

Silber- Silbersulfid- und zurück

Ein anschauliches System für Anfangsunterricht und Schülerübung

von Irina Großmann und Martin Schwab

Den Schülern das Wesen der Chemie begreifbar zu machen, an einem anschaulichen und durchgängigen System von Analyse und Synthese, ist einer der theoretisch einfachen aber praktisch bisher wenig befriedigend gelösten Aufgaben.

Traditionell wurde gerne die Analyse von Quecksilberoxid eingesetzt um die Stoffumwandlung zu demonstrieren. Das entstehende Quecksilber hatte als lebensnaher Stoff (Fieberthermometer) einen hohen Wiedererkennungswert. Der Sauerstoff lässt sich nur indirekt durch Nachweisreaktion sichtbar machen. In der Praxis gehört dieser Versuch schon längst nicht mehr zum Repertoire, nicht zuletzt wegen der Gefährdung durch Quecksilber (Ersatzstoffprüfung erforderlich).

Auch bei der unbedenklicheren Zersetzung von Diiodpentaoxid (I_2O_5) sind die Ioddämpfe deutlich erkennbar, der Sauerstoff aber nicht. Beide Experimente haben zudem den Nachteil, dass sie nicht reversibel sind.

Als reversibles System kann man auf Wasserstoff/Sauerstoff ausweichen. Mit dem Nachteil dass die Edukte nicht sichtbar und vor allem nicht deutlich unterscheidbar sind. Wasser in ausreichenden Mengen sicher herzustellen ist (zeit)aufwendig [1].

Eine Alternative ist die Synthese und Analyse von Zinkiodid. Jedoch ist die Synthese in wässriger Lösung wenig spektakulär. Die letztgenannten Systeme haben den Nachteil, dass die Analyse in Form von Elektrolyse durch den technischen Aufwand komplex und für den Schüler (noch) nicht einsichtig ist.

Weiterhin wurde Kupfer(I)-iodid vorgeschlagen, wobei jedoch nach der Zersetzung zwar das Iod, nicht aber das Kupfer in wieder erkennbarer Form vorliegt. Um das Iod erkennbar zu machen, wird es in Heptan extrahiert, was wieder einen gedanklichen Umweg für die Schüler darstellt. Die Beweisführung gelingt auch nur, wenn für die Analyse nicht das selbst hergestellte Kupfer(I)-iodid verwendet wird, da an ihm Iodkristalle anhaften, die schon vor der Zersetzung das Vorhandensein von Iod anzeigen [2].

Eine Übersicht über verschiedene Versuche zum Thema Anfangsunterricht mit ihren Vor- und Nachteilen gibt Literatur [3].

Wünschenswert ist also ein System, bei dem sich alle beteiligten Stoffe deutlich in ihren sichtbaren Eigenschaften unterscheiden, das einfach zu synthetisieren und zu analysieren ist, und das mit dem Erfahrungsschatz des Schülers überlappt.

Ein solches System stellt die Synthese und Analyse von Silbersulfid dar. Silber ist jedem Schüler bekannt. Der Schwefel ist mit seiner charakteristischen Farbe leicht zu identifizieren. Das Silbersulfid erscheint in ästhetisch ansprechenden dunkelgrauen Nadeln und angelaufenes Silber kennen sicher viele aus eigener Erfahrung.

Neben dem klaren, optischen Eindruck kann die Stoffumwandlung auch auf einfachem physikalischen Weg demonstriert werden: Silber leitet den elektrischen Strom, bei Silbersulfid glüht das Lämpchen nicht auf.

Zudem ist es möglich die Massenzunahme zu messen.

Dieses Experiment ist schon lange beschrieben [4], hat sich aber bisher nicht durchgesetzt. Das liegt wohl daran, dass die Zersetzung mit dem Bunsenbrenner häufig nicht vollständig erfolgt und das rückgewonnene Silber eher grau erscheint, ähnlich wie bei der Zersetzung von Silberoxid. Zitt hat ein sehr aufwendiges Verfahren zur quantitativen Zersetzung mit einem Gebläsebrenner im Sauerstoffstrom entwickelt [5].

Wir bewerkstelligen die Zersetzung so, dass ohne Aufwand eine glänzende Silberkugel entsteht und die Schwefelabscheidung am Reagenzglasrand zu erkennen ist. Dazu

benötigen wir einen Lötbrenner aus dem Baumarkt und ein feuchtes Papiertuch zur Kühlung des Reagenzglases.

Allerdings eignet sich unsere Variante nicht für quantitative Zersetzungen.

Die Durchführung dieses Experiments ist nicht nur sehr einfach sondern auch erstaunlich kostengünstig, sodass es sich für die **Schülerübung** eignet. Silberblech in der Stärke 1 mm ist relativ günstig zu bekommen (s. Bezugsquellen). Es muss dann jedoch von einem örtlichen Goldschmied auf 0,3 mm Dicke ausgewalzt werden. Das ausgewalzte Blech kann man einfach mit der Schere klein schneiden. Somit belaufen sich die Kosten vor allem auf zwei Fiolax-Reagenzgläser (à 0,13 €) und ein kleines Silberblech (ca. 0,2 €) pro Gruppe.

Für die Schülerübung bietet das Silber-Silbersulfid-System weitere Vorteile:

Edukt und Produkt sind durch einfache physikalische Beobachtungen und Experimente zu charakterisieren, so sind sie von den Schülern aufgrund folgender Eigenschaften deutlich voneinander abzugrenzen:

- Aussehen
- mechanische Eigenschaften (duktil bzw. brüchig)
- elektrische Leitfähigkeit
- Masse

Durch dieses Experiment bietet sich die Einführung der Leitfähigkeitsmessung in einem sinnvollen Kontext an, die sonst im Unterrichtsablauf nur in Form eines Demonstrationsexperiments dargeboten wird. Somit findet dieses zentrale Experiment eine einfache und sinnvoll eingebettete Einführung. Der Schüler erlebt die Messung der Leitfähigkeit als wichtige Methode um Leiter I. Ordnung von Nichtleitern abzugrenzen. Die Stoffeigenschaft wird handlungsorientiert erklärt.

Vorschlag für die praktische Durchführung einer Schülerübung

1. Untersuchung der physikalischen Eigenschaften von Silber:
Silberglanz, elektrische Leitfähigkeit, Duktilität, Masse des Blechs
2. Synthese von Silbersulfid
3. Untersuchung der physikalischen Eigenschaften von Silbersulfid:
Graue Nadeln, keine elektrische Leitfähigkeit, Brüchigkeit, Massenzunahme
4. Analyse von Silbersulfid, bei der das Silbersulfid aller Gruppen in einem gemeinsamen Ansatz zersetzt wird.
5. Untersuchung der Produkte optisch und mit Leitfähigkeit

Synthese von Silbersulfid

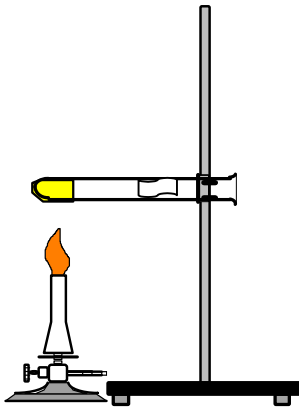
Chemikalien

- Kristalliner Schwefel
- Feinsilberblech (ca. 8x13x0,3mm), in der Mitte geknickt

Geräte

- Reagenzglas mit Stativmaterial
- Bunsenbrenner,
- Spatel
- Wattebausch

Durchführung



Einen Spatel Schwefel in das Reagenzglas einfüllen. Das Reagenzglas leicht abfallend einspannen. In das vordere Drittel das Silberblech legen. Mit Wattebausch locker verschließen. Zunächst wird das Silberblech im Reagenzglas mit dem Bunsenbrenner erhitzt. Nach ca. 1 Minute wechselt man mit der Flamme zum Schwefel und erhitzt kräftig, sodass Schwefeldämpfe aufsteigen. Diese treibt man immer wieder mit der Brennerflamme vor bis zum Silber. Auch das Blech muss zwischendurch erhitzt werden, allerdings sollte man darauf achten das entstehende Silbersulfid nicht zu stark zu erhitzen, da sich sonst an der Oberfläche Silber abscheidet, das den optischen Eindruck stört. Anschließend nimmt man mit der Pinzette das Silbersulfid heraus.

Beobachtung:

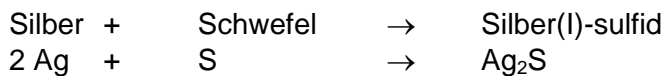
Sobald die Schwefeldämpfe das Silberblech erreichen, färbt es sich dunkel. Nach etwa 2 Minuten hat das Silber vollständig reagiert, die grauen Silbersulfidnadeln sind deutlich zu erkennen.

Nach Abkühlung ist eine Massenzunahme zu konstatieren. Die Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit fällt negativ aus.

Das vorher weiche und biegsame Silberblech zerbricht beim Versuch des Verformens.

Ergebnis

Das Silber hat vollständig zu Silbersulfid reagiert. Das erkennt man an der nicht mehr vorhandenen Leitfähigkeit und der Brüchigkeit des Produkts.



Analyse von Silbersulfid



Chemikalien

- Silbersulfid aus V1
- gekörnte Aktivkohle

Geräte

- Porzellantiegel Durchmesser 35mm hohe Form
- GST-Element [6] (s. unten)
- Feuerfeste Unterlage min. 1x7x10 cm
- Haushaltsmikrowelle 800 W, Drehteller mit Halterung entfernt
- Tiegelzange

Durchführung

Die Analyse im Abzug durchführen.

Ein GST-Element wird gebrauchsfertig gemacht (s.unten). In den Tiegel legt man das Silbersulfid. Nun positioniert man den Aufbau im Zentrum der Mikrowelle auf der feuerfesten Unterlage und erhitzt das Ganze bei 800W zwei Minuten lang.

Der Tiegel kann noch heiß entnommen werden. (Wird der Versuch im Rahmen einer Schülerübung durchgeführt sollte er jedoch vor der Entnahme abkühlen.)

Beobachtung

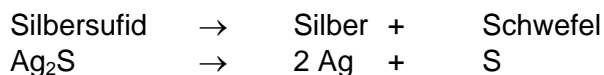
Der Tiegel fängt nach nach ca. 30 s an aufzuglühen. Entnimmt man ihn nach zwei Minuten erblickt man das rotglühende, geschmolzene Silber, welches rasch abkühlt und seinen typischen metallischen Glanz erhält.

An der Tiegelwand sind (manchmal) zarte gelbe Schwefelränder zu erkennen.

Eine Massenabnahme kann festgestellt werden, die jedoch nicht quantitativ ist. Die Leitfähigkeit kann demonstriert werden.

Auswertung

Das Silbersulfid hat sich vollständig in Silber und Schwefel zersetzt.



Mikrowellentechnik [4] : Herstellung eines GST-Elements (Graphit-Suszeptor-Tiegel)

Geräte und Chemikalien

Geräte

Tonblumentopf 6,5-7cm Durchmesser
Porzellantiegel Durchmesser 45mm mittelhohe Form
Porzellantiegel Durchmesser 35mm hohe Form
Schamottmörtel
Spatel
Trockenschrank

Chemikalien

gekörnte(!) Aktivkohle

Herstellung des GST-Elements

Anrühren des Schamottmörtels gemäß Anleitung auf der Packung. Die Masse sollte eine hohe Festigkeit besitzen, d.h. vor allem nicht zusammenlaufen.

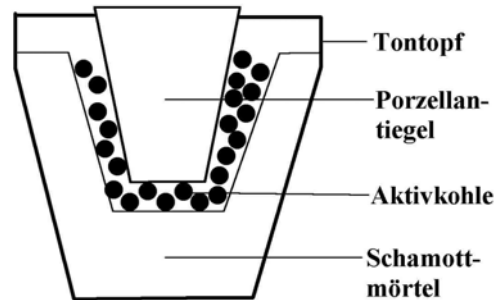
Den Schamottmörtel in die Blumentöpfe einfüllen und den Porzellantiegel darin bis auf einen kleinen Rand „einbetonieren“. Oberfläche rund um Tiegel glatt drücken.

Den Tiegel aus dem Mörtel vorsichtig herausziehen und abwaschen. Falls beim Ablösen die Hohlform beschädigt wurde, mit den Fingern korrigieren.
GST-Element im Trockenschrank bei ca. 80°C über Nacht trocknen.

Gebrauch des GST-Elements

Der Boden der Hohlform wird mit gekörnter Aktivkohle bedeckt. Dann stellt man den kleinen Tiegel (Durchmesser 35mm, hohe Form) darauf und füllt die Hohlräume mit der Aktivkohle auf.

Hinweis: Auf keine Fall Aktivkohlepulver verwenden, da es zu Verpuffungen kommen könnte.



Bezugsquelle für Feinsilberblech:

- Heraeus GmbH, Heraeusstr. 12-14, 63450 Hanau
Ansprechpartnerin: Frau Zeckel 06181/35-3680.
Feinsilber 999 100x100x1mm ca. 53 € o. MwSt. (reicht geschnitten und gewalzt auf 0,3mm Stärke für ca. 400 Silberbleche). Preis für einen cm² 0,2 €
- Mauer, Lehr- und Forschungsmittel 40x40x0,2mm für 9,79€ o. MwSt. . Preis für einen cm² 0,6 €
- J. Zitt liefert für den oben erwähnten Versuch Ersatzbleche: 30 Stk. für 40€ o. MwSt.

Literatur:

- [1] Friese, B.: Vorschläge für den Selbstbau einfacher Apparaturen zur qualitativen Wassersynthese. In: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie 4/81
- [2] Asselborn, W.: Alternativen zur Thermolyse von Quecksilberoxid bei der Einführung der Begriffe Element und Verbindung. In: MNU 47/6 (1994) S. 369
- [3] Hauschild, Günther: Anfangsunterricht Teil 5: Die chemische Reaktion. In: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 51/2002
- [4] Arendt R., Dörmer L.: Technik der Experimentalchemie, Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg 1980, S.174 (oder ältere Auflage)
- [5] Zitt J.: Experimentiergeräte für den Chemieunterricht <http://www.zitt-chem.de>
- [6] Lühken A., Bader H.J.: Hochtemperaturchemie im Haushalts-Mikrowellenofen. In: CHEMKON, 1 (2001) S.7-14