

## Etappe 2 - Die Molekülmasse

### Von der Ordnung der Stoffe ...

JOHN DALTON (siehe erste Etappe) formulierte in seinem im Jahre 1808 veröffentlichten Buch *New system of chemical philosophy* folgende Annahmen:

- 1) Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen, den Atomen. Diese sind unteilbar.
- 2) Die Atome eines chemischen Elementes sind gleich, sie haben die gleiche Masse.
- 3) Bei chemischen Reaktionen bleiben die Atome der Elemente erhalten, sie werden nur umgruppiert.

Seit jener Zeit haben sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse weiterentwickelt. Einige Atome sind teilbar (siehe Radioaktivität und Kernspaltung). Auch haben nicht alle Atome eines chemischen Elementes die gleiche Masse (siehe Isotopie). Beschränkt man sich aber auf „gewöhnliche“ chemische Reaktionen und lässt man die eh nur bei wenigen Atomen deutlich zutage tretenden Isotopieeffekte außer Acht, so helfen DALTONS Annahmen doch sehr, eine gewisse Ordnung in die Welt der Stoffe zu bringen (Abb. 1):

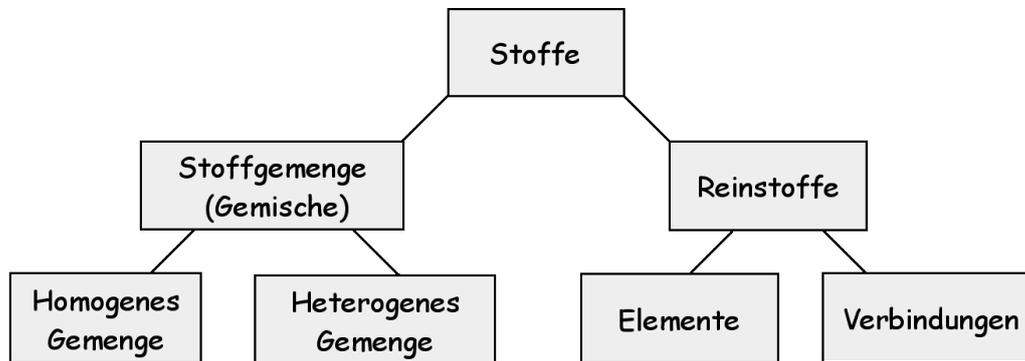


Abbildung 1: Unterteilung von Stoffen.

Bei allen Stoffen handelt es sich entweder um Reinstoffe oder Gemische. Den Unterschied verrät ein Blick auf die Teilchenebene. In einem Gemisch können unterschiedliche Teilchen nebeneinander vorliegen. In einem Reinstoff sind alle Teilchen gleich. Durch physikalische Trennmethode (Destillation, Extraktion, usw.) lassen sich Gemische in Reinstoffe auftrennen. Die einzelnen Teilchen verändern sich bei diesen Trennverfahren nicht.

Bei allen Reinstoffen wiederum handelt es sich um Verbindungen oder Elemente. Auch hier verrät ein Blick auf die Teilchenebene den Unterschied. Bei den Teilchen der Elemente handelt es sich um Atome. Bei den Teilchen der Verbindungen handelt es sich um Moleküle. Diese wiederum sind aus einzelnen Atomen aufgebaut. Dieser Aufbau verrät auch, wie aus Verbindungen Elemente gewonnen werden können. Durch chemische Reaktionen lassen sich die Moleküle in Atome aufspalten. Aus Verbindungen entstehen Elemente.

### ... über den Holzkohlegrill ...

Alle Stoffe bestehen aus kleinen Teilchen. Diese kleinen Teilchen können wiederum aus einem oder mehreren noch kleineren Bausteinen aufgebaut sein. Diese Bausteine heißen Atome. (Der subatomare Aufbau eines Atoms aus Elektronen, Protonen und Neutronen spielt für chemische Abläufe eine weniger wichtige Rolle und soll deshalb an dieser Stelle nicht diskutiert werden.) Im Laufe einer chemischen Reaktion lagern sich die Bausteine der kleinen Teilchen zu anderen kleinen Teilchen zusammen. Dieser Vorgang soll an einem Beispiel näher betrachtet werden, dem Verbrennen von Holzkohle.

Bei der Verbrennung von Holzkohle (Abb. 2) liegen als Ausgangsstoffe Holzkohle und Sauerstoff vor. Holzkohle besteht aus Kohlenstoffteilchen, Sauerstoff aus Sauerstoffteilchen. Kohlenstoff ist ein Element. Folglich handelt es sich bei den Kohlenstoffteilchen um Atome. Auch bei Sauerstoff handelt es sich um ein Element. Folgerichtig müsste es sich auch bei den Sauerstoffteilchen um Atome handeln. Leider macht hier die Natur eine kleine Ausnahme. Genaue Untersuchungen zeigen, dass es sich bei den Teilchen des Sauerstoffs um Moleküle handelt. Dabei ist jedes Sauerstoff-Molekül aus zwei Sauerstoff-Atomen zusammengesetzt. (Diese Ausnahme gilt noch für wenige weitere Elemente. Es handelt sich um Wasserstoff, Stickstoff, Fluor, Chlor, Brom und Iod.) Zurück zur chemischen Reaktion: Im Verlaufe der Verbrennung von Holzkohle bildet sich ein neuer Stoff, Kohlenstoffdioxid. Auf der Ebene der Teilchen betrachtet bedeutet dies, dass sich die ursprünglich vorliegenden Teilchen neu zusammen lagern (Abb. 3). Die Sauerstoff-Moleküle werden zunächst gespalten, anschließend bilden je zwei Sauerstoff-Atome und ein Kohlenstoff-Atom ein Kohlenstoffdioxid-Molekül.

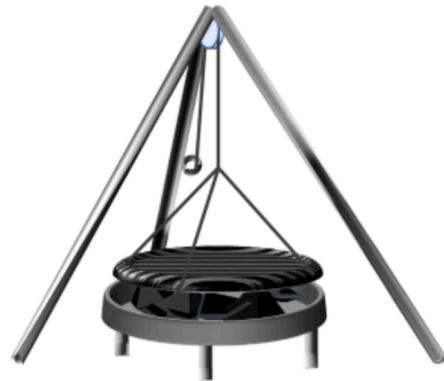


Abbildung 2: Ein Holzkohlegrill.

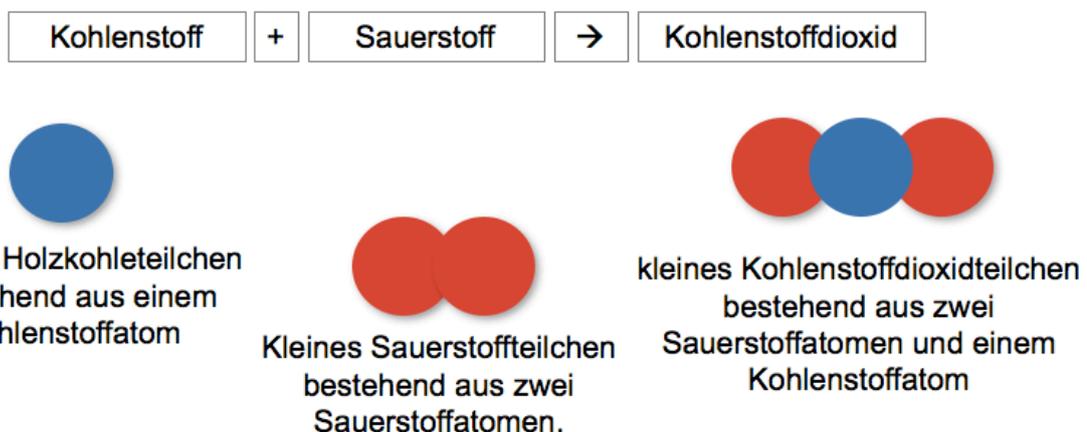


Abbildung 3: Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff.

Beim Verbrennen der Holzkohle bleiben, wie bei jeder anderen chemischen Reaktion, alle Bausteine der kleinen Teilchen erhalten. Die Bausteine können niemals verschwinden. Ebenso wenig können Bausteine aus dem Nichts auftauchen. Daher haben alle Reaktionsprodukte nach der Reaktion auch immer die gleiche Masse wie alle Ausgangsstoffe vor der Reaktion (Massenerhaltungsgesetz).

### zur Molekülmasse

Gegen Ende der ersten Etappe wurde darauf hingewiesen, dass die Masse eines Atoms aus (fast) jedem PSE abgelesen werden kann. Da sich im Laufe einer chemischen Reaktion die Atome nur neu zusammen lagern, geht keine Masse verloren. Die Masse eines Moleküls lässt sich damit durch Addition der Atommassen der am Aufbau des Moleküls beteiligten Atome bestimmen. Das bedeutet z. B. für ein Kohlenstoffdioxid-Molekül:

$$m_{(\text{CO}_2\text{-Molekül})} = m_{(\text{C-Atom})} + 2 \cdot m_{(\text{O-Atom})} = 12,0 \text{ u} + 2 \cdot 16,0 \text{ u} = 44,0 \text{ u}$$