

Atomvorstellungen von DALTON

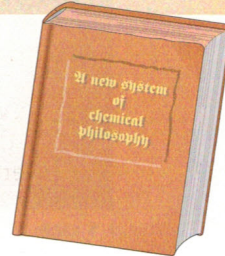
Die Atomvorstellungen nach DALTON

Kleinste, unteilbare Teilchen erhielten von griechischen Philosophen wie DEMOKRIT und ARISTOTELES den Namen atomos (griech.: unteilbar). Mehr als 2000 Jahre fand der Atombegriff kaum Anwendung. Erst als die Schriften griechischer Gelehrter im Mittelalter ins Lateinische übersetzt wurden, tauchte der Begriff wieder auf. Wesentliche Aussagen zur Vorstellung über Atome stammen von JOHN DALTON (1766–1844). 1808 veröffentlichte er ein Buch mit dem Titel: „A new system of chemical philosophy“. Darin schrieb er seine Gedanken zu der Atomvorstellung nieder.



1 DALTON und seine Atomvorstellungen

Atome ändern sich nicht.
Atome haben kugelförmige Gestalt.
Elemente besitzen gleichartige Atome.
Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in Größe und Gewicht.



Atome erhalten Zeichen und Symbole

DALTON konnte die Atome nicht sehen. Er entwickelte lediglich Vorstellungen (Modelle) zur Erklärung verschiedener Phänomene. DALTON führte daher Kreise als Symbole für Atome ein. Zur Unterscheidung der verschiedenen Atomsorten versah er die Kreise mit Punkten, Linien oder Anfangsbuchstaben der Elemente. Auf diese Weise erhielt jedes damals bekannte Element ein bestimmtes Symbol (▷ B2).

Ein Element besteht aus einer einheitlichen Atomsorte.

Gehen Elemente wie z.B. Wasserstoff und Sauerstoff eine Verbindung ein, so bleiben Größe, Masse und Gestalt der einzelnen Atome erhalten. Sie ordnen sich nur auf eine bestimmte Art neu an. Die Teilchen des Wassers bestehen aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom. Daher setzt sich das Symbol für die Ver-

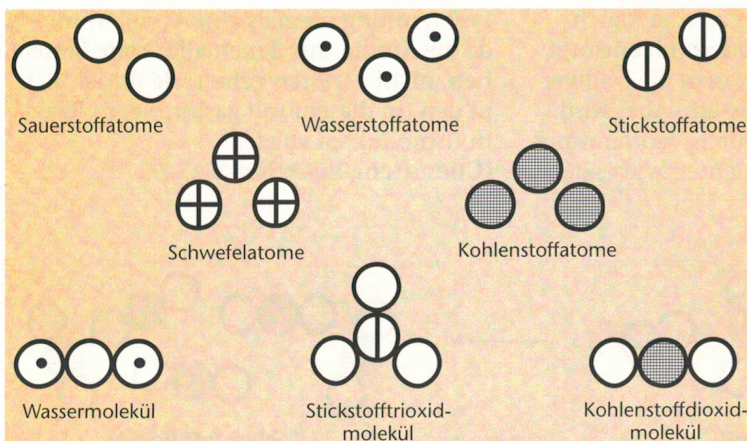
bindung Wasser aus den Symbolen für Sauerstoff- und Wasserstoffatome zusammen.

Die kleinsten Teilchen einer Verbindung

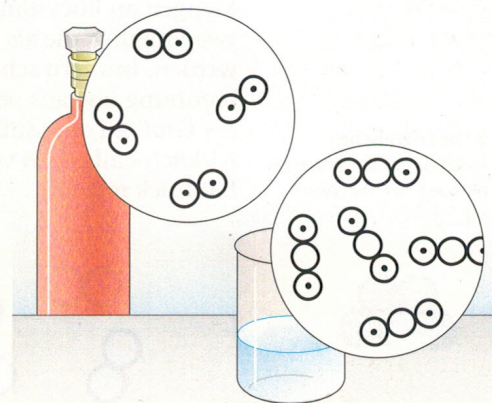
DALTON nannte die kleinsten Teilchen einer Verbindung **Moleküle** (▷ B2). Seiner Meinung nach bestehen Moleküle aus mindestens 2 miteinander verbundenen Atomen. Diese können gleichartig sein wie beim Wasserstoffmolekül. Sie können sich aber auch aus verschiedenartigen Atomen zusammensetzen, so wie beim Wassermolekül (▷ B3). DALTON war sich ziemlich sicher, dass die bekannten Gase wie z. B. Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff oder Chlor aus Molekülen mit jeweils zwei gleichartigen Atomen aufgebaut sind.

[Struktur der Materie S. 172/173]

Moleküle setzen sich aus mindestens zwei Atomen zusammen. Viele Gase bestehen aus zweiatomigen Molekülen.



2 Symbole für Atome und Moleküle nach DALTON



3 Wasserstoff- und Wassermoleküle nach DALTON



Verbrannt ist nicht vernichtet



1 Müll



3 Müllverbrennungsanlage

Menschen verursachen Müll

Seit es Menschen auf der Erde gibt, wird Müll produziert. Immer schon wurden Reste von Essen oder Dinge, die nicht mehr gebraucht wurden, weggeworfen. Daran hat sich bis heute nichts geändert. Erschreckend ist allerdings die gestiegene Menge und Vielfalt an Müll in unserer Zeit (> B 1). So verursacht jeder Deutsche jährlich mehrere hundert Kilogramm Müll.

Müllverbrennung

Neben dem Lagern von Müll auf Deponien hat die **Müllverbrennung** eine lange Tradition. Ein Teil des Mülls wurde immer schon unter freiem Himmel verbrannt. Im Jahre 1896 wurde dann in Hamburg die erste Müllverbrennungsanlage in Betrieb genommen. Mittlerweile gibt es über 70 solcher Anlagen in Deutschland (> B 3). Etwa die Hälfte des Mülls in unserem Land wird zur Zeit verbrannt. Bei ca. 1000 °C werden 80 – 90% des Mülls thermisch vernichtet (> B 4). Die bei der Verbrennung frei werdende Energie wird in Form von Wärme und Strom genutzt. Übrig bleiben nur ein wenig Schlacke, die z. B. für den Straßenbau verwendet wird und geringe Mengen an Rückständen aus der Rauchgasreinigung, die als Sondermüll entsorgt werden. Insofern schätzt man die Müllverbrennung überaus positiv ein. Aber wird der Großteil des Mülls durch Verbrennung wirklich einfach so vernichtet, wie es den Eindruck macht?



4 Bei 1000 °C verbrennt Müll

2 Die chemische Reaktion als Umgruppierung der Teilchen

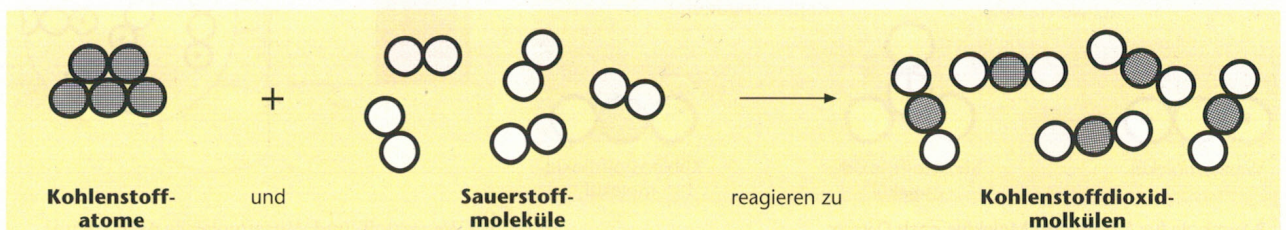
Gesetz von der Erhaltung der Masse

Das Gesetz von der Erhaltung der Masse besagt, dass bei chemischen Reaktionen die Masse der Ausgangsstoffe gleich der Masse der Reaktionsprodukte ist. Dies muss auch für die Verbrennung von Müll gelten, da es sich dabei um eine **chemische Reaktion** handelt. Durch die hohen Schornsteine einer Müllverbrennungsanlage (> B 3) entweichen die gasförmigen Reaktionsprodukte. Würde man diese vollständig auffangen und zusammen mit dem Sauerstoff, der Schlacke und den Rauchgasreinigungsrückständen wiegen, würde man tatsächlich keinen Massenverlust feststellen können.

Umgruppierung von Atomen

Chemisch betrachtet besteht unser Müll zum größten Teil aus Kohlenstoffverbindungen. Bei der Verbrennung von Kohlenstoff entsteht gasförmiges Kohlenstoffdioxid. Bei dieser Reaktion lösen sich die Kohlenstoffatome aus ihren Verbindungen und reagieren mit Sauerstoffatomen zu der neuen Verbindung. Die Kohlenstoffatome gehen also nicht verloren, sie werden nur umgruppiert (> B 2). Demnach ist eine Verbrennung niemals eine Vernichtung, da die Atome, aus denen alle Stoffe bestehen, nicht verloren gehen. Sie finden sich in den (in diesem Fall gasförmigen) Reaktionsprodukten wieder.

[Chemische Reaktion S. 174/175]



Struktur der Materie

Die Chemie beschäftigt sich mit den Eigenschaften, der Zusammensetzung und der Veränderung von Materie. Die Materie besteht aus Stoffen. Die Eigenschaften der Stoffe bestimmen ihre Verwendungsmöglichkeiten. Um den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften und der Zusammensetzung eines Stoffes zu begreifen, muss man sich Klarheit über seinen Aufbau verschaffen. Die Bausteine der Stoffe sind jedoch so klein, dass man sie selbst unter einem Mikroskop nicht sehen kann. Man verwendet daher zur Erklärung Modelle. Modelle sind Vorstellungen, die mithilfe von Experimenten, Überlegungen und Fantasie entwickelt werden. Das bedeutet: Man stellt sich vor, wie die Bausteine der Stoffe aussehen könnten. Dieses hilft, die Eigenschaften der Stoffe und ihre Veränderungen zu verstehen. Man kann sogar Veränderungen der Stoffe planen.

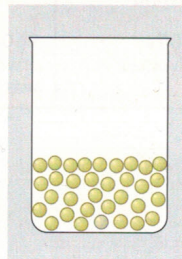
Stoff (sichtbar)

- farblos
- flüssig
- durchsichtig
- geschmacklos



Teilchen (nicht sichtbar)

- bewegen sich
- haben unregelmäßige Anordnung
- zwischen ihnen ist leerer Raum
- zwischen ihnen wirken Anziehungskräfte



Stoffeigenschaften

Stoffeigenschaften

Stoffe kann man an ihren Eigenschaften erkennen. Manche Eigenschaften

sind mit den Sinnen oder einfachen Hilfsmitteln wahrnehmbar. Dazu gehören Farbe, Glanz, Geschmack, Geruch, Wärmeleitfähigkeit, Härte und Verformbarkeit. Einige Stoffeigenschaften sind messbar, wie beispielsweise Schmelz- und Siedetemperatur, Löslichkeit und Dichte.

Die Stoffeigenschaften bestimmen die Verwendungsmöglichkeiten der Stoffe. Stoffgemische lassen sich in Reinstoffe trennen. Auch dazu werden deren Stoffeigenschaften genutzt.

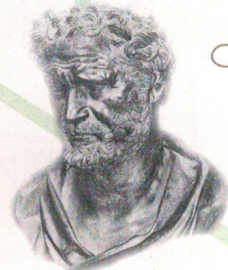
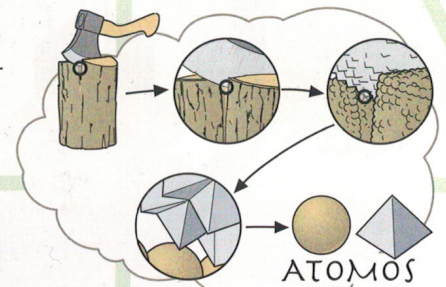
Teilchenmodelle

Teilchenmodelle

Man kann sich vorstellen, dass Stoffe aus kleinen, kugelförmigen Teilchen aufgebaut sind. Mit einer solchen Modellvorstellung (Kugelteilchenmodell)

kann man zum Beispiel Trennverfahren und Aggregatzustände erklären. Es gibt kleinste Teilchen, die sich nicht weiter zerlegen lassen. Sie werden Atome genannt. Alle Stoffe bestehen aus Atomen.

Bei chemischen Reaktionen lösen sich die Atome aus ihren Verbänden und bilden neue Anordnungen. Es findet eine Umgruppierung der Atome statt.



Energiezufuhr

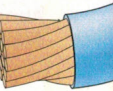
| Stoffebene | Teilchenebene |
|------------|---------------|
| | |
| gasförmig | |
| | |
| flüssig | |
| | |
| fest | |

Aggregatzustände

Stoffe liegen in fester, flüssiger oder gasförmiger Form vor. Durch Erhitzen bzw. Abkühlen kann man Stoffe von einem Aggregatzustand in einen anderen überführen. Die Aggregatzustände lassen sich mithilfe von Teilchenmodellen erklären. In einem Feststoff sind die Teilchen regelmäßig angeordnet, ihr Abstand voneinander ist gering. Führt man Energie zu, so bewegen sich die Teilchen schneller und die Anziehungskräfte wirken sich

schwächer aus. In Flüssigkeiten sind die Teilchen daher ungeordnet und ihr Abstand voneinander ist größer. Bei Gasen ist der Abstand der Teilchen voneinander sehr groß und sie bewegen sich frei und regellos.

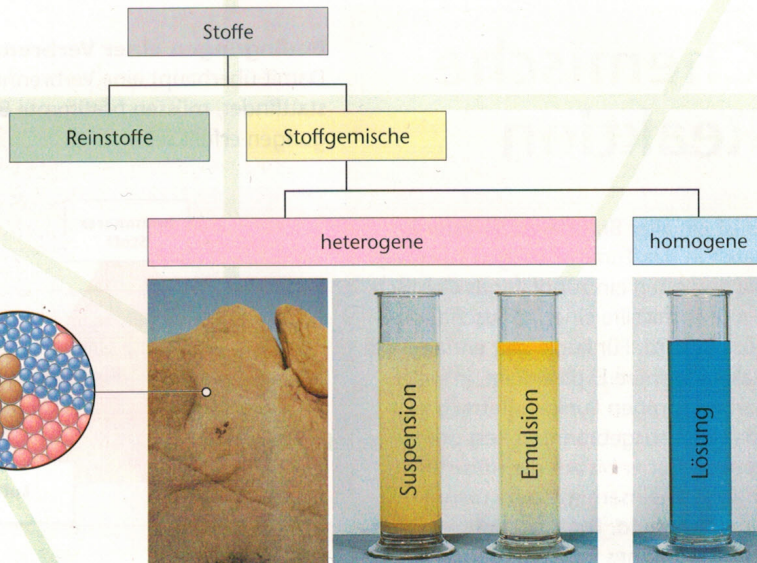
Aggregatzustände



Reinstoff und Gemisch

Stoffe liegen als Reinstoffe oder Stoffgemische vor. Reinstoffe sind durch messbare Stoffeigenschaften gekennzeichnet. Stoffgemische enthalten mindestens zwei Reinstoffe. Bei einigen Gemischen kann man die unterschiedlichen Bestandteile auf den ersten Blick erkennen (heterogene Gemische), andere Gemische erscheinen einheitlich (homogene Gemische). Die kleinsten Teilchen eines Reinstoffes sind untereinander gleich, sie sind gleich groß und gleich schwer. In einem Stoffgemisch liegen mindestens zwei verschiedene Teilchenarten vor.

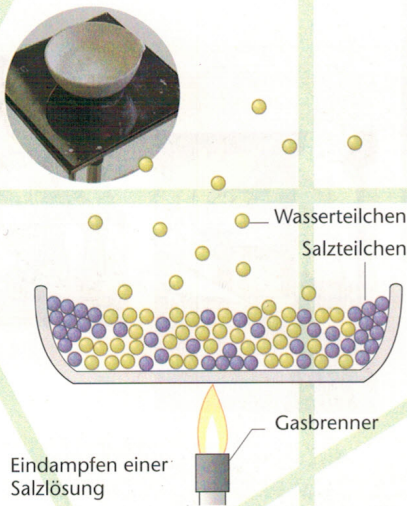
Reinstoff und Gemisch



Trennverfahren

Da sich die Bestandteile eines Gemisches in verschiedenen Eigenschaften unterscheiden, kann man diese zur Trennung nutzen. Beispielsweise unterscheiden sich Kochsalz und Wasser in ihrer Siedetemperatur. Erhitzt man eine Kochsalzlösung, so verdampft das Wasser und das Kochsalz bleibt zurück. Beim Filtrieren wird die unterschiedliche Teilchengröße der Bestandteile genutzt, beim Destillieren die unterschiedliche Siedetemperatur.

Trennverfahren



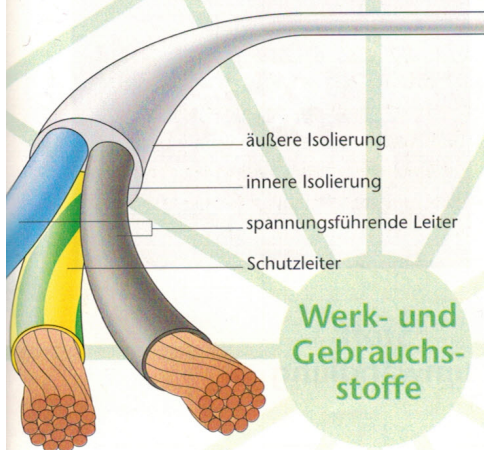
Aufgaben

- 1 Überlege dir weitere Einteilungsmöglichkeiten für Stoffgruppen und diskutiere sie mit deinen Mitschülern.
- 2 Suche Beispiele für Modelle in deinem Alltag. Worin unterscheiden sich deine Beispiele vom Original?
- 3 Beschreibe am Beispiel einer brennenden Kerze die Aggregatzustände mithilfe des Teilchenmodells.
- 4 Informiere dich, warum meist Metalllegierungen anstelle eines reinen Metalls verwendet werden.
- 5 Ein Gemisch besteht aus Seesand, Kochsalz, Eisenpulver und Sägespänen. Überlege dir einen geeigneten Trennungsweg, um das Gemisch in seine vier Bestandteile zu trennen. Welche Stoffeigenschaften nutzt du dabei zur Trennung?
- 6 Erkläre an verschiedenen Beispielen, dass die Nutzung eines Stoffes von seinen Stoffeigenschaften abhängig ist.

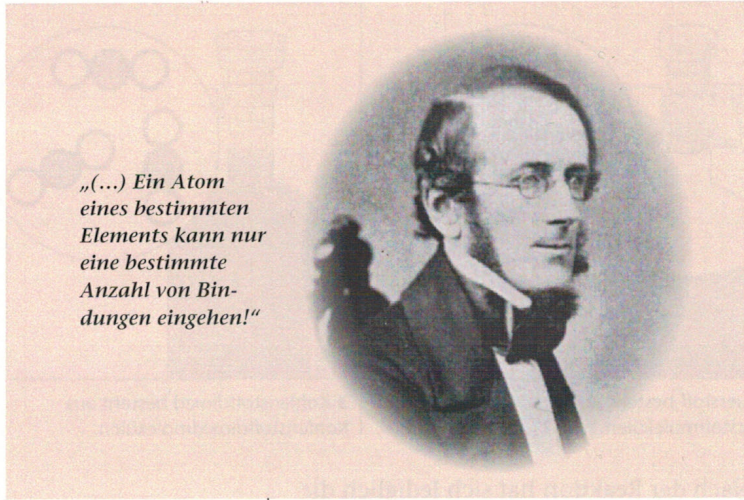
Werk- und Gebrauchsstoffe

Die Stoffeigenschaften bestimmen die Verwendungsmöglichkeiten eines Stoffes. So verwendet man beispielsweise Kupfer wegen seiner guten elektrischen Leitfähigkeit als Stromleiter, die Isolierung um das Kabel besteht dagegen aus Kunststoff. Durch eine gezielte Zusammensetzung von Stoffen kann man Gemische mit gewünschten Eigenschaften herstellen. Beispielsweise sollte ein Brausepulver süß und säuerlich schmecken, aber nicht zu sauer. Es sollte sprudeln, aber nicht bitter schmecken.

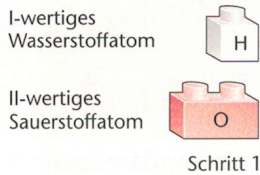
Werk- und Gebrauchsstoffe



Das Konzept = Molekül

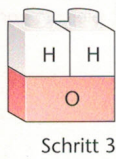
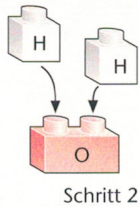


1 SIR EDWARD FRANKLAND



Die Wertigkeit von Atomen

Die Formel für ein Wassermolekül ist H_2O und nicht HO . Wie kann man ermitteln, wie viele Atome einer Art jeweils in einem bestimmten Molekül miteinander verbunden sind?



2 Der Weg zur Formel

Der englische Chemiker SIR EDWARD FRANKLAND schlug 1852 in diesem Zusammenhang in seiner Veröffentlichung „Philosophical Transaction“ zum ersten Mal das Konzept der Wertigkeiten vor (▷ B 1). Die Wertigkeit eines Atoms gibt an, wie viele Wasserstoffatome es binden oder ersetzen kann. Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass das Wasserstoffatom selbst immer einwertig ist. Die Wertigkeit eines Atoms wird mit einer römischen Zahl gekennzeichnet (▷ B 4).

Die Wertigkeit gibt an, wie viele Wasserstoffatome von einem Atom dieses Elements gebunden oder ersetzt werden können.

| Atom | Symbol | Wertigkeit |
|-------------|--------|------------|
| Wasserstoff | H | I |
| Magnesium | Mg | II |
| Sauerstoff | O | II |
| Stickstoff | N | III |
| Aluminium | Al | III |
| Kohlenstoff | C | IV |

4 Die Wertigkeit einiger Atome

Bis zur Zeit EDWARD FRANKLANDS wurde die Formel für ein Wassermolekül tatsächlich noch mit HO angegeben. Nach dem Konzept der Wertigkeiten ergibt sich aber, dass ein Sauerstoffatom zwei Wasserstoffatome binden kann. Das Sauerstoffatom ist also II-wertig und die Formel muss dementsprechend H_2O lauten (▷ B 2, B 3).

Bestimmung von Formeln mithilfe der Wertigkeit

1. Schritt: Wertigkeit ermitteln

Die Wertigkeiten der einzelnen Atome werden aus der Tabelle (▷ B 4) abgelesen und den jeweiligen Atomen zugeordnet. Als Modell können Steckbausteine dienen (▷ B 2).

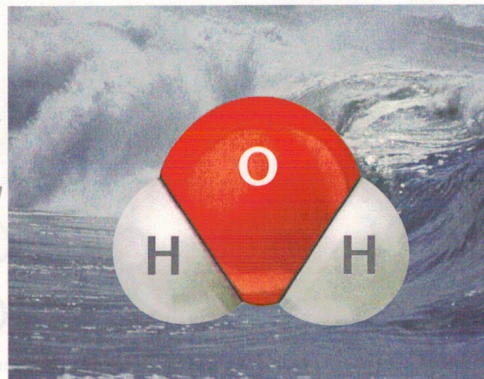
2. Schritt: Wertigkeiten ausgleichen

Die Atome werden durch Vervielfachen solange ergänzt, bis alle Steckplätze belegt sind. Ein II-wertiges Sauerstoffatom kann demnach zwei I-wertige Wasserstoffatome binden.

3. Schritt: Formel erstellen

Die Anzahl gleichartiger Steckbausteine wird in der Formel durch eine kleine, tiefgestellte Zahl verdeutlicht. Die „1“ wird nicht geschrieben. Die Formel lautet also nicht H_2O_1 , sondern H_2O .

3) Was ist der Unterschied zu einem Molekül und einem Atom?



3 Das Wassermolekül

Aufgaben

- Ermittle die Formel für eine Formeleinheit folgender Verbindung
 - Magnesiumoxid,
 - Natriumsulfid (Natrium ist I-wertig und Schwefel ist II-wertig)
- Vergleiche die Abbildungen der „Steckbausteine“ aus Bild 2 mit den jeweiligen Atomen im Molekülmodell in Bild 3.

Exkurs: Die Reaktionsgleichung

Vom Reaktionsschema zur Reaktionsgleichung

Bei der Reaktion von Eisen mit Sauerstoff bildet sich Eisenoxid.

Diese Reaktion kann durch ein Reaktionsschema in Worten formuliert werden:



Ein solches Reaktionsschema ist weder international verständlich, noch kann daraus abgelesen werden, wie viele Atome an der Reaktion beteiligt sind.

Mithilfe der chemischen Symbolsprache ist es nun möglich, solche Reaktionsschemata kürzer, verständlicher und genauer zu formulieren.

1. Schritt: Ersetzen der Namen durch Symbole

Das Symbol für Eisen ist Fe, das für Sauerstoff O, bei Eisenoxid handelt es sich um eine Verbindung aus Eisen und Sauerstoff, die Hilfsformel lautet FeO.

Nicht berücksichtigt ist hier die zahlenmäßige Zusammensetzung der an der Reaktion beteiligten Teilchen.

Nun muss man sich überlegen, was man über die Zusammensetzung der an der Reaktion beteiligten Teilchen weiß.

Vor der Reaktion:

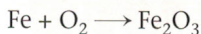
- Eisen ist ein Feststoff und besteht nur aus Eisenatomen.
- Sauerstoff liegt in Form von zweiatomigen Molekülen vor (> B1).

Nach der Reaktion:

Eisenoxid ist eine Verbindung aus Eisen und Sauerstoff.

2. Schritt: Ersetzen der Namen durch Formeln

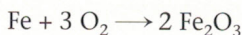
Mithilfe der Wertigkeit kann man die Formeln ermitteln. Das Eisenatom ist hier dreiwertig, das Sauerstoffatom ist zweiwertig. Die Formel von Sauerstoff heißt O_2 . Nach Ermitteln des kleinsten gemeinsamen Vielfachen (kgV) lautet die Formel von Eisenoxid Fe_2O_3 , Eisen(III)-oxid.



Vergleicht man die Anzahl der an der Reaktion beteiligten Atome, stellt man fest, dass pro Eisenoxidteilchen 3 Atome Sauerstoff benötigt werden. Links vom Pfeil stehen aber zunächst nur 2 Sauerstoffatome (als Molekül) zur Verfügung. Man sagt: „Die Gleichung stimmt noch nicht“.

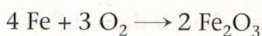
3. Schritt: Ausgleichen des einen Reaktionspartners

Man benötigt 3 Sauerstoffmoleküle, um 2 Eisenoxidteilchen zu bilden. Es sind nun 6 Sauerstoffteilchen auf beiden Seiten der Gleichung vorhanden.

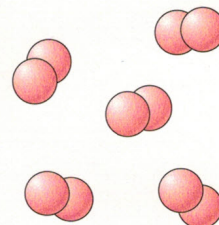
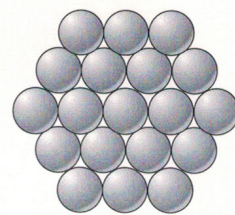


4. Schritt: Ausgleichen des anderen Reaktionspartners

Wenn aber insgesamt 4 Eisenatome für 2 Fe_2O_3 -Teilchen benötigt werden, müssen auch auf der linken Seite der Gleichung 4 Eisenatome bereitgestellt werden. Die ausgeglichene Reaktionsgleichung lautet:



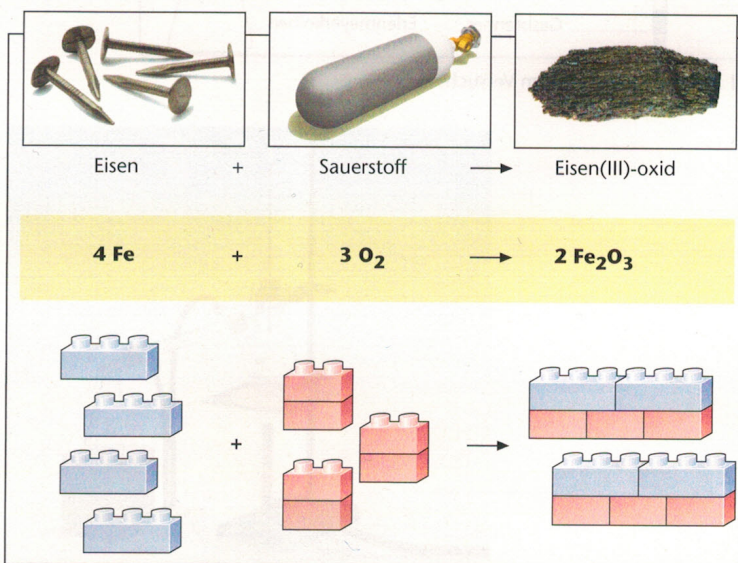
In einer Reaktionsgleichung muss die Anzahl der an der Reaktion beteiligten Atome vor und nach der Reaktion gleich sein.



1 Eisenatome und Sauerstoffmoleküle im Modell

Aufgaben

- 1 Erstelle die Reaktionsgleichung für die Bildung von Wasser aus den Elementen Wasserstoff und Sauerstoff.
- 2 Wie lautet die Reaktionsgleichung für die Bildung von Aluminiumchlorid (Cl ist I-wertig) aus Aluminiumatomen und zweiatomigen Chlormolekülen?
- 3 Natrium reagiert mit Schwefel. Wie lautet die Reaktionsgleichung (im Reaktionsprodukt ist Na I-wertig; S ist II-wertig)?



2 Vom Reaktionsschema zur Reaktionsgleichung

