

Schulversuchspraktikum

Birte Zieske

Sommersemester 2012

Klassenstufen 7&8



Smog und Abgase

Auf einen Blick:

Diese Unterrichtseinheit für die **Klassen 7 & 8** enthält **2 Lehrerversuche** und **2 Schülerversuche** zum Thema **Smog und Abgase**. Die Versuche verdeutlichen verschiedene Einsatzmöglichkeiten des Themas im Chemieunterricht. **V2** und **V3** beinhalten **Nachweisreaktionen** verschiedener Gase (Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid und Stickoxide). **V1** verdeutlicht modellhaft die Entstehung von **Smog**. Durch **V4** untersuchen die SuS die Feinstaubbelastung in der **Luft** und werten diese schließlich aus.

Das Arbeitsblatt „Wir untersuchen Luft in unserer Stadt“ kann ergänzend zu Versuch 4 eingesetzt werden.

Inhalt

1	Konzept und Ziele.....	1
2	Relevanz des Themas für die Schülerinnen und Schüler	1
3	Lehrerversuche	2
3.1	V1 – Modellversuch zur Inversionslage mit Smogsituation.....	2
3.2	V2 – Untersuchung von Autoabgasen	3
4	Schülerversuche.....	6
4.1	V3 – Wirkung von saurem Regen auf Marmor (Kalkstein)	6
4.2	V4 – Wir untersuchen Luft in unserer Stadt.....	8
5	Arbeitsblatt- Wir untersuchen die Luft in unserer Stadt.....	10
5.1	Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	10
5.2	Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	10
6	Literaturverzeichnis.....	11
7	Anhang.....	12

1 Konzept und Ziele

In Verbindung zum Basiskonzept „Stoff-Teilchen“ ergibt sich, dass die Schülerinnen und Schüler (im Folgenden abgekürzt durch SuS) Nachweisreaktionen zur Identifizierung von Stoffen anwenden können und Bezüge zur Biologie (Kohlenstoff-Kreislauf, Atmung) herstellen sollen. Im Bezug zum Thema „Smog und Abgase“ können Nachweisreaktionen für zumindest Kohlenstoffoxide angewendet werden und darüber hinaus ebenfalls Stickoxide nachgewiesen werden. Durch das Basiskonzept „Chemische Reaktion“ ist gegeben, dass SuS chemische Reaktionen in ihrer Alltagswelt erkennen und die Bedeutung dieser chemischen Reaktionen für Natur und Technik erkennen. Darüber hinaus sollen SuS Umweltschutzmaßnahmen unter dem Aspekt der Atomerhaltung bewerten können.

Die folgenden Experimente sollen somit verschiedene Aspekte des Themas „Abgase und Smog“ verdeutlichen. Durch welche Bedingungen Smog entsteht wird im ersten Versuch verdeutlicht. Die verschiedenen Bestandteile des Autoabgases können durch verschiedene Nachweisreaktionen nachgewiesen werden (V2). Eine direkte Auswirkung der Emission (Schadstoffausstoß) kann durch die Wirkung von „Saurem Regen“ auf Marmor verdeutlicht werden, wobei das entstehende Kohlenstoffdioxid ebenfalls nachgewiesen wird (V3). In welchem Ausmaß die SuS tagtäglich von schwebenden Feststoffen (Partikeln) in der Luft umgeben sind, wird durch die Untersuchung der Luft an verschiedenen Standorten verdeutlicht. Besonders durch die anschließende Vergrößerung durch ein Mikroskop soll deutlich werden, in welchem Ausmaß Partikel in der Luft vorhanden sind, obwohl sie mit dem bloßen Auge für den Menschen nicht zu sehen sind (V4).

2 Relevanz des Themas für die Schülerinnen und Schüler

Die Bedeutung des Themas über den Umgang mit Abgasen nimmt in der heutigen Gesellschaft stetig zu. Den SuS sollte somit ebenfalls im Chemieunterricht verdeutlicht werden, aus welchen chemischen Verbindungen sich Abgase zusammensetzen und welche Wirkungen diese Verbindung auf die Natur und den Menschen haben. Dies soll bewirken, dass sich die SuS über einen verantwortungsvollen Umgang mit fossilen Brennstoffen bewusst werden.

3 Lehrerversuche

3.1 V1 – Modellversuch zur Inversionslage mit Smogsituation

Der Versuch dient besonders der Verdeutlichung einer Inversionswetterlage. Der Versuch kann sowohl zur Einführung des Begriffs „Smog“ eingesetzt werden als auch zur weiteren Verdeutlichung genutzt werden.

Es werden keinerlei Gefahrenstoffe verwendet!

Materialien: Feuerzeug, Gasbrenner, 1 mittelgroßer Standzylinder (ca. 1L), Tiegeltzange

Chemikalien: Räucherstäbchen (gibt es bei Rossmann)

Durchführung: I) Räucherstäbchen (ca. 2-3) werden entzündet und vorsichtig, mit der angezündeten Seite nach unten gerichtet, in den Standzylinder gelegt. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Räucherstäbchen nicht erlöschen.

II) Die obere Hälfte des gefüllten Messzylinders aus (I) wird mit dem Bunsenbrenner erhitzt. Der Messzylinder wird dabei gedreht, damit die Erwärmung gleichmäßig stattfinden kann.

Beobachtung: I) Der Rauch der Räucherstäbchen breitet sich im gesamten Messzylinder aus.

II) Der Rauch der Räucherstäbchen bleibt in dem unteren nicht erhitzten Bereich des Messzylinders.

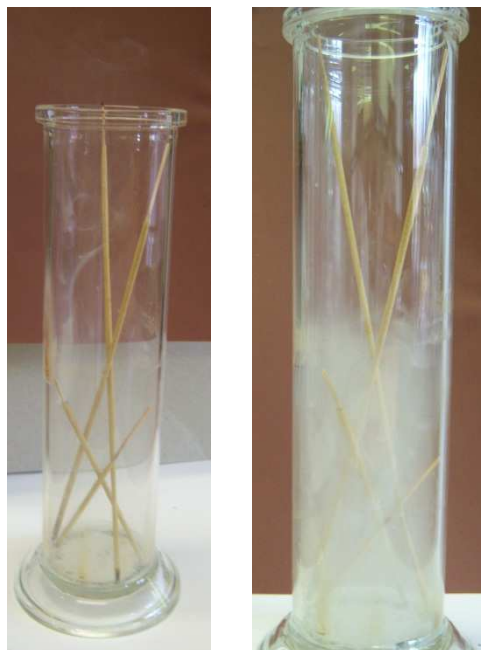


Abb. 1 - Der Messkolben im Vgl. vor (links) und nach (rechts) dem Erhitzen

- Deutung:** Bei Inversionswetterlage liegt über einer kalten Luftschicht eine wärmere Luftschicht, besonders im Winter kann dies eintreten, wodurch sich die Benennung „Winter-Smog“ ergibt. Unter normalen Wetterbedingungen würde die Temperatur mit steigender Höhe abkühlen und die Abgase könnten sich gleichmäßig verteilen.
- Entsorgung:** Verbrauchte und erloschene (!) Räucherstäbchen werden in den Hausmüll gegeben.
- Literatur:** (Schmidt, 2004)

Alternativ zu den Räucherstäbchen könnte ebenfalls Ammoniumchlorid (Salmiakrauch) in den Kolben gegeben werden, allerdings müsste dafür mit konzentrierten Lösungen von Salzsäure und Ammoniak gearbeitet werden.

Anstelle des Gasbrenners kann ebenfalls ein Fön für das Erhitzen des Kolbens verwendet werden, ggf. könnte der Versuch dann ebenfalls als Schülerexperiment eingesetzt werden.

3.2 V2 – Untersuchung von Autoabgasen

Der Versuch dient als Nachweis für drei verschiedene Gase, die beim Verbrennungsvorgang in einem Automotor entstehen können: Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid und Stickoxide.

Die SuS sollten mind. den Nachweis von Kohlenstoffdioxid kennen.

Gefahrenstoffe		
Sulfanilsäure (w = 1%)	H: 319 315 317	P: 280 302 + 352 + 305 + 351 + 338
Essigsäure (w = 25%)	H: 226 314	P: 280 301 + 330 + 331 305 + 351 + 338
1-Naphtylamin	H: 302 411	P: 273
Calciumhydroxid	H: 318	P: 280305+351+338 313
Silbernitrat-Lösung ($c = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)	H: 272 314 410	P: 273 280 301 + 330 + 331 305 + 351 + 338
Ammoniak (w = 25%)	H: 314 335 400	P: 280 273 301 + 330 + 331 305 + 351 + 338 309 310



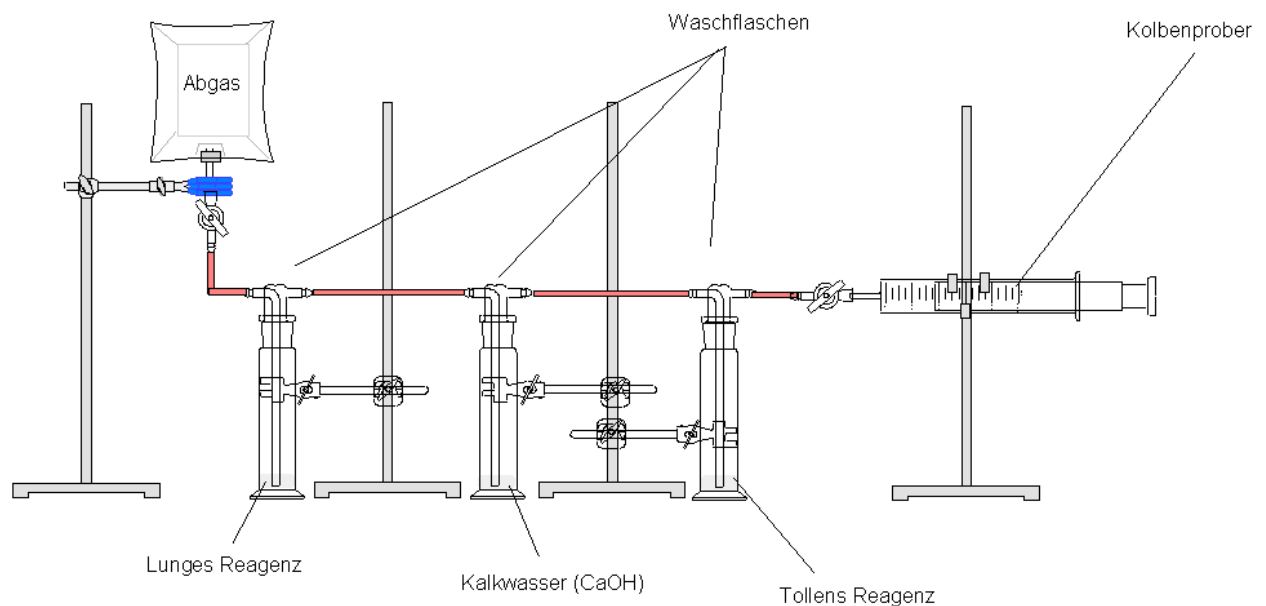
Materialien: 3 Waschflaschen, Schlauchverbindungen, Kolbenprober, Plastikbeutel (ca. 3-5 L), Klebeband, 2 Zweiwegehähne, Trichter, Tuch

Chemikalien: **Lungens Reagenz:** 1% Sulfanilsäure, 25% Essigsäure, 1-Naphtylamin

Kalkwasser: Calciumhydroxid, Destilliertes Wasser

Tollens Reagenz: Silbernitrat-Lösung ($c = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$), 25%iger Ammoniak

Skizze:



Durchführung: Die Apparatur wird gemäß der Skizze (am besten vor Unterrichtsbeginn) aufgebaut und mit den Nachweis-Lösungen befüllt (Anleitungen für die Herstellung der jeweiligen Lösungen und für das Befüllen des Probeentnahmebeutels befinden sich im Anhang).

Danach werden die beiden Hähne geöffnet und das Abgas mittels des Kolbenprobers durch die Apparatur gezogen. Sollte das Volumen der Abgasprobe, das Volumen des Kolbenprobers übersteigen, kann der Kolben entnommen werden und das Abgas durch Druck auf den Beutel durch die Apparatur gedrückt werden.

Beobachtung: **1. Waschflasche:** keine Reaktion

2. Waschflasche: Die Lösung wird trüb.

3. Waschflasche: Die Lösung bleibt (leider) farblos. Es sollte eigentlich ein Silberspiegel entstehen.

- Deutung: **1. Waschflasche:** Da keine Rotfärbung eingetreten ist, sind keine Stickoxide in dem Abgas des Autos enthalten. Dies entspricht den Erwartungen, da bei Einbau eines Katalysators keine Stickoxide durch das Abgas entstehen sollten.
- 2. Waschflasche:** Das Kohlenstoffdioxid wurde nachgewiesen.
- 3. Waschflasche:** Durch die Silberspiegelprobe hätte Kohlenstoffmonoxid nachgewiesen werden sollen. Allerdings beträgt der Anteil des Kohlenstoffmonoxids bei den heutigen Motoren weniger als 1,1%, sodass es durch den geringen Anteil des Kohlenstoffmonoxids erklärbar ist, wieso der Nachweis nicht gelingt.
- Entsorgung: Lungens Reagenz: Im Säure-Base-Behälter entsorgen.
- Kalkwasser: Im Abfluss mit viel Wasser entsorgen.
- Tollens Reagenz: Im Schwermetall-Behälter entsorgen.
- Literatur: (Seesing & Tausch, 2004)

Der Versuch ist recht zeitintensiv und sollte gut vorbereitet werden (Aufbau und Ansetzen der Lösungen). Aber Achtung: Das Tollenz Reagenz darf nicht zu lange aufbewahrt werden, da ansonsten explosives Knallsilber (AgNO) und Silbernitrid (Ag_3N) entstehen, EXPLOSIONSGEFAHR! Der Versuch könnte gut innerhalb von Projekttagen eingesetzt werden, dann könnten ebenfalls vergleichsweise die Abgase von Autos mit/ohne (ggf. von einem Aufsitzrasenmäher oder alte Mofas) Katalysator, Benzin/Diesel oder warmen/kalten Motoren verglichen werden.

4 Schülerversuche

4.1 V3 – Wirkung von saurem Regen auf Marmor (Kalkstein)

Der Versuch verdeutlicht die Folgen von saurem Regen, wenn dieser auf Marmorstein trifft. Verstärkt werden kann der Versuch durch das Zeigen von Marmorstatuen, die von saurem Regen langsam zersetzt werden. Die SuS sollten bereits den Begriff „Saurer Regen“ bereits kennen und wissen, wie dieser entsteht.

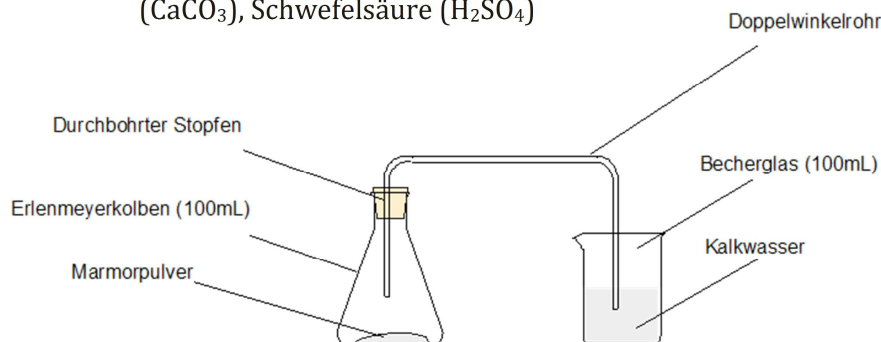
Gefahrenstoffe		
Calciumhydroxid	H: 318	P: 280305+351+338 313
Schwefelsäure (w = 10%)	H: 314 290	P: 280 301 + 330 + 331 305 + 351 + 338



Materialien: Becherglas (100mL), Becherglas (250mL), Doppelwinkelrohr, Durchbohrter Stopfen, Erlenmeyerkolben (100mL), Filterpapier, Trichter

Chemikalien: Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), destilliertes Wasser (H_2O), Marmorpulver (CaCO_3), Schwefelsäure (H_2SO_4)

Skizze:



Durchführung:

Kann vor Unterrichtsbeginn vorbereitet werden

Zunächst wird die Calciumhydroxid-Lösung hergestellt, indem ca. 2 volle Spatel von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in ca. 200mL dest. Wasser gegeben werden, es entsteht eine trübe/ milchige Lösung. Diese trübe Lösung wird in das kleine Becherglas filtriert. **Bei einer großen Menge (z.B. für eine ganze Klasse) kann die Filtration einige Zeit in Anspruch nehmen!**

Anschließend wird eine verdünnte Lösung von Schwefelsäure hergestellt, dazu werden ca. 2ml konzentrierte Schwefelsäure zu ca. 20ml dest. Wasser gegeben.

In den Erlenmeyerkolben werden ca. 2 Spatel Marmorpulver gegeben. Anschließend wird zu dem Marmorpulver etwas verdünnte Schwefelsäure gegeben (ca. 3 mL) und der Erlenmeyerkolben wird mit dem Stopfen verschlossen. Das Glasrohr sollte nun von dem Erlenmeyerkolben in die Calciumhydroxid-Lösung in dem Becherglas ragen.

Beobachtung: Nach Zugabe der verdünnten Schwefelsäure schäumt das Marmorpulver auf, es ist ein Zischen zu hören. Die Calciumhydroxid-Lösung in dem Becherglas wird trüb.

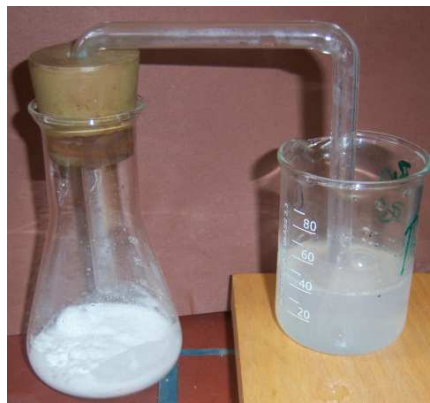
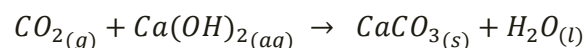


Abb. 3 - Nach der Zugabe der verdünnten Schwefelsäure entsteht im Becherglas eine trübe Lösung.

Deutung: Das Marmorpulver reagiert mit der verdünnten Schwefelsäure zu Gips (CaSO_4), Wasser und Kohlenstoffdioxid:



Das entstandene Kohlenstoffdioxid wurde in der Calciumhydroxid-Lösung durch die entstandene Trübung nachgewiesen:



Entsorgung: Lösungen im Abfluss mit viel Wasser entsorgen.

Literatur: (Rieker & Rückert & Wolf, 2010)

Der Versuch kann alternativ (laut Literatur) auch mit einem Stück Marmor durchgeführt werden, allerdings hat die Reaktion bei mir (trotz dem späteren Verwenden von konzentrierter Schwefelsäure!) nicht funktioniert, bzw. ist so langsam abgelaufen, dass nicht genügend Kohlenstoffdioxid entstanden ist, welches nachgewiesen werden konnte.

Anhand des Versuchs kann ebenfalls verdeutlicht werden, dass durch den sauren Regen und dem Zersetzen von Marmor weiteres Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird, welches den Treibhauseffekt weiter verstärkt.

4.2 V4 – Wir untersuchen Luft in unserer Stadt

Der Versuch verdeutlicht, in welchem Ausmaß die SuS tagtäglich von schwebenden Feststoffen (Partikeln) in der Luft umgeben sind. Besonders durch die anschließende Vergrößerung durch ein Mikroskop soll deutlich werden, in welchem Ausmaß Partikel in der Luft vorhanden sind, obwohl sie mit dem bloßen Auge für den Menschen nicht zu sehen sind. Der Versuch kann als Einstieg genutzt werden.

Es werden keinerlei Gefahrenstoffe verwendet!

Materialien: Becher, Tesafilm, Lupe oder Mikroskop

Chemikalien: /

Durchführung: Spanne über einen Becher zwei Tesafilmstreifen, sodass die Klebeseiten jeweils nach oben zeigen. Stelle den Becher an einen ausgewählten Ort im Freien, wo er mehrere Tage stehen bleiben kann, z.B. auf den Balkon, in den Vorgarten, o.ä.

Klebe nach 3 Tagen einen neuen Tesafilmstreifen über eine der beiden Klebeseiten eines Streifens und nimm diesen dann von dem Becher ab. Lass den zweiten Klebestreifen weitere 3 Tage an dem Becher und nimm ihn ebenfalls erst ab, wenn du die Klebeseite mit einem neuem Stück Tesafilm beklebt hast. Achte darauf, keine großen Luftblasen zu erzeugen! Betrachte beide Streifen mit einer Lupe oder einem Mikroskop.

Beobachtung: Auf den Klebestreifen sind kleine schwarze Partikel zu sehen, die mit dem bloßen Auge nicht gesehen werden können. Der zweite Streifen zeigt dabei mehr Partikel, als der erste.

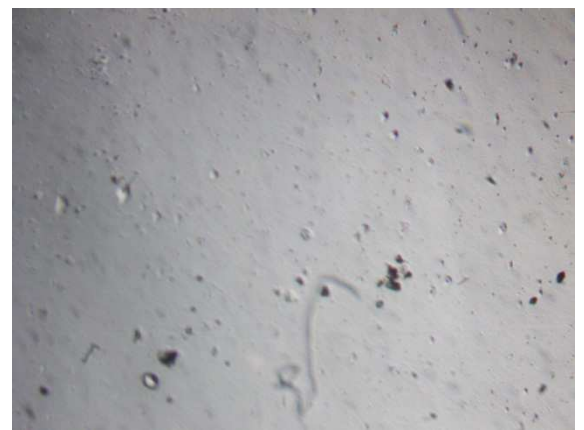


Abb. 4 - Vergrößerung unter einem Mikroskop: Nach 2 Tagen (links) und nach 4 Tagen (rechts) im Freien.

Deutung: Auf den Klebestreifen konnten Rußteilchen anhand ihrer schwarzen Farbe und ihrer unregelmäßigen Form nachgewiesen werden. Anhand der Anzahl

der Verunreinigungen (Ruß oder Staub) kann pro Flächeneinheit (z.B. 1 cm²) ein Maß für die Verschmutzung definiert werden, welches in der Klasse verglichen werden kann.

Entsorgung: Tesafilm-Streifen im Hausmüll entsorgen.

Literatur: (Dr. Jäckel & Dr. Risch, 1994)

Die Becher können ebenfalls an verschiedenen Orten platziert werden, z.B. bei jedem Schüler zu Hause, an Einfahrten, in Waldstücken, in Gärten, etc. Auch die Dauer der Probenentnahme kann variiert werden, sodass auch über Nacht/über Tag eine Probe entnommen werden kann, um zu untersuchen, wie die Belastung von den jeweiligen Tageszeiten abhängt.

5 Arbeitsblatt– Wir untersuchen die Luft in unserer Stadt

Das folgende Arbeitsblatt kann in Ergänzung zu V4 eingesetzt werden. Die SuS sollen dabei erkennen, dass Partikel in der Luft enthalten sind, die zwar mit dem bloßen Auge nicht erfassbar sind, aber uns Menschen trotzdem umgeben und z.B. durch die Atmung aufgenommen werden.

5.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Fachwissen:	Die SuS unterscheiden Stoffe anhand ihrer mit den Sinnen erfahrbaren Eigenschaften. (Aufgabe 1, Aufgabe 2)
Erkenntnisgewinnung:	Die SuS beobachten und beschreiben sorgfältig. (Aufgabe 1) Die SuS experimentieren sachgerecht nach Anleitung. (Durchführung I und II)
Kommunikation:	Die SuS erklären chemische Sachverhalte unter Anwendung der Fachsprache. (Aufgabe 1, Aufgabe 2)

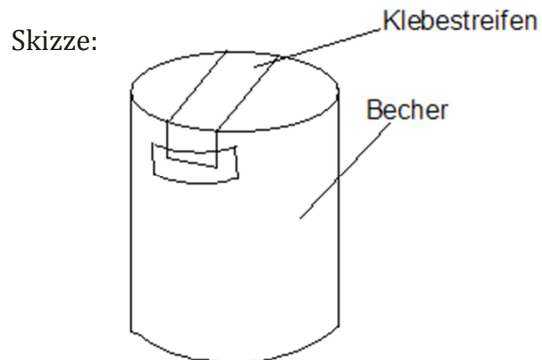
5.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1– Die SuS übertragen eine Zeichnung von einem Ausschnitt ihrer Probe. Dabei sind besonders Partikel von Interesse, welche die SuS anhand ihrer schwarzen Farbe und ihrer unregelmäßigen Form erkennen können. Es sollte darauf geachtet werden, dass Luftblasen und Wassertropfen von den SuS als solche erkannt werden (Vgl. Kenntnisse aus dem Biologieunterricht).

Aufgabe 2 – Die Anzahl der gezählten Partikel ist abhängig vom Standort des Bechers und dem Zeitraum, wie lange der Becher im Freien platziert war. Man kann schließlich im Unterrichtsgespräch die Anzahl der Partikel vergleichen und ggf. in einen Stadtplan einzeichnen.

Wir untersuchen Luft in unserer Stadt

Materialien: Becher, Klebestreifen, Schere



Durchführung 1: Spanne einen Klebestreifen mit der Klebefläche nach oben über einen Becher und klebe ihn an dem Becher fest.

Lasse den Becher bis zur nächsten Chemiestunde an einem Platz im Freien stehen.

Kreuze den Ort an, an dem du den Becher aufgestellt hast:

Garten Balkon Neben der Garage Neben einem Parkplatz

Sonstiges: _____

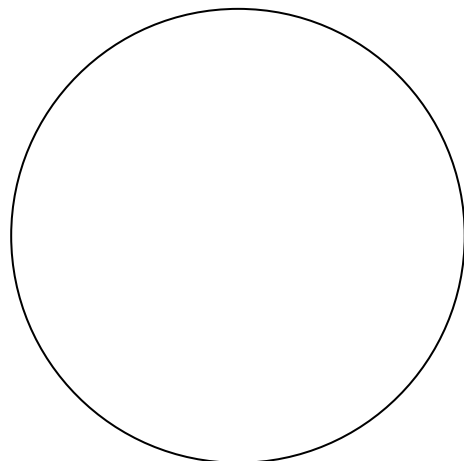
Durchführung 2: Nimm den Klebestreifen von dem Becher ab, indem du einen neuen Klebestreifen über ihn klebst (Klebeseite auf Klebeseite) und ihn dann von dem Becher abschneidest.

Beobachtung: _____

Aufgabe 1:

Betrachte deine Probe unter dem Mikroskop!

Fertige eine Skizze deiner vergrößerten Probe an:



Aufgabe 2:

Zähle die schwarzen Rußteilchen in dem vergrößerten Ausschnitt deiner Probe.

6 Literaturverzeichnis

Dr. M. Jäckel, Dr. K. Risch, Chemie heute – Sekundarbereich I, Schroedel, 1. Auflage, 1994, S. 70.

Rieker, Anika & Rückert, Nina & Wolf, Stefanie, <http://www.seminare-bw.de/servlet/PB/show/1277014/nwa-tag-2010-luftverschmutzung.pdf>, 17.11.2010. Zuletzt abgerufen am 04.10.2012.

Schmidt, Dagmar, http://www.chemie.uni-regensburg.de/Anorganische_Chemie/Pfitzner/demo/demo_ws0304/luft.pdf, 13.02.2004. Zuletzt abgerufen am 04.10.2012.

Seesing & Tausch, http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/espere/S2C25.pdf, 2004. Zuletzt abgerufen am 04.10.2012.

7 Anhang

Herstellung der Lungens Reagenz:

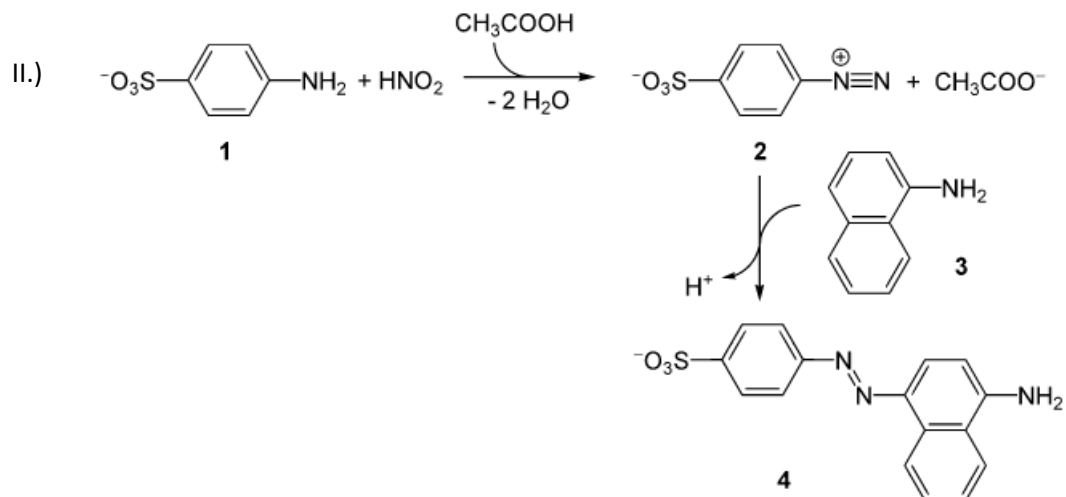
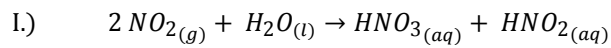
Herstellung aus zwei Lösungen:

Lösung A: 1% Lösung von Sulfanilsäure in 25%-iger Essigsäure

Lösung B: konz. Lösung von 1-Naphthylamin in 25%-iger Essigsäure

Die beiden Lösungen werden zusammengegeben.

Zugrundeliegende Reaktionsgleichung für den Nachweis von Stickoxiden:



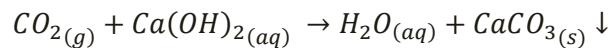
Sulfanilsäure (1) reagiert mit der Salpeterigen Säure und der Essigsäure zu einem Diazoniumsalz (2), das mit 1-Naphthylamin (3) weiter zu einem Azofarbstoff (4) reagiert und die Lösung nach kurzer Zeit rötlich färbt.

Da der Nachweis in der Untersuchung der Abgase negativ ausfallen sollte, kann zuvor eine Blindprobe durch Zugabe von Salpetersäure durchgeführt werden.

Herstellung von Kalkwasser:

Ca. 2 volle Spatel von Calciumhydroxid werden in ca. 200mL dest. Wasser gegeben. Es entsteht eine trübe/milchige Lösung. Diese trübe Lösung wird in ein kleines Becherglas filtriert. **Bei einer großen Menge (z.B. für eine ganze Klasse) kann die Filtration einige Zeit in Anspruch nehmen!**

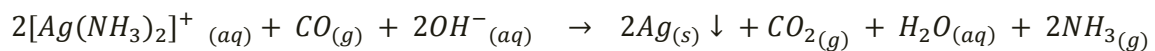
Zugrundeliegende Reaktionsgleichung für den Nachweis von Kohlenstoffdioxid:



Herstellung des Tollens Reagenz:

Ca. 50 mL einer Silbernitrat-Lösung ($c = 0,1 \frac{mol}{L}$), werden mit 3 ml 25%iger Ammoniak-Lösung versetzt. Danach wird solange Ammoniak-Lösung hinzugegeben, bis der entstandene Niederschlag verschwindet. Das Tollens-Reagenz darf nicht zu lange aufbewahrt werden, da ansonsten explosives Knallsilber ($AgNO$) und Silbernitrid (Ag_3N) entstehen. **EXPLOSIONSGEFAHR!**

Zugrundeliegende Reaktionsgleichung für den Nachweis von Kohlenstoffmonoxid:



Befüllen des Probeentnahmebeutels:

Zunächst wird an ein kurzes Schlauchstück der Plastikbeutel angeklebt. Der Motor des Kraftfahrzeugs wird gestartet (Leerlauf ist ausreichend) und der Beutel mit einem Trichter vor das Auspuffende gehalten. Dabei sollte die Hand mit einem Tuch oder mit Handschuhen abgedeckt werden. Der Beutel sollte mind. zweimal mit dem Abgas gespült werden, bevor er schließlich durch das Aufsetzen eines geschlossenen Zweiwegehahns verschlossen wird.

ACHTUNG: KEINE ABGASE DES AUTOS EINATMEN! VERGIFTUNGSGEFAHR!