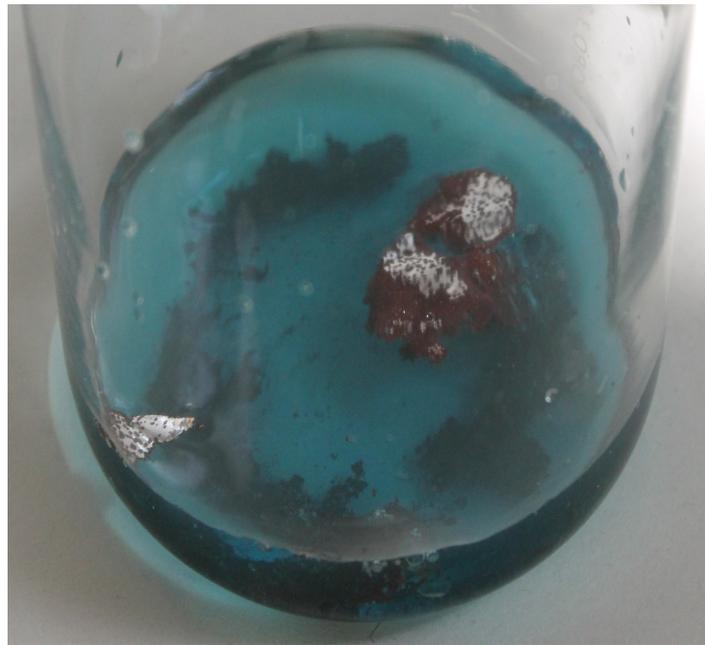


Schulversuchspraktikum

Thomas Polle

Sommersemester 2015

Klassenstufen 7 & 8



erweiterter Redoxbegriff

Auf einen Blick:

Der erweiterte Redoxbegriff beschreibt die Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, an der kein Sauerstoff beteiligt sein muss. Der Schülerversuch eignet sich, um diesen Begriff neu einzuführen, wohingegen der Lehrerversuch besser als Bestätigungsexperiment geeignet ist. Das Arbeitsblatt kann zur Unterstützung des Schülerversuchs benutzt werden.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|---|
| 1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele..... | 3 |
| 2 Relevanz des Themas für SuS der 7. und 8. Jahrgangsstufe..... | 3 |
| 3 Lehrerversuch – Synthese von Natriumchlorid..... | 4 |
| 4 Schülerversuch – Redoxreaktion mit Alltagsmaterialien..... | 7 |
| 5 Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt..... | 6 |
| Erwartungshorizont (Kerncurriculum)..... | 6 |
| Erwartungshorizont (Inhaltlich)..... | 6 |

1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Die Redoxreaktion gehört laut Kerncurriculum inhaltlich zum Basiskonzept der chemischen Reaktion und wird im Doppeljahrgang 7 und 8 zunächst als Sauerstoffübertragungsreaktion eingeführt. Hierfür bieten sich inhaltliche Bezüge zur Metallgewinnung an, die ebenfalls im Doppeljahrgang 7 und 8 im Kerncurriculum erwähnt wird. Ein konkretes Beispiel dafür ist das Thermitverfahren, bei dem aus Eisenoxid in einer Redoxreaktion Eisen hergestellt wird. Ein Lernziel dabei ist, dass die SuS beschreiben, dass Sauerstoff von Eisenoxid auf Aluminium übertragen wird, wobei Eisen und Aluminiumoxid entsteht. Des Weiteren sollen die SuS beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen aus Ausgangsstoffen neue Stoffe entstehen, wobei Energie umgesetzt wird. Zur Deutung der Experimente sollen die SuS chemische Symbolsprache anwenden und die Reaktionsgleichungen aufstellen.

Der erweiterte Redoxbegriff beschreibt die Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, welche laut Kerncurriculum erst im Doppeljahrgang 9 und 10 eingeführt wird. Die Sauerstoffübertragungsreaktion kann jedoch auch schon mit der Übertragung von Elektronen erklärt werden. Ob die Redoxreaktion erst als Sauerstoffübertragungsreaktion und dann als Elektronenübertragungsreaktion eingeführt wird, oder gleich als letzteres bleibt der Lehrkraft überlassen, wobei beide Varianten Vor- und Nachteile haben. Die erste Möglichkeit hat den Vorteil, dass dabei die Methode des Konzeptwechsels trainiert werden kann, welche typisch für die Naturwissenschaften ist. Außerdem wird so der historische Ablauf und der Wortstamm des Begriffs Oxidation klar, worin allerdings auch ein Problem liegen kann. Denn die SuS können diese dadurch fest mit Sauerstoff verknüpfen und auf die Idee kommen, dass zum Beispiel die Reaktion von Schwefel mit Kupfer folgerichtig als „Sulfidation“ bezeichnen. Die direkte Einführung als Elektronenübertragungsreaktion wirkt dieser Fehlvorstellung entgegen, bietet aber keine Möglichkeit, um den Konzeptwechsel zu trainieren. Das Verwerfen eines erlernten Konzepts kann jedoch auch demotivierend für SuS sein.

Die Lernziele für die Versuche sind, dass die SuS erklären können, dass eine Redoxreaktion durch die Übertragung von Elektronen abläuft. Ferner sollen die Reaktionsgleichungen für die Teil- und Gesamtreaktion aufgestellt werden.

2 Relevanz des Themas für SuS der 7. und 8. Jahrgangsstufe

Für die SuS haben Redoxreaktionen nur zum Teil einen Alltagsbezug, da sie meistens Chemikalien benötigen, die nicht im Alltag vorkommen. Eine Anwendung der Redoxreaktionen ist die Gewinnung von Metallen aus Erzen, was besonders für SuS aus Bergbauregionen einen Alltagsbezug darstellt. Im Schülerversuch wird die aus dem Alltag bekannte Aluminiumfolie, sowie Koch-

salz verwendet, um eine Redoxreaktion durchzuführen, wobei zu erwähnen ist, dass die Reaktion ohne die nicht alltagsrelevante Kupfersulfatlösung nicht ablaufen würde.

Eine weitere Möglichkeit, um eine Relevanz für SuS herzustellen ist das Kupferbeil von „Ötzi“, der mit einfachen Mitteln aus Malachit reines Kupfer hergestellt hat.

Im Rahmen der didaktischen Reduktion wird beim Schülerversuch darauf verzichtet, dass die Ionen in der Lösung als Komplexe vorliegen. Beim Lehrerversuch wird auf die Erklärung verzichtet, warum es sich um eine stark exotherme Reaktion handelt (es handelt sich um einen Kreisprozess, welcher für dieses Thema nicht relevant ist, aber in anderen Zusammenhängen in der Schule besprochen werden kann).

3 Lehrerversuch – Synthese von Natriumchlorid

Es wird zunächst Chlorgas aus konzentrierter Salzsäure und Kaliumpermanganat hergestellt und in einem Standzylinder aufgefangen. In die Chloratmosphäre wird flüssiges Natrium gebracht, wodurch Natriumchlorid synthetisiert wird. Die dabei ablaufende Reaktion eignet sich gut, um den erweiterten Redoxbegriff zu festigen, da kein Sauerstoff an der Reaktion beteiligt ist. Die Durchführung des Versuchs ist kompliziert (Hinweise im roten Kasten beachten!).

| Gefahrenstoffe | | |
|--|---|--|
| Kaliumpermanganat | H: 272 – 302 - 410 | P: 210 – 273 |
| Konz. Salzsäure | H: 314 – 335 -290 | P: 234 – 260 – 305 + 351 +338 – 303 + 361 + 353 – 304 + 340 – 309 + 311 – 501.1 |
| Natrium | H: 260 – 314 | P: 280 – 301 + 330 + 331 – 305 + 351 +338 – 309 + 310 – 370 + 378 - 422 |
| Chlor | H: 270 – 330 – 315 – 319 – 335 – 400 - 280 | P: 260 – 220 – 280 – 273 – 304 + 340 – 305 + 351 + 338 – 332 + 313 – 302 + 352 – 315 - 405 |
|  | | |

- Materialien:** Einhalsrundkolben, Tropftrichter mit Gasableitung, Schlauch, Reagenzglas mit Loch im unteren Drittel, Gasbrenner, Standzylinder (Boden mit Sand bedeckt) mit Abdeckung
- Chemikalien:** Kaliumpermanganat, konzentrierter Salzsäure, Natrium, Chlor, Natriumchlorid
- Durchführung:** In dem Einhalsrundkolben wird 15 g Kaliumpermanganat vorgelegt und der Tropftrichter aufgesetzt. In den Tropftrichter wird 20 mL konzentrierter Salzsäure gegeben. Die Gasableitung wird mit über den Schlauch mit dem Standzylinder verbunden. Nun wird der Tropftrichter geöffnet und langsam die Salzsäure zum Kaliumpermanganat getropft, wobei ein grünes Gas entsteht. Dies wird so lange laufen gelassen, bis der Standzylinder mit dem grünen Gas gefüllt ist. Nun wird der Tropftrichter geschlossen und der Standzylinder abgedeckt. Anschließend wird das Natrium in das Reagenzglas gegeben und mit dem Gasbrenner erhitzt, bis das Natrium geschmolzen ist. Schließlich wird das Reagenzglas mit dem geschmolzenen Natrium in den Standzylinder gegeben. Abschließen wird das Reaktionsprodukt betrachtet.



Abbildung 1: Versuchsaufbau zum Erzeugen von Chlorgas.

Beobachtung: Beim Zutropfen der Salzsäure zum Kaliumpermanganat entsteht ein grünes Gas, das allmählich den Standzylinder füllt. Wenn das geschmolzene Natrium in das grüne Gas gegeben wird glüht es hell auf und verbrennt mit orange-gelber Flamme, wobei sich Rauch entwickelt. Nach der Reaktion bleibt ein weißer Rückstand im Reagenzglas.

Deutung: Durch die Reaktion von Kaliumpermanganat mit Salzsäure wird Chlorgas freigesetzt. Dieses reagiert im zweiten Schritt mit Natrium zu Natriumchlorid (Kochsalz), was als weißer Rückstand im Reagenzglas bleibt. Die Reaktion ist eine stark exotherme Redoxreaktion, die folgendermaßen abläuft:



Literatur:

[1] Seilnacht, <http://www.seilnacht.com/versuche/exphalog.html> (Zuletzt abgerufen am 04.08.2015 um 15:33 Uhr)

[2] K. Häusler, <http://www.halbmikrotechnik.de/service/chemie/fest/kochsalz/kochsalz.pdf> (Zuletzt abgerufen am 04.08.2015 um 15:45)

[3] D. Wiechoczek, http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/04_00.htm (Zuletzt abgerufen am 04.08.2015 um 15:50 Uhr)

[4] Seilnacht, <http://www.seilnacht.com/Chemie/entsorg.htm> (Zuletzt abgerufen am 04.08.2015 um 15:53 Uhr)

Diese Reaktion zeigt deutlich, dass Redoxreaktionen auch ohne Sauerstoff ablaufen können, da in dem Standzylinder eine Chlorgasatmosphäre vorliegt, in die flüssiges Natrium gegeben wird. Somit ist kein Sauerstoff in der Nähe, um sich an der Reaktion zu beteiligen. Der Versuch kann durchgeführt werden, nachdem die SuS die Redoxreaktion bereits als Elektronenübertragungsreaktion kennengelernt haben (bspw. durch das Schülerexperiment). So kann das Experiment als Bestätigungsexperiment genutzt werden, um nachhaltig zu festigen, dass bei Redoxreaktionen kein Sauerstoff beteiligt sein muss.

Die Durchführung des Versuchs bedarf einiger Vorbereitung, da sie nicht einfach ist und einige Fehlerquellen enthält. Zum einen sollte ein Duranglas verwendet werden, da sonst das Reagenzglas beim Erhitzen des Natriums zerspringen kann. Es ist außerdem wichtig, dass das Natrium lange genug erhitzt wird (etwa bis sich kleine Kugeln bilden), da sonst keine Reaktion im Standzylinder abläuft. Des Weiteren ist zu beachten, dass möglichst viel Chlorgas in dem Standzylinder vorliegt (zu erkennen an einer kräftigen Grünfärbung). Zur Entsorgung wird der Rückstand im Einhalsrundkolben mit Natronlauge neutralisiert und in den Schwermetallabfall gegeben. Die Behälter mit Chlorgas werden unter dem Abzug stehen gelassen, bis es abgesaugt wurde (zu erkennen an der verschwindenden Grünfärbung). Natriumreste werden in Ethanol gegeben, wo sie sich lösen.

4 Schülerversuch – Redoxreaktion mit Alltagsmaterialien

Es wird eine Redoxreaktion von Aluminium und Kupfer gezeigt, wobei Alltagsmaterialien wie Aluminiumfolie und Salz (als Katalysator) verwendet werden. Der Versuch eignet sich, um den SuS eine Redoxreaktion zu zeigen, an der Sauerstoff nicht beteiligt ist und um so den erweiterten Redoxbegriff einzuführen.

| Gefahrenstoffe | | |
|-------------------|--------------------------|--|
| Aluminiumfolie | | |
| Kupfer(II)-sulfat | H: 302 – 315 – 319 - 410 | P: 273 – 305 +351 + 338 – 302 + 352 |
| Natriumchlorid | | |



Materialien: 100 mL Becherglas, 250 mL Becherglas

Chemikalien: Aluminiumfolie, Wasser, Kupfer(II)-sulfat, Natriumchlorid (Salz)

Durchführung: In dem kleinen Becherglas werden 30 g Kupfer(II)-sulfat in 30 mL Wasser gelöst. Ein ungefähr 5 cm langes und breites Stück Aluminiumfolie wird auf den Boden des 250 mL Becherglas gelegt. Nun wird die Lösung in das große Becherglas gegeben und kurz gewartet. Nach kurzer Zeit wird etwas Salz zur Lösung hinzugegeben und leicht gerührt.

Beobachtung: Nach der Zugabe des Salzes findet eine Gasentwicklung statt. Nach einiger Zeit bildet sich ein braunroter Feststoff auf der Aluminiumfolie, welche sich dabei langsam zersetzt. Der braunroter Feststoff sinkt auf den Boden des Becherglases. Bei der Reaktion wird die blaue Farbe der Lösung schwächer.

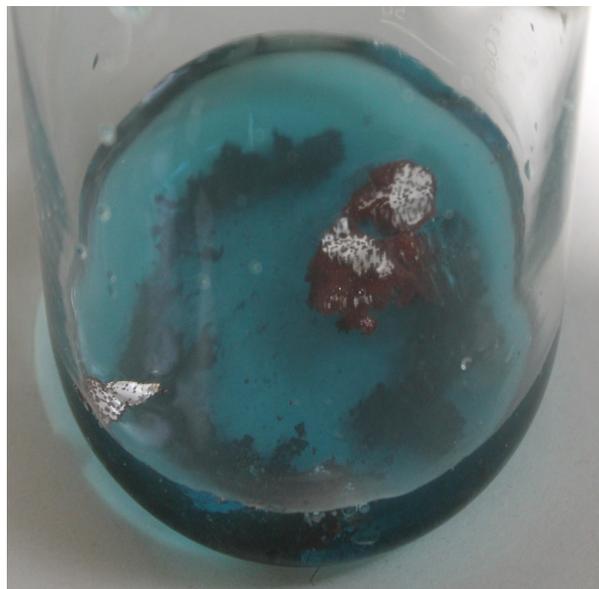
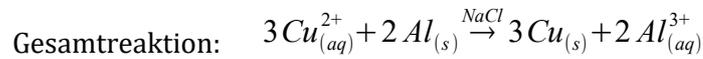


Abbildung 2: Das Reaktionsgemisch während der Reaktion.

Deutung: Es findet eine Redoxreaktion zwischen dem Aluminium und den Kupferionen aus der Lösung statt. Da die Aluminiumfolie mit einer dünnen Schicht aus Aluminiumoxid überzogen ist, wird Salz als Katalysator benötigt, der dafür sorgt, dass diese Schicht aufgelöst wird. Es laufen folgende Teil- und Gesamtreaktionen ab:



Literatur:

[1] American Chemical Society (2011),

<http://www.middleschoolchemistry.com/lessonplans/chapter6/lesson5> (zuletzt abgerufen am 03.08.15 um 20:58 Uhr)

Dieser Versuch eignet sich, um von dem klassischen Redoxbegriff auf den erweiterten überzugehen. Es ist wichtig, dass die SuS vorher bereits wissen, dass es Atome aus einem Atomkern und Elektronen bestehen, was in der 7./8. Jahrgangsstufe nicht unbedingt der Fall sein muss, da laut Kerncurriculum nur Daltons Atommodell unterrichtet wird. Alternativ kann der Versuch aber auch für den 9./10. Jahrgang verwendet werden. Der Versuch ist für die SuS interessant, da er zum einen mit einigen Alltagsmaterialien durchgeführt wird und zum anderen sind deutliche Veränderungen (Entfärben der Lösung, Entstehung von Kupfer) sichtbar. Die SuS sollten außerdem bereits wissen, dass Metalle in Lösungen als Ionen mit einer Ladung vorliegen.

Thema: Redoxreaktion

Der erweiterte Redoxbegriff

Aufgabe 1: Nennt den euch bekannten Redoxbegriff und gebt ein Beispiel an.

Geräte: 250 mL Becherglas, 100 mL Becherglas, Glasstab, Spatel

Chemikalien: Kupfersulfatlösung, Aluminiumfolie, Salz

Durchführung: Füllt etwa 80 mL von der Kupfersulfatlösung in das 100 mL Becherglas und legt ein ungefähr 5 x 5 cm großes Stück Aluminiumfolie auf den Boden des 250 mL Becherglases. Nun gebt ihr langsam die Kupfersulfatlösung in das 250 mL Becherglas.. Anschließend fügt ihr zu der Lösung eine Spatelspitze Salz hinzu und rührt vorsichtig mit dem Glasstab in der Lösung.

Beobachtung: _____

Aufgabe 2: Erklärt, welche Stoffe miteinander reagiert haben und stellt die Gesamtreaktion auf.



Aufgabe 3: Deutet die Reaktion als Redoxreaktion und stellt den erweiterten Redoxbegriff auf (Extrablatt). Nennt nun die Teilreaktionen und ordnet sie den Begriffen Oxidation und Reduktion zu.



5 Didaktischer Kommentar zum Schülerarbeitsblatt

Das Arbeitsblatt kann dazu verwendet werden, um vom klassischen auf den erweiterten Redoxbegriff überzugehen. Dafür benötigen die SuS einiges an Vorwissen (siehe dazu den Kommentar zum Schülerversuch). Die Aufgaben 2 und 3 sind nicht einfach zu beantworten für die SuS, weshalb es sinnvoll sein kann zusätzlich Hilfekärtchen zu erstellen, auf denen weitere Informationen gegeben werden. Da im Doppeljahrgang 7. und 8. nur Sauerstoffübertragungsreaktion im Kerncurriculum erwähnt werden, wurde auf dem Arbeitsblatt bewusst auf die Nennung der Klassenstufe verzichtet, da es so auch im Jahrgang 9/10 eingesetzt werden kann.

5.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

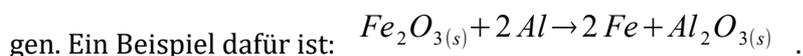
Die erste Aufgabe gehört in den AFB 1, da es sich um die Reproduktion von Wissen handelt und gehört in das Basiskonzept der chemischen Reaktion. Im Bereich des Fachwissens heißt es im Kerncurriculum, dass die SuS die Sauerstoffübertragungsreaktion kennen sollen

Aufgabe 2 ist im AFB 2 einzuordnen, da die SuS beschreiben müssen, dass Kupfer entsteht und Aluminium gelöst wird. Dies gehört zu den typischen Kennzeichen einer chemischen Reaktion auf Stoffebene (aus Ausgangsstoffen entstehen neue Stoffe und die Atome bleiben erhalten).

Der erste Teil der dritten Aufgabe deckt den AFB 3 ab, weil die SuS hier erläutern müssen, dass Elektronen von dem einen auf das andere Atom übertragen werden. Dies gehört laut Kerncurriculum eher in den Jahrgang 9/10, da erst dort das Atommodell erweitert wird und die SuS überhaupt wissen, dass es Elektronen gibt. Das Nennen der Teilgleichungen gehört zum AFB 1 und das Zuordnen zu den Begriffen Oxidation und Reduktion in den AFB 2.

5.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1: Bei einer Redoxreaktion wird Sauerstoff von einem Stoff auf einen anderen übertragen. Ein Beispiel dafür ist:



Aufgabe 2: Die Kupferionen aus der Lösung reagieren mit dem Aluminium, wobei Kupfer ausfällt



Aufgabe 3:



Nach dem erweiterten Redoxbegriff ist die Redoxreaktion eine Reaktion, bei der Elektronen von einem Stoff auf einen anderen übertragen werden. Die Oxidation bezeichnet dabei die Abgabe von Elektronen und die Reduktion deren Aufnahme. Der klassische Redoxbegriff beschreibt lediglich die Übertragung von Sauerstoff, was ein Spezialfall der Redoxreaktion ist.