



# Das Dalton'sche Gesetz

Jessica Greef SS 06

## Gliederung

1	Das Daltonsche Gesetz.....	1
1.1	Gas-Gemisch .....	1
1.2	Partial-Druck.....	1
2	Anwendungsbeispiele.....	2
2.1	Allgemeine Formeln.....	2
2.2	Berechnung der Mol-Masse von Luft.....	3
2.3	Luft-Feuchtigkeit.....	3

**Einstieg:** Zeitungen, Fernsehen, Internet, überall dort gibt es Wetter-Vorhersagen. In vielen Wetter-Karten sind entsprechend die Tiefdruck- oder Hochdruck-Gebiete kartiert. Die Atmosphäre besteht aus Luft, ein Gemisch aus zahlreichen einzelnen Komponenten: Stickstoff 78% Volumenanteil, Sauerstoff 20%, Argon 1%, Kohlendioxid 0,033% und sonstige Gase 0,067. Wie kann es also sein, dass es unterschiedliche Drücke gibt, wenn die Bestandteile der Luft jedoch sich nicht ändern.

## 1 Das Dalton'sche Gesetz

### 1.1 Gas-Gemisch

Zu unterscheiden sind Gas-Mischungen von reinen Gasen. Jedoch herrschen in Gas-Mischungen ähnliche Beziehungen wie für reine Gase. Aber es ist Vorsicht geboten, denn diese Annahme gilt nur, wenn beim Vermischen keine chemischen Reaktionen eintreten und wenn solche Bedingungen herrschen, dass die einzelnen Komponenten sich wie ideale Gase verhalten können!

Die ideale Gasgleichung lautet:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Luft gilt als ideales Gas, da keine Wechselwirkungen oder sonstige chemischen Reaktionen zwischen den einzelnen Komponenten der Luft stattfinden.

### 1.2 Partial-Druck

**Definition:** „Unter dem Partialdruck „ $p_i$ “ verstehen wir den Druck, den das Gas „ $i$ “ annehmen würde, wenn ihm allein das Gesamt-Volumen zur Verfügung stünde.“ [10]

Nach der Idealen Gas-Gleichung ergibt sich für den Druck:

$$p = \frac{nRT}{V}$$

Daraus folgt für ein Gas „i“:

$$p_i = \frac{n_i RT}{V}$$

mit „ $p_i$ “ als Druck des Gases „i“ und „ $n_i$ “ als die Stoffmenge des Gases „i“. „ $n_i$ “ lässt sich aus folgender Beziehung berechnen:

$$x_i = \frac{n_i}{n} = \frac{p_i}{p}$$

$$n = n_A + n_B + \dots$$

$$x_A + x_B + \dots = 1$$

„ $x_i$ “ wird als Molenbruch des Gases „i“ bezeichnet. Wenn wir entsprechend für  $p = p_i / p$  einsetzen und mit „ $p$ “ multiplizieren bekommt man durch Umformen

$$p_i = \frac{n_i}{n} * \frac{n_i RT}{V} = \frac{n_i RT}{V}$$

Aus dieser Erkenntnis lässt sich das Dalton'sche Gesetz ableiten.

„Dalton'sche Gesetz: Der Druck einer Mischung idealer Gase ist gleich der Summe der Drücke, die die Einzel-Komponenten ausüben, wenn sie das Volumen der Mischung jeweils allein ausfüllen.“ [1]

$$p_{\text{ges}} = \sum_i p_i$$

## 2 Anwendungsbeispiele

### 2.1 Allgemeine Formeln

Zur Bestimmung des Molenbruchs wird wie folgt vorgegangen:

$$x_i = \frac{n_i}{n} = \frac{p_i}{p}$$

$$n = n_A + n_B + \dots$$

$$x_A + x_B + \dots = 1$$

Oder

$$x_i = \frac{V_i}{V} = \frac{p_i}{p}$$

Ebenfalls kann man den Druck eines Gases „i“ berechnen:

$$p_i = x_i p$$

$$p_A + p_B + \dots = (x_A + x_B + \dots)p = p_{\text{ges}}$$

Für die Stoffmengen-Konzentration kann folgende Gleichung herangezogen werden:

$$c_i = \frac{n_i}{V} \left[ \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \right]; \left[ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]; \left[ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right]$$

## 2.2 Berechnung der Mol-Masse von Luft

Die einzelnen Komponenten der Luft sind in Volumen-Prozent gegeben:

- 78,09% N<sub>2</sub>
- 20,95% O<sub>2</sub>
- 0,93% Ar
- 0,033% CO<sub>2</sub>

Volumen-Prozent ist  $V_i / V * 100\%$  und es kann umgeformt werden in die Stoffmengen-Konzentration:

$$M = \frac{n_1 M_1 + n_2 M_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots} = \sum \frac{n_i M_i}{n_i}$$

$$M = \frac{0,78 \text{ mol} * 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,21 \text{ mol} * 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,009 \text{ mol} * 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 0,0003 \text{ mol} * 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,7809 \text{ mol} + 0,2095 \text{ mol} + 0,0093 \text{ mol} + 0,0003 \text{ mol}}$$

$$M = \frac{21,78 \text{ g} + 6,70 \text{ g} + 0,37 \text{ g} + 0,01 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 28,95 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

## 2.3 Luft-Feuchtigkeit

Eine große Rolle im Wetter spielt die relative Luft-Feuchtigkeit, die wiederum den Wasserdampf-Gehalt ausdrückt. Der Dampfdruck gibt an, welcher Partial-Druck am gemessenen Gesamt-Luftdruck vom Wasserdampf ausgeübt wird. Gelangt bei einer konstanten Temperatur mehr Wasserdampf in ein gegebenes Volumen, dann steigt der Wasserdampf-Partialdruck. Ist der Wasserdampf-Partialdruck gleich dem Dampfdruck des Wassers, ist die Luft gesättigt. Das Verhältnis des Wasserdampf-Partialdrucks zum Dampfdruck des Wassers bei gleicher Temperatur lautet:

$$\text{relative Feuchtigkeit} = \text{Partialdruck} / \text{Dampfdruck} * 100\% \quad [9]$$

Beträgt die relative Feuchte mehr als 100%, folgt daraus, dass die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Solche Informationen findet Gebrauch beispielsweise beim Taupunkt-Spiegel. Dieses Gerät misst die Taupunkt-Temperatur. Das ist die Temperatur bei gegebenem Luftdruck bei der ein Gleichgewicht zwischen Verdunstung und Kondensation herrscht. Die Taupunkt-Temperatur bei relativer Luftfeuchtigkeit von 100% ist gleich der momentan herrschenden Luft-Temperatur. Diese Daten werden schließlich in der Meteorologie oder Klimatologie eingesetzt und analysiert.

**Zusammenfassung:** fehlt.

**Abschluss:** fehlt.

## Quellen:

1. Atkins, P.: „Physikalische Chemie“, 3. Auflage, Wiley- VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2001
2. Atkins, P.: „Kurzlehrbuch der Physikalischen Chemie“, 3. Auflage, Wiley- VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2002
3. Atkins, P.: „Einführung in die Physikalische Chemie“, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1993
4. Barrow, G.: „Physikalische Chemie“, 6. Auflage, Bohmann Verlag, Wien, 1984
5. Häfner, W.: Skript Grundvorlesung Physikalische Chemie, Uni Bayreuth, 2004
6. Hupfer, Kuttler (Hrsg.): „Witterung und Klima; eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie“, 11. Auflage, B. G. Teubner Verlag/ GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2005
7. Kraus, H.: „Die Atmosphäre der Erde, Eine Einführung in die Meteorologie“, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/ Wiesbaden, 2000
8. Moore, W.: „Grundlagen der Physikalischen Chemie“, de Gruyter Verlag, Berlin/ New York, 1990
9. Tipler, P.: „Physik“, Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg/ Berlin/ Oxford, 1994
10. Wedler, G.: „Lehrbuch der Physikalischen Chemie“, 5. Auflage, Wiley- VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004
11. [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de), **Stichwort fehlt**. 05.09.2006.