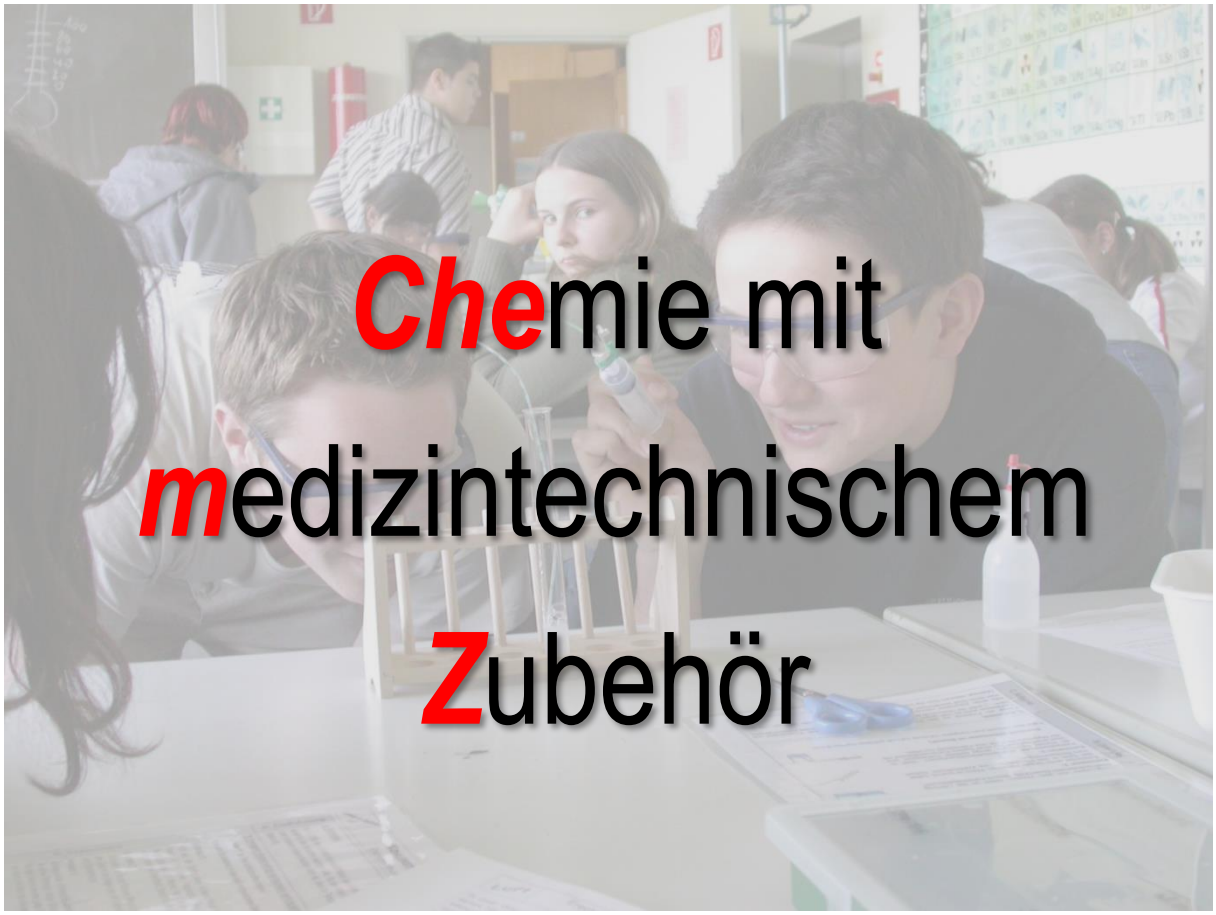


Chemie mit medizintechnischem Zubehör

Experimente mit ChemZ

Handbuch zum Kennenlernen der Geräte

Version 3

© Gregor von Borstel im Team LNCU

Stand 2017

VORBEMERKUNG ZUR 3. AUFLAGE

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

seit mehr als einem Jahrzehnt entwickeln wir im Team **L**ebens**N**aher**C**hemie**U**nterricht 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 wir bereits vor Jahren durch die hervorragenden Arbeiten z. B. von Herrn Obendrauf, Herrn Schwarz, Herrn Häusler, Herrn Grofe oder Herrn Menzel aufmerksam wurden. Auch die hervorragenden Anregungen anderer Kollegen, z. B. aus dem AK Kappenberg oder von Herrn Dr. Brand möchten wir ihnen empfehlen!

Mit "ChemZ" stehen uns gefahrenarme und zugleich preiswerte Laborgeräte zur Verfügung, die aufwändige Versuche einfach werden lassen oder Schülern kreative experimentelle Lösungen zu Problemen ermöglichen. Für beide Ansätze gemeinsam entwickelten wir im Team in jahrelanger Arbeit ein entsprechendes, universell einzusetzendes Set.
Aus der Unterrichtserfahrung und zahlreichen Fortbildungen mit begeisterten Kollegien wissen wir, dass die Geräte geradezu zum Ausprobieren herausfordern und können sie Ihnen nur wärmstens ans Herz legen.

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

Im Zuge der Umgestaltung unserer Homepage liegt dieses Handbuch in der überarbeiteten dritten Version vor, die nun den Fokus vor allem auf die Handhabung der Technik legt.
Parallel zu diesem Handbuch haben wir eine erweiterte Ausgabe mit detaillierten Beschreibung zahlreicher Lernaufgaben zusammengestellt, mit denen wir auch den European-Science-Teacher-Award beim Science on Stage Festival in London gewinnen konnten!
Alle Ideen und Arbeitsmaterialien dazu finden Sie kostenlos unter www.lncu.de.

Beim Entdecken der Materialien oder Erfinden weiterer Versuche wünschen wir Ihnen viel Spaß und stehen gerne für Rückfragen bereit.

Alfter 2017
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.

Übersicht

„ChemZ – Nomenklatur“....4
Gas aus einer Druckgasflasche....8
... die Alternative....9
Gase bereitstellen und komprimieren....10
Gasentwicklung....11
qualitativ....12
quantitativ....13
im Wasserzersetzer....15
Gas umfüllen und nachweisen....16
Gase verschwinden....17
Löslichkeit, Le Chatelier und Active O_2....17
O_2-Gehalt der Luft ohne Bunsenbrenner....18
Kalkkreislauf....18
Springbrunnenversuch....18
Korrosionswettrennen....19
Reduktion mit Wasserstoff....20
Dichtemessungen....21
Titrationen leicht gemacht....22
Weitere Anregungen: Literatur und Links....23

Das Herzstück von ChemZ: Kunststoffspritzen von 1 mL bis 60 mL



Beständig gegen viele verdünnte Säuren und Laugen kann man sie sowohl zum Abmessen von Flüssigkeiten oder Gasen nutzen, als auch diverse chemische Reaktionen in ihnen ablaufen lassen und beobachten.

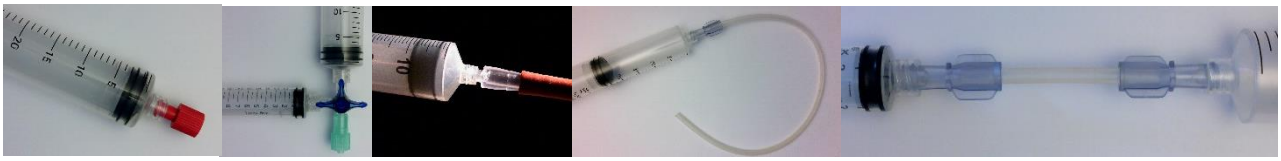
Diverse Spritzen stellen somit stets zweierlei dar: **Messgefäße** und flexible **Reaktionsräume**. Beispielsweise dienen die 1 mL Spritzen zum sehr genauen Titrieren. Die 30 mL oder gar 60 mL Spritzen nutzen wir, um Gase darin herzustellen, aufzufangen oder zur Reaktion zu bringen und die Veränderungen gut beobachten zu lassen.



Beachten Sie bei der Nutzung folgende Grundüberlegungen:

- Je kleiner die Spritze ist, desto genauer kann man sie ablesen und desto weniger Kraft braucht man zum Drücken der Stempels (-> Titrationen, quantitative Versuche oder Versuche mit Druck macht man besser mit kleinen Spritzen). Generell gilt, dass vor allem größere Spritzen anfänglich leichtgängig und dann je nach Nutzung zunehmend schwergängiger werden.
- Je größer die Spritze ist, desto mehr Gas kann man in ihr auffangen (-> Die Herstellung eines Gases erfolgt in der Regel in einer Spritze mit mind. 30 mL Volumen).

Notwendiges Zubehör

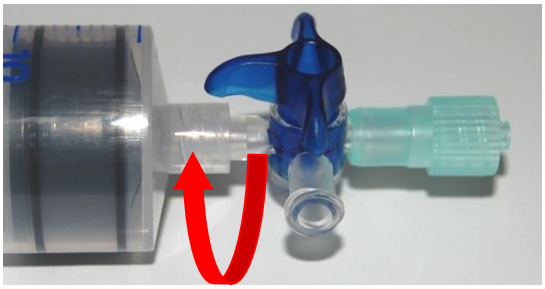


Passend zu allen Spritzen gibt es diverses Zubehör, das ihren Einsatz im Chemieunterricht erst richtig sinnvoll macht. Mit **Stopfen** und **Hähnen** kann man die Spritzen verschließen und wieder öffnen sowie mit anderen Spritzen verbinden. **Verbinder** erweitern diese Möglichkeiten und **Schläuche** erleichtern ein Ab- oder Umfüllen.

Neben den „normalen“ Luer-Anschlüssen gibt es auch die Luer-Lock-Schraubverbindungen. Mit einer halben Umdrehung verbindet man das Zubehör 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.

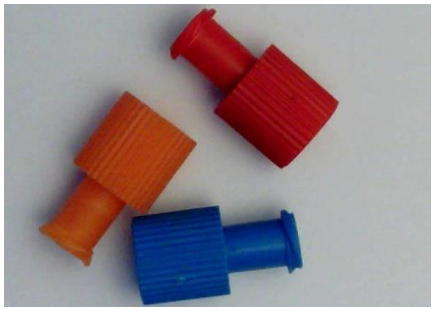


... einfach aufstecken



... und mit einer halben Umdrehung arretieren.

„Nomenklatur“ des Zubehörs



Kombiverschlussstopfen
(verschließen alles)



3-Wege-Hahn
(verbinden - schließen - öffnen)



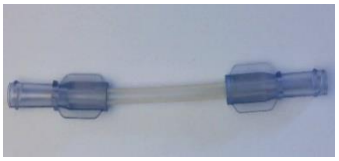
Heidelberger Verlängerung
(flexibel verbinden, Gase oder Flüssigkeiten umfüllen)



konischer Verbinder
(Schlauch - Spritze)



starre Verbinder w-w oder m-m
(verbinden alles)



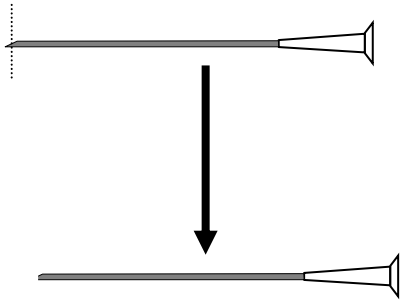
flexibler Verbinder w-w
(zwei Spritzen beweglich verbinden)

Weitere Komponenten



Kanülen setzen wir nur selten ein, z. B. als Elektrodenmaterial oder um Gase einzuleiten, da sie Risiken bergen. 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





Ein mit einer Kanüle durchbohrter Stopfen, ein **Reagenzglas mit seitlichem Ansatz** und eine Sonde mit Ansatz ergeben einen kleinen, leicht zu säubernden **Gasentwickler**. Noch praktischer, da nahezu ohne Totvolumen, entwickelt man aber Gas einfach in einer **Spritze**. Pulvrige Substanzen füllt man dafür zunächst in einen **Teebeutel**. So kann die Spritze nicht verstopfen und ist später leicht zu reinigen.

Rückschlagventile braucht man, um eine Pumpe zu bauen oder um einen Gasrückstrom zu vermeiden. Letzteres kann sinnvoll sein, wenn man Gase in Beuteln bereit stellt und eine Kontamination vermeiden will.



Eine **Hahnenbank** ermöglicht gleich eine Vielzahl von Verbindungen z. B. bei komplizierteren Reaktionen oder der Entwicklung von viel Gas und dient auch zum Bau einer Hebebühne.



Kleinere und größere **Sonden** erweitern die Umfüllmöglichkeiten. Besonders dünne Sonden kann man einsetzen, wenn man zeigen will, dass z. B. bei Fotoynthesereaktionen in einer Spritze sehr wenig Gas entsteht bzw. im Dunkeln verschwindet. Ein Wassertropfen in der dünnen Sonde markiert den „Druckausgleich“.

Last but not least: **Rohrisolierungen** passen hervorragend über die Spritzen und ermöglichen es, entstehende Wärme gut zu messen oder aber das System von der Außentemperatur zu isolieren, z. B. bei Oxidationsversuchen mit Bodywärmern oder Temperaturversuchen zu Le Chatelier.

„Nomenklatur“ der Komponenten



Gasentwickler 1: Reagenzglas mit seitlichem Ansatz; durchbohrter Stopfen



Kanülen



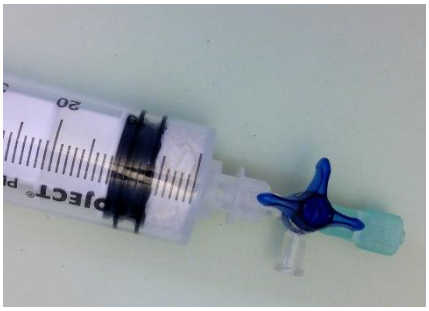
Rückschlagventil



Sonde



Sonde mit Ansatz





Hahnenbank



Gasentwickler 2: Teebeutel in einer Spritze

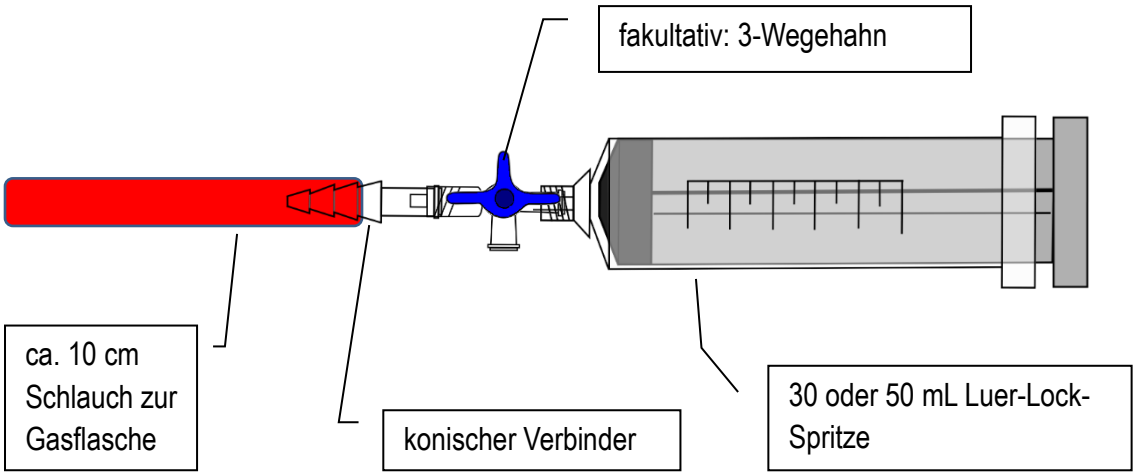


Rohrisolierung

Zum Weiterlesen:

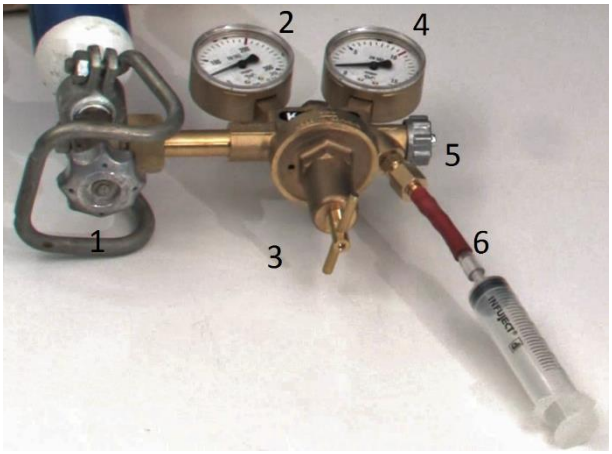
- von Borstel G., Eusterholz M. und Böhm A., 2017b. Mehr „spritzige“ Experimente mit Gasen. NiU Chemie 157, 17-22.

Die Kunststoffspritzen können leicht mit Gasen befüllt werden:



Über einen kurzen Schlauch mit geringem Totvolumen und einen konischen Verbinder kann man die Spritzen direkt mit einer Druckgasflasche verbinden und sie so mit allen in der Schule zu Verfügung stehenden Laborgasen befüllen.

Zum Befüllen wird zunächst das Flaschenventil (1) geöffnet. Das Inhaltsmanometer (2) am Druckminderventil zeigt den Gasdruck in der Flasche an. Über die Einstellschraube (3) wird am Arbeitsmanometer (4) ein Arbeitsdruck wenig über 1 bar bzw. 10^5 Pa eingestellt. Durch Öffnen des Entnahmeventils (5) spült man kurz den Schlauch mit wenig Gas. Erst dann wird eine 30 mL oder 60 mL Spritze an den Verbinder geschraubt (6). Durch erneutes vorsichtiges Öffnen und Schließen des Entnahmeventils füllt sich die Spritze zügig.



Achtung: da die Stempel der meisten Spritzen am Ende durch eine schwache Arretierung gegen Herausfallen gesichert sind, kann sich dabei ein Überdruck ausbilden, der den Stempel herausschießen lässt. Die Handhabung gilt es also zuvor zu üben und der Stempel ist beim Befüllen immer Richtung Boden zu richten.

Zum Weiterlesen:

- Böhm, A. und von Borstel, G., Chemie mit Magensonde und Spritze, NiU Chemie 78, 2003.
- von Borstel, G. und Böhm A., ChemZ, NiU Chemie Heft 81, 2004
- Weninger, D., von Borstel, G. und Bindl, A., 2017a. Klein aber fein, Einfache Darstellung und Nachweisreaktionen von Gasen in Kunststoffspritzen, NiU Chemie, 157/2017 Gase als Unterrichtsthema in Sek. I und II, 12-16.



Sauerstoffspender


Kohlenstoffdioxidspender


… als Alternativen

Für das direkte Befüllen gibt es einige Alternativen, z. B. Spraydosen mit Sauerstoff oder Tastatur-Reiniger mit Kohlenstoffdioxid, die jeweils einen Druckminderer enthalten. Aus diesen lässt sich gefahrenarm das Gas direkt in die Spritze überführen.
Von anderen Alternativen ohne Druckminderung, wie z. B. Fahrradpumpen mit Kohlenstoffdioxid-Kartuschen, ist abzuraten, da hier beim Einfüllen das Gas den Stempel aus der Spritze herausschießt.



Sauerstoff:
Preiswerte 8 L Dose ursprünglich für die med. Zahnpflege („O-pur-dent“) mit eigenem Sprayknopf. Der mitgelieferte Schlauch der Dose passt direkt auf die Spritze – alternativ einen konischen Verbinder zerschneiden und als Anschlussstück aufziehen.

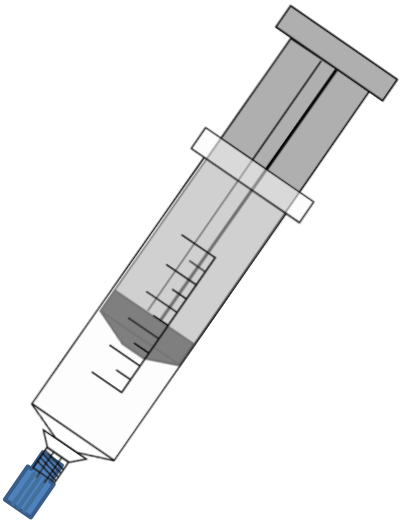
Kohlenstoffdioxid:
Eine 16g Kartusche in einem Mini-Spender mit Druckminderer (zurzeit exklusiv www.chemz.de) zum gezielten Dosieren! Kann direkt auf die Öffnung der Spritze gesetzt werden. Schaltet man einen Dreiwegehahn zwischen, erfolgt die Befüllung über den „männlichen“ Anschluss.



Schon Grundschulkinder 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 ziehen bzw. zu drücken.

Im weiteren Verlauf des Workshops erhalten sie bereits ► **abgefüllt Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid** für Untersuchungen. Die farbigen Verschlussstopfen markieren die verschiedenen Gasarten.

Mit demselben Aufbau lässt sich in höheren Klassen bei Gasen wie ► **Butan** zeigen, dass diese sich bei Temperaturerniedrigung oder Druckerhöhung **verflüssigen** und umgekehrt wieder gasförmig werden



Man füllt die 20 mL Spritze mit 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. 2 mL, 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).

Hinweise:

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

Wichtig: Je kleiner die Spritze, desto größer ist der Druck, den man mit der Hand aufbauen kann.

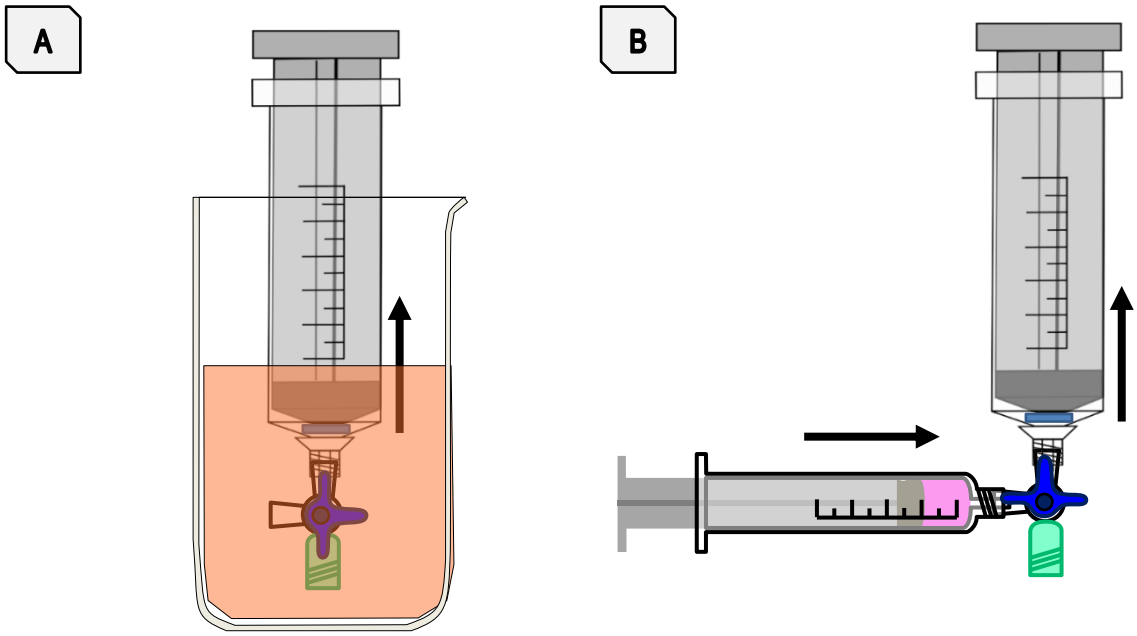
Zum Weiterlesen:



- Team LNCU, Klein und Groß experimentieren gemeinsam, Online-Version, 3 Aufl. 2017, www.lncu.de.
- http://www.medtech-gb.de/downloads/lowcostskript27506.pdf - Versuch 7.16
- Akademie für Lehrerfortbildung und Personalplanung – Chemie? Aber sicher! „Flüssiggas“ – Teilchenmodell und Aggregatzustandsänderungen



Will man ein Gas möglichst rein für weitere Versuche nutzen oder ein entstehendes Gasvolumen bestimmen, stellt man das Gas direkt in einer Spritze her.



In der Spritze bringt man dazu die zwei Stoffe, bei deren Reaktion ein Gas entsteht, zusammen und fängt es auf. Hier wird das Prinzip beschrieben, zahlreiche Einbindungen derartiger Versuche in den Unterricht finden Sie in diesem und unseren anderen Skripten!

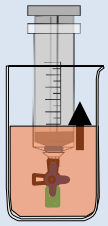
Variante A: Will man lediglich eine Spritze mit einem Gas befüllen, gibt man zunächst Edukt eins hinein und drückt möglichst alle Restluft hinaus. Für Feststoffe entfernt man dazu kurz den Stempel der Spritze. Schrauben Sie dann auf die Spritze einen geöffneten 3-Wegehahn und stellen Sie die Spritze in ein Gefäß mit dem flüssigen Edukt 2. Saugen Sie bei geöffnetem Hahn zügig viel Flüssigkeit an. Das entstehende Gas verdrängt automatisch die überschüssige Flüssigkeit aus der Spritze und die Reaktion erliegt nach kurzer Zeit. Falls nötig, kann man das entstandene Gas in eine trockene Spritze überführen.

Variante B: Ist ein geschlossenes System wichtig, verwendet man mindestens zwei Spritzen und einen 3-Wegehahn. Befüllen Sie eine große Spritze mit einem Edukt, entfernen Sie die Restluft und verschließen Sie die Spritze mit einen 3-Wegehahn. Geben Sie über eine weitere Spritze wenig Edukt 2 hinzu. Das entstehende Gas treibt den Stempel heraus.

Achten Sie darauf, mit kleinen Mengen zu arbeiten! Sorgen Sie ggf. für Reservevolumen oder stoppen Sie die Reaktion durch Rückführung der Flüssigkeit oder Zugabe einer anderen Flüssigkeit. Halten Sie dazu die Spritze stets mit dem Gas nach oben. Alternativ halten Sie den 3-Wegehahn nach oben (und damit automatisch die Flüssigkeit nach unten) und öffnen Sie den Hahn kurz für eine Druckentlastung. Achtung, dabei kann etwas Flüssigkeit herausspritzen.

Übersicht: Gasentwicklung und qualitative Bestimmung

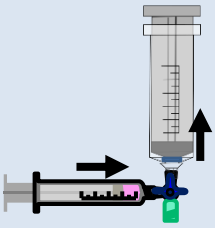
A



Vorteile:	***Nachteile:***
Der Stempel kann nicht vom Gasdruck herausgedrückt werden.	*Ein quantitatives Arbeiten ist nur bedingt möglich.*
Automatische Kühlung von stark exothermen Reaktionen.	*Man benötigt viel Flüssigkeit, die zudem außen an der Spritze haftet.*

Einsatzmöglichkeiten: alle Versuche, bei denen die Flüssigkeit unbedenklich ist, z. B. stark verdünnte Säure, Salzwasser etc., oder bei denen sich die Spritze sehr stark erhitzen würde (automatische Kühlung).

B

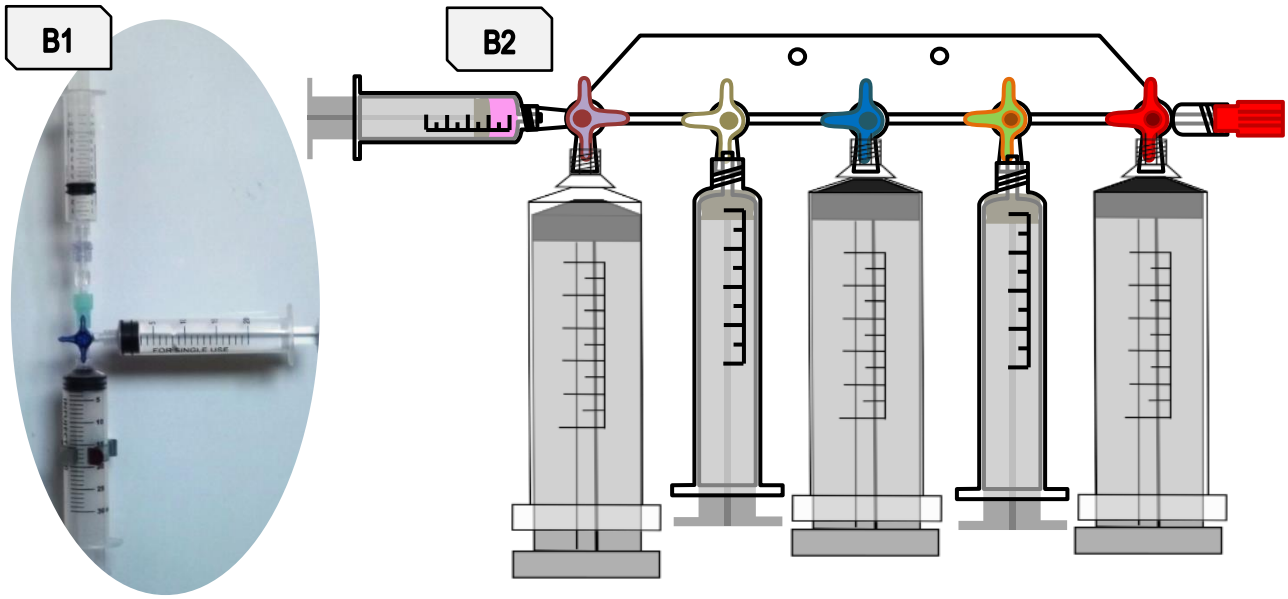


Vorteile:	***Nachteile:***
Alles Gas kann aufgefangen werden.	*Zuviel Gas kann entstehen und den Stempel heraustreiben.*
Man benötigt nur sehr geringe Substanzmengen.	*Bei falscher Handhabung kann Flüssigkeit herausschießen.*
Die Spritze bleibt von außen unbenetzt.	*Sehr stark exotherme Reaktionen führen ggf. zu Dampfbildung.*

Einsatzmöglichkeiten: alle Versuche, bei denen ein Gas kontrolliert entsteht.

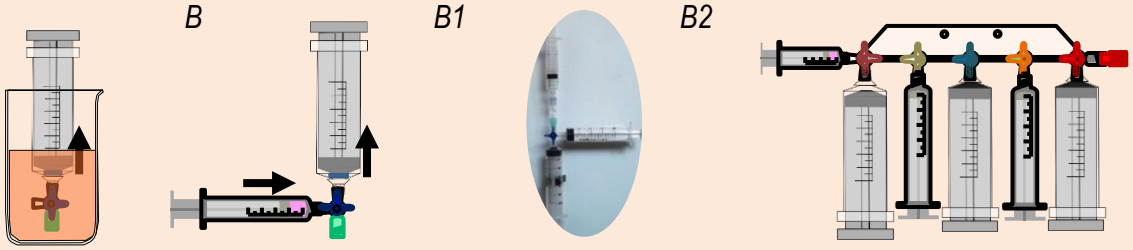
Auswahl an Versuchen (Beispiele)	**Edukt 1**	**Edukt 2**
► Unedle **Metalle mit Säure**; **Wasserstoffentwicklung**	Zink oder Magnesium	verd. Säure
► Untersuchung **Heater Meal** (stark exotherm, Variante A, Teebeutel!)	Pulver (Mg/Fe) Heater Meal	Salzwasser
► Reaktion von **Calcium** oder **Lithium** mit **Wasser** stark exotherm, Variante A, Teebeutel!)	Calcium oder Lithium	Wasser
► Reaktion von **Kalk mit Säure**	Calciumcarbonat	verd. Säure
► Darstellung von **Kohlenstoffdioxid** (Variante A)	Brausetablette	Wasser

Geschickt eingesetzt können die Gasentwickler auch zur quantitativen Bestimmung genutzt werden. Dazu kann man die Kapazität durch Adapter, eine Hahnenbank, weitere 3-Wegehähne und Spritzen oder sogar einen Luftballon statt eines Stempels erweitern.



Übersicht: Gasentwicklung und quantitative Bestimmung

A *B* *B1* *B2*



Einsatzmöglichkeiten: Versuche, bei denen möglichst alles Gas aufgefangen werden soll.

Versuch - und was ist zu beachten?	Edukt 1	Edukt 2
► **Bestimmung Wirkstoffgehalt Antazida** Über entstehendes Gasvolumen per Gasgesetz $n(CO_2)$ und daraus Stoffmenge Hydrogencarbonat bzw. Carbonat bestimmen	Calciumcarbonat oder Natriumhydrogencarbonat	verd. Salzsäure
► **Bestimmung Wirkstoffgehalt Brausetablette.** Über Gasvolumen und Gasgesetz Stoffmenge an Kohlenstoffdioxid und daraus Stoffmenge Hydrogencarbonat bestimmen, Restsäure titrieren!	Weinsäure und Natriumhydrogencarbonat	Wasser
► **Säurestärken im Vergleich** Dieselbe Menge Essig- und Salzsäure in zwei Systemen parallel zur Reaktion bringen, unterschiedliche Geschwindigkeit der Gasentwicklung beobachten, Endvolumen ist nahezu gleich!	Magnesiumband ca. 3 cm	Essig- und Salzsäure, c = 1 mol/L; V = 3 mL
► **Kinetik Versuche**: Variante B1 ggf. mit Rückschlagventil, Auffangspritze 30 mL, auf den Kopf gestellt zur besseren Ablesung, Reservevolumen 30 mL Ablesung nach jeweils 5 s	Magnesiumband ca. 3 cm	Essigsäure, c = 0,25 bis 1 mol/L; V = 3 mL
► **Fotosyntheseversuche:** Produzenten in Spritze bringen und gesättigte CO_2-Lösung hinzufügen. Sehr dünne Sonde mit Wassertropfen anschließen (Bewegung zeigt Volumenänderung an), belichten/abdunkeln. Schlecht löslicher O_2 verdrängte mehr Flüssigkeit als gut lösliches CO_2, selbst wenn der Sauerstoff an den Pflanzen anhaftet.	Pflanzen; Kohlenstoffdioxid	Sauerstoff
► **Gärversuche**: Hefe in Teebeutel geben und mit diversen Zuckerlösungen in Spritzen zusammenbringen. (Verschiedene) CO_2-Produktion beobachtbar. Achtung, Anfänglich entsteht wenig Gas - schnell kann aber das Volumen der Spritze erschöpft sein. Gasnachweis möglich!	(Trocken)Hefesuspension	div. Zuckerlösungen



Die **Variante C des Gasentwicklers** nutzen wir nur noch selten. 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 oder direkt eingeleitet.

Vorteile: Der Entwickler kann zum Einsatz kommen z. B. wenn das Gas direkt in ein weiteres Reagenzglas eingeleitet oder getestet werden soll. Er ist leicht zu reinigen und man kann einen kontinuierlichen Gasstrom erzeugen (z. B. um das Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat/Carbonat Gleichgewicht zu untersuchen).

Nachteile: 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! Die Kanüle wird nach dem Durchstechen stumpf abgeschnitten. Häufig wird sie anschließend aber unbedacht aus dem Stopfen herausgezogen und ist dann schwer wieder einzuführen.



Einsatzmöglichkeiten: alle Versuche, bei denen ein Gas kontrolliert entsteht.

Reaktion von ► **Wasserstoffperoxid-Lösung mit Trockenhefe** oder Kartoffel (► **Enymatik).** Darstellen von ► **Kohlenstoffdioxid** und **Nachweis** bzw. Einleiten in Kalkwasser mit/ohne Universalindikatorlösung oder Bromthymolblau.



Zum Weiterlesen:



- Team LNCU, Skript experimentelle Lernaufgaben, 3. Auflage 2017, www.lncu.de
- z. B. von Borstel G., Böhm A. und Weninger D., Was sprudelt da? Typische Reaktionen saurer Lösungen im Kontext Badreiniger in: Unterricht Chemie, Heft 155, S. 27-31, 2016



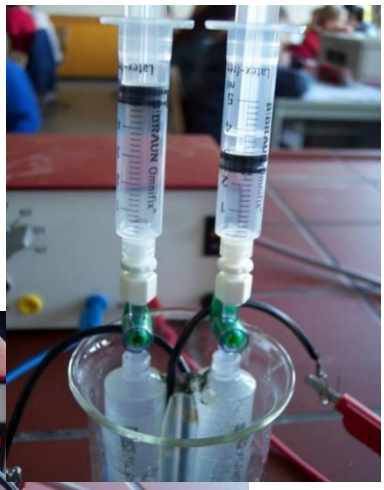
In zwei umgekehrten Spritzen ohne Stempel führt man abgestumpfte Edelstahlkanülen als Elektroden ein und ► **elektrolysiert** mit verd. Schwefelsäure angesäuertes **Wasser**.

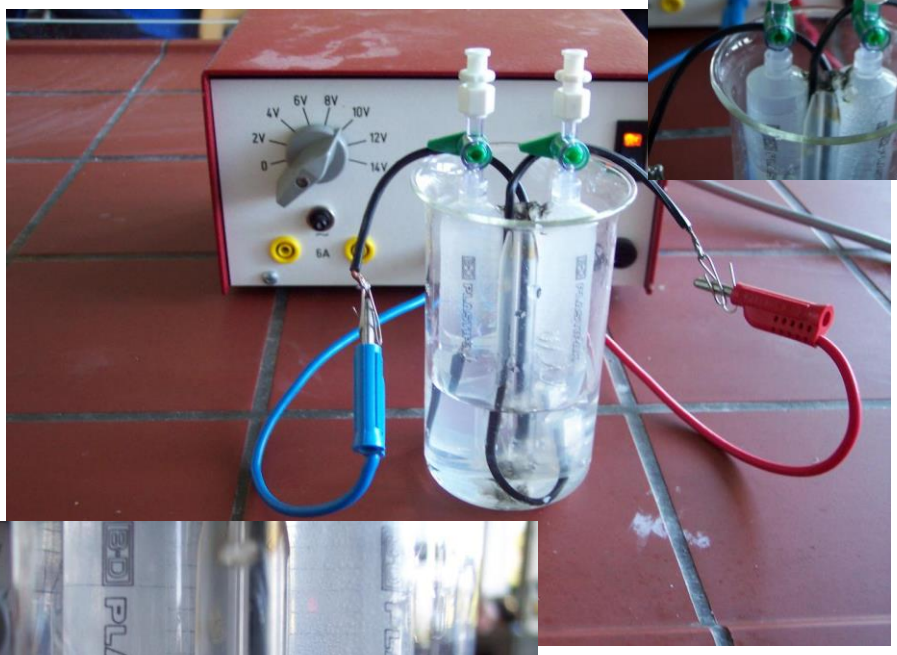
Die Lösung zieht man dazu mit Hilfe einer dritten Spritze in die Schenkel und verschließt diese oben mit einem Hahn.

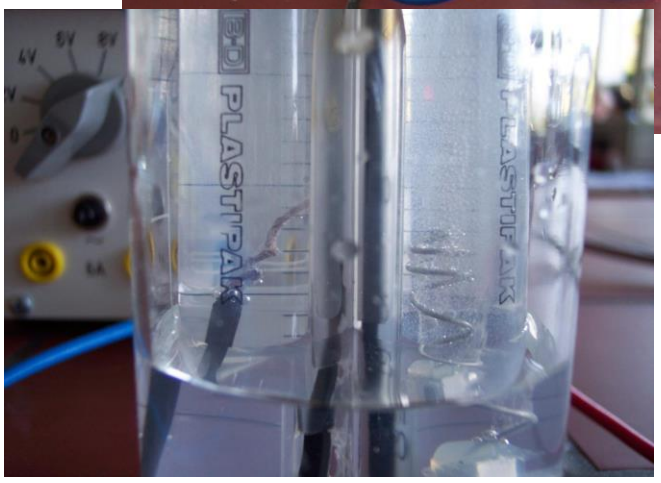
Das entstehende Gas kann man dann wiederum nach oben abziehen und weiter untersuchen.

Tipps:

Als Kathode kann man einfach abisolierten Kupferdraht verwenden. An der Anode verwenden wir eine lange, gewickelte Stahlkanüle ohne Spitze.







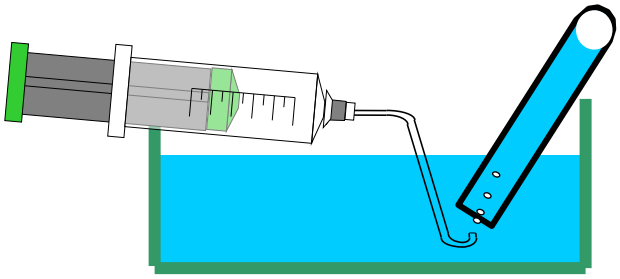
Zum Weiterlesen:

- von Borstel G., Böhm A., Ein preiswerter Hofmannscher Zersetzungsapparat, MnU 59/6 S. 362ff

Die Spritzen sind aus Kunststoff. Manche Nachweise wie die Kalkwasserprobe mit oder ohne Indikator kann man in ihnen ablaufen lassen. Andere Nachweise sind am besten zu sehen, wenn man das Gas über einen Schlauch durch eine Flüssigkeit sprudelt, z. B. indirekte ► **Nachweise auf Kohlenstoffdioxid** mit Bromthymolblau, Universalindikator oder Kalkwasser (s. S. 14, Gasentwickler).

Für die meisten Nachweisreaktion aber, wie die ► **Glimmspanprobe** oder die ► **Knallgasprobe**, füllt man das Gas pneumatisch in ein 16*160 mL Reagenzglas um:





Das lernen Grundschüler bei uns schon auf spielerische Weise, in dem sie einen Taucher „retten“. Schnell kommen sie darauf, Luft von unten hinein zu blasen.

► Knallgas - klein aber oho

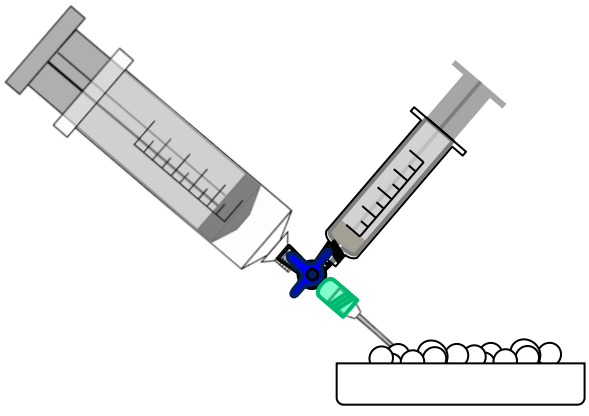
Ein kurzer Hinweis zur ► **Zündung von Wasserstoff und Knallgas**: Nicht überall sind die ganz großen Knalleffekte erlaubt oder erwünscht – es geht aber auch klein, schnell, einfach und trotzdem eindrucksvoll.

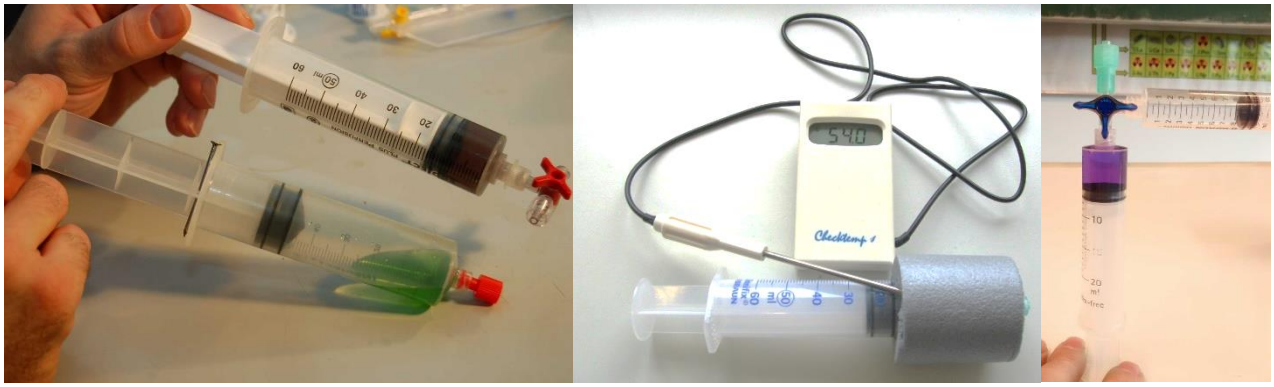
Reiner Wasserstoff wird zum Entzünden aus der Spritze in eine Petrischale mit Seifenlösung überführt.

Für die Zündung von Knallgas füllt man je eine Spritze mit 20 mL Wasserstoff und 10 mL Sauerstoff und mischt die Gase über einen Dreiwegehahn. Die Gase kann man schon einige Zeit vorher bereitstellen bzw. den Wasserstoff direkt vor dem Versuch herstellen.

Das Knallgasgemisch wird in eine Petrischale mit Seifenlauge eingespritzt und die Seifenblasen werden mit einem Glimmspann zur Explosion gebracht. Es empfiehlt sich das Tragen von Gehörschutz!

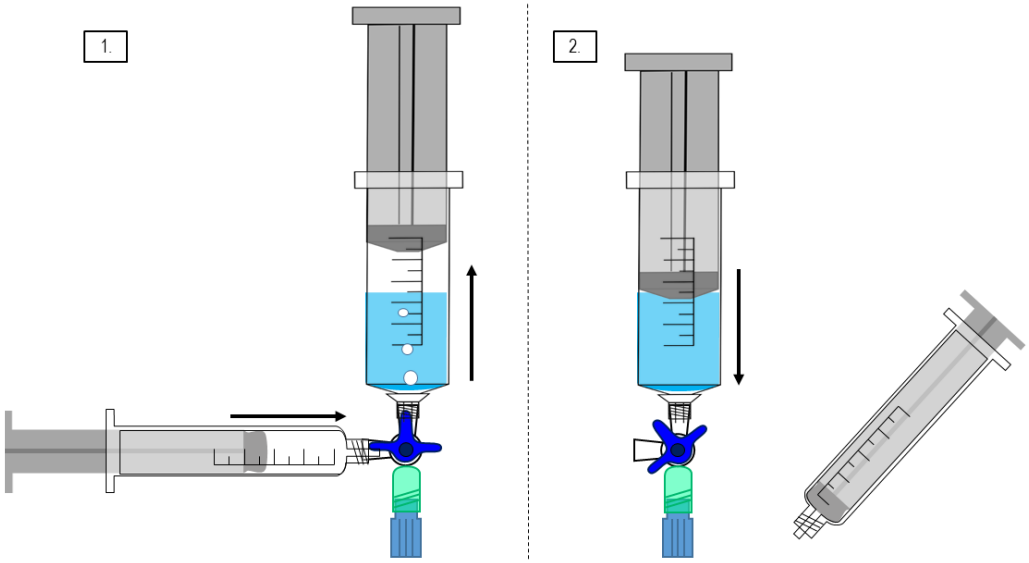




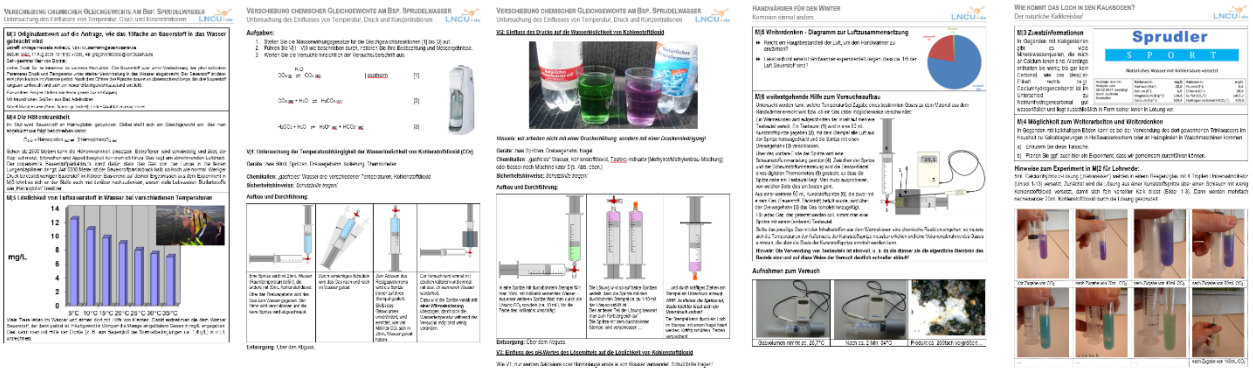


Eindrucksvoll zeigen Versuche in Spritzen ob ein Gas sich löst oder reagiert. Hierzu spritzt gibt man das Gas über einen 3-Wegehahn in eine weitere Spritze, die das Lösemittel oder den Reaktionspartner enthält.

Zum besseren Beobachten und zum Schütteln wird die leere Spritze vom System abkoppelt, auch um Verwringungen und damit verbundene Undichtigkeiten zu vermeiden. Zuvor wird immer der 3-Wegehahn quergestellt. Um ein versehentliches Öffnen des geschlossenen Systems zu vermeiden, kann der dritte Weg mit einem Verschlussstopfen geschlossen werden.



So lässt sich zeigen, dass die ► **Löslichkeit von Sauerstoff oder Kohlenstoffdioxid** nicht nur deutlich verschieden ist, sondern auch noch **temperatur- und druckabhängig**. Auf diese Weise führen wir über die Untersuchung von Active O_2 und Mineralwasser das ► **Prinzip von Le Chatelier** ein.



Besonders interessant ist die Untersuchung der **Reaktion** von Luft bzw. ► **Sauerstoff** oder Stickstoff **mit eisenhaltigen „Bodywärmern“**. Mit Hilfe einer Isolierung und eines Thermometers lässt sich zum einen der Zusammenhang des verwendeten Gases und der erreichten Temperatur darstellen - für Rostvorgänge eher ungewöhnlich. Zum anderen kann man aber mit bloßem Auge sehen, dass sich das Sauerstoffvolumen bei der Reaktion verringert. Dazu stellt man die Spritze auf ihren Stempel einfach und beobachtet ca. 1 Minute.

Ganz leicht bestimmt man damit den ► **Sauerstoffgehalt der Luft**. Gibt man anfänglich 50 mL in eine Spritze mit dem Pulver aus dem Bodyheater, so sind darin kurze Zeit später nur noch 40 mL Gas enthalten, wie das Rückspülen in die erste Spritze leicht zeigt.

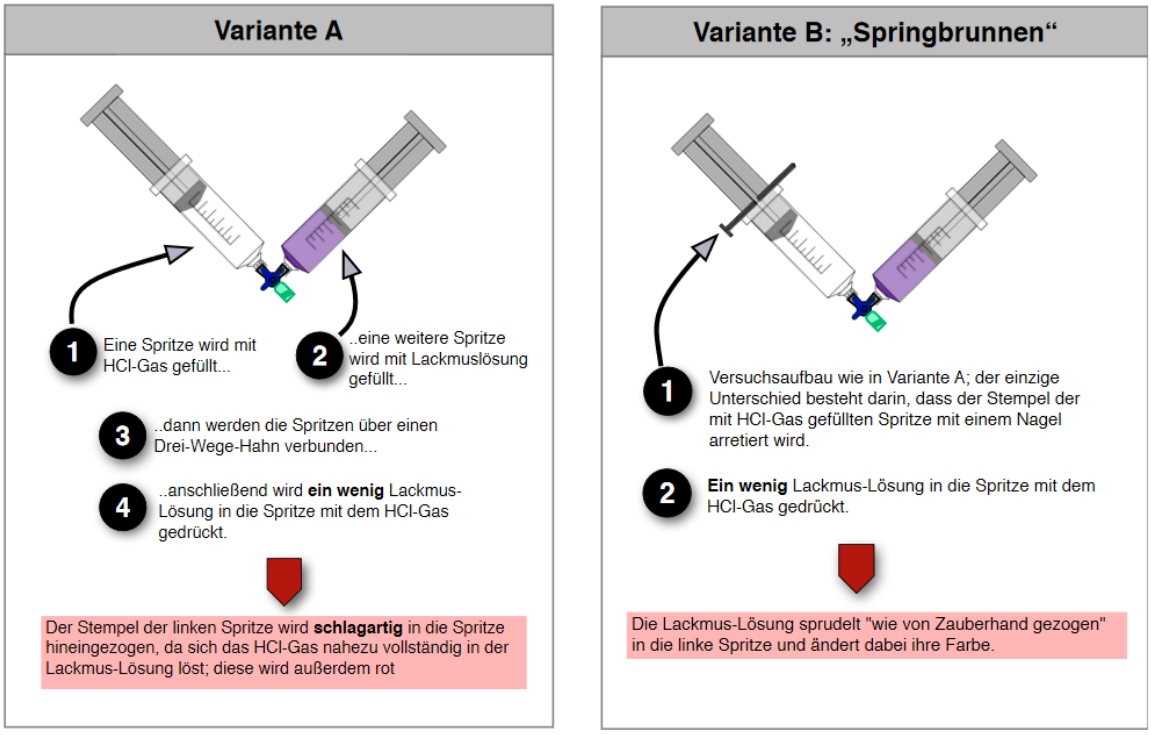
Letztlich lässt sich auch der ► **Kalkkreislauf** mit vielen Zusatzversuchen experimentell nachstellen und so z. B. der Zusammenhang der Bildung von Kohlensäure, Hydrogencarbonat und Carbonat mit dem Partialdruck des Kohlenstoffdioxids und dem pH-Wert am Beispiel der Bildung von Dolinen und Tropfsteinen oder der Versauerung der Ozeane thematisieren.

Die genaue Beschreibung all dieser Versuche und ihre Einordnung in den Unterricht finden Sie im kostenlosen Skript „Experimentelle Lernaufgaben mit ChemZ“, online im Kurs „Für Fortgeschrittene - eine Bereicherung für den Unterricht“ unter www.lncu.de:



Hier noch zwei weitere Anregungen:

► **Lösen von Chlorwasserstoff in einer Lackmuslösung** und Bildung einer sauren Lösung



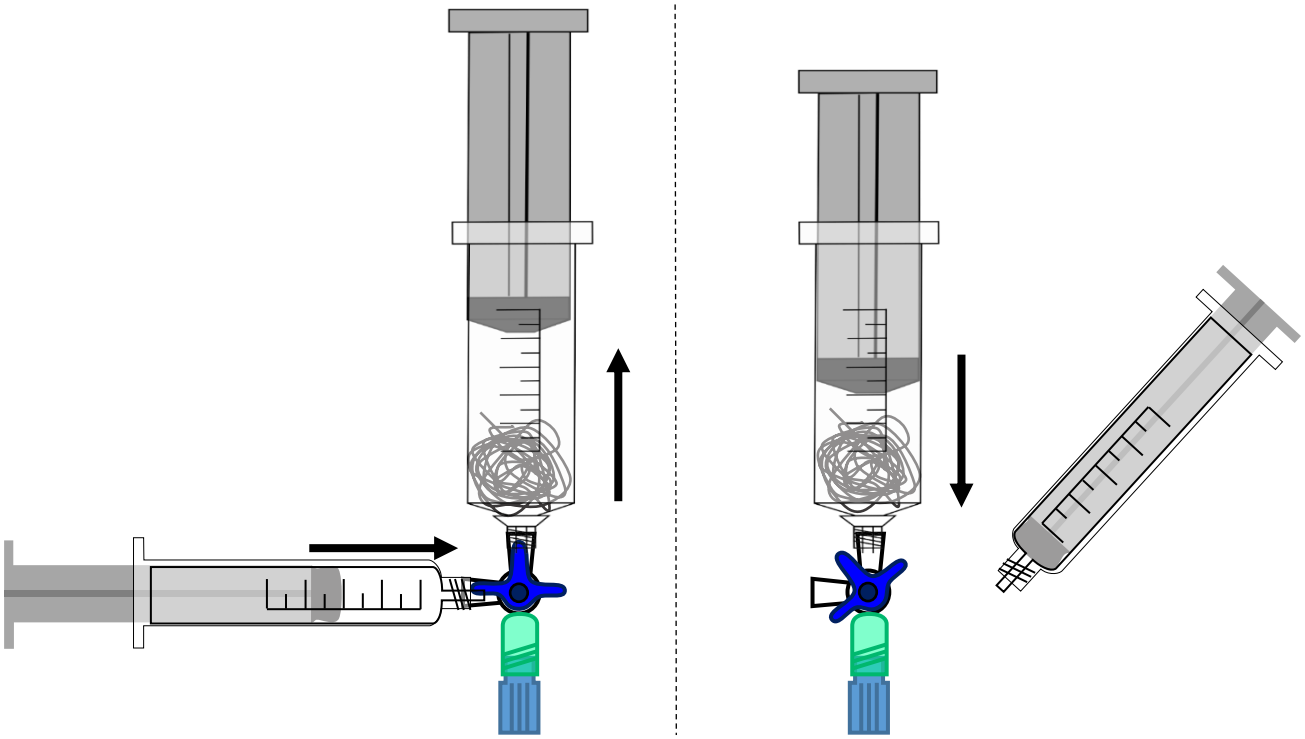
Wie empfehlen zur Entwicklung gefährlicher Gase zuvor *Viktor Obendrauf, "Experimente mit Gasen im Minimaßstab", ChiuZ, 30. Jahrg. 1996 Nr.3 S.118* zu lesen! Hier wird auch (auch online) beschreiben, wie man HCl-Gas herstellen kann. Mit einigem Geschick gelinkt dies direkt aus Schwefelsäure und Natriumchlorid in einer Spritze. Die Handbhabung ist aber zu üben - die Spritzen sind nur temporär resistent gegen Schwefelsäure!

► Korrosionswettlauf - unter welchen Bedingungen rostet Eisen (besonders gut)?

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

Die Stempel der Spritzen sollten zuvor mit einem Silikon Öl geölt werden.

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.

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 Kupfer-Ionen 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 Rostflecke.

Die ► **Reduktion von Kupferoxid mit Wasserstoff** ist nicht ungefährlich, da man sicherstellen muss, dass die Apparatur luftfrei ist damit kein Knallgasgemisch entsteht.

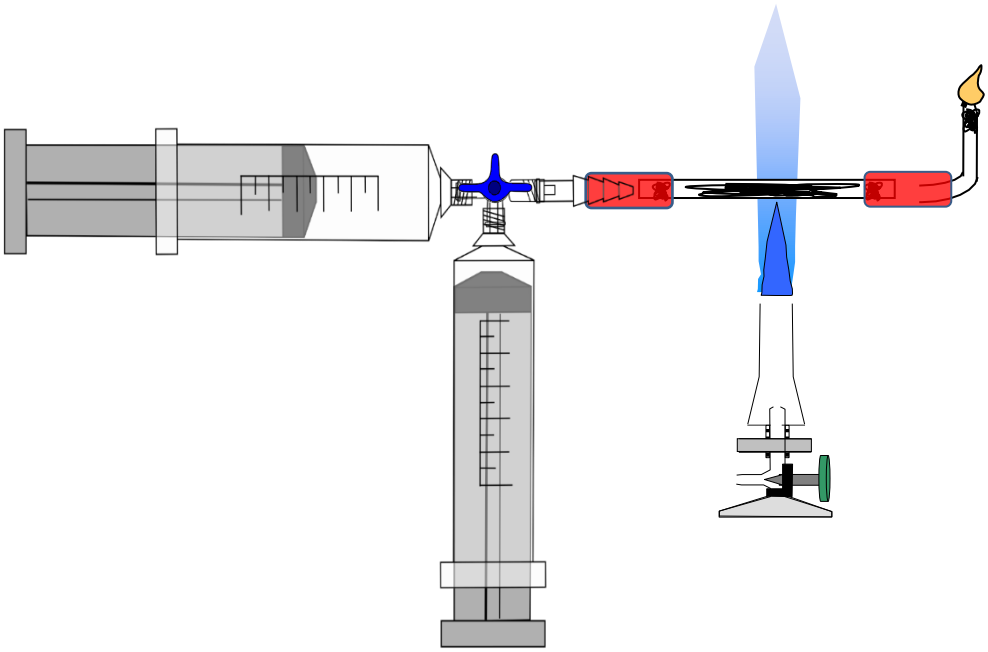
Verwendet man ein sehr dünnes Quarzrohr (ca. 200mmx10mm), so hat dies ein derart geringes Innenvolumen, dass wenige Milliliter Wasserstoff zu Beginn ausreichen, die Apparatur zu spülen!

Mit Hilfe kurzer Schlauchstücke werden auf der einen Seite die ausgezogene Spitze und auf der anderen Seite ein konischer Adapter an das mit Kupferoxid gefüllte Quarzrohr gasdicht angeschlossen. Als Rückschlagsicherung wird in die Spitze und am Ende des Quarzrohres Eisenwolle eingebracht.

Am besten verwendet man insgesamt ca. 120mL Wasserstoff, also zwei gefüllte Spritzen.

Die Apparatur wird zuerst mit Wasserstoff komplett gespült und dann mit einem Brenner in der Mitte unter dem Quarzrohr erhitzt. Dabei drückt man fortwährend weiter wenig Wasserstoff hinein. Unverbrauchten Wasserstoff kann man an der Spitze abfackeln.

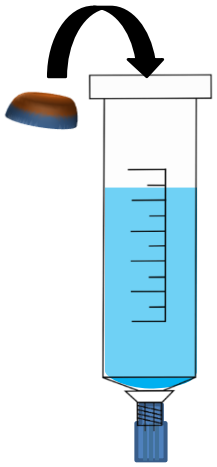
Sobald sich in der Mitte gut sichtbares, rotes Kupfer bildet, unterbricht man die Wärmezufuhr und kühlt die Apparatur im verbliebenen Wasserstoffstrom ab.



Zum Weiterlesen

Dieser und andere Versuche, bei denen entzündliche oder gar toxische Gase kontrolliert in Versuchsapparaturen eingespritzt werden, sind schon an anderer Stelle beispielweise von Herrn P. Menzel oder Herrn Obendrauf vor langer Zeit hervorragend beschrieben worden, s. dazu auch u. a.:

- http://www.fachreferent-chemie.de/experimente/microscale-experimente-versuche-mit-medizintechnik/
- http://www.chf.de/benzolring/2015/chemietage11.html



Bei der Bestimmung der ► **Dichte unregelmäßiger Körper**, z. B. im Egg Race „Ist die Münze aus Kupfer?“ misst man das Volumen unförmiger Körper häufig durch Tauchen bzw. Wasserverdrängung.

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

Man kann mehrere dieser Gegenstände eintauchen und dabei Spritzen ohne Stempel, versehen mit einem Kombistopfen, als kleine Kunststoff-Messzylinder verwenden. Zum Ablesen hält man sie in der Hand oder stellt sie in passgenaue „Ständer“ aus abgeschnittener Kunststoffisolierung für Kupferrohre.

Eine größere Genauigkeit erreicht 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.

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 evakuiert wiegen. Um das Vakuum zu halten, wird der Stempel der Spritze zuvor mit einem Loch versehen, durch das man einen Nagel schieben kann. Tipp: Wenn möglich raten wir zur Verwendung einer Waage mit Dreinachkommastellen.

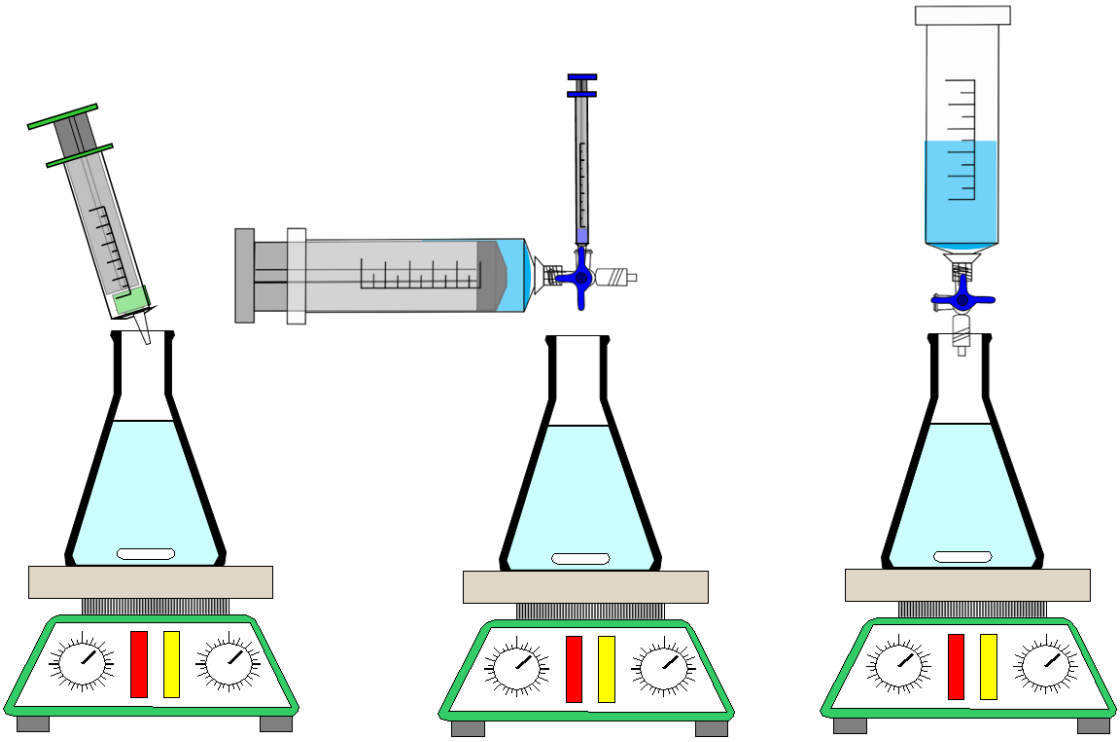


Zum Weiterlesen

- Akademie für Lehrerfortbildung und Personalplanung – Chemie? Aber sicher!, S. 05-8
- www.lncu.de, Posten 6 Freiarbeit Metalle im Kurs Metalle
- http://www.kappenberg.com/experiments/lc-hmt/pdf-aka11/a08.pdf
- http://www.bhbrand.de/downloads/rund-ums-vakuum-ii---nur-experimente.pdf

Kunststoffspritzen kann man auch in der ► **Titration** einsetzen. Zwar weniger genau als mit Büretten erreicht man mit ihnen als preiswerte Alternative für die Schule in der Regel hinreichend genaue Ergebnisse!

Mehrere Varianten (A-C) haben sich als praktikabel herausgestellt



A) Anstelle einer Bürette verwendet man eine 1 mL (sehr genau) bis 10 mL Spritze zum Eintropfen der Maßlösung in die Probe. Die Spritze wird in einem Becherglas gefüllt.

Tipp: beim ersten Aufziehen der Spritze hat man eine Luftblase vorne im Kolben. Zum Entfernen setzt man einen Dreiwegehahn und eine zweite Spritze auf, um niemandem durch versehentlich herausgedrückte Säure / Lauge zu gefährden, hält die Spritze anders herum und drückt die Luft heraus.

B) In eine 20 bis 50 mL große Spritze wird die Maßlösung eingefüllt und von dort aus über einen Dreiwegehahn blasenfrei in eine 1 mL-Spritze umgefüllt

Durch Drehen des Hahnes kann dann der eine Milliliter zügig oder auch tropfenweise in die Probelösung gegeben werden.

Vorteil: Kombination von Messgenauigkeit und blasenfreiem, einfachem Umfüllen

C) Der Klassiker: Stempel entfernen und Hahn anschrauben – fertig ist die Bürette. Will man die Auslaufgeschwindigkeit verringern, setzt man unten eine abgekappte Kanüle an.

Tipp: Die Beschreibung einer Gleichlaufbürette, mit der man pH-metrische Titrationen mit Messwerterfassungs-Systemen durchführen kann, findet man unter http://kappenberg.com/experiments/quantan/pdfs/c01bs.pdf

Hier noch eine Aufstellung vieler weiterer Versuchsbeschreibungen mit medizintechnischen Geräten im Chemieunterricht. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist nicht gewichtet!

Viktor Obendrauf (z. B. http://schulen.eduhi.at/chemie/chlor1.htm) und Grundsatzartikel "Experimente mit Gasen im Minimaßstab", ChiuZ, 30. Jahrg. 1996 Nr.3 S.118 ff

Dr. Bernd-H. Brand und Theodor Grofe (http://www.bhbrand.de/)

AK Kappenberg (http://www.kappenberg.com/pages/mitmedizintechnik/uebersicht.htm)

Bruce Madson (http://mattson.creighton.edu/Microscale_Gas_Chemistry.html)

Akademie für Lehrerfortbildung und Personalplanung – Chemie? Aber sicher!
(http://alp.dillingen.de/publikationen/suche/publikation.html?Nr=475)

Team LNCU (www.lncu.de), sowie



- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Bau eines Schaumlöschers, NiU Chemie 14 2003 Nr. 75
- H. J. Gärtner und Gregor von Borstel, Kohlenstoffdioxid und Wettbewerb, NiU Chemie 78 2003
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Chemie mit Magensonde und Spritze, NiU Chemie 78 2003
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, ChemZ, NiU Chemie Heft 81, 2004
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Chemieunterricht macht Spaß!, PdN 1/54, Januar 2005
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Le Chatelier einmal anders, NiU Chemie 96, 2006, S. 34-37
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Ein preiswerter Hofmannscher Zersetzungsapparat für Schülerübungen, MnU 59/6 (1.9.2006) S. 362-364.
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Active O_2 – Powerstoff mit Sauerstoff MnU 59/7 2006 S. 413-415.
- Gregor von Borstel, Freiarbeit, in: Joachim Kranz und Jens Schorn (Hrsg.), Chemie Methodik, Handbuch für die Sekundarstufe I und II, Berlin 2008, S. 53-64.
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Heater Meals – eine experimentelle Lernaufgabe zur Korrosion für die Sekundarstufe II, in: CHEMKON, Volume 21, Issue 2, pages 79–84, April 2014
- Gregor von Borstel, Andreas Böhm und Petra Schütte, Wie funktioniert ein „Bodyheater“? in: Unterricht Chemie, Heft 142, Lernaufgaben, S. 24-31, Juli 2014
- Schütte Petra, von Borstel Gregor: Hotpot – Wie funktioniert ein selbsterwärmendes Heißgetränk? In: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie, Heft 06/63 zum Thema „Interaktionsboxen“, 2014, S. 20-23.
- Gregor von Borstel, Andreas Böhm und David Weninger, Was sprudelt da? Typische Reaktionen saurer Lösungen im Kontext Badreiniger in: Unterricht Chemie, Heft 155, , S. 27-31, 2016
- Weninger, D, von Borstel, G. und Bindl, A., 2017a. Klein aber fein, Einfache Darstellung und Nachweisreaktionen von Gasen in Kunststoffspritzen, NiU Chemie, 157/2017 Gase als Unterrichtsthema in Sek. I und II, 12-16.
- von Borstel, G., Eusterholz, M. und Böhm, A., 2017b. Mehr „spritzige“ Experimente mit Gasen. NiU Chemie, 157/2017 Gase als Unterrichtsthema in Sek. I und II, 17-22