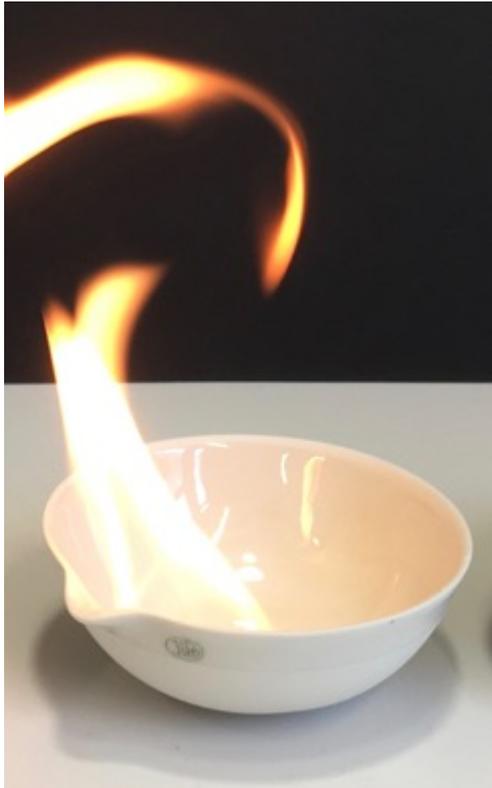


Schulversuchspraktikum

Theresa Beck

Sommersemester 2017

Klassenstufen 5 & 6



Brennbarkeit und Löslichkeit

Auf einen Blick:

Dieses Protokoll beschäftigt sich mit den Eigenschaften Brennbarkeit und Löslichkeit, die die Beschreibung eines Stoffes ermöglichen. Es werden zwei Lehrerdemonstrationsversuche und zwei Schülerversuche vorgestellt, die zur Behandlung der Thematik eingesetzt werden können. Zum größten Teil wurden Alltagschemikalien eingesetzt, um chemische Phänomene mit der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler zu verknüpfen.

Inhalt

1	Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele.....	1
2	Relevanz des Themas für SuS und didaktische Reduktion	2
3	Lehrerversuche.....	3
3.1	V1 – Gummibärchen-Inferno.....	3
3.2	V2 – Brennbarkeit von Flüssigkeiten	6
4	Schülerversuche	9
4.1	V3 – Salzbilder	9
4.2	V4 – Die Täuschung.....	11
5	Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt	15
5.1	Erwartungshorizont (Kerncurriculum)	15
5.2	Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	17

1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Das Thema Brennbarkeit und Löslichkeit ist im niedersächsischen Kerncurriculum der Klassen 5 & 6 im Basiskonzept Stoff-Teilchen zu verorten. Im Bereich des Fachwissens sollen die Schülerinnen und Schüler Stoffe anhand ihrer typischen Eigenschaften wie Brennbarkeit und Löslichkeit beschreiben. Zu dieser Thematik werden in diesem Protokoll zwei Lehrerdemonstrations- und zwei Schülerversuche vorgestellt. Diese Versuche sollen dabei helfen, die folgenden Lernziele zu erreichen:

1. Die Schülerinnen und Schüler klassifizieren brennbare und nicht brennbare Stoffe auf Grundlage eines Experimentes.
2. Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Begriffe übersättigte und ungesättigte Lösung auf phänomenologischer Ebene.
3. Die Schülerinnen und Schüler nennen das Verdampfen einer Salzlösung als Möglichkeit der Rückgewinnung des Feststoffes Salz.
4. Die Schülerinnen und Schüler wenden ihr Vorwissen bezüglich des Trennverfahrens Chromatografie an und planen davon ausgehend ein kleines Experiment.

Unter dem Begriff Brennbarkeit versteht man die Eigenschaft eines Stoffes durch eine Zündquelle (z.B. einen Gasbrenner) entflammt werden zu können. Die Brennbarkeit bildet somit die Voraussetzung für die Verbrennung. Eine Verbrennung bezeichnet eine chemische Reaktion bei der eine Substanz mit Oxidationsmitteln, wie z.B. Sauerstoff, unter Leuchterscheinung und Wärmeabgabe reagiert. Dieser Zusammenhang wird durch das Verbrennungsdreieck verdeutlicht:



Abb. 1 – Verbrennungsdreieck. [1]

Die Eigenschaft eines Stoffes sich bei einer bestimmten Temperatur in einem Lösungsmittel zu lösen, bezeichnet den Vorgang der Löslichkeit. Es wird zwischen gesättigten, übersättigten und ungesättigten Lösungen unterschieden. Eine gesättigte Lösung entsteht,

wenn die maximale Menge einer Substanz bei einer gegebenen Temperatur in einer bestimmten Menge eines Lösungsmittels gelöst ist. Die Löslichkeit ist dabei unabhängig vom Aggregatzustand der Substanz. Wird weitere Substanz hinzugegeben, setzt sich diese als Bodensatz ab, da sie nicht mehr gelöst werden kann. Diese Lösung wird als übersättigt bezeichnet. Ungesättigte Lösungen enthalten noch nicht die maximale Menge einer Substanz, die sich bei einer bestimmten Temperatur im vorgelegten Lösungsmittel lösen würde. Bei weiterer Zugabe löst sich die Substanz im Lösungsmittel, bis die Sättigung erreicht ist.

Die Papierchromatografie bezeichnet ein Trennverfahren, bei dem ein Stoffgemisch aufgrund unterschiedlicher Löslichkeiten seiner Bestandteile in einem vorgegebenen Lösungsmittel und aufgrund unterschiedlicher Adsorptionen dieser Bestandteile am Trägermedium aufgetrennt wird.

Literatur:

[1] König, Felix, <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Verbrennungsdreieck-gross.png>, 2006 (zuletzt abgerufen am 25.07.2017, um 15:57 Uhr).

2 Relevanz des Themas für SuS und didaktische Reduktion

Schülerinnen und Schülern werden in ihrem Alltag nahezu täglich mit den Phänomenen der Brennbarkeit und Löslichkeit konfrontiert; beispielsweise beim Entzünden einer Kerze oder einer Gartenfackel, bei der Zugabe von Salz in heißes Nudelwasser und beim Lösen von Kakao in der Milch am Frühstückstisch. Diese Beispiele zeigen, welche hohe Relevanz das Thema für die Schülerinnen und Schüler besitzt. Aufgrund des hohen Alltagsbezuges bietet es sich an, soweit möglich, bei den Experimenten Alltagschemikalien zu verwenden, damit die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Chemie sie in ihrer Lebenswelt umgibt.

Unter Berücksichtigung der Jahrgangsstufen, für die diese Versuche gedacht sind, sollte der chemische Hintergrund an vielen Stellen stark didaktisch reduziert werden. Hinzu kommt, dass die Stoffebene an dieser Stelle noch nicht verlassen werden sollte.

3 Lehrerversuche

3.1 V1 – Gummibärchen-Inferno

In diesem Versuch soll gezeigt werden, dass nicht brennbare Stoffe, wie ein Gummibärchen, unter Zugabe von z.B. Kaliumnitrat, doch brennbar sind. Als Vorversuch sollte gezeigt werden, dass ein Gummibärchen ohne weitere Zusätze nicht brennbar ist.

Gefahrenstoffe		
Kaliumnitrat	H: 272	P: 210,221
Gummibärchen	H: -	P: -
		

Materialien:

Stativ mit Klammer und Muffe, Gasbrenner, Tiegelzange, großes Duran-Reagenzglas

Chemikalien:

Kaliumnitrat, ein Gummibärchen

Durchführung:

In einem leicht schräg eingespannten Duran-Reagenzglas werden 10 g Kaliumnitrat über dem Gasbrenner erhitzt, bis dieses schmilzt. Dies sollte im Abzug durchgeführt werden. Nachdem das Kaliumnitrat geschmolzen ist, wird unmittelbar mit einer Tiegelzange ein Gummibärchen hinzugegeben. [1] [2]

Beobachtung:

Das Gummibärchen schmilzt und hüpfert im Reagenzglas auf und ab. Außerdem steigt weißer Rauch auf. Ein schwarz-brauner Schaum entsteht und dehnt sich nach oben aus. Der Schaum wird nach einiger Zeit hart.

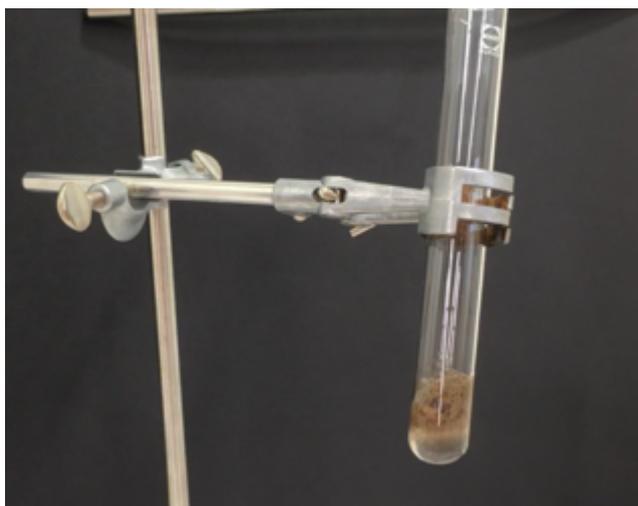


Abb. 2 - Zugabe des Gummibärchens zur Kaliumnitratschmelze.



Abb. 3 - Schaumbildung und Rauchentwicklung.

Fachwissenschaftliche Deutung:

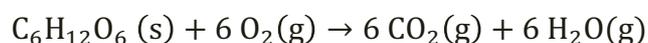
Ein Gummibärchen besteht im Wesentlichen aus Zucker. Aufgrund der hohen Aktivierungsenergie, die für die Verbrennung von Zucker aufzubringen ist, lässt sich das Gummibärchen ohne weitere Zusätze nicht entzünden. Erst durch die Zugabe zu einer heißen Kaliumnitratschmelze beginnt das Gummibärchen zu brennen. [3]

Bei Temperaturen von über 400 °C zersetzt sich das Kaliumnitrat entsprechend folgender Reaktionsgleichung: [4]



Der entstehende Sauerstoff ermöglicht die Verbrennung des Zuckers. Kaliumnitrat wirkt somit als Oxidationsmittel.

Zur Aufstellung der Reaktionsgleichung für die Oxidation des Gummibärchens ist das enthaltene Zuckergemisch vereinfacht als Glucose dargestellt:



Für die Gesamtgleichung folgt entsprechend:



An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass weiterhin eine Vielzahl von möglichen Nebenreaktionen denkbar ist.

Die bei der Reaktion entstehenden Gase erklären die Bewegungen des Gummibärchens im Reagenzglas.

Didaktisch reduzierte Deutung:

Ein Gummibärchen besteht im Wesentlichen aus Zucker. Nur durch die Zugabe des Kaliumnitrats kann das Gummibärchen in Brand gesetzt werden, da bei dem Schmelzen von Kaliumnitrat für die Verbrennung wichtiger Sauerstoff entsteht. Die Anwesenheit von Sauerstoff gilt nach dem Verbrennungsdreieck als Voraussetzung für eine Verbrennung. Die heftige Reaktion ist durch das Freiwerden von Energie bei der Verbrennung zu erklären. Es entstehen weiterhin Gase, die dazu führen, dass das sich das Gummibärchen im Reagenzglas bewegt.

Entsorgung:

Die Entsorgung der Feststoffreste des Eduktes erfolgt im Sammelbehälter für organische Feststoffe. Das Reagenzglas mit dem Reaktionsprodukt ist im Sammelbehälter für kontaminierte Glasabfälle zu entsorgen, da es nicht gesäubert werden kann.

Literatur:

- [1] Krätz, Otto, Kreißt, Friedrich R.: Feuer und Flamme, Schall und Rauch. Schauexperimente und Chemiehistorisches. 2. Auflage. Weinheim 2008, S. 127.
- [2] Schmidkunz, Heinz: Chemische Freihandversuche. Band 1, 1. Auflage, Köln 2011, S. 67.
- [3] Kuhn, Isabell, http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0061Gummibaer_im_flammenden_Inferno.pdf (zuletzt abgerufen am 19.07.2017, um 19:20 Uhr).
- [4] CHEMIE.DE Information Service GmbH, <http://www.chemie.de/lexikon/Kaliumnitrat.html> (zuletzt abgerufen am 19.07.2017, um 19:22 Uhr).

Unterrichtsanschlüsse:

Dieses Experiment könnte als Problemexperiment eingesetzt werden. Die Voraussetzung dafür ist, dass die Schülerinnen und Schüler vorher bereits ein Experiment durchgeführt haben, was zeigt, dass ein Gummibärchen nicht brennbar ist. Anhand ihres Vorwissens können die Schülerinnen und Schüler daraufhin zunächst nicht erklären, warum das Gummibärchen in diesem Fall doch brennt, wodurch ein kognitiver Konflikt entsteht. Dieser muss in einem anschließenden Unterrichtsgespräch aufgelöst werden, das verdeutlichen sollte, dass das Gummibärchen aufgrund der Zugabe von Kaliumnitrat brennbar ist.

Das Experiment könnte auch als Wunderexperiment eingesetzt werden, um das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Thema Brennbarkeit zu steigern.

Es ist zu beachten, dass der Versuch nicht mehr mit Kaliumchlorat durchgeführt werden sollte, auch wenn beim Einsatz dieses Stoffes schönere Effekte erzielt werden können. Die

Kaliumnitratschmelze sollte nahezu sieden, da ansonsten keine Flammenbildung erkennbar ist. Hinzukommt, dass das Gummibärchen unmittelbar hinzugeben ist, um ein zu langes Ausströmen von Sauerstoff zu vermeiden, was die Heftigkeit der Reaktion abmildern würde.

3.2 V2 – Brennbarkeit von Flüssigkeiten

In diesem Versuch soll gezeigt werden, dass einige Flüssigkeiten brennbar sind, während sich andere nicht entzünden lassen. Er eignet sich als Einstiegsversuchs in die Thematik Brennbarkeit, da kein Vorwissen benötigt wird.

Gefahrenstoffe		
Butan-1-ol	H: 226, 302, 318, 315, 335. 336	P:280, 302+352, 305+351+338, 313
Ethanol	H: 225	P: 210
Wasser	H: -	P: -
Milch	H: -	P: -
Cola	H: -	P: -
		

Materialien:

5 Abdampfschalen, Gasbrenner, 5 Pasteurpipetten, lange Streichhölzer

Chemikalien:

Butan-1-ol, Ethanol, Wasser, Milch, Cola

Durchführung:

Es werden circa 2 mL jeder Flüssigkeit mit einer Pipette in je eine Abdampfschale gegeben. Anschließend werden die Flüssigkeiten nacheinander unter dem Abzug vorsichtig mit einem langen Streichholz entzündet. [1]

Beobachtung:

Flüssigkeit	Beobachtung
Ethanol	brennbar, brennt rückstandslos, rußend
Wasser	nicht brennbar
Butan-1-ol	brennbar, brennt rückstandslos mit leuchtender Flamme, rußend
Cola	nicht brennbar
Milch	nicht brennbar

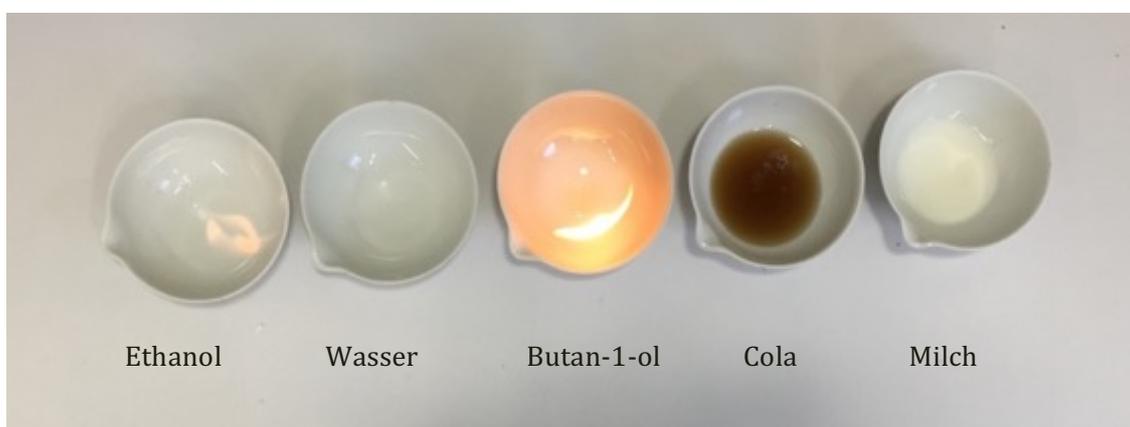


Abb. 4 - Brennbarkeit der einzelnen Flüssigkeiten.

Fachwissenschaftliche Deutung:

Ethanol und Butan-1-ol gehören zur Stoffgruppe der Alkohole. Sie besitzen die folgenden Strukturformeln:



Allgemein gilt, je kurzkettiger ein Alkohol ist, desto leichter lässt er sich verbrennen. Dies erklärt, warum Ethanol schneller entzündlich ist, als Butan-1-ol. Hinzu kommt, dass die Rußbildung und die Helligkeit der Flamme bei einer Verbrennung mit der Länge der Kohlenstoffkette des Alkohols zu nimmt.

Butan-1-ol brennt mit einer helleren Flamme als Ethanol (siehe Abb. 3). Weiterhin ist bei der Verbrennung von Butan-1-ol eine Rußbildung erkennbar, während Ethanol nicht rußend verbrennt. [2]

Didaktisch reduzierte Deutung:

Bei Butan-1-ol und Ethanol handelt es sich um Alkohole. Alkohole sind in der Regel brennbar. Abhängig vom Aufbau des Alkohols unterscheidet sich die Färbung der Flamme und die Rußbildung. Die anderen Stoffe sind aufgrund ihrer Inhaltsstoffe nicht brennbar.

Entsorgung:

Die Entsorgung des überschüssigen Ethanols und Butan-1-ols erfolgt im Sammelbehälter für organische halogenfreie Lösungsmittel. Die restlichen Flüssigkeiten können in den Abguss gegeben werden.

Literatur:

[1] Bader, Hans-Joachim/ Roter, Gabriele: Chemie. Stundenbilder, Experimente, Medien. Band 7: Materie/ Stoffe-Reinstoffe-Stoffgemische. Köln 1996, S. 47.

[2] Müller, Michael, <http://www.chempage.de/theorie/alkohole.htm> (zuletzt abgerufen am 20.07.2017, um 22:01 Uhr).

Unterrichtsanschlüsse:

Dieses Experiment kann sowohl als Übungs- als auch als Erarbeitungsexperiment eingesetzt werden. Sofern es als Übungsexperiment verwendet werden soll, muss der Begriff Brennbarkeit bereits eingeführt worden sein. Hinzu kommt, dass ein Übungsexperiment lediglich zur Vertiefung und Festigung eingesetzt werden sollte, was voraussetzt, dass bereits ein ähnliches Experiment von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt wurde. Beim Einsatz des Experimentes als Erarbeitungsexperiment ist lediglich Vorwissen in Bezug auf die Methode notwendig, da die Theorie erst unter Zuhilfenahme des Experimentes erarbeitet werden soll.

Alternativ können die Stoffe Ethanol und Butan-1-ol durch hochprozentige Schnäpse ersetzt werden, um einen höheren Bezug zur Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler herzustellen, indem ausschließlich Alltagschemikalien verwendet werden.

4 Schülerversuche

4.1 V3 – Salzbilder

Bei diesem Versuch soll gezeigt werden, dass durch das Eindampfen einer Salzlösung der Feststoff Salz zurückgewonnen werden kann. Die Begriffe übersättigte und ungesättigte Lösung sollten in Vorfeld eingeführt worden sein.

Gefahrenstoffe		
Natriumchlorid	H: -	P: -
Wasser	H: -	P: -
		

Materialien:

Pinself, schwarze Pappe, Föhn, ggf. Lupe, zwei Bechergläser (100 mL), Pasteurpipette, Glasstab, Spatel

Chemikalien:

Natriumchlorid, Wasser

Durchführung:

In ein Becherglas werden zu 50 mL Wasser 4 Spatellöffel Natriumchlorid gegeben, so dass eine übersättigte Salzlösung entsteht. Es wird einige Male mit einem Glasstab umgerührt. Mit einer Pasteurpipette wird die Salzlösung abgezogen und in ein zweites Becherglas gegeben. Der Bodensatz bleibt im ersten Becherglas zurück.

Mit Hilfe eines Pinsels, der in die Salzlösung getaucht wird, wird ein Bild auf ein Stück schwarze Pappe gemalt. Dieses Bild muss ggf. mehrfach nachgezeichnet werden.

Nach dem Auftragen auf die Pappe wird das Bild vorsichtig von oben trockengeföhnt. Dazu muss ein gewisser Abstand eingehalten werden, damit das Bild nicht aufgrund des Luftstroms verläuft. Das sich ergebende Bild kann zusätzlich mit einer Lupe betrachtet werden. [1]

Beobachtung:

Auf der Pappe wird das gemalte Bild durch einen weißen Rückstand sichtbar. Außerdem sind mit bloßem Auge kleine Kristalle erkennbar.

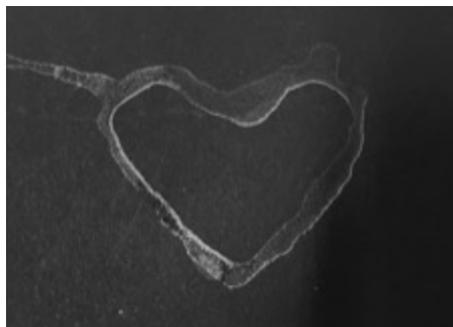


Abb. 5 – Das fertige Salzbild.

Fachwissenschaftliche Deutung:

Wassermoleküle lagern sich an das Natriumchloridgitter an und lösen einzelne Ionen aus dem Ionengitter. Dieser Vorgang wird als Hydratation bezeichnet. Die Hydratation erfolgt aufgrund von elektrostatischen Kräften zwischen geladenen Ionen und den Dipolen der Wassermoleküle. Durch diese Ion-Dipol-Wechselwirkung entsteht die erste Hydrathülle um ein gelöstes Ion. Über Wasserstoffbrückenbindungen werden weitere Hydrathüllen gebildet.

Eine gesättigte Salzlösung enthält die maximale Menge des gelösten Salzes bei einer bestimmten Temperatur. Wird weiterhin Salz zugegeben, setzt sich dieses als Bodensatz ab. Dies wird als übersättigte Lösung bezeichnet. Ungesättigte Lösungen enthalten noch nicht die maximale Menge einer Substanz bei einer bestimmten Temperatur. Wenn weiterhin Substanz zugegeben wird, löst sich diese im Lösungsmittel und es entsteht kein Bodensatz. [2]

Durch die Verdampfung von Wasser kommt es zu einem Aggregatzustandswechsel. Das Wasser geht vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über und strömt in die Umgebungsluft aus. Nach einiger Zeit bleiben lediglich die Chlorid- und Natriumionen im Becherglas zurück. Aufgrund der herrschenden Anziehungskräfte zwischen den Ionen bildet sich wieder ein Ionengitter und der Feststoff wird zurückgewonnen.

Didaktisch reduzierte Deutung:

Durch das Föhnen des Bildes verdampft das Wasser der aufgetragenen Salzlösung. Sobald das Bild vollständig getrocknet ist, bleiben lediglich die Salzkristalle auf der Pappe zurück.

Entsorgung:

Die restliche Lösung kann im Abguss entsorgt werden. Die Pappe mit den Bildern kann im Hausmüll entsorgt werden.

Literatur:

[1] unbekannter Autor, https://www.uni-oldenburg.de/fileadmin/user_upload/chemie/ag/didaktik/download/Stationen_gesamt.pdf, S.3 (zuletzt abgerufen am 18.07.2017, um 21:30 Uhr).

[2] Schubert, Prof. Dr. Volker et. al., http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/11/aac/vorlesung/kap_7/vlu/salzloesungen.vlu/Page/vsc/de/ch/11/aac/vorlesung/kap_7/kap7_5/kap7_52/kap7_52c.vscml.html (zuletzt abgerufen am 22.07.2017, um 12:50 Uhr).

Unterrichtsanschlüsse:

Dieses Experiment dient vor allem zur Vorbeugung von Fehlvorstellungen. In Bezug auf die Löslichkeit gehen Schülerinnen und Schüler oft davon aus, dass die gelöste Substanz „verschwindet“. Dieser Vorstellung kann mit Hilfe des Experimentes entgegengewirkt werden, da die Schülerinnen und Schüler sehen können, dass aus der Salzlösung unter Verdampfung des Wassers der Feststoff Salz zurückgewonnen werden kann.

Falls die Fehlvorstellung bei den Schülerinnen und Schülern bereits vorliegt, kann das Experiment auch als Problemexperiment eingesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler sind zunächst nicht in der Lage das Phänomen anhand ihres falschen Vorwissens zu erklären. Spätestens in der Deutung muss in diesem Fall unbedingt die Fehlvorstellung der Schülerinnen und Schüler aufgelöst werden, sofern dies nicht durch das Experiment selbst geschieht.

4.2 V4 – Die Täuschung

Der Versuch „Die Täuschung“ soll zeigen, dass sich die schwarze Färbung eines Filzstiftes durch die Mischung mehrere Farbstoffe ergibt, welche aufgrund verschiedener Löslichkeiten aufgetrennt werden kann. Das zugrundeliegende Trennverfahren ist die Papierchromatografie. Die Schülerinnen und Schüler sollten im Vorfeld idealerweise bereits das Trennverfahren Chromatografie kennengelernt haben.

Gefahrenstoffe		
Wasser	H: -	P: -
		

Materialien:

Petrischale, schwarze Filzstifte, zwei Rundfilter, spitzer Stift

Chemikalien:

Wasser

Durchführung:

Aus einem Rundfilter wird ein Streifen von 10 cm Länge und 2 cm Breite ausgeschnitten. Mit Hilfe eines spitzen Stiftes wird ein Loch in die Mitte eines zweiten Rundfilters gebohrt. Mit einem schwarzen Filzstift wird ein Kreis um das Loch herum gemalt. Der Filterpapierstreifen wird zusammengerollt und in das Loch des Rundfilters gesteckt.

Eine Petrischale wird etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Anschließend wird der Rundfilter auf die Petrischale gelegt, so dass der gerollte Filterpapierstreifen in das Wasser taucht. Der Rundfilter darf allerdings nicht in das Wasser getaucht werden. Das Experiment sollte nun für ca. 3-4 Minuten beobachtet werden.

Das Gleiche kann mit einem anderen schwarzen Stift wiederholt werden. [1]

Beobachtung:

Auf dem Rundfilter sind, ausgehend vom schwarzen Kreis, verschieden bunte Farbzonen sichtbar. Bei Stift 1 (auf dem unteren Bild auf der linken Seite) ist am äußeren Rand ein dunkelblauer Ring erkennbar. Bei Stift 2 (auf der rechten Seite) befindet sich ein hellblauer Ring am äußeren Rand.



Abb. 6 – Papierchromatografie Stift 1 und 2.

Fachwissenschaftliche Deutung:

Der schwarze Filzstift besteht aus einer Mischung verschiedener Farbstoffe, die gemeinsam eine schwarze Färbung ergeben. Durch die Papierchromatografie werden die Farbstoffe aufgrund ihrer verschiedenen Löslichkeiten aufgetrennt und ein Farbmuster ist erkennbar. Als stationäre Phase wird ein Rundfilter (bestehend aus Cellulose) und als mobile Phase wird Wasser eingesetzt. Wasser eignet sich als Laufmittel, da sich die Farbstoffe der schwarzen Filzstifte in diesem lösen. Die mobile Phase bewegt sich aufgrund der Kapillarkräfte von innen nach außen über die stationäre Phase. Neben der Löslichkeit der Farbstoffe ist die Auftrennung dieser auch abhängig von ihrer Adsorption an der stationären Phase. Je schlechter ein Farbstoff an der stationären Phase adsorbiert und je besser er in der mobilen Phase löslich ist, desto weiter ist seine Auftrennung. Angewandt auf das obere Beispiel bedeutet dies, dass der blaue Farbstoff gut löslich in Wasser ist und nur sehr schlecht an den Fasern des Rundfilters adsorbiert wird. [2]

Didaktisch reduzierte Deutung:

Der schwarze Filzstift besteht aus verschiedenen Farbstoffen, die gemeinsam eine schwarze Färbung ergeben. Diese Farbstoffe lösen sich in Wasser und werden unterschiedlich weit auf dem Filterpapier aufgetrennt, je nachdem wie stark der jeweilige Farbstoff am Rundfilter haftet (Adsorption) und wie gut er in Wasser löslich ist. Das Verfahren, das zur Auftrennung der Farbstoffe genutzt wird, nennt sich Chromatografie. Da die Auftrennung auf Papier stattfindet, spricht man in diesem Fall von einer Papierchromatografie.

Entsorgung:

Der Rundfilter kann im Hausmüll entsorgt werden.

Literatur:

[1]: Eisenbruch, Felix, http://www.elsenbruch.info/ch7_down/Station_Chromatographie.pdf (zuletzt abgerufen am 17.07.2017, um 20:30 Uhr).

[2]: Wiechoczek, Dagmar, <http://www.chemieunterricht.de/dc2/chromato/pcallge.htm> 2004, (zuletzt abgerufen am 22.07.2017, um 13:26 Uhr).

Unterrichtsanschlüsse:

Der Versuch kann sowohl als Übungs-, als auch als Bestätigungsexperiment eingesetzt werden. In beiden Fällen sollte im Vorfeld die Chromatografie als Trennverfahren behandelt worden sein.

Falls der Versuch die Funktion eines Bestätigungsexperiments einnehmen soll, wird den Schülerinnen und Schülern lediglich eine Hypothese vorgegeben. Diese soll anhand eines selbst geplanten Experimentes bestätigt werden. Es ist an dieser Stelle im Anbetracht der Klassenstufe ratsam eine Auswahl an Materialien zur Verfügung zu stellen, damit die Experimente nicht in eine komplett falsche Richtung gehen. Ein Beispiel für einen solchen Einsatz liefert das folgende Arbeitsblatt.

Sofern die Schülerinnen und Schüler eigene schwarze Stifte verwenden sollen, sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die Farben wasserlöslich sind.

Arbeitsblatt

Die Täuschung

Paul leiht sich von seinem Freund Max 10 Euro, damit er sich in der Pause etwas zu essen kaufen kann. Da Max weiß, dass Paul manchmal sehr vergesslich sein kann, schreiben sie auf einem Zettel mit einem schwarzen Stift auf, wie viel Geld sich Paul geliehen hat. Zur Sicherheit unterschreibt er diesen Zettel als Beweis.

Einige Tage später kommt Max auf Paul zu und zeigt ihm den unterschriebenen Zettel. Statt den 10 Euro, die er ihm tatsächlich geliehen hat, steht dort nun ein Betrag von 100 Euro. Er fordert Paul daraufhin auf, die 100 Euro zurückzuzahlen. Paul ist sich absolut sicher, dass hier etwas nicht stimmen kann. Bei der Betrachtung des Zettels fällt ihm auf, dass die letzte Null mit einem anderen Stift geschrieben wurde, als die restliche Zahl. Er hat die Idee, als Beweis eine Papierchromatografie der verschiedenen schwarzen Stifte durchzuführen.

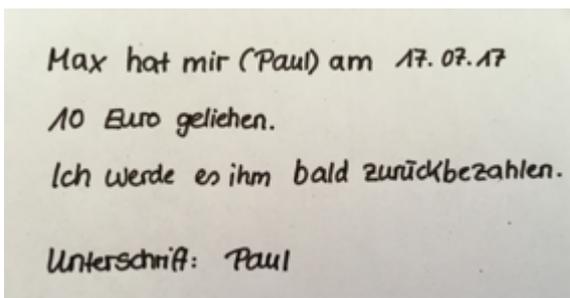


Abb. 1 - Der erinnerte Zettel.

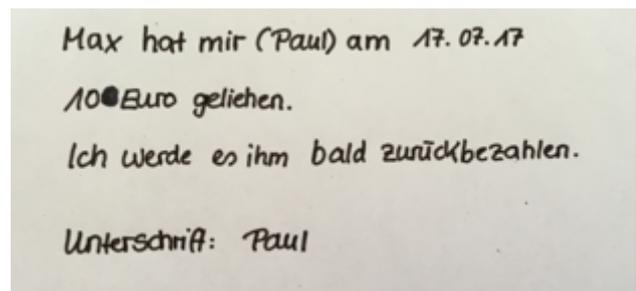


Abb. 2 - Der vermutlich manipulierte Zettel.

- Hypothese: Die letzte Null wurde nachträglich hinzugefügt und mit einem anderen schwarzen Stift geschrieben.

Aufgaben:

1. Plane gemeinsam mit deiner Gruppe ein Experiment, was die obenstehende Hypothese bestätigt. Nutzt dafür die auf dem Lehrerpult ausliegenden Materialien.
2. a) Protokolliert die verwendeten Materialien, die Durchführung des Experimentes und eure Beobachtungen.
b) Fasst die wesentlichen Aspekte auf einer Folie zusammen, damit ein Vertreter eurer Gruppe eure Vorgehensweise präsentieren kann.

(erst nach der Präsentation der Ergebnisse bearbeiten):

3. a) Beurteile die Präsentation der anderen Gruppen im Klassengespräch unter Zuhilfenahme der bereits bekannten Kriterien zur Bewertung eines Vortrages.
b) Bewerte die Experimente der anderen Gruppen im Klassengespräch dahingehend, ob die oben genannte Hypothese dadurch bestätigt werden kann.

5 Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt

Dieses Arbeitsblatt dient als Hinführung zu dem oben beschriebenen Bestätigungsexperiment „Die Täuschung“ (siehe S. 11 ff.). Die von der Lehrkraft vorgegebene Hypothese soll anhand eines selbst geplanten Experimentes bestätigt werden. Wünschenswert wäre das Verifizieren der Hypothese durch den Einsatz einer Papierchromatografie. Dieses Verfahren sollte den Schülerinnen und Schülern an dieser Stelle bereits als Vorwissen bekannt sein, um den Versuch als Bestätigungsexperiment verwenden zu können. Durch den Einsatz dieses Experimentes soll auf die Bedeutung der Löslichkeit für die Chromatografie eingegangen werden, damit die Schülerinnen und Schüler die Themenbereiche „Trennverfahren“ und „Löslichkeit“ miteinander vernetzen und ihr bereits erlangtes Wissen festigen können.

Die verfolgten Lernziele lauten:

1. Die Schülerinnen und Schüler planen selbstständig ein einfaches Experiment zur Papierchromatografie und führen dieses durch.
2. Die Schülerinnen und Schüler protokollieren die Ergebnisse ihres Experimentes.
3. Die Schülerinnen und Schüler fassen die Ergebnisse ihres Experimentes zusammen, um sie im Plenum zu präsentieren.
4. Die Schülerinnen und Schüler verallgemeinern, dass die verschiedenen Löslichkeiten der im schwarzen Filzstift enthaltenen Farbstoffe wichtig für das Verfahren der Papierchromatografie sind.
5. Die Schülerinnen und Schüler bewerten die Experimente ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler dahingehend, ob sie zur Bestätigung der Hypothese beitragen.

5.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Aufgabe 1:

Zunächst ist zu erwähnen, dass der Operator, welcher in Aufgabe 1 verwendet wurde, eigentlich dem Kompetenzniveau III zuzuordnen ist. Unter der Vorannahme, dass die Schülerinnen und Schüler bereits mit dem Thema der Chromatografie vertraut sind und der Zusammenhang zwischen Chromatografie und Löslichkeit zumindest ansatzweise behandelt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass lediglich Vorwissen reproduziert wird. Somit kann der Operator in diesem Fall dem Kompetenzniveau I zugeschrieben werden.

Durch den Einsatz dieses Versuches wird das Basiskonzept Stoff-Teilchen thematisiert. Da dieses auch in den anderen Aufgaben eingesetzt wird, soll es nur an dieser Stelle eine Erwähnung finden.

Die Aufgabe 1 ermöglicht eine Förderung der Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung und Bewertung. Der Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung wird dahingehend gefördert, dass die Schülerinnen und Schüler Sicherheitshinweise beachten, sowie sorgfältig ihr eigenes Experiment beobachten und beschreiben. Weiterhin erkennen sie einfache Fragestellungen, die sie mit Hilfe der Chemie bearbeiten können. In diesem Fall können sie den Betrug aufklären, indem sie das chemische Verfahren der Papierchromatografie anwenden. Durch die Entstehung verschiedener Farbzonen auf dem Rundfilter können die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass sich die im Filzstift enthaltenen Farbstoffe unterschiedlich aufteilen. Unter Rückbezug auf die verschiedenen Löslichkeiten der Farbstoffe kann der Bereich des Fachwissens gefördert werden, in dem die Schülerinnen und Schüler Stoffe anhand ihrer typischen Eigenschaften beschreiben sollen.

Aufgabe 2:

Der in Aufgabenteil a) verwendete Operator „protokollieren“ ist dem Anforderungsniveau I zuzuordnen. Dieser Teil gehört prinzipiell zur Planung des Experimentes dazu, wird hier aber unter Berücksichtigung der Jahrgangsstufe noch einmal explizit aufgeführt. Der Operator „zusammenfassen“, welcher in Teil b) verwendet wurde, gehört zum Anforderungsniveau II, da ein Verständnis des Experimentes notwendig ist, um die Ergebnisse auf die wesentlichen Aspekte reduzieren zu können.

In Aufgabenteil a) wird der Kompetenzbereich Kommunikation gefördert, da die Schülerinnen und Schüler ihr Experiment protokollieren sollen. Weiterhin wird auch in dieser Aufgabe der Bereich der Erkenntnisgewinnung gefördert, da für die Protokollierung eine sorgfältige Beobachtung und Beschreibung Voraussetzung ist.

In Aufgabenteil b) wird die Kommunikationskompetenz gefördert, da neben der Zusammenfassung des Experimentes auch die Präsentation der Ergebnisse Berücksichtigung findet.

Aufgabe 3:

Die verwendeten Operatoren „bewerten“ und „beurteilen“ sind dem Kompetenzbereich III zuzuordnen, da die Schülerinnen und Schüler die Experimente der anderen Gruppen hinsichtlich ihrer Eignung zur Bestätigung der Hypothese bewerten sollen. Dazu ist es nötig, dass sie ihr Wissen anwenden und in einen anderen Zusammenhang stellen.

Die vorrangig geförderte Kompetenz ist die der Kommunikation, da die Schülerinnen und Schüler chemische Sachverhalte fachgerecht formulieren können müssen, um die Experimente beurteilen zu können.

In Aufgabe 3a) sollen die Schülerinnen und Schüler die Präsentationen der anderen Gruppen entsprechend vorher eingeführter Kriterien zur Bewertung von Präsentationen beurteilen. Die angesprochenen Kriterien sind individuell festzulegen (beispielhafte Kriterien: Inhalt & Struktur des Vortrags, Sprache und Visualisierung).

5.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Die in Aufgabe 1 erwartete Musterlösung entspricht dem auf S. 11 ff. beschriebenen Versuch, weshalb darauf an dieser Stelle nicht erneut eingegangen werden soll. Da die Schülerinnen und Schüler selbstständig ein Experiment planen, sind auch alle anderen Experimente zugelassen, die zur Bestätigung der Hypothese führen. Auch für alle anderen Aufgaben kann an dieser Stelle nur schlecht eine Musterlösung vorgegeben werden, da die Produkte der Schülerinnen und Schüler nicht vorherzusehen sind.