

Chemie mit *medizintechnischem* Zubehör

Experimente mit **ChemZ**

Handbuch zu den Versuchen

Version 2

© Gregor von Borstel

Stand 2012

VORBEMERKUNG ZUR 2. AUFLAGE

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

seit Jahren entwickle ich im Team **LebensNaherChemieUnterricht** mit befreundeten Kollegen Bausteine für einen modernen Experimentalunterricht und stelle Ihnen diese kostenlos zur Verfügung.

In immer mehr Versuchen kommen dabei Geräte aus der Medizintechnik zum Einsatz; eine Technik, auf die ich bereits vor Jahren durch die hervorragenden Arbeiten z. B. von Herrn Obendrauf, Herrn Schwarz, Herrn Häusler oder Herrn Menzel aufmerksam wurde.

Ich nutze die Medizintechnik dabei nicht nur als bruchsicheren und preiswerten Ersatz für herkömmliches Labormaterial, sondern lege besonderen Wert darauf, mit ihrer Hilfe Schüler selbst kreative experimentelle Lösungen zu Problemen finden zu lassen. Dafür entwickelten wir im Team in jahrelanger Arbeit für alle experimentellen Aufgaben eine entsprechendes, universell einzusetzendes Set.

Aus der Unterrichtserfahrung in allen Jahrgangsstufen sowie aus mittlerweile mehr als einhundert Fortbildungen mit begeisterten Kollegien weiß ich, dass die Geräte geradezu zum Ausprobieren herausfordern und kann sie Ihnen nur wärmstens ans Herz legen.

Auf Wunsch zahlreicher Kolleginnen und Kollegen hatte ich bereits 2009 in einem Handbuch eine Auswahl der Versuche beschrieben, die ich mit ChemZ durchführe.

Aufgrund der seit 2009 zahlreichen neuentstandenen Ideen liegt dieses Handbuch nun in der überarbeiteten Version 2 vor.

Die Einbettung der Experimente in die konkreten Inhalte über dieses Handbuch hinaus finden Sie nach wie vor unter www.lncu.de.

Bereits zu Beginn der Entwicklung standen wir vor dem Hauptproblem, aus der Vielzahl von Einzelangeboten die von uns benötigten diversen Teile mühsam zusammen zu suchen.

Daher bin ich dankbar, in der Fa. ChemZ [www.chemz.de] nun seit Jahren einen verlässlichen Anbieter mit einem hohem Maß an Kundenservice zu kennen, der alle benötigten Geräte preiswert aus einer Hand vertreibt. Zahlreiche Rückmeldungen anderer zufriedener Kollegen bestätigen meine Einschätzung, sodass ich der Fa. ChemZ dieses Handbuch gerne kostenlos zur Verfügung stelle.

Beim Entdecken der Materialien oder Erfinden weiterer Versuche wünsche ich Ihnen viel Spaß und stehe gerne für Rückfragen per Email über www.lncu.de bereit.

Alfter 2012

Gregor von Borstel

Haftungsausschluss

Alle im Folgenden beschriebenen Experimente sind sorgfältig erprobt worden und die Anleitungen wurden nach bestem Wissen erstellt. Dennoch geschieht die Benutzung der hier vorliegenden Informationen vollkommen auf eigene Verantwortung. Haftung für Schäden oder Verluste, die beim Umgang mit den hier beschriebenen Stoffen, Materialien oder Geräten entstehen, ist ausgeschlossen; ebenso wie Schadensersatzforderungen oder Gewährleistungsansprüche aufgrund falscher oder fehlender Angaben. Der Autor schließt somit jegliche unmittelbare oder mittelbare Haftung für Schäden, die beim Gebrauch der Materialien entstehen, ausdrücklich aus.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| „ChemZ – Nomenklatur“ | 4 |
| vor Gebrauch - Auspacken | 5 |
| Luer-Lock – ganz schön praktisch | 6 |
| Gas aus einer Druckgasflasche | 7 |
| ... die Alternative | 8 |
| Gasvolumina, Aggregatzustände, Druck und Temperatur..... | 9 |
| Schnelles Titrieren | 10 |
| Dichte unregelmäßiger Körper | 11 |
| Gas entwickeln in der Spritze | 12 |
| ... im Reagenzglas mit Ansatz | 13 |
| Gas umfüllen - aber bitte pneumatisch | 14 |
| Pneumatik und Hydraulik | 15 |
| Untersuchung der Ausatemluft | 17 |
| Nachweisreaktionen z.B. Kalkwasserprobe..... | 18 |
| Dichtemessung von Gasen | 19 |
| O ₂ -Gehalt der Luft ohne Kolbenprober | 20 |
| Noch eleganter - O ₂ -Gehalt der Luft ohne Bunsenbrenner | 21 |
| Korrosionswettrennen | 25 |
| Wie viel Gas kommt aus einer Brausetablette?..... | 26 |
| Massenanteile einer Brausetablette..... | 27 |
| Titrationen leicht gemacht..... | 29 |
| Der Feuerlöscher | 30 |
| Reduktion mit Wasserstoff | 31 |
| Der Springbrunnenversuch | 32 |
| Knallgas - klein aber Oho..... | 33 |
| Säurestärke schnell erfasst | 34 |
| Ein Wasserersetzer | 35 |
| Kinetik mit Magnesium und Salzsäure..... | 36 |
| Löslichkeit, Le Chatelier und Active O ₂ | 37 |
| Kalk in der Mittel- und Oberstufe | 39 |
| Redoxreaktionen, Lokalelemente zum Erhitzen von Essen | 40 |
| Weitere Versuchsbeschreibungen, Anregungen oder Videos..... | 46 |

Kurzinfo:

Zu den Herzstücken von ChemZ – den Luer-Lock-Spritzen – gibt es weiteres Zubehör, für das es ja nach Hersteller die verschiedensten Namen gibt.

Unter dem Bild finden Sie die Bezeichnungen, die ich in den Anleitungen verwende.



Dreivegehahn – auch als Absperrhahn zu verwenden (Schrägstellung)



Verbindungsstück zwischen zwei Spritzen („weiblich-weiblich“), starr oder auch mit Schlauch in der Mitte als flexibler Verbinder



Hahnenbänke für viele Spritzen



Verbindungsstück „männlich-männlich“



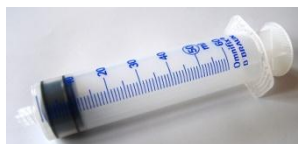
Kombistopfen als gasdichte Verschlussstopfen.



Verbinder Gasflasche - Spritze



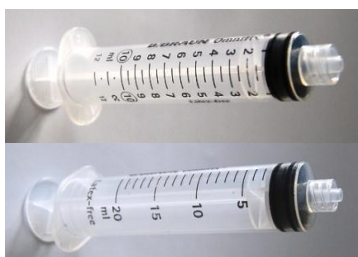
Kanüle



Leichtgängige Luer-Lock Spritze (bis 60mL), kann mit Zubehör verschraubt werden



Einfache Luer Spritzen ...



Luer-Lock: 10mL und 20mL



Kleiner CO₂-Spender



Sauerstoffspender



Heidelberger Verlängerung – verbindet alles flexibel



Sonde mit Ansatz – für Gasentwickler



(Magen)Sonde mit Luer-Verbindung – als flexible Kanüle für Spritzen

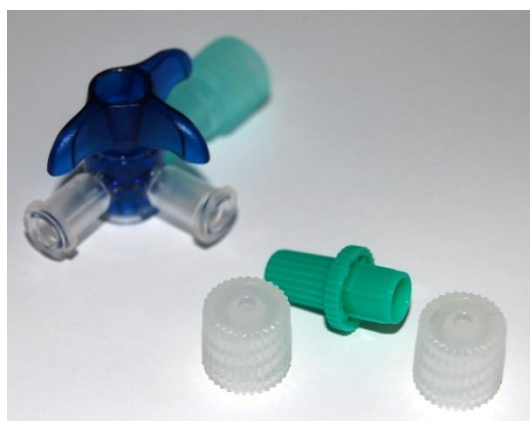
Kurzinfo:

Manche Geräte sind steril verpackt, andere nicht. Häufig werden die Geräte mit Transportkappen versendet. Diese Kappen können Sie entfernen und verwerfen ☺.

Arbeitet man mit Kanülen, sollte man diese entschärfen, in dem man die äußerste Spitze mit einer normalen Schere kappt. So quetscht man die Kanüle nicht zu, kann sich aber nicht mehr daran stechen.



Beschreibung:

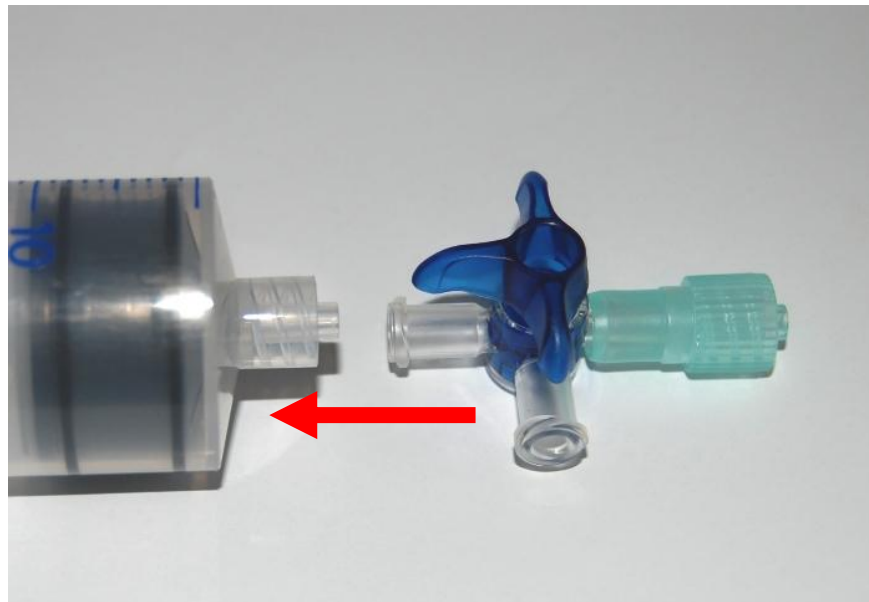


Kurzinfo:

Neben den „normalen“ Luer-Anschlüssen gibt es auch die Luer-Lock-Schraubverbindungen. Mit einer halben Umdrehung verbindet man alle Teile so, dass sich die Verbindung auch bei Druck nicht löst. Allerdings braucht man dafür in der Regel zwei Hände. Bei der Herstellung toxischer Gase, wo man beim Wechseln von Spritzen u. U. nur eine Hand zur Verfügung hat, bietet sich somit die Verwendung von Luer-Verbindungen an.

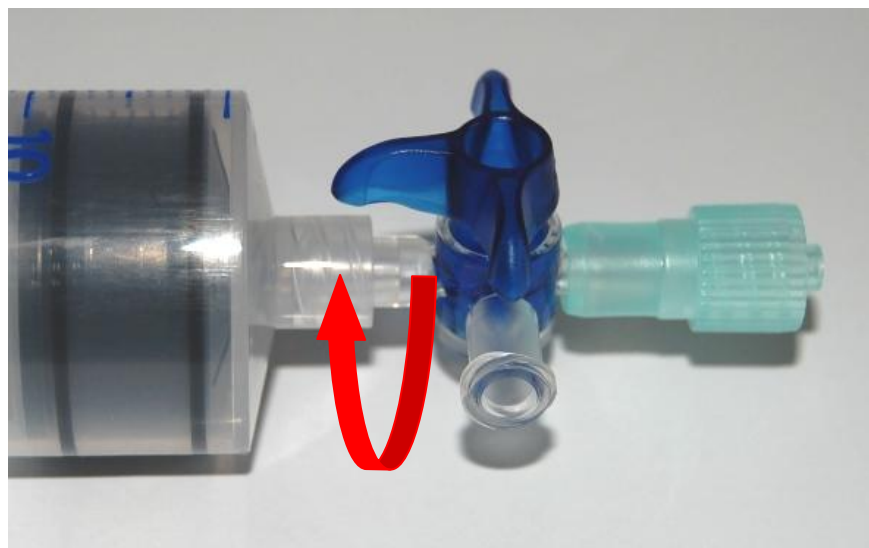


Beschreibung:



... einfach aufstecken ...

... und mit einer Umdrehung arretieren.



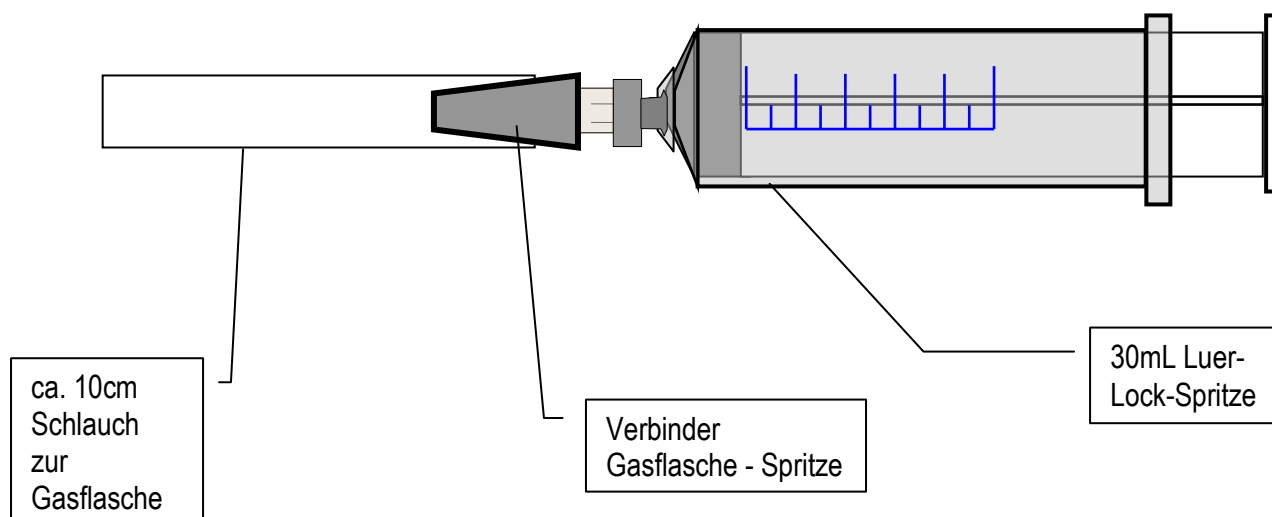
Kurzinfo:

Gase wie Sauerstoff, Stickstoff oder Kohlenstoffdioxid lassen sich leicht aus der Druckgasflasche direkt in eine Spritze abfüllen.



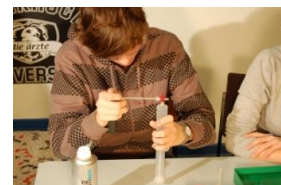
Beschreibung:

- Kürzen Sie den Schlauch an der Flasche auf ca. 10 cm, um das Totvolumen klein zu halten (ansonsten füllen Sie in die Spritze vielleicht nur Luft).
- Stecken Sie einen Verbinder Gasflasche - Spritze aus dem Lehrerkoffer in den Schlauch – auf die andere Seite lässt sich gasdicht eine Luer-Lock-Spritze schrauben.
- Spülen Sie den Schlauch einmal kurz mit dem Gas der Flasche und schrauben Sie dann die zu befüllende Spritze auf – füllt man mehrere Spritzen, kann das Spülen danach entfallen.
- Sie können das Druckventil an der Flasche getrost schließen, der Inhalt zwischen den Ventilen reicht i. d. R. aus, um mehrere Spritzen zu füllen.
- Zum Befüllen der Spritzen den Stempel Richtung Boden halten (da er herausfliegen kann) und durch vorsichtiges Öffnen des Entnahmeventils die Spritze langsam füllen.
- Spritze nicht komplett füllen – Stempel läuft nach!
- Sollte der Stempel einmal herausgedrückt werden, Spritze zunächst wiederabschrauben, Stempel einsetzen und von vorne beginnen.



Kurzinfo:

Für Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid habe ich zwei sehr leicht handhabbare Alternativen gefunden – Gase in Kleinstmengen und mit wenig Druck, die direkt in die Spritzen abfüllbar sind. Beide Varianten sind auch hervorragend für Schülerexperimente geeignet.



Beschreibung:



Sauerstoff:

Preiswerte 8L Dose ursprünglich für die med. Zahnpflege („O-pur-dent“). Der mitgelieferte Schlauch der Dose passt direkt auf die Spritze – ansonsten einen Konnektor zwischenfügen.

Kohlenstoffdioxid:

12g bis 16g Kartusche in einem Mini-Spender (z. B: bei www.chemz.de erhältlich) zum gezielten Dosieren. Auch hier kann der Anschluss direkt auf die Öffnung der Spritze gesetzt werden kann. Im Bild ist noch ein Dreiweghahn zwischengeschaltet – auch das ist möglich. Die Befüllung erfolgt dann über den „männlichen“ Anschluss des Dreiweghahnes.

GASVOLUMINA, AGGREGATZUSTÄNDE, DRUCK UND TEMPERATUR

Kurzinfo:

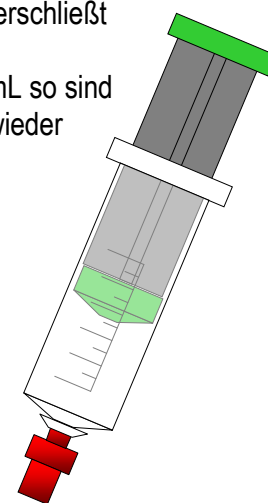
Schon Grundschul Kinder lernen in unseren Workshops, dass Luft nicht Nichts ist. Dazu verschließen sie die Spritzen - leer oder mit Luft gefüllt - einfach mit einem Kombistopfen und versuchen dann, den Stempel zu drücken bzw. zu ziehen.

Mit dem selben Aufbau lässt sich in höheren Klassen bei Gasen wie Butan zeigen, dass diese sich bei Temperaturenniedrigung oder Druckerhöhung verflüssigen und umgekehrt wieder gasförmig werden.

Beschreibung:

Man füllt die 50mL Spritze mit ca. 20mL Feuerzeuggas (möglichst reines Butan) und verschließt sie mit einem Kombistopfen

Übt man einen kräftigen Druck auf das Gas aus und verringert das Volumen auf ca. 2mL so sind winzige Flüssigkeitstropfen zu beobachten, die beim Nachlassen der Druckerhöhung wieder verschwinden. Das Gas verflüssigt sich also und verdampft wieder, Ebenso gelingt eine Verflüssigung durch Abkühlen der Spritze im Kältebad (Eis/Kochsalzmischung)



Tipps:

Spritze vor jedem Einsatz mit Überdruck auf Risse etc. überprüfen, nach mehrfachem Gebrauch Spritzen wechseln.

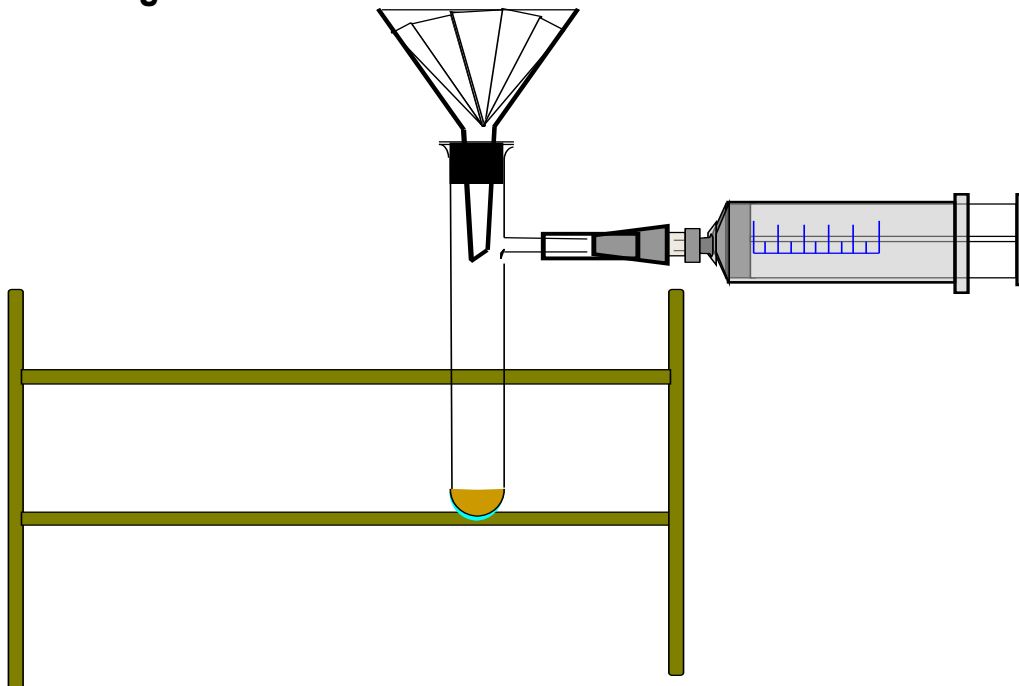
Links und Literatur:

- <http://www.bhbrand.de/downloads/v002.pdf>
- Akademie für Lehrerfortbildung und Personalplanung – Chemie? Aber sicher!, S. 05-3

Kurzinfo:

Büchnertrichter werden überflüssig. Stattdessen erzeugt man an einem Reagenzglas mit seitlichem Ansatz einen leichten Unterdruck. Schaltet man einen Dreiwegehahn zwischen Reagenzglas und Spritze, kann man die Spritze immer wieder entleeren und erneut einen Unterdruck erzeugen. Ebenso kann man statt des Trichters im durchbohrten Stopfen in dem Reagenzglas mit seitlichem Ansatz eine Spritze ohne Stempel mit Filter auslegen und über einen Dreiwegehahn mit einer anderen Spritze den Druck vermindern.

Beschreibung:



Links und Literatur:

Bernhard Sieve, "Express-Filtration" im kleinen Maßstab, in: NiU Ch 02/2012 (128), S.4

ERSATZ VON MESSZYLINDERN

DICHTE VON UNREGELMÄßIGEN KÖRPERN

Kurzinfo:

Spritzen können auch Messzylinder ersetzen, nicht nur, wenn es gilt, eine bestimmte Flüssigkeitsmenge abzumessen, sondern auch, wenn man z. B. das Volumen von Körpern zur Dichtebestimmung durch Tauchen messen will.

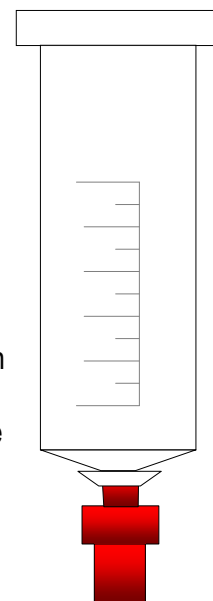
Beschreibung:

Bei der Bestimmung der Dichte unregelmäßiger (metallischer) Körper, z.B. im Egg Race „Ist die Gabel aus Silber?“ oder „Ist die Münze aus Kupfer?“ misst man das Volumen unförmiger Körper häufig durch Tauchen.

Bei kleinen Gegenständen (Schrauben, Münzen, Teile von Metalldosen, Spitzern etc.) ist aber das Volumen gering und damit der Messfehler groß.

Man kann zum einen mehrere dieser Gegenstände tauchen, zum anderen zudem einfach Spritzen ohne Stempel, versehen mit einem Kombistopfen, als Ersatz für die Messzylinder verwenden.

Zum Ablesen hält man sie in der Hand oder stellt sie in passgenaue „Ständer“ aus abgeschnittener Kunststoffisolierung für Kupferrohre.



Tipp:

Eine größere Genauigkeit erhält man, wenn man eine kleinvolumige Spritze über einen Dreiwegehahn an die größere Spritze anschließt, in welche man den Körper taucht. Durch ein Abziehen des Wassers auf einen zuvor markierten Anfangspegelstand in die kleinere Spritze kann man das verdrängte Volumen genauer ablesen.

Links und Literatur:

- Akademie für Lehrerfortbildung und Personalplanung – Chemie? Aber sicher!, S. 05-8
- www.lncu.de, Freiarbeit Metalle, Posten 6

Kurzinfo:

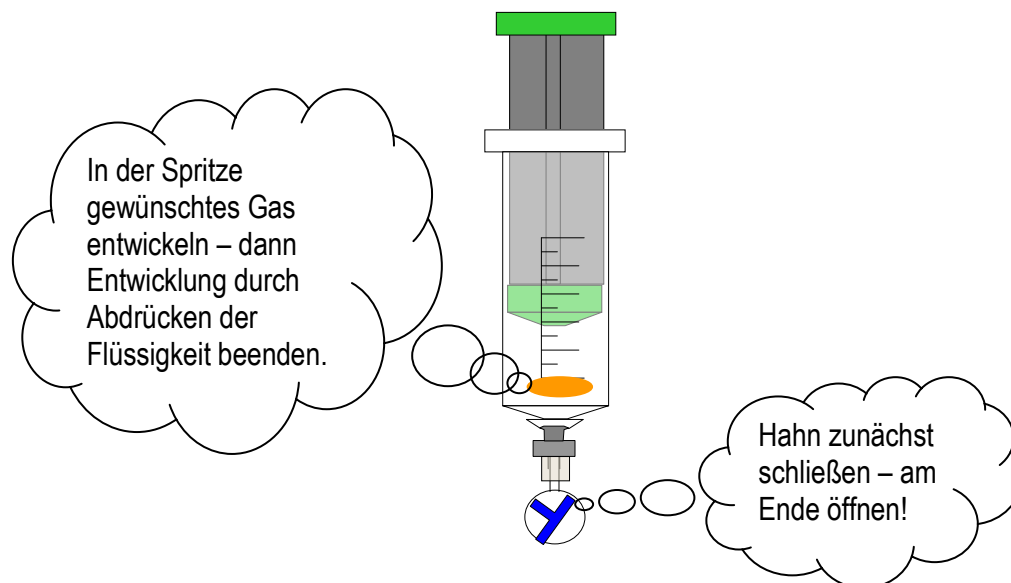
Einen einfachen Kippschen-Apparat baut man aus einer oder zwei Spritzen und einem Hahn oder Stopfen.

In die Spritze bringt man (über den Dreiwegehahn aus der anderen Spritze) zwei Stoffe (oft Feststoff und Flüssigkeit) zusammen, bei deren Reaktion ein Gas entsteht. Das entstehende Gas fängt man in der einen Spritze auf. Hat man genug gesammelt, hält man den Hahn nach unten und öffnet ihn: die Flüssigkeit läuft ab.



Beschreibung:

1. Entfernen Sie den Stempel der Spritze und geben Sie den Feststoff hinein oder saugen Sie das flüssige Edukt in den Kolben. Schieben Sie den Stempel wieder zurück.
2. Ziehen Sie als zweites Edukt etwas Flüssigkeit (aus einer weiteren Spritze) hinzu und verschließen Sie die Spritze.
3. Hat sich genug Gas entwickelt, halten Sie die Öffnung der Spritze nach unten und öffnen Sie den Hahn wieder. Überschüssige Flüssigkeit wird automatisch herausgedrückt, die Reaktion erliegt. Wenn man will, kann man das entstandene Gas in eine trockene Spritze überführen.



Einsatzmöglichkeiten - alle Versuche sind in diesem Skript beschrieben:

- Schnelltest: Welches Gas entsteht bei der Reaktion von **Magnesium mit Säure**?
- Reaktion von **Calcium oder Lithium mit Wasser – Nachweis von Wasserstoff und Lauge**
- Untersuchung von **Heatermeals**
- Schnelltest: Welches Gas entsteht bei der Reaktion von **Kalk mit Säure**?
- Schnelltest: Welches Gas entsteht beim **Auflösen einer Brausetablette**
- **Darstellung von Kohlenstoffdioxid** aus Brausetabletten und Wasser
- **Darstellung von Wasserstoff** aus verd. Säure und Magnesium
- Die selbe Apparatur verwendet man im Übrigen bei der Untersuchung von **Sauerstoff mit Eisen z. B. zur Untersuchung von ThermoCare oder Bodywärmern ...**
- ... **Reaktionskinetik**

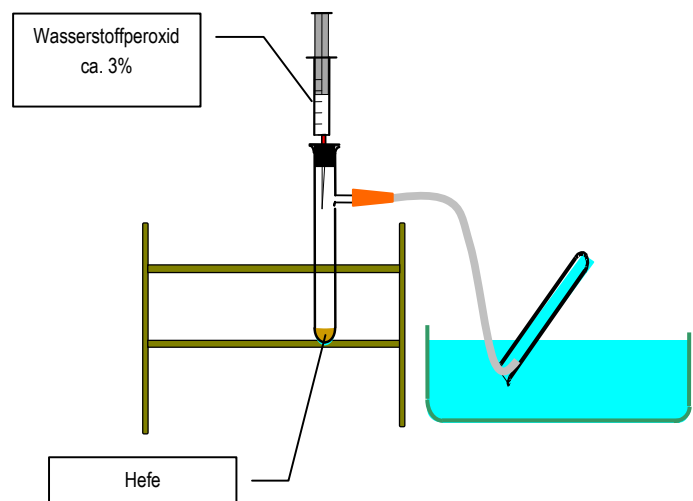
Kurzinfo:

Aus einem Reagenzglas mit seitlichem Ansatz, einem mit einer Kanüle durchbohrten Stopfen und einer Sonde mit Ansatz baut man schnell einen Gasentwickler. Das Gas wird pneumatisch aufgefangen.

Der Entwickler kommt zum Einsatz, wenn bei der Gasentwicklung Substanzen eingesetzt werden, die in der Spritze schwer zu handhaben sind, z.B. Trockenhefe, welche die enge Öffnung der Spritze verstopfen kann.



Beschreibung:



Einsatz:

Reaktion von Wasserstoffperoxidlösung mit Trockenhefe, Kartoffel oder Braunstein zur Entwicklung von Sauerstoff.

Entwicklung von Kohlenstoffdioxid, Knallgas ...

Teil des Lernzirkel Luft

Untersuchung der Inhaltsstoffe des MealReadytoEat

Tipps:

Bei dieser Art der Gasherstellung ist zu Beginn noch Luft im Reagenzglas. Die ersten Milliliter des entstehenden Gases sind also zu verwerfen – bei der Entwicklung brennbarer Gase können explosive Gemische entstehen.

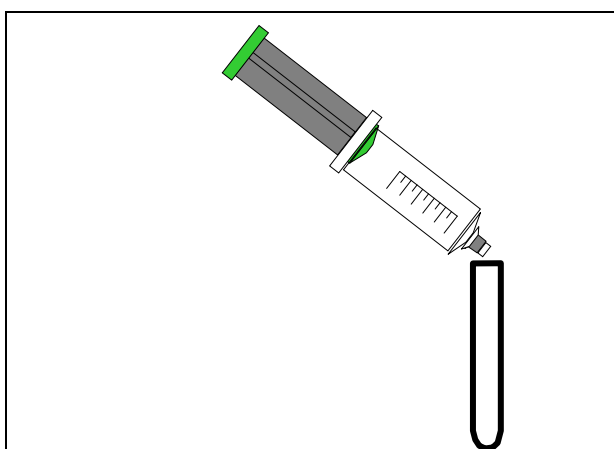
Kurzinfo:

Will man Gase untersuchen, muss man sie i. d. R. aus der Spritze in ein Reagenzglas umfüllen.

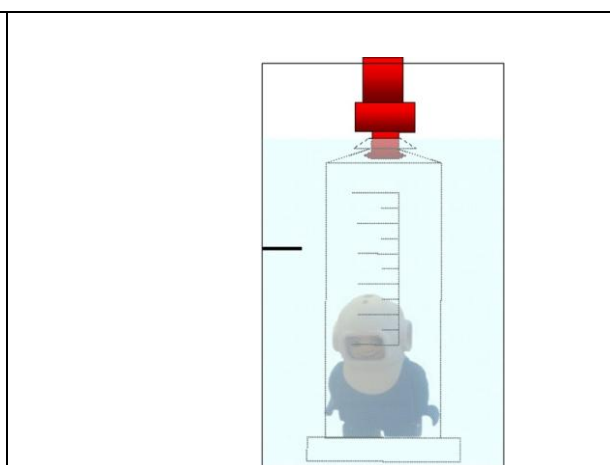
Um das Reagenzglas luftfrei zu haben, befüllt man es zunächst mit Wasser und hält es mit der Öffnung nach unten in die Wasserschüssel. Dann befestigt man die flexible Sonde an der Spritze und drückt dadurch langsam das Gas in das Reagenzglas. Dieses verdrängt nach und nach das Wasser.



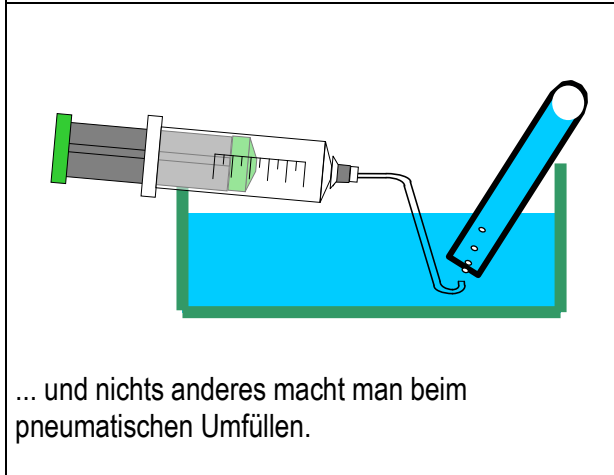
Beschreibung:



Aus der Arbeit mit Grundschulern wissen wir, dass man z. B. Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid auch einfach in die Reagenzgläser spritzen kann. Die üblichen Nachweise funktionieren davon unbeschadet.



... einfache Spiele wie „Wer kann den Taucher in der Glocke retten?“ bringen die Kinder aber schnell drauf, Luft von unten hinein zu blasen.



... und nichts anderes macht man beim pneumatischen Umfüllen.



Hier mal im Bild.

Einsatzmöglichkeiten:

Nötiger Zwischenschritt bei allen Versuche, bei denen man später z.B. die Brennbarkeit des Gases testet wie Nachweis Wasserstoff, Glimmspannprobe Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Stickstoff

PNEUMATIK UND HYDRAULIK

LUFT UND WASSER BEWEGEN DINGE

Kurzinfo:

Ob beim einfachen „Wettdrücken“, dem Nachbau der Neumayerstation III oder dem Tanksaugertrick - die Möglichkeit Gase zu komprimieren, Flüssigkeiten wie Wasser hingegen nicht, kann jeder Schüler im Wortsinn begreifen. Dazu hier ein paar Beispiele aus dem Grundschulbereich und den Eingangsklassen der SI.



Beschreibung zum Neumayerstation:

In der Antarktis steht die Neumayerstation III auf Stelzen, damit sie nicht im Schnee und Eis versinkt. Den genauen Aufbau zeigen viele Videos im Internet (z. B. <http://www.youtube.com/watch?v=F4Blc48ubrY>)

Die Schüler haben die Aufgabe, eine Station auf Stelzen zu nachbauen. Dazu verwenden sie Schläuche, Spritzen (als Beine des Hauses) und Hähne, sowie einen Karton als Haus.

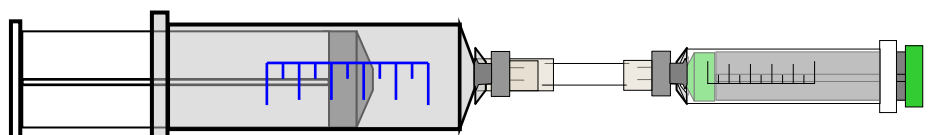
Die zahlreichen verschiedenen Varianten und Ergebnisse haben wir als Video festgehalten



Beschreibung zum Wettdrücken:

>>Die Neumayerstation III ist ganz schön schwer! Trotzdem kann man sie wie eine Hebebühne „hochpumpen“. << Daraus erwächst die Frage, ob man sich „das Drücken“ erleichtern kann.

Im Versuch füllt man zunächst in die große Spritze etwas Wasser (nicht mehr, als in die kleine Spritze passt). Dann schraubt man den (flexiblen)



Verbinder (w/w) daran und drückt vorsichtig alle Luft heraus. Schließlich verschraubt man das andere Ende des Verbinders mit der zweiten Spritze und drücke etwas Wasser hinüber.

Die SuS suchen sich einen Partner und drücken mit ihm um die Wette: wer kann das ganze Wasser in die Spritze des anderen drücken?

Da Druck Kraft pro Fläche ist, kann derjenige mit der kleineren Spritze (also dem kleineren Querschnitt) spielend denselben Druck erzeugen, wie derjenige mit der großen Spritze.

Beschreibung des Tanksaugertricks:

Die Aufgabe lautet: Wasser soll aus dem oberen Glas in das untere Glas, ohne die Gläser dabei anzufassen.

Dies gelingt z. B. wenn man zwei Schläuche mit einem Dreiwegehahn verbindet. An dem Hahn befestigt man außerdem eine Spritze. Nun steckt den einen Schlauch oben in die volle Flasche bzw. das volle Becherglas und den andere unten in die leere Flasche bzw. das leere Becherglas, saugt mit der Spritze etwas Wasser an und stellt den Hahn dann so ein, dass das Wasser von oben nach unten fließen kann.



Links und Literatur:

www.lncu.de (u. a. -> Unterrichtsmaterial -> Videos -> Videos für Grundschüler)

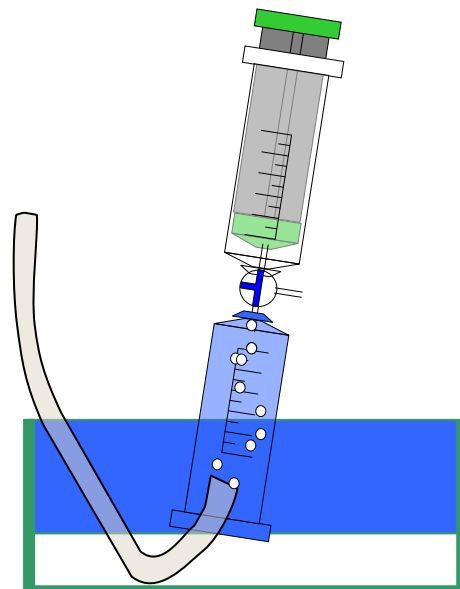
Kurzinfo:

Im Rahmen der Freiarbeit erhalten die SuS die Aufgabe, zu zeigen, dass in der Ausatemluft mehr Kohlenstoffdioxid enthalten ist, als in der Einatemluft. Zur Lösung des Problems gilt es einige Schritte zu bewältigen – hier handelt es sich schon um eine Egg-Race ähnliche Aufgabe. Da wir immer wieder gefragt werden, wie man die Ausatemluft ohne Luftballon in die Spritze bekommt, hier noch eine Variante.



Beschreibung:

- Zunächst müssen die SuS erkennen, dass sie die „normale“ Luft mit der Ausatemluft vergleichen müssen – und zwar gleiche Volumina beider!
- Den Sauerstoffnachweis erbringt man z.B. über die Brenndauer von Kerzen – am besten mit zeitgleichen Versuchen, bei denen man Gläser über brennende Kerzen stülpt.
- Der Kohlenstoffdioxidnachweis klappt hervorragend über unterschiedliche Trübungen von Kalkwasser – Dichtevergleich ist denkbar, aber innerhalb der Messgenauigkeit mit großen Fehlern behaftet – Wasserlöslichkeit ebenso
- Um gleiche Volumina aufzufangen, kann man in einen Ballon atmen und das Gas von dort in eine Spritze überführen.
- Alternativ verbindet man 2 große Spritzen miteinander. Aus einer entfernt man den Stempel und füllt sie pneumatisch mit Hilfe der anderen mit Wasser. Dann „beatmet“ man die Spritze mit Hilfe eines Schlauchs oder Strohhalmes und zieht danach das so aufgefangene Ausatemgasgemisch in die andere Spritze – voila!



Einsatzmöglichkeiten:

Teil des Lernzirkels Luft - s.: <http://www.lehrer-online.de/freiarbeit-luft.php>
Luft – Gase die wir atmen...

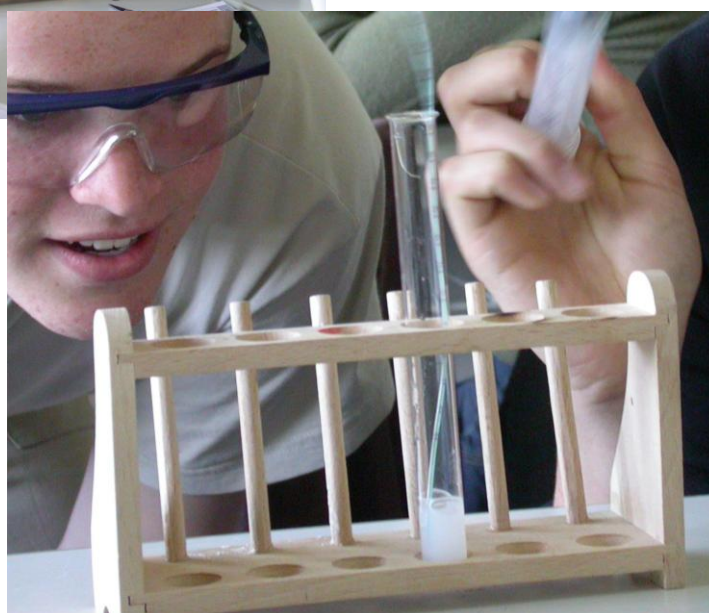
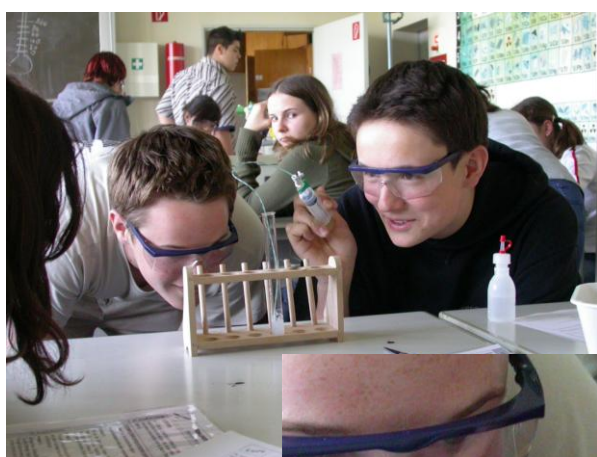
Kurzinfo:

Viele einfache Nachweisreaktionen kann man im kleinen Maßstab durchführen, z.B. die Glühspanprobe für Sauerstoff oder als Vortest auf Stickstoff und Kohlenstoffdioxid.

Auch die Kalkwasserprobe gelingt mit wenigen mL Kalkwasser, durch die man per Sonde Kohlenstoffdioxid aus der Spritze leitet



Beschreibung:



Einsatzmöglichkeiten

Nachweis Kohlenstoffdioxid

Kalkkreislauf

Le Chatelier

Atemmessung

Teil des Lernzirkels Luft s. auch: <http://www.lehrer-online.de/freiarbeit-luft.php>

...

Kurzinfo:

Die Dichtemessung verschiedener Gase wie Kohlenstoffdioxid lässt sich mit einer präparierten Spritze durchführen. Die Masse von 50 mL des Gases bestimmt man, in dem man zunächst die gasgefüllte Spritze wiegt und dann das Gewicht der leeren Spritze abzieht. Dazu muss man die leere Spritze allerdings evakuiert wiegen. Um das Vakuum zu halten, wird der Stempel der Spritze zuvor mit einem Loch versehen, durch das man einen Nagel schieben kann.



Beschreibung:



Einsatzmöglichkeiten:

Dichtebestimmung von Kohlenstoffdioxid
Dichtebestimmung von Propan oder Butangas
Teil des Lernzirkels Luft
...

Tipps:

Die präparierte Spritze braucht man auch, um einen Unterdruck in anderen Versuchen zu erreichen (s. Springbrunnen und Le Chatelier)

Links und Literatur:

<http://www.kapfenberg.com/experiments/lc-hmt/pdf-aka11/a08.pdf>

O₂-GEHALT DER LUFT OHNE KOLBENPROBER

Kurzinfo:

Ein dünnes Quarzrohr, das auch bei anderen Versuchen eingesetzt wird und ein sehr geringes Innenvolumen hat, wird einfach über zwei Gummi- oder Silikonschläuche mit zwei Spritzen anstelle von zwei Kolbenprobern verbunden.

Diese sind nicht ganz so leichtgängig, dafür aber preiswert und bruchsicher!

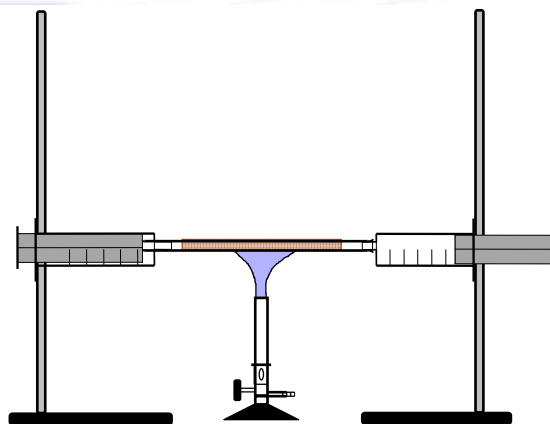
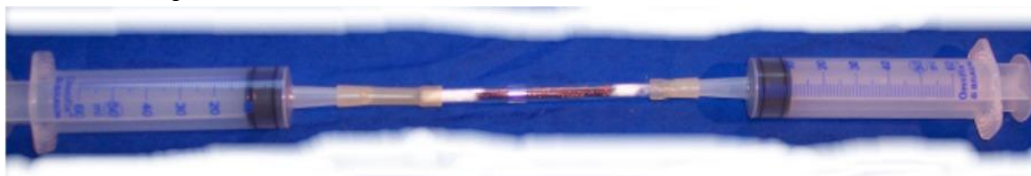


Beschreibung:

In eine Spritze werden 50 mL Luft gesaugt, die andere bleibt leer. Die Spritzen werden mit dem Glasrohr gasdicht verbunden. Im Glasrohr ist ein Metallnetz (Eisenwolle oder Kupfer).

Man testet, ob die Apparatur dicht ist, in dem man die Luft vollständig von einer in die andere Spritze überführt.

Mit dem Brenner wird das Quarzrohr dann am Metall erhitzt und die Luft zwischen den Spritzen einige Male hin und her geschoben.



Einsatzmöglichkeiten:

Bestimmung des Anteils von Sauerstoff an der Raumluft – erste quantitative Experimente

Verbrennung

Oxidation von Metallen mit Sauerstoff

Teil des Lernzirkels Luft s. auch: <http://www.lehrer-online.de/freiarbeit-luft.php>

Tipps:

Besonders geeignet sind Blasen- und Wundspritzen, da sie bereits über einen konischen Ansatz verfügen. Die Spritzen sollte man nur lose im Stativ befestigen, um sie nicht abzuquetschen

Da die Spritzen nicht so leichtgängig sind, kann das Ergebnis schon einmal um einige mL vom Sollwert abweichen – dafür kann man den Versuch als Schülerversuch durchführen

Neben Kupferwolle (verändert die Farbe zum Kupferoxid hin deutlich) eignet sich noch besser

Eisenwolle, da sie bei Reaktionsbeginn hell aufglüht und dann solange glüht, bis der meiste Sauerstoff reagiert hat.

NOCH ELEGANTER: OXIDATION SICHTBAR MACHEN

O₂-GEHALT DER LUFT OHNE BUNSENBRENNER

Ausführliche Informationen zur Lernaufgabe mit selbsterwärmenden Heatern

Einstieg in die Redoxreaktionen oder Bestimmung des Sauerstoffgehalts der Luft mit Alltagsprodukten und mehr – Gregor von Borstel

Wer schon einmal leidvolle Erfahrungen mit Rückenschmerzen hatte oder sich im Winter beim Fahrradfahren keine kalten Füße holen wollte, der kennt sie vielleicht: Selbsterwärmende Kissen wie ThermoCare, BodyWarmer oder -heater [1].

Der Einsatz [2, 3] im Chemieunterricht sowie der Nachbau [4] wurden für ähnliche Produkte bereits mehrfach beschrieben und die Funktionsweise ist leicht erklärt: die Kissen sind luftdicht verpackt und enthalten neben Aktivkohle und einer Salzlösung fein verteiltes Eisen. Beim Öffnen an der Luft kommt es schnell zu einer exothermen Reaktion zwischen Eisen und Luftsauerstoff, bei dem letztlich als Produkt Rost entsteht. Letzteres ist bereits nach wenigen Minuten optisch klar zu erkennen.



Diese Reaktion lässt sich an verschiedenen Stellen im Unterricht gewinnbringend einsetzen, z. B. bei:

- der Einführung Stoff- und Energieumsätze bei chem. Reaktionen
- der Anwendung des Oxidationsbegriffs als Reaktion mit Sauerstoff
- zur Einführung der Fachbegriffe Rosten, stille Oxidation in Verbindung mit Atmen, Aktivierungsenergie oder Zerteilungsgrad
- der experimentelle Herleitung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse
- zum Einstieg in Elektronenübertragungsreaktionen
- oder eben zur Bestimmung des Sauerstoffanteils an der Luft.

Um im Chemieunterricht sowohl konzept- als auch prozessorientierte Kompetenzen anzusprechen, erarbeiteten wir zu dem Kontext eine Lernaufgabe. In dieser stellen wir die Schüler vor das Problem, die Funktionsweise selbst herauszufinden.

Ein erprobter Einstieg in die Stunde ist der online verfügbare Werbespot [5], der schon einige Inhaltstoffe nennt und zugleich zum Untersuchen der Beutel anregt. Aber auch allein die luftdichte Verpackung und der darauf angebrachten Hinweise wie „air activated“ stellt schnell klar, dass die Inhaltstoffe des Beutels, der im Übrigen von Magneten angezogen wird, mit einem Bestandteil der Luft reagieren müssen. In einfachen Versuchen kann man dies bestätigen und weiterhin zeigen, dass es sich beim Reaktionspartner des Eisens um Sauerstoff handelt.

In verschiedenen Kunststoffbeutel mit Zippverschluss wird der Heater einmal gasdicht verschlossen aufbewahrt, zum anderen mit Stickstoff, Sauerstoff oder Luft begast. Misst man von außen die Temperatur, treten deutlich erkennbare Differenzen auf.

Besser funktionieren die Versuche noch in Kunststoffspritzen, da hier auch optisch das Verschwinden des Gasvolumens deutlich wird [s. Fotostrecke]. Dazu wird ein Pad des ThermoCare Kissens in eine 50mL Luer lock Spritze gegeben und möglichst luftentleert. Alternativ kann man auch ca. zwei Spatel von dem Gemisch aus einem preiswerteren Heater, eingeschlagen in ein Papiertuch, verwenden.

Die Spritze wird über einen Dreiwegehahn mit einer weiteren Spritze verbunden, in der sich ein definiertes Volumen des entsprechenden Gases befindet. Bring man alles zusammen in eine Spritze, sieht man nach kurzer Zeit eine Verringerung des Sauerstoffvolumens bis auf null.

Beim Stickstoff hingegen beobachtet man keine Veränderung. Zudem lässt sich außen an der Spritze mit Sauerstoff eine deutliche Temperaturzunahme fühlen. Mit Hilfe einer Kupferrohrisolierung (s. Abbildungen) aus dem Baumarkt kann man einen Temperaturfühler anbringen und so den

NOCH ELEGANTER: OXIDATION SICHTBAR MACHEN

O₂-GEHALT DER LUFT OHNE BUNSENBRENNER

Temperaturanstieg auch messen. Der Vorteil der Isolierung ist zudem, dass ein Großteil der freiwerdenden Energie im System bleibt und damit nicht nur den Temperaturanstieg deutlicher ausfallen lässt, sondern zugleich auch die Reaktionsgeschwindigkeit heraufsetzt.

| | | |
|---|--|---|
|  |  |  |
| Verschiedenen Bodywärmer | Eine Spritze befüllen ... | Luft herausgedrücken ... |
|  |  |  |
| ... und 50mL O ₂ hinzufügen | Gasvolumen nimmt ab, 26,7°C | Nach ca. 1 Minute 37,4°C |
|  |  |  |
| Nach ca. 2 Min. 54°C | ... nach 4 Min. O ₂ abreagiert ... | ... es entsteht Rost |
|  |  |  |
| ... Nahaufnahme ... | ... Produkt 10fach vergrößert | Produkt ca. 200fach vergrößert |

Abschließend wird das Reaktionsprodukt ausgeschüttet und betrachtet. Beim Sauerstoff erkennt man vereinzelt eine rostrote Färbung im Gemisch, das Gemisch aus der Spritze mit dem Stickstoff bleibt hingegen unverändert schwarz.

Besonders reizvoll ist dabei die Tatsache, dass man mit diesem Aufbau zugleich in einem ungefährlichen Schülerexperiment den Sauerstoffgehalt der Luft quantitativ bestimmen kann. Nimmt man nun statt der reinen Gase Luft als Gasgemisch und verfährt wie oben beschrieben, beobachtet man zum einen eine geringere Temperaturzunahme als bei Sauerstoff, zum andere verschwinden von

NOCH ELEGANTER: OXIDATION SICHTBAR MACHEN

O₂-GEHALT DER LUFT OHNE BUNSENBRENNER

50mL Luft ca. 10mL (+/- 1mL). Wichtig ist, dass man den Volumenstand beider Spritze vor dem Zusammenbringen notiert und am besten zum Ende des Versuchs das Restgas wieder in die Ursprungsspritze drückt, um hier das Volumen abzulesen. Um den Messfehler, welcher auf der Gängigkeit der Spritzen beruht, zu minimieren, drückt man einmal auf den Stempel, lässt ihn zurückgleiten und notiert das untere Volumen. Dann zieht man am Stempel ein Stück heraus, lässt ihn wieder zurückgleiten und notiert das obere Volumen. Das tatsächliche Ergebnis liegt zwischen beiden Werte.

Der Versuch funktioniert reproduzierbar, ist gefahrenarm und mit einem für Sekundarstufe I geringen Messfehler behaftet. Auch in der Sekundarstufe II eignet er sich noch hervorragend als Vorversuch zur Untersuchung eines Heaters – im Themenfeld Korrosion und Korrosionsschutz

Die Lernaufgabe (s. nächste Seite) sieht vor, dass die Schülergruppen am Ende die Funktionsweise des Heaters eigenständig erläutern können und dessen Einsatz in diversen Zusammenhängen bewerten sollen. Ob die Schüler dies vollständig erfasst haben, lässt sich z. B. abfragen, in dem man sie ein Alternativprodukt wie Ageless erläutern lässt. Dieses funktioniert nach demselben Prinzip wie die Wärmekissen, dient aber nicht der Wärmeproduktion, sondern sorgt dafür, archäologische Grabungsfunde oder Lebensmittel sauerstoffarm aufzubewahren. Desweiteren bieten sich Aufgabenformate an, in denen die Schülerinnen und Schüler zu (fiktiven) Werbeaussagen wie „Ob Grönland oder Himalaya – nie mehr kalte Füße dank yx-Heater!“ kritisch Stellung nehmen:

Menschen, die sich längere Zeit in der Kälte aufhalten, wie z. B. Fahrradtourenfahrer, Bergsteiger oder Teilnehmer von Polarexpeditionen haben oft mit dem Problem von Erfrierungen an Händen oder Füßen zu kämpfen. Dagegen könnte ein Produkt helfen wie der der „MyCoal Zehenwärmer“, rechts abgebildet (Quelle: <http://www.heatpack.de>, zuletzt besucht am 04.10.2010).

Die Zehenwärmer sind luftdicht verpackt, werden vor Gebrauch aus der Schutzfolie entnommen und dann vorne in den Schuh geklebt, welcher nicht luftdicht sein darf.



Aufgaben:

- Erläutere, wie die Zehenwärmer chemisch funktionieren.
- Nimm begründet Stellung, ob die Zehenwärmer bei einer Polarexpedition oder Besteigung des Mount Everest (Höhe über 8800m) hilfreich sein könnten.
- Bedenke dabei, dass die Teilnehmer derartiger Expeditionen nur das nötigste an Gewicht mitnehmen wollen, da das Tragen der Ausrüstung z. B. Hochgebirge bei der relativ dünnen Luft dort oben sehr mühsam ist.

Literatur und Links:

[1] Der Bezug aller Produkte ist online möglich. Preiswerte Anbieter finden Sie über Suchmaschinen, der günstigste Preis pro Beutel liegt bei ca. 1€ [Stand 11/2010].

[2] BÜTZER PETER, Handwärmer: Warme Hände, heisser Kopf, <http://www.buetzer.info/fileadmin/pb/pdf-Dateien/Handw%C3%A4rmer.pdf>; zuletzt besucht am 25.10.2010


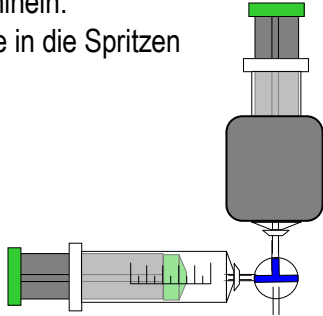
[3] SCHMIDKUNZ H., Wärmepackung und „Heisses Eisen“, NiU-Chemie 10, 1999 Nr. 54, S. 51-52

[4] KRATZ, MICHAEL, Heiße Beutel, NiU-Chemie 7, 1996, S.6-13.

[5] s. z. B. <http://www.theheatcompany.com/>, zuletzt besucht am 05.04.2011

NOCH ELEGANTER: OXIDATION SICHTBAR MACHEN

O₂-GEHALT DER LUFT OHNE BUNSENBRENNER

| | | |
|---|--|---|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Vorgaben</p> | <p>Ihr arbeitet in einem „Outdoor-Erlebnis-Team“, welches „ganzjährige Eventreisen für Jedermann“ in das mitunter kalte Skandinavien anbietet.</p> <p>Im Internet seid ihr auf diverse „BodyWarmer“ gestoßen und sollt nun für das Team herausfinden, ob sie sich für eure Reisen als transportable Wärmequelle nutzen lassen.</p> |  |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Arbeitsauftrag</p> | <p>Nutzt die Produktbeschreibung sowie Experimente für folgende Aufträge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Findet heraus wie ein „BodyWarmer“ laut Herstellerangaben funktioniert. Versucht experimentell zu bestätigen, ob <ul style="list-style-type: none"> ○ tatsächlich Eisen enthalten ist, ○ die Inhaltsstoffe mit der Luft (zu etwas anderem) reagieren. Wenn ja, untersucht, ob einer der Hauptbestandteile der Luft (Stickstoff oder Sauerstoff) Reaktionspartner sind, ○ dabei Energie in Form von Wärme frei wird ○ man mit Hilfe des „BodyWarmers“ den Sauerstoffanteil der Luft bestimmen kann • Lässt sich der „BodyWarmer“ für Fahrten in die Kälte abseits der Zivilisation verwenden? Diskutiert dazu auch die Problematik der Entsorgung. • Benennt ggf. noch offene Fragen. • Fasst zusammen, was passiert, wenn der Beutel heiß wird <p>Präsentiert eure Ergebnisse. Grundlage dafür Plakat sind unten genannten Kriterien.</p> | |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Vorschlag für Experimente</p> | <p>Materialien: Bodywärmer, Löffel, Schere, Magnet, 6 Kunststoffspritzen 50mL, 3 Dreiweghähne, 3 Papiertücher (ca. 5cm x 5cm), Sauerstoff, Luft, Stickstoff, Thermometer, Kupferferroisolierung</p> <p>Durchführung:</p> <p>a) <i>Vorbereitung der Spritzen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfe den verschlossenen Beutel mit einem Magneten, öffne ihn und beschreibe den Inhalt. • Nehme drei große Spritzen und zieht bei jeder den Stempel ganz heraus. • Lege in jede Spritze oben ein Stück Papiertuch hinein. • Fülle ca. 1 Teelöffel von dem Inhaltsstoff aus dem Bodyheater hinein. • Drücke mit dem Stempel das Papier mit dem Gemisch bis vorne in die Spritzen und zugleich die ganze Luft aus jeder Spritze heraus. • Verschließe alle Spritzen mit einem Dreiweghahn. <p>b) <i>Drücke nun über einen Dreiweghahn zu je einer Spritze ...</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 mL Stickstoff, • 50 mL Sauerstoff • 50mL Luft hinzu. <p><i>... und verschließe die Spritze wieder, ohne dass etwas anderes in die Spritzen herein- oder herauskommen konnte.</i></p> <p>Beobachte die Spritzen mehrere Minuten. Bestimme von Zeit zu Zeit mit dem Thermometer die Temperatur an der Außenseite der Spritze. Dazu kannst du die Spritze auch mit einer Isolierung ummanteln und das Thermometer dazwischen stecken.</p> <p>Nimm ganz zum Schluss die Inhaltsstoffe des Heaters mit dem Papier zusammen wieder aus den Spritzen und betrachte sie erneut.</p> |  |

Kurzinfo:

Unter welchen Bedingungen rostet Eisen?

Neben dem klassischen Reagenzglasversuch bieten sich auch hier Spritzen an, da man darin zum Einen problemlos Gase wie Stickstoff oder reinen Sauerstoff statt Luft verwenden kann, zum Anderen erkennt man relativ leicht am Gasvolumen, ob ein Gas reagiert hat oder nicht.

Beschreibung:

In verschiedenen Spritzen wird entfettete Eisenwolle unter verschiedenen Bedingungen (z. B. trocken, feucht, nass, mit Kochsalzlösung angefeuchtet, mit Kupfersulfat-Lösung angefeuchtet) und unter Zugabe diverser Gasen bzw. Gasgemischen (Sauerstoff, Stickstoff, Luft) eingesperrt.

Die Zugabe erfolgt über einen Dreiwegehahn. Es sollten möglichst gleiche Volumina der Gase zugegeben werden, damit später ein Vergleich stattfinden kann. Nach Zugabe der Gase kann die Spritze mit der Eisenwolle über den Dreiwegehahn verschlossen und die andere Spritze abgenommen werden.

Bereits nach wenigen Minuten erkennt man bei in einigen Spritzen erste Veränderungen der Gasvolumina.

Die Spritzen kann man anschließend über Nacht liegen lassen und den Versuch dann später auswerten.

Es lassen sich sehr viele Bedingungen miteinander vergleichen – besonders effektiv ist der Rostvorgang zum einen, wenn viel Sauerstoff vorhanden ist, zum anderen in Elektrolyten, womöglich noch unter der Bildung eines Lokalelements (z. B. durch Reduktion von Kupferionen auf Eisen).

Allerdings kann es nur zu einer merklichen Korrosion kommen, wenn ausreichend Wasser/ Feuchtigkeit für die Bildung und Lösung der Eisen-Ionen in der Spritze ist. So erkennt man bei Zugabe von Sauerstoff zu schwach angefeuchtetem Eisen nur geringe Rostflecken.

