

Schulversuchspraktikum

Annika Nüsse

Sommersemester 2016

Klassenstufen 9 & 10



Halogene

Auf einen Blick:

Das Protokoll beinhaltet je zwei Lehrer- und Schülerversuche für die Klassenstufen 9/10. Neben den allgemeinen Eigenschaften von Halogenen wird der qualitative Nachweis von Halogenid-Ionen durch Silbernitrat dargestellt. Unterstützt wird dies mithilfe des Arbeitsblattes zur Halogenid-Ionen-Fällung.

Inhalt

1	Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele.....	2
2	Relevanz des Themas für SuS und didaktische Reduktion	2
3	Lehrerversuche	3
3.1	V1 – Elefantenzahnpasta	3
3.2	V2 – Bromfeuer.....	5
4	Schülerversuche.....	7
4.1	V1 – Elektrolyse von Kaliumiodid.....	7
4.2	V2 – Halogenid-Ionen-Nachweis.....	9
5	Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt	13
5.1	Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	13
5.2	Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	14

1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Wesentlicher Bestandteil des Chemieunterrichts in der neunten und zehnten Klassenstufe ist die Erklärung des Periodensystems der Elemente. Die Elemente der siebten Hauptgruppe, die Halogene, werden dabei im Speziellen thematisiert. Diese umfasst Fluor, Chlor, Brom, Iod und das radioaktive Astat. Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie die Trends der Elemente innerhalb der Gruppe sollen erarbeitet werden. Charakteristische Eigenschaften wie hohe Ionisierungsenergien, Elektronenaffinitäten und Elektronegativitätswerte bedingen die starke Reaktivität. Weiterhin bedeutet Halogen so viel wie Salzbildner, was auf die Reaktion mit Metallen zu Metallhalogeniden, also Salzen, zurückzuführen ist.

Unter dem Basiskonzept Stoff-Teilchen sind folgende zu erwerbende Kompetenzen der SuS der neunten und zehnten Jahrgangsstufe aufgeführt:

- Die SuS ordnen Elemente bestimmten Elementfamilien zu und vergleichen Alkalimetalle und Halogene innerhalb einer Familie und stellen Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest (Fachwissen).
- Die SuS führen qualitative Nachweisreaktionen zu Alkalimetallen/Alkalimetallverbindungen und Halogeniden durch (Erkenntnisgewinnung).
- Sie erkennen Trends der Elemente innerhalb einer Gruppe (Erkenntnisgewinnung).
- Sie prüfen Angaben über Inhaltstoffe hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit (Kommunikation).

Die dargestellten Versuche sollen unterstützend gewährleisten diese Fertigkeiten der SuS zu erreichen. SV2 thematisiert beispielsweise den qualitativen Nachweis von Halogenid-Ionen, was anschließend auch Inhalt des Arbeitsblattes ist.

Literatur: [1] Niedersächsisches Kultusministerium, db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc_gym_nws_07_nib.pdf, 2007, S. 56-57 (zuletzt abgerufen am 30.07.2016 um 12:45 Uhr).

2 Relevanz des Themas für SuS und didaktische Reduktion

Das Thema besitzt für SuS der Klassen 9/10 eine große Relevanz, da sie in ihrem Alltag stetig mit Halogenverbindungen in Berührung kommen. Sei es das tägliche Zähneputzen mit fluoridhaltiger Zahnpasta oder iodiertes Kochsalz, was sich wohl in jeder Küche findet. Die SuS kennen Halogene aus ihrer Umwelt können sie aber nicht erklären. Der Chemieunterricht trägt in diesem Fall dazu

bei, diesen Umstand auszugleichen und Phänomene wie gechlortes Schwimmbadwasser beschreibbar zu machen.

Bei den hier dargestellten Versuchen wird seitens der SuS Vorwissen vorausgesetzt, wie der Aufbau von Salzen aus Anionen und Kationen, der erweiterte Redoxbegriff sowie die Anwendung eines differenzierten Atommodells, was die Unterscheidung von Atomen und Ionen beinhaltet.

Didaktische Reduktion müssen bei der Elektrolyse von Kaliumiodid vorgenommen werden, da die gesamte Elektrochemie erst Thema der Oberstufe ist. Begriffe wie Anode und Kathode werden durch Plus- und Minuspol ersetzt und vorwiegend die ablaufenden Redoxreaktionen in Verbindung mit der Iod-Stärke-Reaktion und dem pH-Nachweis thematisiert.

3 Lehrerversuche

3.1 V1 – Elefantenzahnpasta

Bei der Reaktion von Kaliumiodid und Wasserstoffperoxid kommt es zu einer enormen Schaumbildung, welche im Volksmund gern Elefantenzahnpasta genannt wird. Die SuS sollten für diesen Versuch vorab wissen, wie katalytische Prozesse ablaufen sowie die Verbindung Wasserstoffperoxid genauer thematisiert haben.

Gefahrenstoffe		
Wasserstoffperoxid-Lösung	H: 302-318	P: 280-305+351+338
Kaliumiodid	-	-
Wasser	-	-
Iod	H: 312+332-315-319-335-372-400	P: 273-302+352-305+351+338-314

Materialien: Wanne/Aquarium, Standzylinder (100 mL), 2 Bechergläser

Chemikalien: Wasserstoffperoxid-Lösung (34,5-36,5%), Kaliumiodid, Wasser, Spülmittel

Durchführung: Der Standzylinder wird in die Wanne gestellt und mit 5 mL Spülmittel befüllt. In einem Becherglas werden 10 g Kaliumiodid in 10 mL Wasser gelöst. Das andere Becherglas wird mit 50 mL Wasserstoffperoxid-Lösung befüllt.

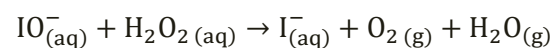
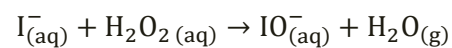
Der Inhalt beider Bechergläser wird gleichzeitig in den Standzylinder gegossen.

Beobachtung: Innerhalb weniger Sekunden bildet sich aus dem Gemisch im Standzylinder ein gelber Schaum, der ein sehr großes Volumen einnimmt.

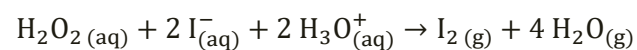


Abb. 1 - „Elefantenzahnpasta“.

Deutung: Durch Kaliumiodid wird das Wasserstoffperoxid katalytisch gespalten in Wasserstoff und Sauerstoff.



Die Reaktion verläuft stark exotherm, was zur Folge hat, dass sich Wasserdampf bildet. Sauerstoff und Wasserdampf schäumen das Geschirrspülmittel stark auf. In einer Nebenreaktion entsteht aus Wasserstoffperoxid und den Iodidionen zudem Iod, was die gelbe Farbe des Schaums erklärt.



Entsorgung: Der Schaum kann verdünnt in den Ausguss gegeben werden.


Literatur:

[2] Sven Sommer, <http://netexperimente.de/chemie/9.html>, 2008-2016 (Zuletzt abgerufen am 28.07.2016 um 18:53 Uhr).

Im Anschluss an diesen Versuch kann die reduzierende Wirkung von Halogenid-Ionen oder aber weitere Katalyseprozesse besprochen werden. Eine Wiederholung der Begriffe exotherm, endotherm, Katalysator, Aktivierungsenergie ist in diesem Kontext denkbar.

3.2 V2 – Bromfeuer

Bromide finden sich nur selten in unserem Alltag. Der folgende Versuch beschreibt die Reaktion von Aluminium und Brom zu Aluminiumbromid, welche unbedingt unter dem Abzug durchzuführen ist. Die SuS benötigen an Vorwissen, dass Metalle und Halogene zu Metallhalogeniden reagieren sowie den erweiterten Redoxbegriff.

Gefahrenstoffe		
Brom	H: 330-314-400	P: 210-273-304+340-305+351+338-309+310-403+233
Natriumthiosulfat-Pentahydrat	-	-
Aluminiumbromid	H: 302-314-290	P: 280-301+330+331-305+351+338-309+310
		

Materialien: Duranglas, Pipette

Chemikalien: Brom, Aluminiumfolie, Natriumthiosulfat-Lösung

Durchführung: In ein im Stativ eingespanntes Duranglas wird ca. 1 mL Brom gefüllt und zwei erbsengroße Kugeln Aluminium darin fallen gelassen. Der Versuch kann solange mit neuem Aluminium wiederholt werden, bis das gesamte Brom verbraucht ist.

Beobachtung: Nach kurzer Zeit entsteht roter Dampf und man beobachtet rote Funken.

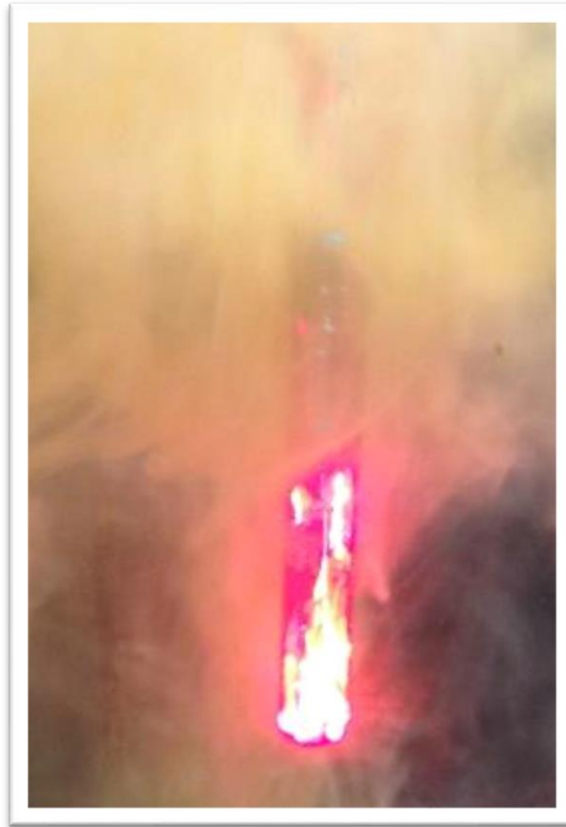
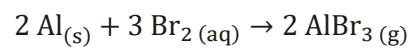


Abb. 2 - „Bromfeuer“ mit Aluminium.

Deutung: Das Aluminium reagiert stark exotherm mit dem Brom.



Entsorgung: Sämtliche Bromreste sind mit Natriumthiosulfat-Lösung zu neutralisieren und anschließend im Abguss zu entsorgen. Das entstandene Aluminiumbromid wird im Säure-Base-Kanister entsorgt.

Literatur:

[3] Uni Göttingen, Praktikumsskript zum Anorganisch-Chemischen Praktikum für Lehramtskandidaten, 2013, S. 178.

hinzugegeben und beide Kontakte der Batterie in die Lösung gehalten. Nach ca. 30 Sekunden wird an beiden Polen wenig Stärkelösung hinzuge tropft.

Beobachtung: Am Minuspol wird sehr rasch eine pinke Färbung und Blasenbildung sichtbar. Nach Zutropfen der Stärkelösung entsteht am Pluspol eine blauschwarze (z.T. gelbliche) Färbung.

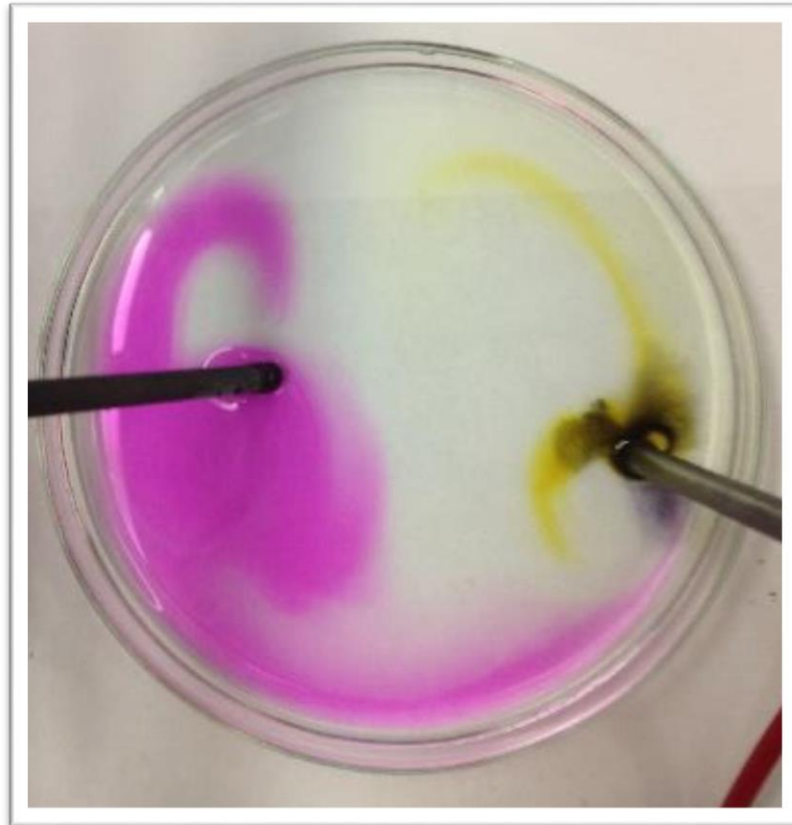
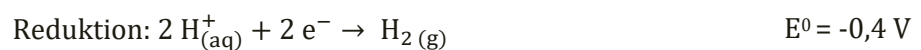


Abb. 3 – Elektrolyse von Iodid (links: Minuspol, rechts: Pluspol).

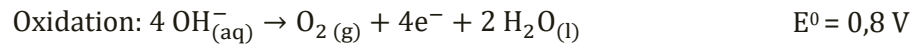
Deutung: Bei der Elektrolyse von Kaliumiodid wird Iod an der Anode (Pluspol) abgeschieden. Unter Zugabe der Stärkelösung bildet sich daher ein Iodstärkekomplex, was die blauschwarze bis gelbe Färbung erklärt. Diese variiert aufgrund der Kettenlänge der Amylose, in welche sich die Iodidionen einlagern.



An der Kathode (Minuspol) bildet sich Wasserstoff, was die Blasenbildung erklärt. Dieser stammt aus der Autoprotolyse des Wassers.



Weiterhin laufen aufgrund der Standardpotenziale folgende Reaktionen erst im Anschluss ab:



Bei der Betrachtung auf SuS-Niveau sollte die Argumentation über die Standardpotenziale nicht verwendet werden, da dieser Begriff noch nicht bekannt ist. Außerdem sollte anstelle der zweiten Oxidation und Reduktion lediglich gesagt werden, dass Hydroxid- und Kaliumionen in der Lösung vorliegen, welche ursächlich für die pinke Verfärbung des Phenolphthaleins sind.

Entsorgung: Die Phenolphthaleinlösung wird im organischen Lösungsmittelabfall entsorgt.

Literatur:

[4] Uni Wien, https://fdchemie.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/fd_zentrum.../Woche10.pdf, S. 20-21, (zuletzt aufgerufen am 29.07.2016 um 18:03 Uhr).


Anstelle von Kaliumiodid können auch Kaliumiodid-Tabletten verwendet werden, die aufgrund von Strahlenschutzmaßnahmen in jeder Schule vorhanden sein müssen.

Da Phenolphthalein von SuS nicht verwendet werden darf, ist als Alternative Alizarinengelb R oder Thymolphthalein als Indikator zu benutzen. Anderenfalls muss der Versuch von der Lehrkraft durchgeführt werden.

4.2 V2 – Halogenid-Ionen-Nachweis

Der Nachweis von Halogenid-Ionen wird in diesem Versuch über einfache Fällungsreaktionen eingeführt. Hierbei fallen aus den jeweiligen wässrigen Lösungen die entsprechenden Silberhalogenide aus. Aufgrund verschiedener unterschiedlicher Färbungen lassen sich die Niederschläge von Silberchlorid, -bromid und -iodid unterscheiden.

Es bietet sich zudem an unterschiedliche Gruppen von SuS zu bilden, die die Kalium- oder Natriumsalze untersuchen.

Gefahrenstoffe		
Kaliumchlorid	-	-
Kaliumbromid	H: 319	P: 305+351+338
Kaliumiodid	-	-
Natriumchlorid	-	-
Natriumbromid	-	-
Natriumiodid	H: 400	P: 262-273
Wasser	-	-
Silbernitrat-Lösung	H: 315-319-410	P: 273-302+352-305+351+338
Kaliumnitrat	H: 272	P: 210-221
Natriumnitrat	H: 272-302	P: 260
Silberchlorid	H: 290-410	P: 273-390-501
Silberbromid	H: 410	P: 273-391-501
Silberiodid	H: 410	P: 273-391-501
		

Materialien: Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Pipette, Spatel

Chemikalien: Kaliumchlorid, Kaliumbromid, Kaliumiodid, Natriumchlorid, Natriumbromid, Natriumiodid, Wasser, Silbernitrat-Lösung (0,1 M)

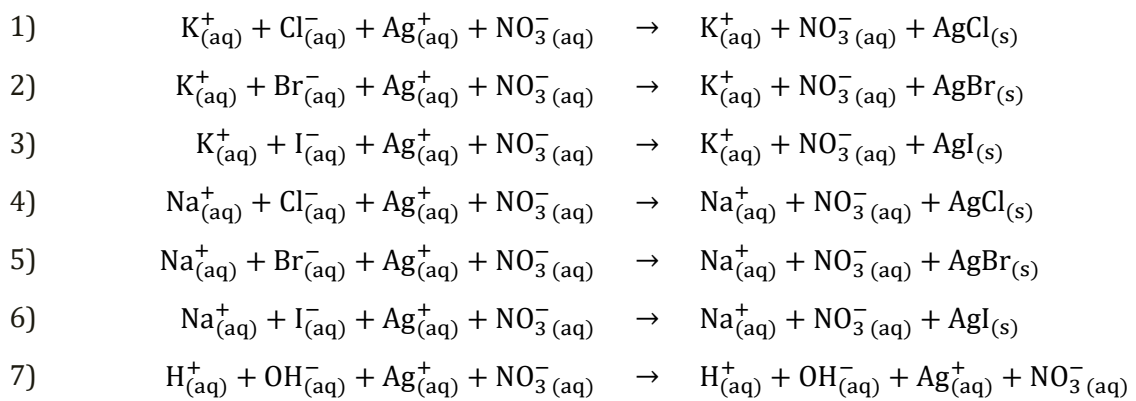
Durchführung: Von den Kalium- und Natriumsalzen wird jeweils eine Spatelspitze in ein Reagenzglas gegeben. Ein weiteres Reagenzglas bleibt zunächst ungefüllt. Alle sieben Reagenzgläser werden zu zwei Dritteln mit Wasser befüllt und leicht geschüttelt, damit sich die Salze lösen. Anschließend werden jeweils einige Tropfen Silbernitrat-Lösung hinzugefügt.

Beobachtung: Nachdem die Silbernitrat-Lösung zugegeben wurde, ist eine rasche Niederschlagsbildung zu beobachten. Im Falle der Chloride ist der Niederschlag weiß, bei den Bromiden gelb-weißlich und bei den Iodiden gelb. In dem mit Wasser gefüllten Reagenzglas ist kein Feststoffausfall zu beobachten.



Abb. 4 – Halogenid-Nachweis mit Silbernitrat (von links: Natriumchlorid, Natriumbromid, Natriumiodid, Kaliumchlorid, Kaliumbromid, Kaliumiodid, Wasser).

Deutung: Durch Zugabe der Silbernitrat-Lösung fallen die entsprechenden schwer löslichen Silberhalogenide aus.



Entsorgung: Die Lösungen werden im Schwermetallabfall entsorgt.

Literatur:

[5] M. Tausch, M. von Wachtendonk (Hrsg.), Chemie – Stoff, Formel, Umwelt – Sekundarstufe 1, (1996), Bamberg, C.C. Buchner Verlag.

Der Versuch ist gut dazu geeignet Fällungsreaktionen als Nachweisreaktionen weiter zu thematisieren oder aber diesen speziellen Nachweis auf verschiedene Lebensmittel und Alltagsgegenstände zu übertragen.

Arbeitsblatt – Halogenid-Nachweis durch Fällung

Aufgabe 1:

Führe das folgende Experiment entsprechend der Anleitung durch und nenne deine Beobachtungen.



VORSICHT: Die Silbernitrat-Lösung ist ätzend und Kaliumbromid kann schwere Augenreizungen verursachen. Verwende daher stets eine Schutzbrille und lasse die Chemikalien nicht an deine Haut gelangen!

Alle Lösungen werden im Schwermetallbehälter entsorgt.

Materialien:

7 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Pipette, Spatel

Chemikalien:

Kaliumchlorid, Kaliumbromid, Kaliumiodid, Natriumchlorid, Natriumbromid, Natriumiodid, Wasser, Silbernitrat-Lösung (0,1 M)

Durchführung:

Von den Kalium- und Natriumsalzen wird jeweils eine Spatelspitze in ein Reagenzglas gegeben. Ein weiteres Reagenzglas bleibt zunächst ungefüllt. Alle sieben Reagenzgläser werden zu zwei Dritteln mit Wasser befüllt und leicht geschüttelt, damit sich die Salze lösen. Anschließend werden jeweils einige Tropfen Silbernitrat-Lösung hinzugefügt.

Beobachtung:

Aufgabe 2:

Erläutere deine Beobachtungen mithilfe von Reaktionsgleichungen.

Aufgabe 3:

Silbernitrat wird von Banken zur Diebstahlsicherung eingesetzt, um Diebe zu identifizieren. Stelle Hypothesen auf, wie dieses Verfahren funktioniert und wie man als Dieb ganz einfach davonkommen kann.

5 Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt

Das Arbeitsblatt thematisiert den Nachweis von Halogeniden als Fällungsreaktion. Die SuS sollen den Versuch gruppenteilig durchführen, beobachten und auswerten. Dabei ist der Begriff „Fällung“ fachgerecht anzuwenden. An Vorwissen wird der erweiterte Redoxbegriff, der Aufbau von Salzen sowie die Unterscheidung von Atomen und Ionen gemäß eines differenzierten Atommodells benötigt.

5.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Aufgabe 1

Erkenntnisgewinnung: Die SuS führen qualitative Nachweisreaktionen zu Halogeniden durch (Basiskonzept Stoff-Teilchen).

Kommunikation: Die SuS nennen ihre Beobachtungen unter Anwendung der Fachsprache.

→ AFB I, da von den SuS beobachtetes Wissen wiedergegeben werden muss

Aufgabe 2

Fachwissen: Die SuS führen Nachweisreaktionen auf das Vorhandensein von bestimmten Teilchen zurück (Basiskonzept Stoff-Teilchen).

Die SuS deuten die chemische Reaktion mit einem differenzierten Atommodell als Spaltung und Bildung von Bindungen (Basiskonzept Chemische Reaktion).

Kommunikation: Die SuS gehen sicher mit der chemischen Symbolik um (Basiskonzept Chemische Reaktion).

→ AFB II, da die SuS ihre Beobachtungen in Form von Reaktionsgleichungen ausdrücken sollen

Aufgabe 3

Bewertung: Die SuS sollen einen Anwendungsbereich der Halogenide vorgestellt bekommen und diesen reflektieren.

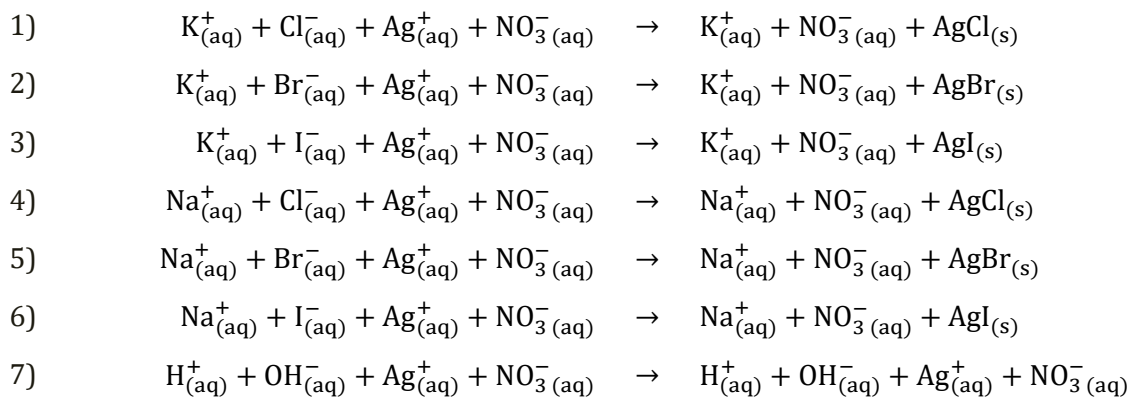
→ AFB III, da die SuS ihr Wissen über den Halogenid-Nachweis auf einen anderen Kontext übertragen müssen

5.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1:

Nachdem die Silbernitrat-Lösung zugegeben wurde, ist eine rasche Niederschlagsbildung zu beobachten. Im Falle der Chloride ist der Niederschlag weiß, bei den Bromiden gelb-weißlich und bei den Iodiden gelb. In dem mit Wasser gefüllten Reagenzglas ist kein Feststoffausfall zu beobachten.

Aufgabe 2:



Bei Reaktion 1) bis 6) fallen schwerlösliche Silberhalogenide aus, das Wasser dient als Blindprobe. Silberchlorid ist weiß, Silberbromid ist weiß-gelblich und Silberiodid gelb.

Aufgabe 3:

Wenn Diebe die präparierten Geldscheine anfassen entstehen auf ihrer Haut braun-schwarze Flecken. Diese lassen sich durch die Reaktion von Silbernitrat und den im Schweiß enthaltenen Chloridionen erklären. Das entstandene Silberchlorid ist nicht abwaschbar und verschwindet erst, wenn sich die oberste Hautschicht erneuert. Daher ist die einfachste Schutzmaßnahme für die Diebe Handschuhe bei einem Bankraub anzuziehen.