

Reaktionen Unterstufe

1. Vermischen oder Reaktion

Im Labor mischen die Schülerinnen und Schüler zwei Flüssigkeiten. Sobald die Stoffe miteinander reagieren, lassen sich überraschende Farbveränderungen, Niederschläge oder Gasblasen beobachten. Die Anleitung und einige Bilder dazu finden Sie im Dokument «Vermischung-Reaktion.docx» unter <http://fdchemie.pbworks.com/w/page/46481480/Reaktionsgleichungen>

Erkenntnisse:

- In Reaktionen entstehen Substanzen mit völlig neuen Eigenschaften, weil die Teilchen verändert werden.
- Das Teilchenmodell kann die Veränderung zu wenig genau beschreiben. Deshalb müssen wir wissen, wie die Stoffteilchen aufgebaut sind. Die folgende Skizze erklärt das Beispiel aus dem Schülerversuch, Brom reagiert mit Malonsäure, nicht befriedigend:

2. Teilchen bestehen aus Atomen

Beispiel Wasser

Bis heute wurden über hundert Atomsorten gefunden. In der Natur kommen aber nur etwa neunzig vor. Die restlichen wurden künstlich hergestellt. Manche dieser Atome zerfallen aber in Bruchteilen von Sekunden gleich wieder und sind deshalb für uns völlig uninteressant.

Jede Atomsorte besitzt:

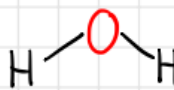
- einen Namen
- ein Symbol aus ein bis zwei Buchstaben
- eine Nummer

Im **Periodensystem** stehen die Atome den Nummern nach geordnet. Für die Schülerinnen ist das Periodensystem im Moment nichts anders als eine Liste, in der sie Symbole und Namen der Atome ablesen können.

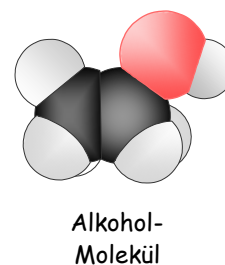
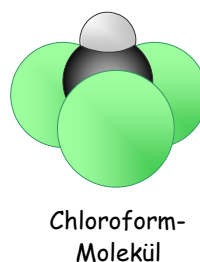
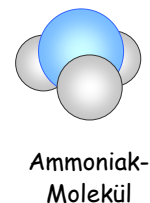
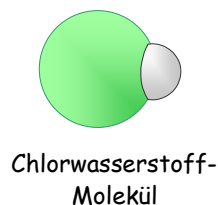
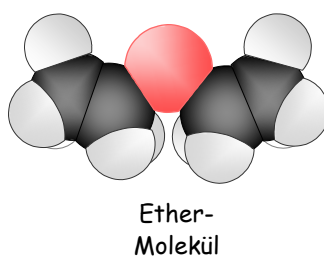
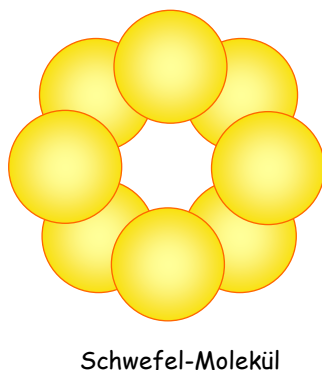
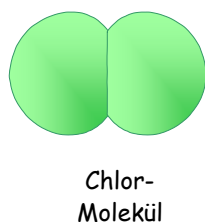
Mendelejew und die Elemente

Karin Senn, Chemielehrerin an der Kantonsschule Zürcher Unterland hat eine Aktivität entwickelt, in der die Schülerinnen und Schüler Elemente ordnen und die Entstehung des Periodensystems nachempfinden können: <http://fdchemie.pbworks.com/w/page/135733476/Atombau>

Verschiedene Darstellungsformen von Molekülen

MODELL	STRICHFORMEL	SUMMENFORMEL																														
	 Symbole = Atomsorten (H, O, ...) Striche = chem. Bindungen ↳ ein Strich = Einfachbindung ↳ Doppelstrich = Doppelbindung ↳ Dreifachstrich = Dreifachbindung	 Die Summenformel gibt an, aus wievielen Atomen einer bestimmten Atomsorte ein Molekül zusammengesetzt ist. Die kleine Zahl hinter dem Symbol zeigt an, wieviel Mal das Atom im Teilchen vorkommt. (Die 1 wird dabei nicht geschrieben)																														
Atomsorten (Elemente), die wir häufig brauchen werden: <table> <tr> <td></td> <td>Wasserstoff</td> <td>H</td> <td>(1 Bindung)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sauerstoff</td> <td>O</td> <td>(2 Bindungen)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kohlenstoff</td> <td>C</td> <td>(4 Bindungen)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Stickstoff</td> <td>N</td> <td>(3 Bindungen)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Schwefel</td> <td>S</td> <td>(2 Bindungen)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Chlor</td> <td>Cl</td> <td>(1 Bindung)</td> <td>Auch Brom, Fluor, Iod Br, F, I</td> </tr> </table>				Wasserstoff	H	(1 Bindung)			Sauerstoff	O	(2 Bindungen)			Kohlenstoff	C	(4 Bindungen)			Stickstoff	N	(3 Bindungen)			Schwefel	S	(2 Bindungen)			Chlor	Cl	(1 Bindung)	Auch Brom, Fluor, Iod Br, F, I
	Wasserstoff	H	(1 Bindung)																													
	Sauerstoff	O	(2 Bindungen)																													
	Kohlenstoff	C	(4 Bindungen)																													
	Stickstoff	N	(3 Bindungen)																													
	Schwefel	S	(2 Bindungen)																													
	Chlor	Cl	(1 Bindung)	Auch Brom, Fluor, Iod Br, F, I																												

Verschiedene Moleküle bedeuten verschiedene Substanzen



Aufgabe 1

- Färbe die Atome gemäss der Konvention ein (*dazu muss eine Graustufen-Kopie abgegeben wird*).
- Gib zu jedem Molekül die Summenformel an. Gleiche Atome haben dieselbe Farbe.
Auf die Reihenfolge der Buchstaben in den Summenformeln musst du noch nicht achten.
- Baue das Ether-Molekül mit Hilfe des Molekülbaukastens.
- Aus welcher Substanz kann Ether hergestellt werden? Welches Molekül auf diesem Blatt muss nur wenig umgebaut werden, damit es zu einem Ether-Molekül wird? Erkläre die Veränderung mit einer Skizze.

Besprechung: Lösungen angeben und auf die Reihenfolge der Buchstaben in den Summenformeln eingehen. Nur bei organischen Molekülen gibt es eine Regel: zuerst C, dann H, dann die weiteren Atomsymbole in alphabetischer Reihenfolge.

Aufgabe 2

- a) Zeichne die Strichformeln der gegebenen Moleküle.

Wenn die Lehrperson die Aufgabe am Beispiel von Wasser und Sauerstoff vormacht und betont, dass jede Atomsorte eine bestimmte Anzahl Bindungen eingeht, verstehen die Schülerinnen und Schüler, wie sie vorgehen können. Aus H_2O weiss man, dass Sauerstoffatome 2 Bindungen machen. Deshalb muss es bei O_2 eine Doppelbindung geben.

- b) Erkläre mit Strichformeln, wie Alkohol- zu Ethermolekülen werden.
c) Warum kann Alkohol nicht aus Ammoniak und Chloroform hergestellt werden?

Auswertung

- Die Summenformel gibt die Zusammensetzung des Moleküls an.
- Die Strichformel zeigt, wie die Atome innerhalb eines Moleküls miteinander verbunden sind. Jede Atomsorte macht eine bestimmte Anzahl Bindungen.
- Wenn die Moleküle eines Stoffs aus gleichen Atomen aufgebaut sind, bezeichnen wir den Stoff als **elementaren Stoff**. Beispiele von elementaren Stoffen:
 - Wenn die Moleküle eines Stoffes aus verschiedenen Atomen aufgebaut sind, bezeichnen wir den Stoff als **Verbindung**. Beispiele von Verbindungen:
- Mit Strichformeln können Reaktionen beschrieben werden. Sie zeigen welche Bindungen gebrochen und wo neue Bindungen gebildet werden.

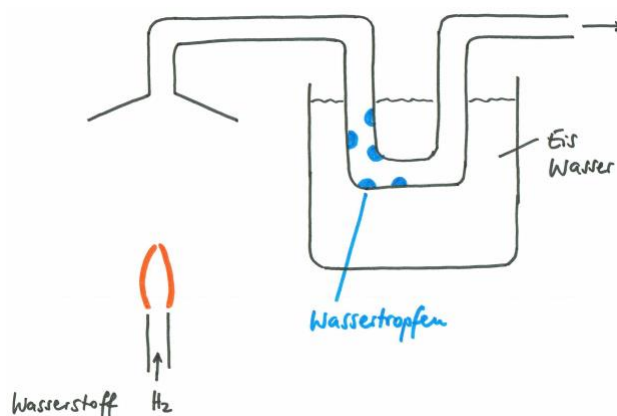
Die Strichformeln zeigen beispielsweise, dass Alkohol in Ether und Wasser verwandelt werden kann. Umgekehrt kann Chloroform nicht zu Ammoniak werden. Diese Voraussage ist mit Stoffteilchen nicht möglich. Deshalb verwenden Chemikerinnen Strichformeln und Summenformeln, wenn sie Reaktionen studieren und die Veränderung der Moleküle verstehen wollen.

Der Umbau der Moleküle kann mit Molymod-Modellen oder – besonders elegant – mit Snatoms demonstriert werden. Leider werden Mehrfachbindungen mit Snatoms unbefriedigend dargestellt, weshalb sich dieses Modell nur für Moleküle mit Einfachbindungen bewährt

<https://snatoms.com>

3. Chemische Reaktionen

3.1 Verbrennen von Wasserstoff

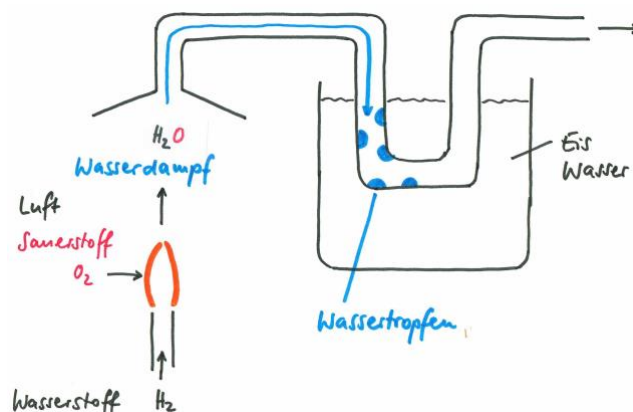


Vorgehen

1. Ziel bekannt geben: Wir untersuchen die Abgase bei der Verbrennung von Wasserstoff
2. Apparatur vorstellen und Experiment starten. *Die Glaswaren sind von weitem recht klein und viele Schülerinnen und Schüler durchschauen die Apparatur nicht auf Anhieb.*
3. Apparatur skizzieren.
4. Schülerinnen nach vorn bitten, damit sie die Apparatur gut sehen.
5. Experiment beenden, U-Rohr entfernen und einem Schüler zum Trocknen geben. Weil er das U-Rohr aussen trocknet, ist es immer noch nass. Die Lehrperson kann ihn auffordern besser zu trocknen und so allen klar machen, dass sich innen Tropfen gebildet haben. Die Schüler nehmen wieder Platz.

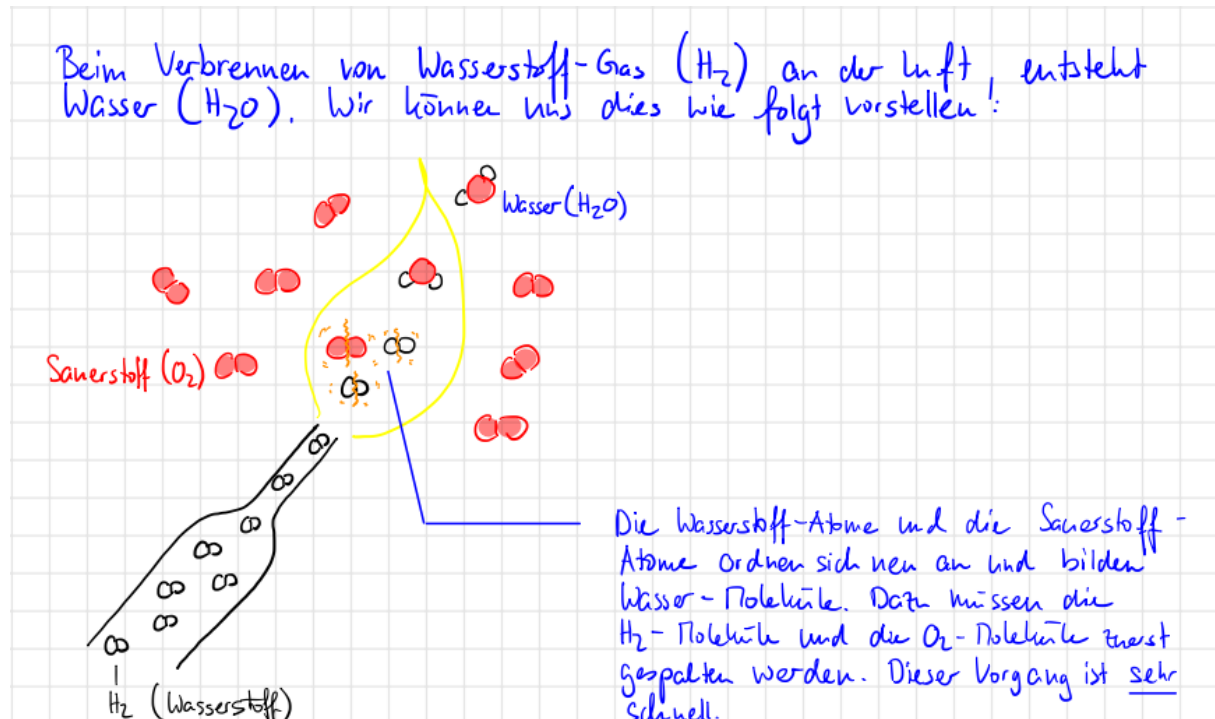
Optional können einige Tropfen Cobaltchlorid-Lösung (0,1g Cobalt(II)-chlorid Hexahydrat in 10 mL Isopropanol) zur kondensierten Flüssigkeit im U-Rohr gegeben werden. Welche Flüssigkeit könnte es sein? Reagenzgläser mit einigen Tropfen Alkohol, Ether und Wasser mit $CoCl_2$ -Lösung versetzen und so nachweisen, dass sich Wassertropfen im U-Rohr gebildet haben.

7. Bei der Verbrennung von H_2 muss also Wasserdampf entstehen. Der Sauerstoff kommt aus der Luft. *Erst jetzt wird der Wasserdampf und der Sauerstoff in die Skizze eingetragen.*



9. Bemerkung: Experimente zeigen, wie sich Substanzen in einer Reaktion verändern. Ohne den Nachweis der Produkte könnte man die Reaktion nicht herausfinden.

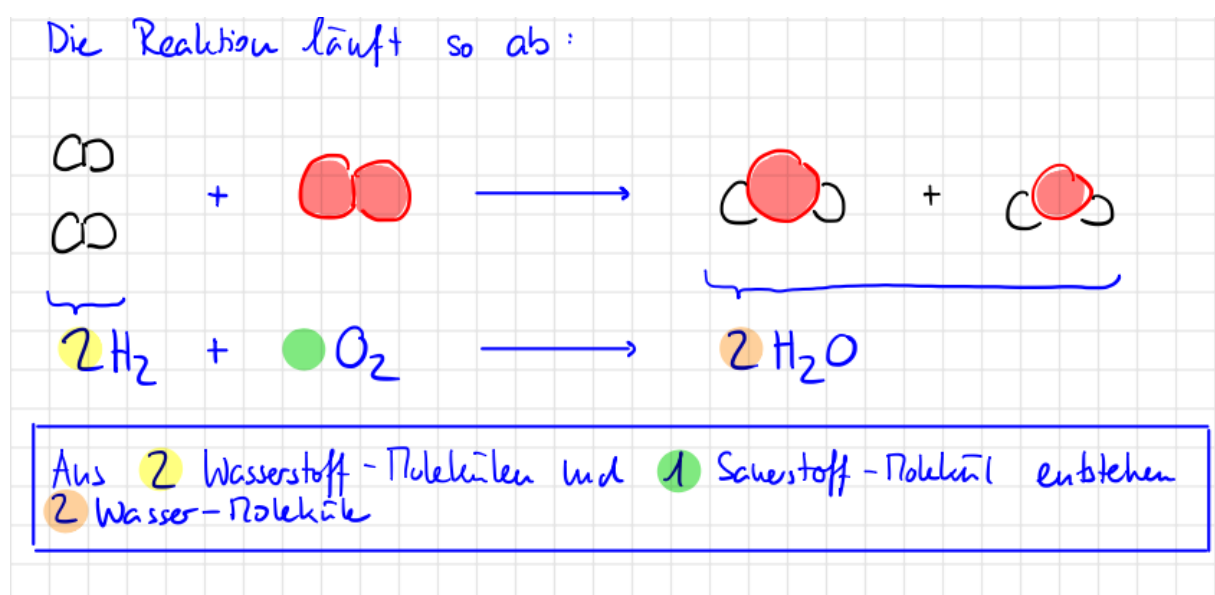
Wie kann der Wasserdampf entstehen?



Die Animation «Wasserstoff verbrennen.swf» von Kurt Pfefferkorn und Marcel Ottiger ist auf der Plattform www.fchemie.pbworks.com zu finden. SWF-Dateien können mit einem Flash-Emulator wie beispielsweise «Ruffle» (<https://ruffle.rs/>) abgespielt werden.

In der Flamme findet eine chemische Reaktion statt

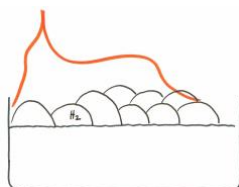
Die Reaktionsgleichung beschreibt die Veränderung der Moleküle:



Weitere Experimente zur Verbrennung von Wasserstoff

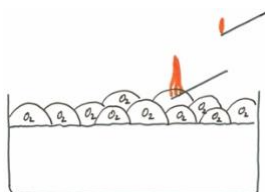
Inszenierung

1. Wasser wird in einer grossen Schale mit etwas Spülmittel versehen.
2. Dann wird Wasserstoff eingeleitet und es werden so viele Blasen wie möglich erzeugt.
3. Wasserstoffflasche schliessen und die Blasen mit einem sehr langen Zündholz entzünden.



4. Oft sind die Schüler beeindruckt und wünschen lautstark eine Wiederholung. Ohne dass es die Klasse merkt Sauerstoff in die Schale leiten und eine Schülerin auffordern, die Blasen zu entzünden. Wenn die Gasflaschen nebeneinanderstehen, sehen die wenigsten, dass jetzt Sauerstoff eingesetzt wird.

5. Zeigen, dass die Flamme in den Spülmittelblasen viel grösser ist und erklären, dass sie Sauerstoff enthalten.



6. Wie könnte man eine besonders heftige Verbrennung erreichen? Wasserstoff und Sauerstoff müssen gemischt werden. Die Reaktionsgleichung gibt das optimale Verhältnis an. In einer Kunststoffspritze 30 ml Wasserstoff und 15 ml Sauerstoff aufziehen, im Spülmittel ganz wenig Blasen erzeugen und anzünden. Gehörschutz tragen. Der Knall ist unangenehm.

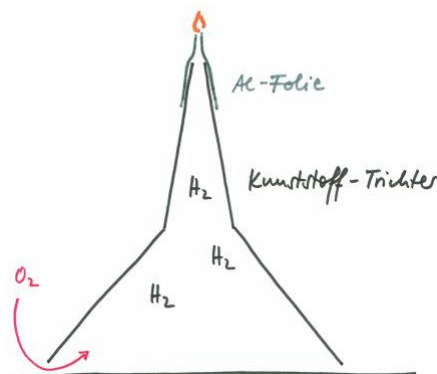


Der singende Trichter

Den Auslauf eines grossen Kunststofftrichters mit Aluminiumfolie auf 2 mm Durchmesser verkleinern. Den Trichter wie in der Abbildung gezeigt auf den Experimentiertisch stellen und mit einem Schlauch von unten her genügend Wasserstoff einfüllen. Den Schlauch entfernen. Sofort die Stahlflasche schliessen und den Wasserstoff entzünden, der aus dem kleinen Loch strömt.

Zuerst passiert 10 bis 15 Sekunden gar nichts. Dann beginnt der Trichter zu singen und endlich explodiert das Gas im Trichter mit lautem Knall. Es ist kein Gehörschutz nötig.

Vorschlag: Sie schildern der Klasse alles was geschehen wird und führen dann das Experiment durch. Obwohl alle den Verlauf kennen und gewarnt sind, erschrecken die Schülerinnen und Schüler bei der Explosion.



3.2 Elektrolyse von Wasser

Das Experiment kann mit dem Hofmann-Apparat ausgeführt werden

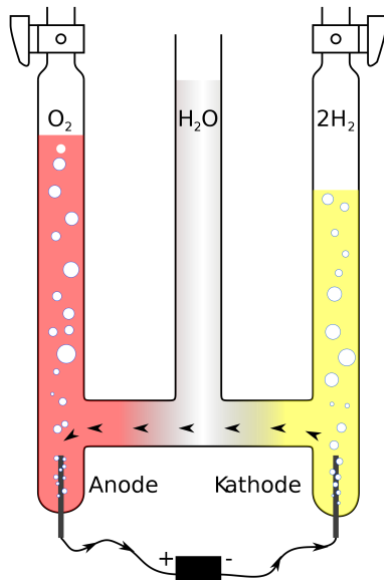


Abbildung aus Wikipedia¹
Was ist gut dargestellt?



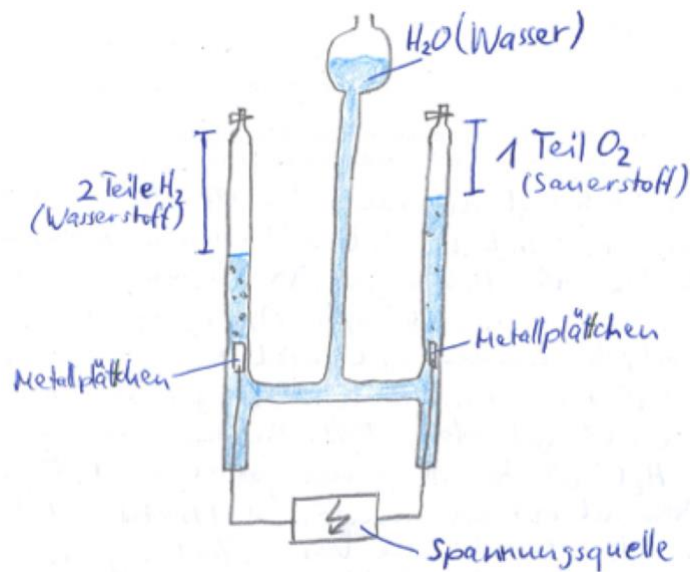
Was sollte verbessert werden?

Die Vorgänge an den Elektroden können auf dieser Stufe nicht genau erklärt werden, weil Elektronen und Ionen den Schülern noch nicht bekannt sind.

Erkenntnisse

- Reaktionen können umgekehrt werden
- Die Reaktionsgleichung erklärt, warum doppelt so viel Wasserstoff wie Sauerstoff entsteht.

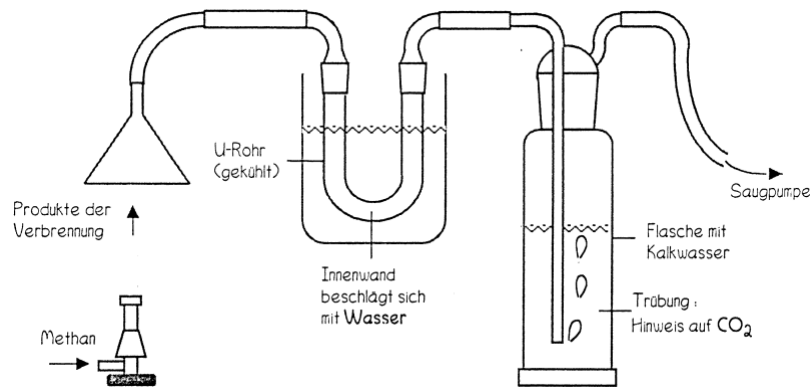
Ausgezeichnete Darstellung



¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Hofmannscher_Wasserzersetzungsgapparat (abgerufen am 3. Oktober 2024)

3.3 Erdgas verbrennen

Experiment: Verbrennung von Methan und Analyse der Abgase von M. Bleichenbacher und T. Gelbach (Kantonsschule Zürich Nord): <https://www.youtube.com/watch?v=07w6nno75h0>
Abbildung von K. Pfefferkorn, Kantonsschule Oerlikon.



Eine einfache Skizze hat den Vorteil, dass sie zusammen mit den SuS erarbeitet werden kann:

Reaktionsgleichung

Wie erreicht man eine optimale «Explosion» mit Methan?

Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, sich zu überlegen, wie man mit einem 50 ml Kunststoff-Fläschchen, das auf einen Piezozünder gestülpt wird, eine optimale Explosion erzeugen kann. Zur Demonstration kann die Lehrperson das Fläschchen vollständig mit Methan füllen, Gehörschutz anziehen und die Lernenden auffordern, ihre Ohren zu schützen. Da im Kunststoff-Fläschchen jedoch Sauerstoff fehlt, kommt es nicht zur Explosion. Die meisten Schülerinnen und Schüler sind überrascht, erkennen aber schnell, dass Sauerstoff für die Reaktion fehlt. Nun erhalten sie die Aufgabe, das optimale Gasgemisch herauszufinden (2 Teile O₂, 1 Teil CH₄). Abschliessend wird das Experiment mit dem richtigen Gasgemisch durchgeführt.

Möchte man das Thema weiter vertiefen, kann man einen Wettbewerb durchführen: Hierfür verwendet man Abflussrohre mit einem Loch, in das ein Zünder gesteckt wird. Das Rohr ist an einem Ende verschlossen, und am anderen wird eine Styroporkugel eingepresst. Die Aufgabe der Lernenden besteht darin, mit einem Brennstoff (z. B. Pentan) und Luft (Achtung: reiner Sauerstoff würde zu zu starken Explosionen führen!) ein optimales Gasgemisch für die Explosion zu erzeugen. Es gewinnt die Gruppe, bei der die Styroporkugel am weitesten fliegt.

3.4 Verschiedene Brennstoffe

Nach der Verbrennung von Erdgas können weitere Brennstoffe betrachtet werden. Dies kann z.B. mithilfe der Unterrichtsmethode «Lernaufgabe» geschehen, bei der sich die Schülerinnen und Schüler nach einem kurzen Input intensiv mit einer Aufgabe auseinandersetzen, auf neue Herausforderungen stossen und zu weiterführenden Erkenntnissen gelangen.

Lernaufgabe

Lernaufgaben gliedern sich in vier Phasen: Input, Lernaufgabe, Diskussion und das Sichern der Erkenntnisse.

A) Input:

Der Input besteht darin, ein Beispiel vorzulösen und dabei alle Überlegungen laut mitzudenken. Da die Aufgabe nicht im Klassengespräch erarbeitet wird, ist dieser Input kurz und bleibt übersichtlich. Die Schülerinnen und Schüler wissen anschliessend genau, was zu tun ist.

B) Lernaufgabe

In der Phase der Lernaufgabe verarbeiten die Schülerinnen und Schüler das, was im Input vorgestellt wurde. Sie setzen sich aktiv mit der Aufgabe auseinander und stossen dabei auf neue Herausforderungen und Erkenntnisse. Die Lehrperson bewegt sich von Schülerin zu Schüler, um Schwierigkeiten zu erkennen und gezielt zu unterstützen.

C) Diskussion

In der Lernaufgabe treffen die Schülerinnen und Schüler auf alle Schwierigkeiten, die sich beim Aufstellen von Reaktionsgleichungen ergeben. Sie erkennen, wo es Probleme gibt und können einige dieser Herausforderungen eigenständig lösen. Im Anschluss zur Lernaufgabe folgt eine Diskussion, in der die Lösungen präsentiert und offene Fragen geklärt werden.

Wenn die Schülerinnen und Schüler überwiegend erfolgreich waren, kann diese Diskussion kurz gehalten werden. Sollten jedoch viele Aufgaben nicht gelöst worden sein, besteht ein grosses Bedürfnis nach der richtigen Lösung. Die Schülerinnen und Schüler sind dankbar, wenn die Lehrperson die Aufgaben verständlich erklärt und folgen den Ausführungen aufmerksam.

D) Erkenntnisse festhalten

Am Ende einer Aufgabe ist es zentral, die wichtigsten Erkenntnisse in Form von Merksätzen oder in einer «Take-Home Message» festzuhalten.

Lernaufgabe: Verbrennen verschiedener Brennstoffe

Schreibe für die nachfolgenden chemischen Reaktionen die Reaktionsgleichungen auf.

1. In einem Gasgrill wird Propangas C_3H_8 verbrannt.
2. Butangas C_4H_{10} brennt bei einem Feuerzeug.
3. Benzin C_7H_{16} treibt ein Auto an.
4. Wasserstoff H_2 gibt dem Space Shuttle Schub.
5. Alkohol (Brennsprit) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ verbrennt in einem Campingkocher.

Merke

Brennstoffe reagieren mit

Wenn Stoffe verbrennen, die C-Atome enthalten, ...

Wenn Stoffe verbrennen, die H-Atome enthalten, ...