

**Die Luft, die uns umgibt: Der Sauerstoff**

Best.- Nr. 2022412

Wissenschaftliches und pädagogisches Videoprogramm      Dauer: ca. 18 Minuten

**Inhalt des Videos:**

1. Beobachtung eines Gemisches von zwei Gasen.
2. Kompression einer Luftsäure in einer Spritze – Druckmessung.
3. Das Aufblasen eines Ballons und das Messen der Masse vor und nach dem Aufblasen.
4. Verbrennung eines Stückes Kohle in reinem Sauerstoff.
5. Verbrennung von Butan.
6. Verbrennung von Eisen in reinem Sauerstoff.
7. Molekülmodelle.
8. Reaktion von Calciumcarbonat mit Salzsäure
9. Auffangen von Sauerstoff und der Nachweis.
10. Herstellung von Sauerstoff im Labor.
11. Herstellung von Isoamilacetat.

**Aus welchen Bestandteilen besteht die Luft, die wir einatmen?****Versuch 1: Beobachtung eines Gasgemisches**

Es werden keine besonderen Kenntnisse vorausgesetzt.

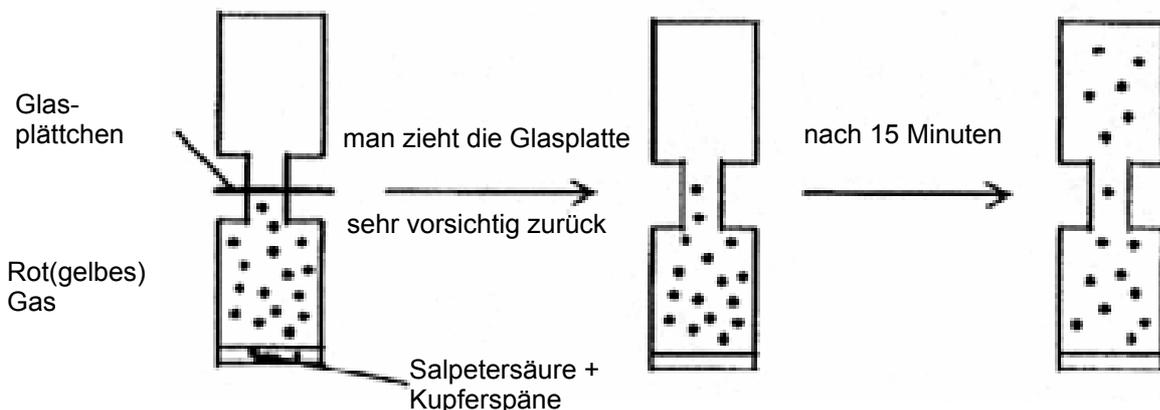
Benötigtes Material und Zubehör:

Für den Lehrer:

- 2 Verbrennungsgefäße mit gleich großer Öffnung (Durchmesser) und glatter Oberfläche
- ein Glasplättchen
- konzentrierte Salpetersäure (Vorsicht!)
- Kupferspäne

Der folgende Versuch ist sehr aufschlussreich, um den Schülern zu zeigen, was ein Gasgemisch hinsichtlich der molekularen Eigenheiten bedeutet.

Der Lehrer führt folgenden Versuch vor:



Bei diesem Versuch ist absolute Vorsicht Pflicht, da Stickstoffdioxid giftig ist. Man sollte in der Nähe eines geöffneten Fensters oder besser unter einem Abzug. Geben Sie nur einige Tropfen rauchende Salpetersäure (weitaus weniger als die Zeichnung möglicherweise verspricht) in das Gefäß.

### Hat Luft ein Eigenvolumen? Hat sie eine Masse?

Kompression von Luft durch das Zusammendrücken einer Spritze. Messen des Drucks.

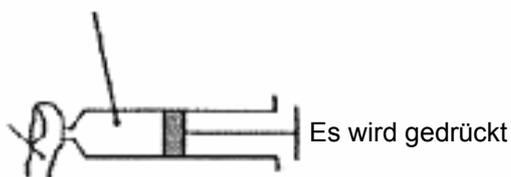
### Versuch 2: Kompression von Luft, die in einer Spritze enthalten ist. Das Messen des Drucks.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Spritze à 5 0ml

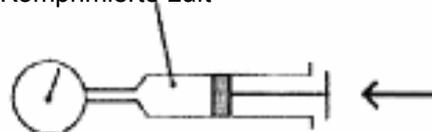
Für den Lehrer: 1 Apparatur, die aus einer Spritze und einem Barometer besteht.

Komprimierte Luft



Gegendruck des Schülers

Komprimierte Luft



Barometer mit Zeiger

Der Lehrer führt einen Versuch vor, indem er Luft komprimiert und den entsprechenden Druck messen kann.

Um die Luft zu komprimieren, kann man kein Wasserbarometer verteilen, denn wenn man Luft komprimiert, erscheint die Volumenveränderung nicht deutlich zu sein, da das Wasservolumen auf Seite der Spritze sinkt.

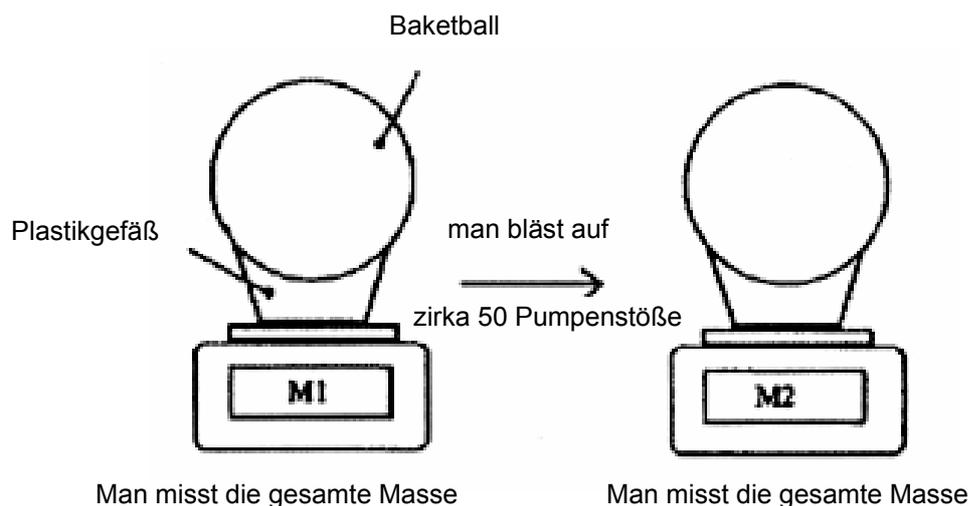
Blasen Sie einen Ball mit einem bestimmten Volumen auf, messen Sie die Masse.

### **Versuch 3: Das Aufblasen eines Ballons und das Messen der Masse vor und nach dem Aufblasen.**

Ziel: Nachweis, dass man Gase komprimieren kann.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Ballon, 1 Plastikgefäß, eine Fahrradpumpe, 1 Ballpumpe, 1 elektronische Waage



Man findet, dass  $M2 > M1$ : es sind also mehr Moleküle nach dem Aufblasen im Ball, als vor dem Aufblasen (man kann damit rechnen, dass es eine Massenzunahme von 1,2 g - ausgehend vom "schlaffen" nicht aufgeblasenen Ball zum aufgeblasenen Ball - gibt).

### **Bemerkung:**

Es gibt sicherlich noch alte Bälle bei den Sportkollegen (Fragen Sie einfach mal nach!).

### **Was versteht man unter verbrennen?**

Im Folgenden werden einige Reaktionen mit Sauerstoff beschrieben sowie die daraus resultierenden Reaktionsprodukte charakterisiert:

- Verbrennung von Kohlenstoff (Stück Steinkohle), Nachweis von Kohlenstoffdioxid (weißer Niederschlag von Calciumcarbonat).

- Verbrennung von Methan (oder auch Butan), Nachweis von Kohlenstoffdioxid und Nachweis von Wasser.

## Versuch 4: Verbrennung eines Kohlestückes in reiner Sauerstoffatmosphäre.

Schüleraktivitäten:

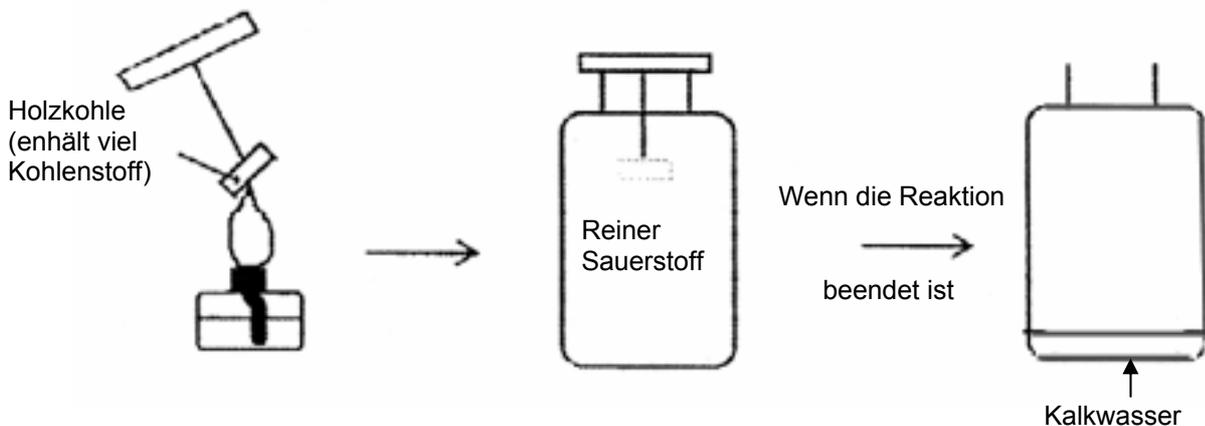
- Schüler sollen einen Versuchsaufbau vorschlagen und beschreiben können bei dem eine Verbrennung abläuft.
- Schüler sollen bei einer Reaktion die Edukte und die Produkte identifizieren können.
- Schüler sollen einen Niederschlag charakterisieren können.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Verbrennungskolben (oder Gefäß) à 500 ml, 1 Korkstopfen ausgestattet mit einem Stahldraht und einer Krokodilklemme, 1 Alkohollampe, Streichhölzer, Kohlestück (soll zwischen die Klemme geklemmt werden), Kalkwasser (im Kolben oder Messzylinder)

Für den Lehrer: Sauerstoffflasche

Die Schüler sollen nun das Stück Kohle bis zur Rotglut erhitzen und es dann in reinen Sauerstoff tauchen.



**Bemerkung:** Die benutzte Kohle ist natürlich kein reiner Kohlenstoff. Bei der Verbrennung werden leider noch andere Produkte frei, wie z.B. Wasser, der sich u.a. an den Wänden des Reaktionsgefäßes absetzt. Schüler können aber erschließen, dass es sich bei dem kondensierenden "Dampf" um Wasserdampf handelt. Es ist vielleicht ratsam in diesem Zusammenhang auch eine Nachweisreaktion für Wasser (weißes Kupferoxid wird blau) einzuführen. Man könnte dann das Wasser mit einigen Kristallen Kupferoxid (weiß) nachweisen.

## Versuch 5: Verbrennung von Butan (oder auch Methan)

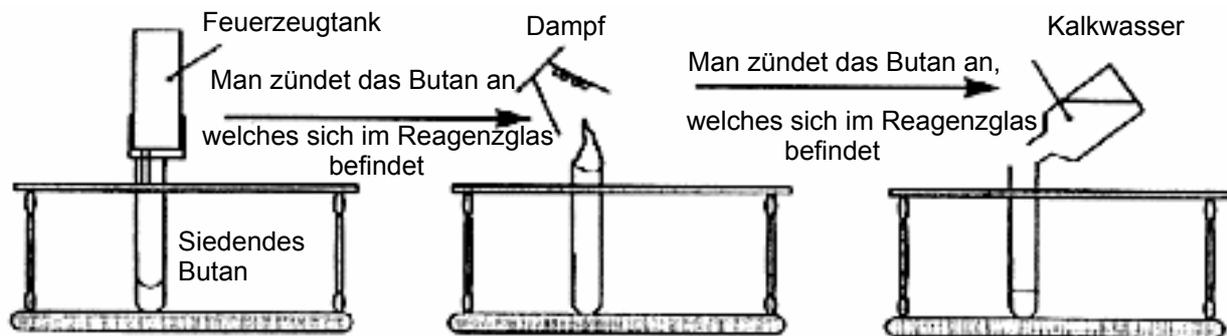
- Die Schüler sollen eine Verbrennung beschreiben und realisieren können.
- Die Schüler sollen die Edukte und die Produkte bei einer Reaktion identifizieren können.
- Die Schüler sollen den entstehenden Nd. charakterisieren können.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Reagenzglas (klassisch), 1 Reagenzglasständer, 1 Feuerzeugtank, Streichhölzer, 1 Becherglas à 100ml, Kalkwasser (in kleiner Flasche).

Für den Lehrer: Absauger, Abzug, Papier, Bunsenbrenner, Kalkwasser, Kupfersulfatanhydrid

### Schülerversuche

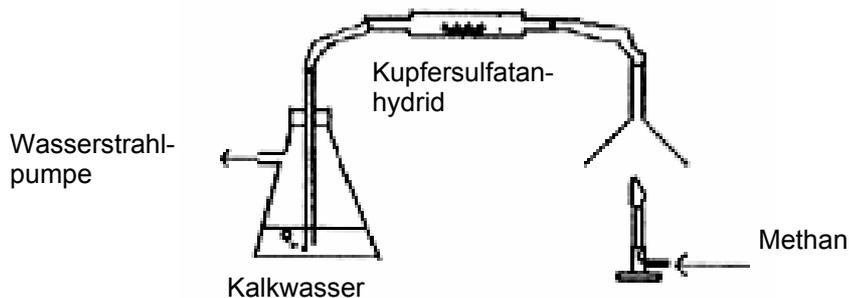


Kalkwasser wird trüb weißlich

**Bemerkung:** Butan ändert sofort, wenn man es aus der Flasche lässt den Aggregatzustand. Man drückt den Tank solange auf das Reagenzglas bis das Reagenzglas bis zum Rand mit flüssigem Butan gefüllt ist. Dies ist wichtig, da sich sonst möglicherweise ein explosives Luft-Gasgemisch bilden kann. Wenn die Schüler die Füllung des Feuerzeugtank beendet haben, sollen sie den Tank sofort wieder abgeben. Sie geben ihnen lediglich Streichhölzer.

### Lehrerversuch:

Bemerkung: Das Glasrohr, welches das Kupfersulfat einschließt, sollte regelmäßig durch ein feuchtes Tuch abgekühlt werden, damit sich der Wasserdampf im Rohr schneller absetzen (kondensieren) kann.



### Versuch 6: Verbrennung von Eisen in einer Sauerstoffatmosphäre.

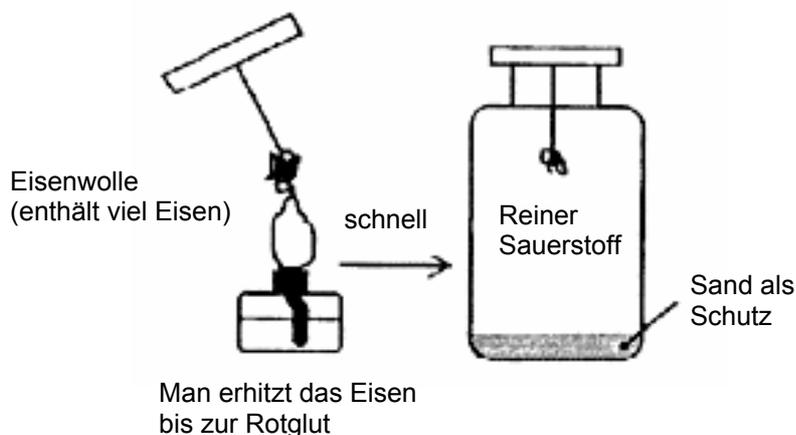
Die Schüler sollen einen Versuch, in dem es um Verbrennung geht, durchführen und darstellen können.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Verbrennungskolben à 500 ml, Korkstopfen mit Stahldraht und Krokodilklemme, Streichhölzer, Eisenwolle, Sand (auf den Boden des Kolbens!), Schere

Für den Lehrer: Sauerstoffflasche

Die Schüler führen folgenden Versuch selbst durch:



**Bemerkung:** um zu vermeiden, dass der Kolben beschädigt wird, sollte man eine kleine Menge von Stahlwolle mit der Schere zurechtschneiden.  
Die Atome, ein Modell um chemische Reaktion besser zu verstehen.

### Die Atome - ein Modell, um chemische Reaktionen zu verstehen

Illustrieren Sie anhand von Molekülen und Atomen (Molekülbaukasten) folgenden Reaktionen:

- Kohlenstoff + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid
- Methan + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser

### Versuch 7: Molekülmodelle

Die Schüler sollen mit Hilfe der Molekülbaukästen die entsprechenden Moleküle der Edukte sowie der Produkte bei der Verbrennung von Methan und Kohlenstoff bauen können.

Die Schüler sollen die Formeln erläutern können:  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$

Die Schüler sollen die Reaktionsgleichungen der Verbrennung von Methan bzw. von Kohlenstoff erläutern können.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: Kompaktmodelle: 3 Kohlenstoffatome, 12 Atome Sauerstoff, 12 Atome Wasserstoff.

Die Schüler sollen die Reaktion der Verbrennung von Kohlenstoff (Oxidation) mit Sauerstoff anhand des Zusammenbauens und Auseinanderbauens der Molekülmodelle erklären können.

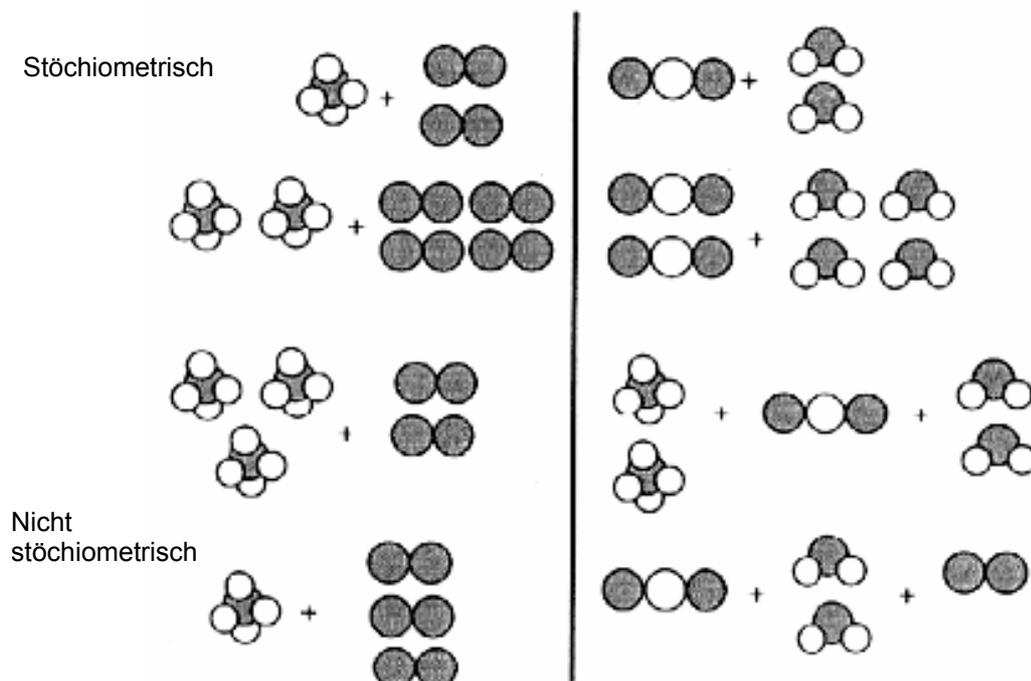


**Bemerkung:** die Reaktion ist natürlich ausgeglichen, die Verbrennung des Methan eignet sich noch besser, um den Begriff der Stöchiometrie einzuführen bzw. über Gesamtbilanzen zu sprechen.

Die Schüler sollen die Reaktion der Verbrennung von Methan mit Sauerstoff anhand des Zusammenbauens und Auseinanderbauens der Molekülmodelle erklären können.

Vor der chemischen Reaktion

nach der chemischen Reaktion



**Bemerkung:** die Atommodelle von Kohlenstoff und Sauerstoff sind unterschiedlicher Art: 2 Löcher und 4 Löcher für den Kohlenstoff (Bindungswinkel  $180^\circ$  und  $109^\circ$ ) und 1 Loch und 2 Löcher für den Sauerstoff (Bindungswinkel  $120^\circ$  und  $105^\circ$ ). Wenn die Schüler also Molekülmodelle bauen, müssen die Schüler die Atome wechseln. Möglicherweise haben die Schüler den Eindruck, dass sich die Atome verändern. Hier muss man dem Schüler einige Erklärungen geben.

## Versuch 8: Reaktion von Calciumcarbonat mit Salzsäure

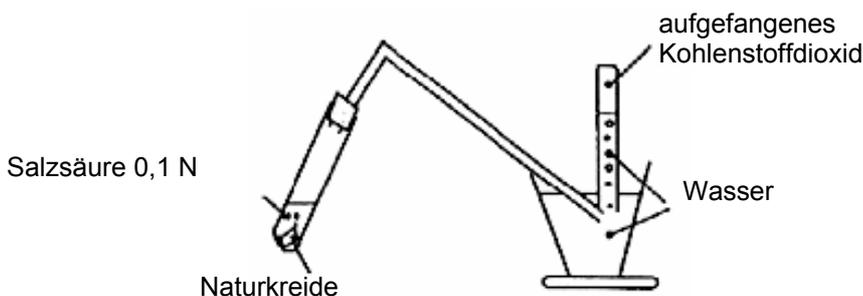
Die Schüler sollen in der Lage sein, einen Niederschlag zu charakterisieren.  
Die Schüler sollen ein Experiment schematisieren und realisieren, indem es darum geht, ein bei einer Reaktion freiwerdendes Gas fachgerecht aufzufangen.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Reagenzglas ausgestattet mit Stopfen und Loch sowie einem gebogenen Glasrohr, Pneumatische Wanne oder ähnliches Glasgefäß für das Auffangen von Gasen, 1 kleines Reagenzglas, Kalkwasser, Salzsäure 0,1 N ( in einer Flasche am besten mit Pipette), 1 Stück Kreide, Wasser (im Becherglas).

Für den Lehrer: 1 sterilisiertes Gefäß, 1 elektronische Waage, graduerter Messzylinder 25 ml, Salzsäure 2 N, 1 Stück Kreide (1,5 g).

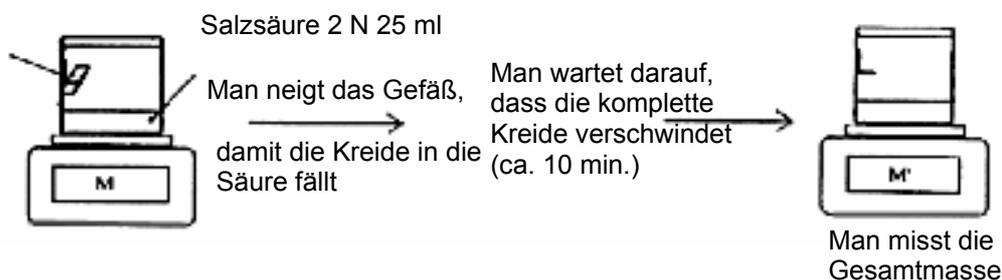
Die Schüler weisen das sich gebildete Kohlenstoffdioxid nach.



Wenn das ganze Röhrchen voller Gas ist, geben die Schüler etwas Kalkwasser zu dem Gas, um das Kohlenstoffdioxid auch qualitativ nachzuweisen.

Der Lehrer zeigt die Unveränderlichkeit der Masse.

Hacke aus Plastik angeklebt mit Klebeband (ermöglicht die Kreide oberhalb der Säure zu halten)



Man untersucht, dass  $M = M'$ : die Anzahl der Atome im Laufe der Reaktion bleibt unverändert.

Der Lehrer öffnet jetzt also den Deckel und überprüft und bewertet die Hypothesen der Schüler, die eine Abnahme der Masse aufgrund des entstehenden  $\text{CO}_2$  konstatieren (mit den beschriebenen Versuchsbedingungen kann man eine maximale Veränderung der Masse von 0,66 g erzielen).

## Wie bezieht man reinen Sauerstoff?

Normalerweise wird reiner Sauerstoff komprimiert in blaue Stahlflaschen gefüllt.

## Versuch 9: Das Auffangen von Sauerstoff ausgehend von einer Flasche und qualitativer Nachweis

Die Schüler sollen ein Experiment planen und realisieren, was darin besteht, Gas fachgerecht aufzufangen.

Die Schüler sollen eine Nachweismethode für Sauerstoff kennen lernen.

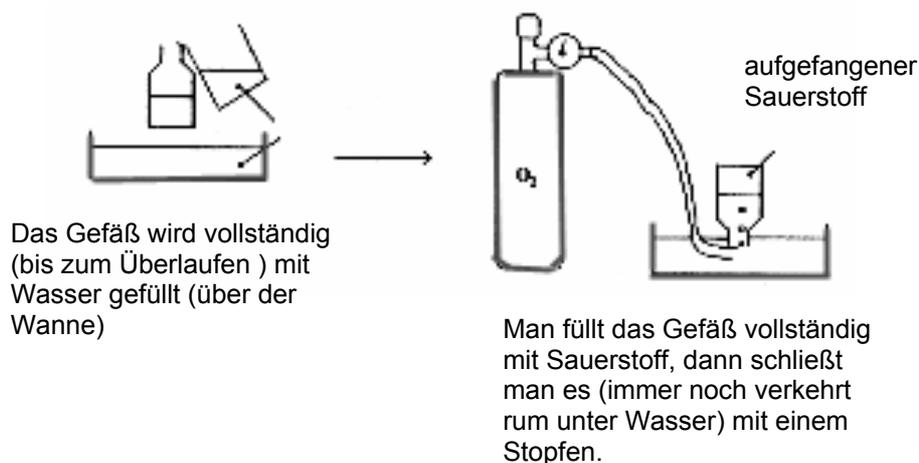
Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Kolben 120 ml mit Stopfen, Holzstäbchen, Streichhölzer

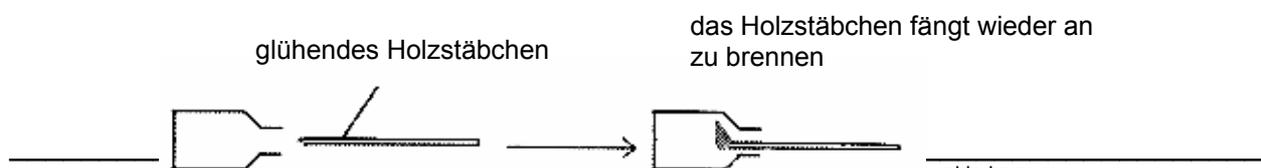
Für den Lehrer: 1 Sauerstoffflasche mit Druckanzeiger, 1 pneumatische Wanne, Becherglas 250 ml

1

Die Schüler kommen zum Lehrer, um von ihm Sauerstoff abgefüllt zu erhalten.



Dann weisen die Schüler den Sauerstoff folgendermaßen nach:

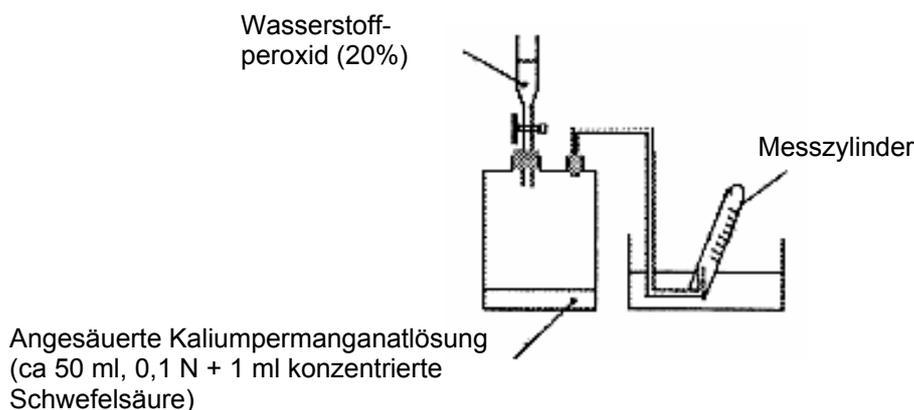


## Versuch 10: Darstellung von Sauerstoff im Labor

Die Schüler sollen lernen, einen Versuch zu planen und durchzuführen, bei dem Sie ein Gas herstellen sollen, welches sie dann entsprechend fachgerecht auffangen sollen. Die Schüler sollen Sauerstoff nachweisen können.

Benötigtes Material und Zubehör:

Für den Lehrer:     Woolfsche Flasche, 2 Löcher, ausgestattet mit einem Bogenrohr und 1 Stopfen Nr.3 mit 1 Loch und 1 Stopfen Nr.2 mit 1 Loch, z.B. pneumatische Wanne (Größe 1L oder mehr), 1 Messzylinder 50 ml, 1 Becherglas 100 ml, Messglas, Wasserstoffperoxid (20 %), gesäuerte Kaliumpermanganatlösung (in Flasche).



**Bemerkung:** es sollte auf jeden Fall der Lehrer sein, der mit ätzenden Säuren hantiert. Man sollte die Apparatur vor Entnahme des Sauerstoffs zuerst einmal einige Zeit laufen lassen bis die in der Apparatur vorhandene Luft entwichen ist. Die Graduierungen auf dem Messzylinder ermöglichen eine genaue Volumenangabe des entnommenen Sauerstoffs. Man benutzt auf keinen Fall einen Stopfen, um den Messzylinder zu fixieren, da sonst ein Überdruck entstehen kann.

## Natürliche und synthetische Substanzen

Das Herstellen eines Aromas (z.B. Bananenaroma)

Versuch 11: Darstellung von Isopentylacetat (Essigsäurepentylester)

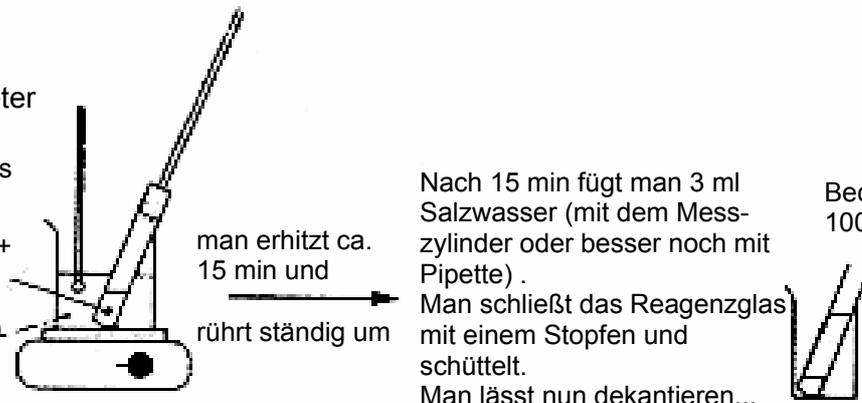
Benötigtes Material und Zubehör:

Für die Schüler: 1 Heizplatte, 1 Quecksilberthermometer (-10 °C-110 °C), 1 Becherglas 250 ml, 1 Becherglas 50 ml, 1 Messzylinder 10 ml, 1 Reagenzglas aus Borosilikatglas (20 ml klassisch), 1 Auffangglas (25 cm Länge, Durchmesser: 5 - 6 mm) ausgestattet mit Stopfen (+ Loch), 1 Stopfen Nr.1 ohne Loch, Salzwasser 30 g/l ( im Becherglas 50 ml), circa 100 ml Leitungswasser im Becherglas (à 250 ml), Kittel, Schutzbrille, Handschuhe.

Für den Lehrer: 2 Büretten à 25 ml mit Träger, 3 Bechergläser à 100 ml, Acetanhydrid, Kittel, Schutzbrille, Handschuhe, Isoamylalkohol (neue Bezeichnung: Isopentylalkohol !)

### Versuchsprotokoll:

Die verwendeten Edukte und Produkte sind ätzend und daher gesundheitsschädigend!. Aus diesem Grund sollte der Lehrer – wenn überhaupt – die einzelnen Produkte vorsichtig mit Hilfe einer Bürette ausgeben. Die Schüler sollten sich sehr vorsichtig mit ihrem Reagenzglas bewegen; nach dem Einfüllen kommt unbedingt ein Stopfen auf das Reagenzglas. Das Anhydrid reagiert sehr lebhaft mit Wasser, deshalb braucht man unbedingt absolut trockene Glasgefäße!



Thermometer

Becherglas 250 ml

Mischung:  
5 ml Isopentylalkohol +  
3 ml Essigsäure

Wasser (circa 100 ml)  
Wasserbad auf 70°C  
konstant halten

Elektrische Heizplatte

man erhitzt ca. 15 min und rührt ständig um

Nach 15 min fügt man 3 ml Salzwasser (mit dem Messzylinder oder besser noch mit Pipette) . Man schließt das Reagenzglas mit einem Stopfen und schüttelt. Man lässt nun dekantieren...

Becherglas 100 ml

Man erhält eine heterogene Mischung aus zwei Flüssigkeiten. Das aromatische Ester befindet sich über der ersten Flüssigkeit.

**Bemerkung:** Mit einer Heizplatte, die eine Leistung von 1000 W hat, sollte man das Wasserbad während 2,5 Minuten auf Thermostat 2 vorheizen, dann die Heizung ausschalten und die Mischung einfüllen. Die Heizplatte ist nun zwar ausgeschaltet, trotzdem sollte es genügen, das Wasserbad noch auf 70 °C zu halten.

Der typische Bananegeruch nimmt man dann wahr, wenn ein Luftstrom über den Ester streicht. Hält man die Nase direkt über den Ester ist es durchaus möglich, dass man den typischen Geruch gar nicht wahrnimmt.