

# Das Mol

Reaktionsgleichungen wurden bisher mit Teilchen, Atomen oder Molekülen erklärt. Nun soll die Umsetzung auf beliebige Mengenverhältnisse erfolgen.

In der Chemie gibt es dafür die Basiseinheit mol .

## Definition:

Das Mol ist eine Stoffmengeneinheit.

Es bezieht sich auf die Menge eines Stoffes, nicht auf die Masse (Gewicht).

$6 \cdot 10^{23}$  Teilchen (Loschmidtsche Zahl) eines beliebigen Stoffes sind 1 mol.

Die jeweilige Anzahl der Mole wird **Molzahl** genannt und hat als Formelzeichen die Abkürzung „n“.

*600.000.000.000.000.000.000.000 = 600 Trilliarden*

*$6 \cdot 10^{23}$  Teilchen sind eine unvorstellbar große Menge. Sollte ein Computer diese Anzahl zählen, würde er selbst bei einer Zählgeschwindigkeit von 1 Million Stück pro Sekunde noch 19 Milliarden Jahre benötigen.*

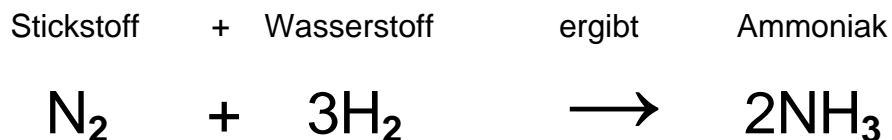
*Anders ausgedrückt, würde man Deutschland mit dieser Anzahl Murmeln bedecken wollen, und setzt man voraus, dass eine Murmel ca. 1cm Durchmesser hat, so würden  $6 \cdot 10^{23}$  Murmeln ganz Deutschland bis in eine Höhe von 1700 km bedecken. Oder verteilt man Eier in dieser Menge auf der ganzen Erde, wäre die Erde mit einer Eierschicht aus mehreren hundert Kilometern bedeckt.*

*Unvorstellbar gigantisch.*

*Nun sind diese Teilchen, nämlich Atome und Moleküle, aber unvorstellbar klein. So klein, dass von manchen Elementen diese Anzahl, nämlich  $6 \cdot 10^{23}$  Teilchen, in einem Fingerhut Platz hat.*

*Dies liegt jenseits unserer Vorstellungskraft.*

Aus der Definition für das Mol folgt z.B. für die Reaktionsgleichung



bisher: 1 Teilchen  $N_2$  + 3 Teilchen  $H_2$  ergeben 2 Teilchen  $NH_3$

oder: 1 Molekül  $N_2$  + 3 Moleküle  $H_2$  ergeben 2 Moleküle  $NH_3$

jetzt: 1 mol  $N_2$  + 3 mol  $H_2$  ergeben 2 mol  $NH_3$

also:  $1 \cdot 6 \cdot 10^{23}$  Teilchen  $N_2$  +  $3 \cdot 6 \cdot 10^{23}$  Teilchen  $H_2$  ergeben  $2 \cdot 6 \cdot 10^{23}$  Teilchen  $NH_3$

Was kann man damit anfangen?

Jede Atomsorte (Element) hat ein bestimmtes Gewicht.

Im Periodensystem steht das relative Atomgewicht, das heißt das Gewicht, das  $6 \cdot 10^{23}$  Teilchen dieses Elements wiegen (Angabe in Gramm).

(Die gleiche Zahl im Periodensystem gibt auch das absolute Atomgewicht mit der Einheit „u“ (unit) an.)

Bei Molekülen errechnet sich das Gesamtgewicht aus den Einzelgewichten der Atome.

Dieses Gewicht (Masse) nennt man **Molmasse** eines Stoffes mit dem Formelzeichen „M“ abgekürzt.

Mit diesen Erkenntnissen erfolgt die Umsetzung in die Reaktionsgleichung:



Molzahl	1·mol N <sub>2</sub>	+	3·mol H <sub>2</sub>	→	2·mol NH <sub>3</sub>
Molmasse	28g N <sub>2</sub>	+	3·2g H <sub>2</sub>	→	2·17g NH <sub>3</sub>
Masse	28g N <sub>2</sub>	+	6g H <sub>2</sub>	→	34g NH <sub>3</sub>

Dieser Zusammenhang zwischen Reaktionsgleichung und Molmasse lässt sich nutzen um beliebige Umsatzberechnungen durchzuführen.

z.B.

	2·28g N <sub>2</sub>	reagieren mit	2·6g H <sub>2</sub>	zu	2·34g NH <sub>3</sub> .
oder eine Menge wie	140g N <sub>2</sub>	reagieren mit	? g H <sub>2</sub>	zu	? g NH <sub>3</sub> .

Zum Berechnen benötigt man die Formel:

$$n = \frac{m}{M}$$

n = Molzahl [mol]  
m = Masse [g]  
M = Molmasse [g/mol]

Berechnung:

$$n = \frac{140 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 5 \text{ mol}$$

vorher:	1 mol N <sub>2</sub>	+	3 mol H <sub>2</sub>	→	2 mol NH <sub>3</sub>
jetzt:	5·1 mol N <sub>2</sub>	+	5·3 mol H <sub>2</sub>	→	5·2 mol NH <sub>3</sub>
(mit:			3 mol H <sub>2</sub> = 6g		2 mol NH <sub>3</sub> = 34g)
also:	140g N <sub>2</sub>	+	5·6g H <sub>2</sub>	→	5·34g NH <sub>3</sub>
oder:	140g N <sub>2</sub>	+	30g H <sub>2</sub>	→	170g NH <sub>3</sub>

Dies ist jetzt keine Reaktionsgleichung mehr mit Teilchen sondern mit Massen. Errechnet man die Gesamtmassen auf der linken und auf der rechten Seite der Gleichung und vergleicht diese, so stellt man fest, dass diese Massen gleich sind. Umsatzberechnungen mit Hilfe der Basiseinheit mol können nur erfolgen, wenn man das **Gesetz von der Erhaltung der Masse** beachtet.

Bei jeder chemischen Reaktion ist die Masse der Ausgangsstoffe gleich der Masse der Reaktionsprodukte.

Dieses Gesetz ist die Grundlage für die quantitative (mengenmäßige) Untersuchung chemischer Reaktionen.

Die oben aufgeführte Vorgehensweise zur Umsatzberechnung lässt sich auf jede beliebige Reaktionsgleichung mit allen Massen übertragen.

Feste und flüssige Stoffe kann man leicht abwägen, also die Masse bestimmen.

Bei Gasen jedoch zeigen sich bei der Massenbestimmung deutliche Probleme, da man ja nur mit kleinen Mengen (Teilchenzahlen) experimentiert.

Gase besitzen eine sehr geringe Dichte und somit lassen sich in einem Liter Gas nur sehr wenige Teilchen des jeweiligen Stoffes finden. Die daraus resultierende Masse wäre also nur sehr klein und somit ungenau zu wiegen.

Deshalb hat man für Gase noch zusätzlich einen weiteren Bezug zur Einheit **mol** geschaffen.

Außer der Molmasse, die ebenfalls für Gase anwendbar ist, gibt es das sogenannte

**Molvolumen**, das mit 22,4 Litern pro mol definiert ist.

$$V_M = 22,4 \text{ L/mol}$$

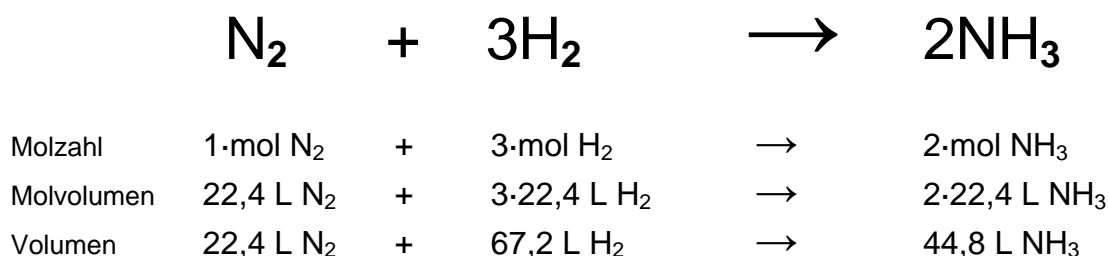
Dieses Molvolumen ist unabhängig von der Stoffart, aber abhängig von Temperatur und Druck.

Das Volumen von 22,4 L gilt nur bei Normalbedingungen (1013 mbar und 0°C).

Die Formel zur Umrechnung von mol in Liter lautet:

$$V = V_M \cdot n$$

Dies wiederum angewendet auf die obige Reaktionsgleichung bedeutet:



Durch das festgelegte Verhältnis von Molzahl zu Molvolumen lassen sich nun auch ganz beliebige Gasvolumina in mol angeben, vorausgesetzt man weiß, um welches Gas es sich handelt.

Ebenso lassen sich die Umsatzberechnungen nun bei vielen Reaktionsgleichungen, in denen Feststoffe und Gase vertreten sind, mit beiden Angaben gleichzeitig ausführen, was den Einsatz im großtechnischen Bereich enorm erleichtert, da Gase in Drucktanks grundsätzlich in Litern angegeben werden.