

## „Mit einem Sturmfeuerzeug will Jonas Heidruns großen Tag retten“

### Thema *Chemische Reaktionen*

#### 2.1 Infos und Ziele

Ein Ziel dieses Mysterys ist es, erste chemische Reaktionen lesen zu können und Wortgleichungen Symbolgleichungen und Teilchenmodellen zuzuordnen.

Bei chemischen Reaktionen findet eine Stoffumwandlung statt. Ausgangsstoffe werden in Reaktionsprodukte umgewandelt. Dabei werden chemische Bindungen umgebaut, Teilchen ordnen sich neu an und Energie wird frei oder verbraucht. Eine chemische Reaktionsgleichung veranschaulicht diesen Prozess mit Formeln, Symbolen und Zahlen. Die Arten von Reaktionsgleichungen sind immer nach demselben Muster aufgebaut. Links stehen die Ausgangsstoffe (Edukte) und rechts die Reaktionsprodukte (Produkte). Zwischen ihnen zeigt der Reaktionspfeil von den Edukten zu den Produkten.

Ausgangsstoff 1 + Ausgangsstoff 2 + ... → Reaktionsprodukt 1 + Reaktionsprodukt 2 + ...

#### Wortgleichung:

In einer Wortgleichung werden Edukte und Produkte mit ihren Namen angegeben. Die Zahlen, welche die Stoffmengen darstellen, kommen in einer Wortgleichung nicht vor. Beispiel:

Wasserstoff und Sauerstoff reagieren zu Wasser

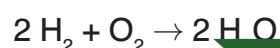
#### Formelgleichung:

Eine Wortgleichung kann in eine Formelgleichung umgewandelt werden (und umgekehrt). In dieser werden die reagierenden Stoffe mit ihren Formeln und Symbolen dargestellt. Das Stoffmengenverhältnis wird durch die vor dem Stoff stehenden Stöchiometriezahlen angegeben.

Die Stöchiometriezahlen sind dabei immer noch ein ganz eigenes Problem. Bereits seit Dalton wissen wir, dass die Teilchen in chemischen Reaktionen immer in festen Zahlenverhältnissen reagieren. Dies wird mithilfe der Stöchiometriezahlen vor den Stoffen dargestellt. Insgesamt muss jedes Element vor und nach dem Reaktionspfeil in der gleichen Anzahl vorkommen.

Wasserstoff (H<sub>2</sub>) besteht aus zwei Wasserstoffatomen, Sauerstoff (O<sub>2</sub>) aus zwei Sauerstoffatomen (viele Gase kommen in der Natur zweiatomig vor). Wasser (H<sub>2</sub>O) besteht aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom.

Daraus ergibt sich für die Formelgleichung nach Abzählen der Atome auf beiden Seiten der Gleichung:



In den Ausgangsstoffen gibt es jetzt  $2 \times 2 = 4$  Wasserstoff- und  $1 \times 2 = 2$  Sauerstoffatome. In den Reaktionsprodukten gibt es  $2 \times 2 = 4$  Wasserstoffatome und  $2 \times 1 = 2$  Sauerstoffatome. Auf beiden Seiten des Reaktionspfeils sind also gleich viele Elemente jeder Sorte.

### Reaktionen im Teilchenmodell:

Für manche Reaktionen ist es sinnvoll, die reagierenden Stoffe im Teilchenmodell anzugeben, um die Reaktionsmechanismen besser zu verstehen. Dabei werden die Bindungen zwischen Atomen auch im richtigen Bindungswinkel dargestellt.

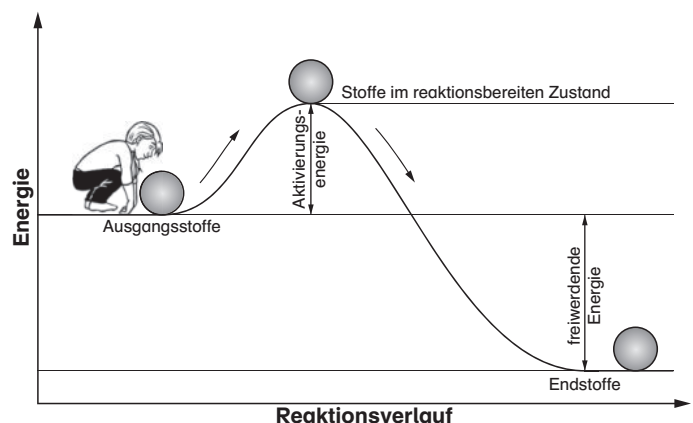


Als weiteres Ziel dieses Mysterys soll der Energieumsatz von chemischen Reaktionen betrachtet werden. Daraus sollen Rückschlüsse auf die Umkehrbarkeit von chemischen Reaktionen gezogen werden. Dazu hilft die Betrachtung eines Energiediagramms.

Jeder Stoff besitzt eine für ihn spezifische Energie. Reagieren Stoffe miteinander, kann diese Energie in andere Energieformen umgewandelt werden. Durch die Reaktion entstehen z. B. Wärme, Bewegung oder Licht. Dieses Prinzip unterliegt dem Energieerhaltungssatz, welcher besagt, dass in einem abgeschlossenen System Energie in eine andere Energieform umgewandelt, aber weder erzeugt noch vernichtet werden kann.

Als „exotherm“ bezeichnet man in der Chemie oft pauschal und etwas zu vereinfacht eine Reaktion, bei der Wärme abgegeben wird. Das Energiediagramm gibt uns aber eine exaktere Definition für exotherme Reaktionen.

Im Energiediagramm steht die senkrechte Achse für den Energiegehalt. Der Pfeil zeigt an, dass die Energiemenge in einem Stoff zunimmt. Im Gegensatz zu einem herkömmlichen Diagramm enthält das Energiediagramm aber keine absoluten Energieangaben, da man immer nur Unterschiede zwischen den chemischen Energiegehalten der Edukte und Produkte feststellen kann, aber keine absoluten Werte. Die waagerechte Achse zeigt den Reaktionsverlauf von den Edukten zu den Produkten an. Bei einer exothermen Reaktion haben die Edukte einen höheren Energiegehalt als die Produkte. Diese frei gewordene Energie kann häufig in Form von Wärme oder Licht abgegeben werden.



Exothermes Energiediagramm

Die Aktivierungsenergie ist eine Art Energiebarriere, die überwunden werden muss, damit eine chemische Reaktion stattfinden kann. Je niedriger die Aktivierungsenergie ist, desto schneller und freiwilliger läuft die Reaktion ab. Mit Katalysatoren kann man diese Aktivierungsenergie absenken. Die freiwerdende Energie bleibt aber trotz Einsatz eines Katalysators identisch. Bei einigen Reaktionen kann bereits auch schon die Umgebungstemperatur diesen katalytischen Effekt hervorrufen.

Bei endothermen Reaktionen haben die Edukte einen niedrigeren Energiegehalt als die Produkte. Es muss Energie aufgebracht werden, damit eine chemische Reaktion stattfinden kann.

### 2.2 Story

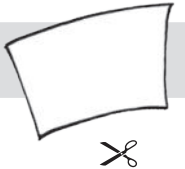
Jonas bereitet mit seiner Familie den 80. Geburtstag von Oma Heidrun vor. Als die Tafel für die Dinnerparty gedeckt wird, fällt Oma Heidrun auf, dass das ganze Silberbesteck angelaufen ist. Da es keine Silberpolitur im Haus gibt, hat Jonas die Idee, die Reaktion, bei der Silber anläuft ( $2 \text{ Ag} + \text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$ ), wieder rückgängig zu machen. Beim Anlaufen des Silbers handelt es sich um eine exotherme Reaktion, folglich benötigt man für die Umkehrreaktion ( $\text{Ag}_2\text{S} \rightarrow 2 \text{ Ag} + \text{S}$ ) nur genügend Energie. Da Jonas für sein geplantes Feuerwerk ein Sturmfeuerzeug dabei hat, um das Feuerwerk auch sicher zünden zu können<sup>1</sup>, nutzt er dieses nun für seinen Plan und erhitzt damit einen Silberlöffel.

#### Zusatz: „Doch eines hatte Jonas nicht bedacht“

Doch Jonas hatte nicht bedacht, dass im Silberbesteck oft Kupfer beigemischt ist, da Silber allein zu weich als Besteck wäre. Der Silberlöffel wird folglich beim Erhitzen noch schwärzer, da Kupferoxid entsteht ( $2 \text{ Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CuO}$ ).

Anmerkung: Ein Sturmfeuerzeug kann so heiß werden, dass der Silberlöffel unter Umständen sogar schmelzen könnte, wenn er zu lange in die Flamme gehalten wird.

<sup>1</sup> Die Zersetzung von Kaliumnitrat  $2 \text{ KNO}_3 \rightarrow 2 \text{ KNO}_2 + \text{O}_2$  benötigt für die Zündung eine Zündquelle oder Streichhölzer oft nicht gegeben ist.



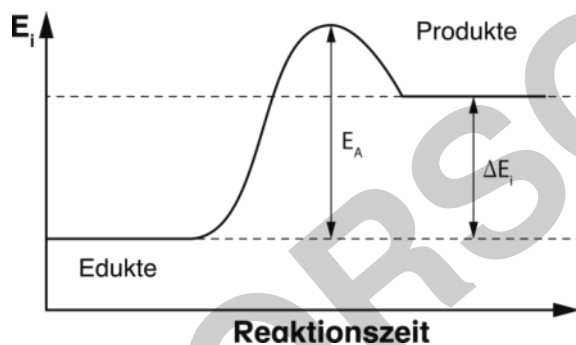
Kaliumnitrat reagiert zu Kaliumnitrit und Sauerstoff.

Jonas ist 18 Jahre alt und lebt mit seiner Schwester und seinen Eltern in einer großen Stadt.



Plötzlich ruft Heidrun: „Oje, die Löffel und Gabeln und Messer sind ja alle schwarz! Wie konnte das passieren?“

Möchte man eine exotherme Reaktion wieder umkehren, muss man Energie zuführen.



Jonas nimmt sich Oma Heidruns Silberlöffel und hält sie kurz in die Flamme seines Sturmfeuerzeugs.

Silber und Schwefel reagieren zu Silbersulfid (exotherm).

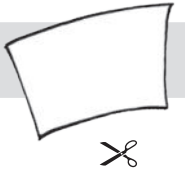
Jonas möchte Oma Heidrun mit einem Feuerwerk überraschen und hat sogar einen Antrag bei der Ordnungsbehörde gestellt.



Heidrun ist 79 Jahre alt und ist Jonas Oma.



Im ganzen Haus gibt es keine Silberpolitur mehr.



<p>Eine Reaktion, bei der Energie benötigt wird, nennt man „endotherm“.</p>	
<p>Am Tag vor dem Geburtstag bereitet Oma Heidrun mit Jonas' Familie die große Dinnerparty vor.</p>	
<p>Da es Herbst ist und alles recht nass und kalt draußen ist, kauft sich Jonas extra ein Sturmfeuerzeug, damit das Feuerwerk auch sicher zündet.</p>	<p>Silbersulfid reagiert zu Silber und Schwefel (endotherm).</p>
<p>Die Bildung von Silbersulfid ist eine exotherme Reaktion, d. h., bei der Reaktion wird Energie freigesetzt.</p>	$2 \text{KNO}_3 \rightarrow 2 \text{KNO}_2 + \text{O}_2$