Zur Präzisierung spricht man oft auch von der Massendichte  $\rho$  statt nur von der Dichte.

### 2.2 Normbedingungen

Da die Dichte eines Gases stark vom Druck und von der Temperatur abhängt, hat man sich darauf geeinigt, die Dichte von Gasen für einen speziellen Druck und eine spezielle Temperatur anzugeben.

- Normdruck:  $p_n = 101325 \text{ Pa}$
- Norm Temperatur:  $T_n = 273.15 \text{ K}$
- Die Werte sind schon in den korrekten Einheiten gegeben.
- Andere Wissenschaftsdisziplinen wählen andere Standardwerte.
- 1 Mol eines idealen Gases hat bei Normbedingungen ein Volumen  $V_n = 0,0224 \text{ m}^3 = 22,4 \text{ Liter}$ .

Umrechnung:

Aus der Beziehung  $\frac{p_n \cdot V_n}{T_n} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$  folgt  $V_1 = \frac{p_n}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_n} \cdot V_n$

analog gilt für die Dichte:  $\rho_n = \frac{m}{V_n}$

respektive  $\rho_n = \frac{p_n}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_n} \cdot \rho_1$  oder  $\rho_1 = \frac{p_1}{p_n} \cdot \frac{T_n}{T_1} \cdot \rho_n$

## 2.3 Ideales Gas

Unter “idealem Gas” versteht man ein Modell, das in guter Näherung einatomige Gase (Edelgase He, Ne, etc..) sowie “einfache” Gase aus Molekülen ( $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ , etc...) beschreibt.

Ideal heisst in diesem Zusammenhang, dass die Gasteilchen sich wie kleine elastische Kügelchen verhalten, also insbesondere

- elastisches Stossverhalten (keine Rotationen, Vibrationen, bleibende Beulen (=angeregte Zustände) etc...)
- grosse Abstände, damit keine gegenseitige Anziehungskräfte wirken können.
- punktförmig, also auch kleine Masse, da sie sich gegenseitig den Platz nicht wegnehmen dürfen.

## 3 Fragen zur Theorie

1. Wann versagt die Definition  $\rho = \frac{m}{V}$  respektive, wie muss sie präziser definiert werden bei “komplizierteren Körpern”?
2. Bei welchem Stoff gilt  $\rho_{\text{fest}} > \rho_{\text{flüssig}} > \rho_{\text{gasförmig}}$  nicht?
3. Schätze die Dichte von flüssiger Luft ab.
4. Wie lauten die Normbedingungen in den Einheiten °C und bar?
5. Wo liegen Grenzen der Formel  $\frac{pV}{T} = \text{const}$ ?
6. Dürfen in den oben genannten Formeln auch bar und °C verwendet werden? Begründe deine Antwort!

## 4 Experimente

- Bestimme die Normdichte von Luft.

### 4.1 Messprinzip

Bestimme Masse  $m$  und Volumen  $V$  einer bestimmten Menge Luft und berechne daraus die Dichte  $\rho_1$ . Berechne sodann die Normdichte aus den gemessenen Werten für die Temperatur  $T_1$  und Druck  $p_1$ . Masse und Volumen werden über 3 Wägungen bestimmt:

- $m_1 = m_{\text{Glas}} + m_{\text{Luft}} + m_{\text{Restluft}}$  Leere Kugel mit offenen Hähnen.
- $m_2 = m_{\text{Glas}} + 0 + m_{\text{Restluft}}$  evakuierte Kugel mit geschlossenen Hähnen
- $m_3 = m_{\text{Glas}} + m_{\text{Wasser}} + m_{\text{Restluft}}$  Kugel, die Wasser aufgesaugt hat.

Masse Luft:  $m_{\text{Luft}} =$

Masse Wasser:  $m_{\text{Wasser}} =$

Volumen Luft:  $V_{\text{Luft}} = V_{\text{Wasser}} = \frac{m_{\text{Wasser}}}{\rho_{\text{Wasser}}}$

## 5 Bericht

Der Bericht muss enthalten:

- Titel, Datum, Verfasser
- Verwendete Materialien
- Messresultate in tabellarischer Form mit Auswertung
- Stelle Überlegungen zur Genauigkeit des Resultates an: Das Problem ist die Massenbestimmung. Warum?
- Antworten auf die Fragen zur Theorie