

**WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER**

FB 12 Chemie und Pharmazie

Institut für Didaktik der Chemie

Fliednerstr. 21

D-48149 Münster

Sommersemester 2007

Seminar „Vorbereitung des Kernpraktikums“

Unterrichtsentwurf

**Thema: Löslichkeit von Gasen in Wasser
– Beispiel Kohlenstoffdioxid –**

Schule: Fiktive Haupt- oder Realschule
Klasse: Fiktive Klasse der SI
Fach: Chemie
Raum: Fiktiver Chemieraum
Datum: 08.05.2007
Zeitraum: 45 Minuten
Fachlehrer: Fiktiver Lehrer
Hochschullehrer: Priv. Doz. Dr. B. Friese

Praktikant: M. M.
Studiengang: GHR-HR Chemie/Geschichte

1. Klassenanalyse

Die Klasse ist die Jahrgangsstufe sechs der städtischen Realschule Bärstadt. Sie besteht aus 27 Schülerinnen und Schülern. Es gibt 13 Mädchen und 14 Jungen, deren soziale Hintergründe sehr verschieden sind. Etwa 20% der Schülerinnen und Schüler sind ausländischer Herkunft, was nicht weiter eine Rolle spielt, da sie schon in der Grundschule intensive Sprachförderung erhalten haben und die deutsche Sprache sowohl verstehen als auch wiedergeben können. Alle Kinder kommen aus Familien mit nichtakademischem Hintergrund. Sämtliche Schülerinnen und Schüler kennen sich bereits seit der Zeit auf der Grundschule Bärstadt, wo sie sehr gut auf die weiterführende Schule, besonders im Bezug auf die Naturwissenschaften, ausgebildet wurden. Daher kennen die Kinder bereits den Umgang mit einfachen chemischen Apparaturen und die naturwissenschaftliche Vorgehensweise. Der Lautstärkepegel während des Unterrichts ist in der Regel niedrig und die Schülerinnen und Schüler folgen konzentriert dem Unterrichtsverlauf. Ebenso schlummert in den Schülerinnen und Schülern eine Neugier gegenüber naturwissenschaftlichen Phänomenen.

2. Sachanalyse

Thema dieser Stunde ist die Löslichkeit von Gasen in Wasser. Kohlenstoffdioxid dient hierfür in erster Linie als Beispielstoff. Ein Kohlenstoffdioxidmolekül besteht aus einem Kohlenstoffatom und zwei Sauerstoffatomen. Bei 20°C und einem auf der Erdoberfläche allgemein herrschenden Normaldruck von etwa 1013 hPa liegt Kohlenstoffdioxid farblos und gasig vor, doch kann man es bei dieser Temperatur schon mit einem Druck von 55,4 bar in den flüssigen Zustand bringen. Kohlenstoffdioxid ist gut in Wasser löslich, wobei man hinzufügen muss, dass sich beim Mischen von Wasser und Kohlenstoffdioxid ein Gleichgewicht zwischen Wasser und Kohlenstoffdioxid und der so genannten Kohlensäure einstellt. Der Anteil von Kohlensäure liegt in diesem Fall bei 0,1% der gelösten Kohlenstoffdioxidteilchen. Bei 20°C und Standardbedingungen lösen sich 88cm³ Kohlenstoffdioxid.

In Wasser lösen sich auch noch weitere Gase wie Sauerstoff oder andere Luftbestandteile. Im Gegensatz zu den meisten Feststoffen haben die wasserlöslichen Gase die Eigenschaft bei erhöhter Wassertemperatur schlechter löslich zu sein.

3. Didaktische Analyse

3.1 Exemplarische Bedeutung:

Das Beispiel ‚Kohlenstoffdioxid‘ ist prädestiniert zur Einführung der Löslichkeit von Gasen in Wasser. Da sich eine relativ große Menge des Gases in Wasser löst, lassen sich Druck- und Temperaturabhängigkeit sehr schön demonstrieren. Schon bei einer relativ geringen Druckminderung bilden sich in der Kohlenstoffdioxidlösung gut sichtbare, große Gasblasen. Ebenso erkennt man bereits bei geringer Temperaturerhöhung eine starke Blasenentwicklung. Zu alledem lässt sich Kohlenstoffdioxid sehr gut durch Barytwasser nachweisen. Die Fällungsreaktion von Kohlenstoffdioxid mit Barytwasser zu festem Bariumcarbonat führt zu einem milchig weißen Niederschlag. Der Niederschlag ist schon bei geringen Mengen Barytwasser sehr gut sichtbar.

3.2 Gegenwartsbedeutung:

Die Löslichkeit von Gasen in Wasser und die Gesetzmäßigkeiten, denen diese folgt, taucht immer wieder im Alltag des Schülers auf. In einer Mineralwasserflasche ist Kohlenstoffdioxid gelöst, welches beim Öffnen der Flasche durch ein lautes Zischen zum Teil entweicht. Bei diesem Alltagsphänomen spielt die Druckabhängigkeit der Löslichkeit von Gasen eine große Rolle.

Ebenso ermöglicht eine Lösung von Luft in Wasser überhaupt erst Leben in Gewässern. Fische filtern mit ihren Kiemen den gelösten Sauerstoff aus dem Wasser um zu überleben. Ist es im Sommer warm, schwimmen die Fische meistens an der Oberfläche, Grund hierfür ist die schlechtere Löslichkeit von Gasen bei erhöhter Wassertemperatur. Ebenso beobachtet man beim Erhitzen von Wasser in der Küche, dass bei einer etwaigen Temperatur von 80°C ein Rauschen zu hören ist und Gasblasen aus dem Wasser aufsteigen, obwohl das Wasser noch nicht kocht.

Taucher, die zu schnell aus mittleren bis großen Tauchtiefen aufsteigen, leiden an der so genannten Taucherkrankheit. Durch die schnelle Druckminderung, bilden sich Gasblasen im Blut des Tauchers, die zum Erliegen der Körperfunktionen führen können. All diese Phänomene sollen mit dem neu erlernten Wissen für die Schüler zu erschließen sein.

3.3 Zukunftsbedeutung:

Für die Zukunft des Schülers bedeutet das Wissen um die Löslichkeit von Gasen in Wasser neben der möglichen Erklärung von Alltagsphänomenen, eine Erweiterung des Wissens um allgemeine Stoffeigenschaften. Mit dem Verständnis um die Löslichkeit von Gasen in Wasser ist die Unterrichtsreihe der Löslichkeit für das Erste komplettiert. Weitere Schritte im Bezug auf die Löslichkeit wären in späterer Unterrichtsfolge das Einführen anderer Lösemittel und die Errechnung des Löslichkeitsproduktes.

3.4 Struktur des Inhalts:

Die Schülerinnen und Schüler bewegen sich gerade im Themenfeld ‚Stoffe und ihre Eigenschaften‘. Während der vorangegangenen Sitzungen haben die Kinder einfache Nachweise für Gase kennen gelernt. Wasserstoff können sie mit der Knallgasprobe nachweisen, Sauerstoff erkennen sie am Aufflammen des Glimmspan während der Glimmspanprobe, und nicht brennbare Gase wie Kohlenstoffdioxid erkennen sie am Erlöschen des Glimmspan. Nachweisreaktionen und deren Prinzip der Visualisierung chemischer Vorgänge durch Farbwechsel- oder Fällungsreaktionen sind den Schülerinnen und Schülern somit bereits bekannt. Das Einführen des Kohlenstoffdioxids nachweises mit Barytwasser ist somit ausschließlich eine weitere Nachweisreaktion für die Schülerinnen und Schüler und muss nicht mehr im Verbund mit den grundsätzlichen Prinzipien dieser Nachweise vermittelt werden.

In vorherigen Sitzungen zur Löslichkeit haben die Schülerinnen und Schüler bereits die Lösungen aus Flüssigkeiten und Feststoffen, sowie solche aus zwei Flüssigkeiten kennen gelernt. Dabei wurden auch beeinflussende Faktoren für die Löslichkeit behandelt. So ist bekannt, dass sich eine erhöhte Temperatur des Lösemittels in der Regel positiv auf die mögliche Stoffportion des zu lösenden Stoffes auswirkt. Zudem ist bekannt, dass sich der Druck bei Flüssigkeit–Feststoff und Flüssigkeit–Flüssigkeit –Lösungen nicht merklich auf die Löslichkeit auswirkt.

4. Methodische Vorüberlegung

Zu Beginn der Unterrichtsstunde wird ein Teil des vorangegangenen Unterrichtsstoffes wiederholt. Dabei fragt der Lehrer in einem offenen Unterrichtsgespräch nach bereits bekannten Nachweisen für Gase. Die Schüler kommen auf die einfachen Nachweise mit der Glimmspanprobe und vergegenwärtigen sich somit erneut die naturwissenschaftliche Vorgehensweise, chemische Vorgänge über visuelle oder auditive Reaktionen nachzuweisen. Um der Problematik zu begegnen, dass die Schüler bisher nicht in der Lage sind, Gase bei denen der Glimmspan erlischt genauer zu unterscheiden, führt der Lehrer den Kohlenstoffdioxidnachweis mit Barytwasser ein. Dazu bedient sich der Lehrer eines kleinen Experimentes, in dem er in ein mit einigen Millilitern Barytwasser gefülltes Reagenzglas Kohlenstoffdioxid aus der Stahlflasche einleitet. Es entsteht ein weißer Niederschlag im Reagenzglas, den der Lehrer noch deutlicher sichtbar macht indem er das Reagenzglas vor die grüne Tafel hält.

Nachdem der Kohlenstoffdioxidnachweis bekannt ist, beginnt der Lehrer mit dem eigentlichen Unterrichtsthema, der 'Löslichkeit von Gasen in Wasser am Beispiel des Kohlenstoffdioxids'. Dazu füllt er einen Kolbenprober mit einigen Zentilitern Kohlenstoffdioxid und einigen Zentilitern Leitungswasser. Das Leitungswasser zieht er aus einem Becherglas, das zuvor mit Leitungswasser gefüllt wurde. Eine kleine Probe des Leitungswassers wird bereits vor dem eigentlichen Versuch mit einigen Tropfen Barytwasser versetzt, um zu beweisen, dass von vornherein kein Kohlenstoffdioxid im Wasser war. Im eigentlichen Versuch geht der Lehrer mit dem gefüllten Kolbenprober in die erste Reihe und fragt einen Schüler nach der Menge Wasser und der Menge an Kohlenstoffdioxid im Kolbenprober. Nun schüttelt der Lehrer den Kolbenprober und fragt einen anderen Schüler nach dem Füllstand. Die Beobachtungen werden an der Tafel notiert (s. Tafelbild).

Nachdem alle Beobachtungen festgehalten sind, sollen die Schüler Deutungen machen. Was ist mit dem Kohlenstoffdioxid geschehen? Sobald die Frage beantwortet ist und die Schülerinnen und Schüler die Vermutung geäußert haben, dass sich Kohlenstoffdioxid im Wasser gelöst hat, gibt der Lehrer eine Probe der hergestellten Kohlenstoffdioxidlösung in ein Reagenzglas und weist das gelöste Gas mit einigen Tropfen Barytwasser nach.

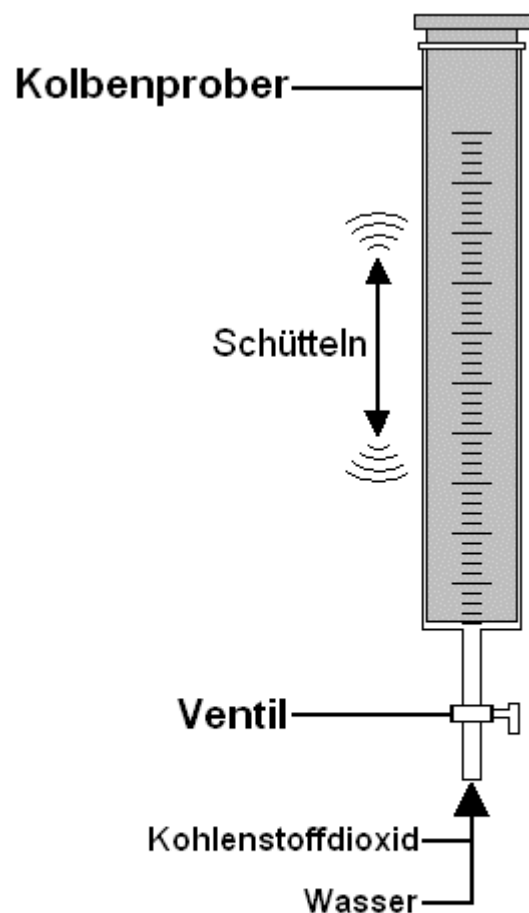


Abb.: Lösen von Kohlenstoffdioxid in Wasser

Da die Schülerinnen und Schüler nun wissen, dass sich Kohlenstoffdioxid in Wasser löst, leitet der Lehrer auf die Temperaturabhängigkeit über. Die Frage ist, welche Faktoren die Löslichkeit beeinflussen können. Dabei spielt der Lehrer auf bereits vorhandene Kenntnisse

über die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit in vorhergehenden Lösungen von Feststoffen in Wasser an. Nachdem die Schülerinnen und Schüler selbständig auf eine mögliche Untersuchung der hergestellten Lösung dahingehend gekommen sind, entwickelt der Lehrer mit ihnen zusammen eine Apparatur, die eine Beziehung zwischen Temperatur und Löslichkeit bei Gasen zeigen kann.

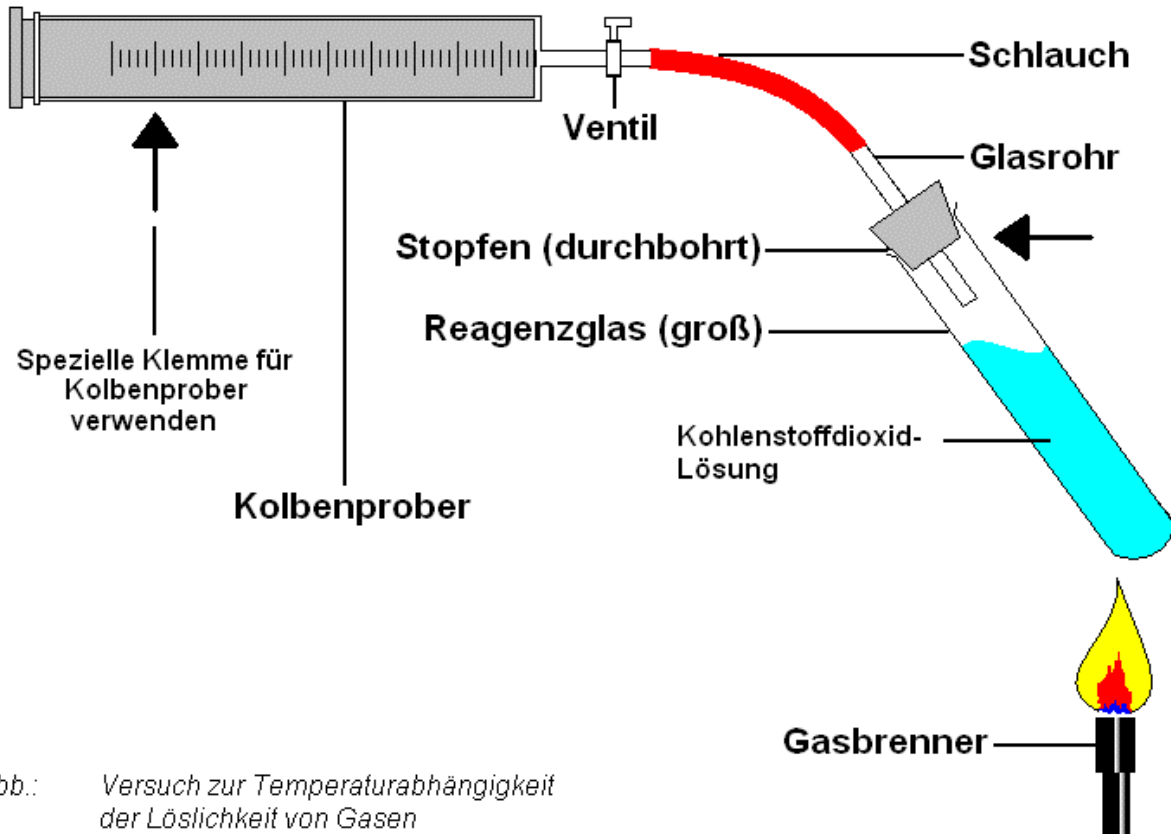


Abb.: Versuch zur Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit von Gasen

Die Beobachtungen werden erneut an der Tafel festgehalten und das entstehende Gas, das während des Versuchs im Kolbenprober aufgefangen wurde, wird wieder mit Hilfe des Barytwassers eindeutig als Kohlenstoffdioxid identifiziert.

Auf die gleiche Weise wie vor dem zweiten Versuch versucht der Lehrer weitere beeinflussende Faktoren zu finden. Nächster Untersuchungsgegenstand soll der Druck sein. Dieser beeinflussende Faktor für die Löslichkeit von Gasen ist für die Schüler eher schwer zu erfassen, da er bei anderen bereits bekannten Lösungen nahezu keine Rolle spielt. Trotz der wahrscheinlichen Schwierigkeiten einen Vorschlag zum Versuchsaufbau für den Nachweis des Drucks zu bekommen, versucht der Lehrer durch gezieltes Fragen einen möglichen Aufbau mit der Klasse zu entwickeln. Falls das zu keinem Ergebnis führt, stellt der Lehrer eine Apparatur vor (s. Abb. auf der nächsten Seite).

Wieder werden die Beobachtungen an der Tafel festgehalten und mögliche Deutungen seitens der Schülerschaft zur Diskussion gebracht und festgehalten.

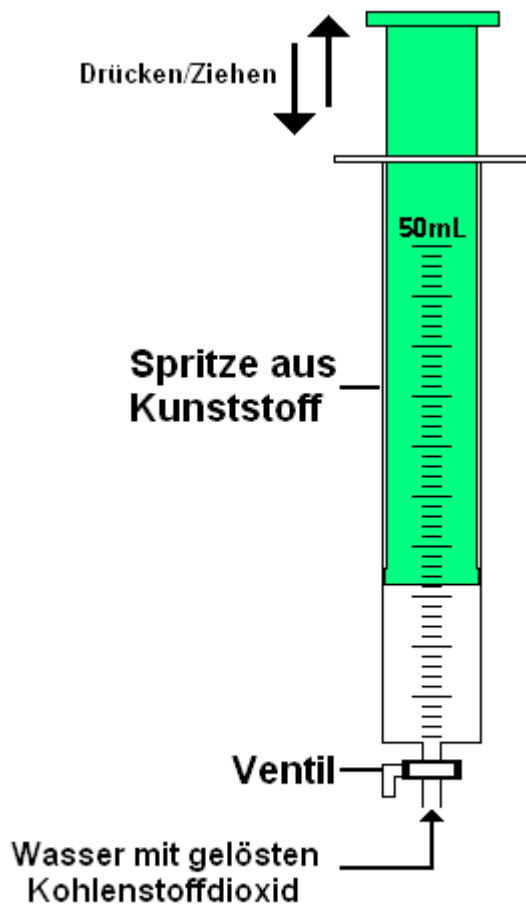


Abb.: Versuch zur Druckabhängigkeit der Löslichkeit von Gasen

Stehen alle benötigten Daten an der Tafel festgehalten, bekommen die Schüler einige Minuten Zeit, um das Tafelbild zu übernehmen. Während die Klasse in Einzelarbeit die Aufzeichnungen übernimmt, geht der Lehrer durch die Klasse, beaufsichtigt die Einzelarbeit und steht für Hilfestellungen und Fragen zur Verfügung. Haben alle Schülerinnen und Schüler das Tafelbild in ihre Kladde übernommen, fährt der Lehrer fort.

Nun wird eine Auswertung für die Versuchsreihe zusammen mit der Klasse entwickelt und an der Tafel festgehalten. Ist auch dieser Teil in die Hefte der Schülerinnen und Schüler übernommen, leitet der Lehrer noch auf ein paar alltägliche Phänomene über. Er fragt die Klasse, warum Fische im Wasser leben können und im Sommer lieber an der Oberfläche schwimmen und weshalb eine Mineralwasserflasche beim Öffnen zischt. Als Hausaufgabe müssen die Schülerinnen und Schüler diese Fragen (s. Aufgabenzettel) schriftlich beantworten.

5. Ziele

5.1 Grobziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen-

- das Phänomen der Löslichkeit von Gasen in Wasser verstehen,
- logisches Denken entwickeln,
- konstruktiv denken lernen,
- sich auf das Unterrichtsgeschehen konzentrieren,
- den Unterschied zwischen Beobachtung und Deutung feiner differenzieren,
- Alltagsphänomene deuten können

5.2 Feinziele

Die Schülerinnen und Schüler sollen-

- Das Phänomen der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser erörtern können,
- beeinflussende Faktoren der Löslichkeit von Gasen in Wasser wiedergeben können,
- die Versuchsdurchführung beschreiben können,
- Ihr Heft ordentlich führen können.

6. Unterrichtsverlaufplan

| Zeit (min.) | Phase | Geplantes Lehrerverhalten | Erwartetes Schülerverhalten | Arbeitsformen | Didaktischer Kommentar | Medien |
|--------------------|-----------------------------------|---|---|--|---|-------------------|
| 0-2 | Begrüßung | Lehrer betritt die Klasse, stellt sich vor | Schüler werden ruhig, konzentrieren sich | Frontalunterricht | Der Lehrer wird zum Mittelpunkt und eine Arbeitsatmosphäre wird hergestellt | |
| 2-5 | Einstieg | Fragt nach bekannten Gasnachweisen und weist darauf hin, dass die SuS auch im Buch nachschlagen dürfen | Kommen auf einfache Nachweise mit der Glimmspan- und Knallgasprobe | Gelenktes Unterrichtsgespräch | Kinder rekapitulieren den vergangenen Stoff | Schulbuch |
| 5-6 | | Stellt den Barytwassertest vor | nehmen die neue Information auf | Frontalunterricht | Die SuS nehmen den Test in ihren Fundus von Nachweisen auf | Experiment |
| 6-16 | Einstieg in das eigentliche Thema | Führt erstes Experiment schrittweise durch und bezieht die SuS durch direkte Fragen mit ein. Nimmt währenddessen alle nötigen Infos ins Tafelbild auf | SuS entwickeln selbständig Versuchsdeutungen aufgrund ihrer Beobachtungen | Frontalunterricht mit Elementen eines gelenkten Unterrichtsgesprächs | SuS ziehen Schlüsse, müssen unter Anleitungen selbständig Lösungen entwickeln | Experiment, Tafel |
| 16-26 | | Versucht mit den Schülern zusammen das zweite Experiment zu entwickeln um den Versuch dann durchzuführen und an der Tafel fest zu halten | Entwickeln den Zweiten Experimentaufbau und schauen sich den zweiten Versuch an | Gelenktes Unterrichtsgespräch, Frontalunterricht | SuS entwickeln aus eigenen Erfahrungen ein neues Experiment | Experiment, Tafel |
| 26-31 | | Versucht mit den Sus | Entwickeln zusammen | Gelenktes | SuS entwickeln aus eigenen | Experiment, |

| | | | | | | |
|-------|--------------|--|--|---|---|------------------|
| | | zusammen das dritte Experiment zu entwickeln und durchzuführen | mit dem Lehrer das dritte Experiment. | Unterrichtsgespräch, Frontalunterricht | Erfahrungen ein neues Experiment | Tafel |
| 31-39 | Festigung | Trägt den SuS auf, das Tafelbild zu übernehmen | Schüler schreiben und zeichnen ab | Einzelarbeit | Kinder festigen das neu erlernte Wissen indem sie es in ihre Hefte abschreiben | Tafel, Schulheft |
| 39-44 | | Erstellt mit den SuS eine Auswertung | Schüler konstruieren eine Auswertung und übernehmen sie parallel ins eigene Heft | Gelenktes Unterrichtsgespräch, Einzelarbeit | Kinder benutzen neues Wissen um die Versuche auszuwerten und halten die Auswertung fest | Tafel, Schulheft |
| 44-45 | Hausaufgaben | Teilt das Aufgabenblatt aus | Schüler stecken die Blätter ein | | Kinder haben einen klaren Arbeitsauftrag für zu hause | Arbeitsblatt |

7. Arbeitsmaterial und Medien

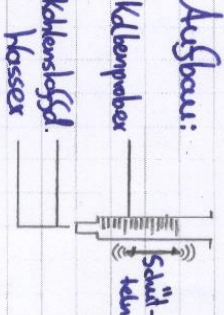
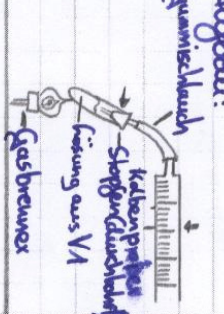
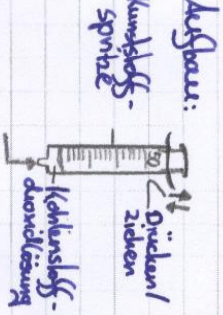
7.1 Material

- Stativ
- Stativklemme
- Große Reagenzgläser
- Durchbohrter Stopfen
- Gummischläuche
- Glasrohre
- 50 mL Spritze mit Anbauteilen
- Kolbenprober mit Anbauteilen
- Gasbrenner
- Kohlenstoffdioxidflasche
- Wasser
- Barytwasser

7.2 Medien

- Tafel
- Schulheft
- Schulbuch
- Experimente

Tafel Skizze 1:20

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>1</p> <p>Vers. 1: Lösen von Kohlenstoffdioxid</p> <p>Aufbau:</p>  <p>Kältemittel</p> <p>Schütteln</p> <p>Kohlenstoffd. Wasser</p> | <p>2</p> <p>Die Löslichkeit von Gasen in Wasser am Beispiel von Kohlenstoffdioxid</p> <p>Beobachtung:</p> <p>Wasser</p> <p>Kohlend.</p> | <p>4</p> <p>Beobachtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> nach kurzem Erhitzen steigen bereits Blasen auf Gasentwicklung im Kältemittel sichtbar | <p>3</p> <p>Vers. 2: Temperaturabhängigkeit</p> <p>Aufbau:</p>  <p>Gummischlauch</p> <p>Kältemittel</p> <p>Stopfendurchleitung</p> <p>Lösung aus V1</p> <p>Gasbrenner</p> |
| <p>5</p> <p>Vers. 3: Druckabhängigkeit</p> <p>Aufbau:</p>  <p>Kunststoffspritze</p> <p>Drücken / Ziehen</p> <p>Kohlenstoffd. durch Lösung</p> | <p>6</p> <p>Beobachtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Blasen in Lsg. vorhanden Beim Drücken verkleinern sich die Blasen Beim Ziehen werden die Blasen größer und auch die Gasphase vergrößert sich | | |

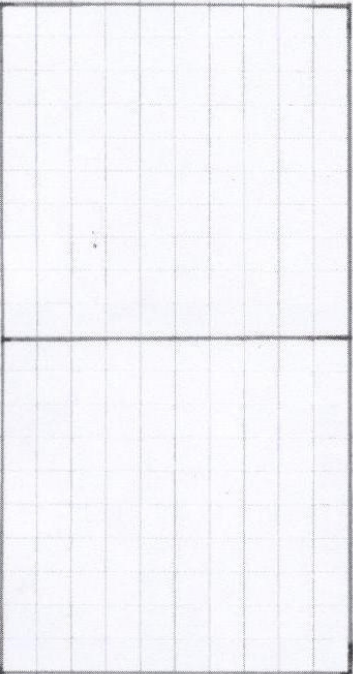
Tafelbild 1)

Tafel Skizze 1:20

7

Auswertung:

Gase können sich im Wasser lösen. Das Beispielgas Kohlendioxid löst sich sogar sehr gut in Wasser. Bei Luft wird die Löslichkeit von Gasen durch die Temperatur und den Druck beeinflusst. Dabei löst sich bei erhöhter Temperatur weniger Gas. Erhöht man den Druck, löst sich mehr Gas, verringert man ihn, löst sich weniger.



Tafelbild 2