

Experimente zum Thema „Abfallfreier Chemieunterricht“

KARIN KUHN, WOLFGANG PROSKE,
JOHANNES RÖDER

Aspekte sind: Ersatz von Gefahrstoffen, besonders Schwermetallverbindungen, Minimierung der Ausgangsstoffportionen bzw. -konzentrationen, Recycling von Schwermetallverbindungen, Einsatz von Reaktionsprodukten bei anderen Versuchen.

Fällung von Bleicarbonat /1/

Dieses Experiment dient dazu, aus wäßrigen Bleisalzlösungen das Blei als Carbonat zu fällen. Dieses kann nach Filtration und Trocknen wieder in Säuren aufgelöst werden, um andere Bleisalzlösungen herzustellen.

Geräte / Chemikalien

Bechergläser, Glasstab, Trichter, harte Filter, Bleisalzlösung, Natriumcarbonatlösung 10%ig, Universalindikatorpapier

Durchführung

Die Bleisalzlösung wird unter Umrühren mit Natriumcarbonatlösung versetzt, bis die Lösung schwach alkalisch ist. Nach dem Absetzen des Niederschlages wird durch nochmaligen Zusatz von Natriumcarbonatlösung auf Vollständigkeit der Fällung überprüft und filtriert. Nach Abfiltrieren wird der Niederschlag mit Sodalösung, danach mit Wasser gewaschen und getrocknet. Das Lufttrocknen kann durch Auftropfen von wenig Ethanol oder Aceton beschleunigt werden. Nach dem Trocknen wird das Bleisalz im Mörser zerrieben und in eine Chemikalienflasche gefüllt.

Hinweis: Da bei dieser Fällung der Grenzwert der Abwasserverordnung nicht eingehalten wird, gibt man das Filtrat in das Sammelgefäß „Schwermetalle“.

Fällung von Zinkcarbonat /1/

Zinkchloridlösungen fallen im Chemieunterricht zum Beispiel als verbrauchte Lösungen im Kippschen Wasserstoffentwickler an.

Durch Fällung mit Natriumcarbonat läßt sich analog der Bleicarbonatfällung Zinkcarbonat gewinnen. Durchführung analog Bleicarbonatfällung.

Fällung von Kupferoxid /1/

Kupfer(II)-verbindungen spielen im Chemieunterricht eine wesentliche Rolle. Das Verfahren dient dazu, aus Kupfersalzlösungsresten Kupfer(II)-oxid präparativ zurückzugewinnen.

Geräte / Chemikalien

Bechergläser, Heizplatte, Glasstäbe, Schutzbrille, Handschuhe, Kupfersalzreste, Natronlauge 10%ig

Durchführung

Vorsicht! Natronlauge ist stark ätzend, Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen!

Ein Becherglas wird maximal zu einem Drittel mit Kupfersalzlösung gefüllt. Unter Umrühren wird zu der Lösung, die keine Komplexbildner enthalten darf (!), bis zur stark alkalischen Reaktion Natronlauge zugesetzt. Nach Vollständigkeit der Fällung wird das Becherglas zum Sieden erhitzt und bis zur völligen Schwärzung und Absetzen des Niederschlags unter Umrühren im Sieden belassen. Zweckmäßig deckt man das Glas mit einem Bierfilz ab, der eine Bohrung für den Glasstab hat.

Nach dem Abkühlen wird filtriert, der Niederschlag mit Wasser neutral gewaschen und an der Luft getrocknet.

Das Filtrat gießt man in den Abfallbehälter „Basen“.

Fällung von Nickel als Diacetyldioximkomplex /1/

Die Fällung von Nickel mit Diacetyldioxim eignet sich gut zur Abscheidung von Nickel-Ionen. In einem Ansatz können bis maximal 100 mg Nickel gefällt werden. Der Komplex könnte als Ur-titer zum Einstellen von EDTA-Lösungen verwendet werden.

Geräte / Chemikalien

Bechergläser 250 oder 400 ml, Glasstäbe, Thermometer, Uhrgläser, Trichter, Filterpapier, Nickelsalzlösung, einprozentiges ethanolisches Diacetyldioxim, verdünnte Ammoniaklösung, Indikatorpapier

Durchführung

100 ml Nickelsalzlösung werden auf etwa 80 °C erwärmt und mit 60 ml einprozentiger ethanolischer Diacetyldioximlösung versetzt. Nun gibt man verdünnte Ammoniaklösung dazu, bis die Reaktion gerade alkalisch ist gegen Indikatorpapier.

Das Becherglas wird mit einem Uhrglas bedeckt und auf eine Heizplatte oder in ein Wasserbad gestellt, bis sich der Niederschlag zusammenballt.

Nach Abkühlen und Absetzen des Niederschlags wird auf Vollständigkeit der Fällung geprüft und danach durch ein hartes Papier filtriert. Der Niederschlag auf dem Filter wird fünf- oder sechsmal mit wenig heißem Wasser gewaschen, danach mit Ethanol. Dann wird das Präparat im Trockenschrank bei 100 °C getrocknet.

Qualitativer Nachweis von Mehrfachbindungen /2/

In der Experimentierliteratur wird oft der Nachweis von Doppelbindungen mit Brom beschrieben. Es entsteht gefährlicher Abfall, außerdem werden häufig chlorierte Kohlenwasserstoffe verwendet. Die in der älteren Literatur beschriebene Bayer-Probe ist eine umweltfreundliche Alternative. Als Lösungsmittel eignet sich das wasserlösliche Propanol.

Geräte / Chemikalien

Reagenzgläser, Speiseöl, Margarine, Ölsäure, Butter, Styrol, Cyclohexen, jeweils als 2...5%ige Lösung in n- oder iso-Propanol; Kaliumpermanganatlösung 0,1...0,2%ig

Hinweis: Die Auflösung von Fetten in Propanol kann durch Einstellen des Gefäßes in heißes Wasser erleichtert werden. Die Butterlösung ist etwas trüb, was jedoch auf den Versuch keinen Einfluß hat.

Durchführung

Etwa 2 ml Fettlösung oder Styrol oder Cyclohexenlösung werden mit einem oder zwei Tropfen Kaliumpermanganatlösung versetzt. Die sofortige Entfärbung zeigt Doppelbindung an.

Will man den unterschiedlichen Gehalt an Doppelbindungen in Speiseöl oder Margarine nachweisen, verwendet man je eine ca. 5%ige Lösung in Propanol. Hierbei wird tropfenweise (Tropfenzähler) Kaliumpermanganat zugefügt, bis die Lösung violett ist. Bei größeren Konzen-

trationen fällt braunes Manganoxidhydrat aus (nach jedem Tropfen 1...2 min warten). Der Farbumschlag ist erreicht, wenn die violette Färbung 3 min bestehen bleibt. Versuchsreste gibt man in den Abfallbehälter organische Stoffe.

Extraktion /3/

Der eindrucksvolle Versuch zur Extraktion eines Gemisches aus Kaliumchromat und Iod wurde so modifiziert, daß das giftige Kaliumchromat durch einen ungiftigen Stoff ersetzt wurde und ferner das Extraktionsmittel regeneriert wird.

Geräte / Chemikalien

Scheidetrichter,
Eisen(III)-chloridlösung 10%ig, Kaliumiodid-lösung 1%ig, verd. Salzsäure, Benzin (Petrolether), Natriumthiosulfat, Natriumsulfat (wasserfrei)

Durchführung

Der Scheidetrichter wird zur Hälfte mit Wasser (Leitungswasser genügt) gefüllt. Tropfenweise wird Eisen(III)-chloridlösung bis zur zitronengelben Farbe dazugegeben, ferner 2 oder 3 Tropfen verdünnte Salzsäure und tropfenweise soviel Kaliumiodid, daß die Lösung deutlich braun gefärbt ist. Dann wird etwa ein Viertel des Inhaltes Benzin zugefügt, und es wird ausgeschüttelt. Nach Phasentrennung wird die wäßrige Phase abgelassen. Sie kann verworfen werden. Zur Benzinsphase gibt man festes Natriumthiosulfat, schüttelt bis zur Entfärbung. Um Wasserspuren zu binden, setzt man 1 Spatel Natriumsulfat zu, schüttelt und sammelt das klare Benzin in einer Vorratsflasche.

Nachweis von Oxidationsmitteln

Zum Nachweis von Oxidationsmitteln kann eine angesäuerte Kaliumiodidlösung verwendet werden. Im positiven Fall wird das Iodidion zu elementarem Iod oxidiert, welches sich in Chloroform mit violetter Farbe löst. Durch den Einsatz von Kaliumiodidstärkepapier kann man das Chloroform einsparen. Der Nachweis läßt sich als Tüpfelprobe durchführen und ist empfindlicher.

Oxidationsmittel sind zum Beispiel die Perborate als Bleichmittel im Waschpulver oder auch Hypochlorit in Sanitärreiniger.

Geräte / Chemikalien

Tüpfelplatte,
verdünnte Schwefelsäure, Kaliumiodidstärkepapier, Oxidationsmittel, z. B. Wasserstoffperoxid, Kaliumpermanganatlösung, Eisen(III)-chloridlösung, Sanitärreiniger, Waschpulver

Durchführung

Je 1 Tropfen Probe und verdünnte Schwefelsäure auf die Tüpfelplatte geben und Kaliumiodidstärkepapier eintauchen.
Positiv: Blaufärbung

Nachweis reduzierender Verbindungen /4/

Der klassische Nachweis von Glucose mit Fehlingscher Lösung kann bei ungeschickter Arbeitsweise leicht zum Siedeverzug führen, also eine Unfallquelle darstellen. Ein weiterer Nachteil ist das nicht eindeutige Resultat bei Formaldehyd, bedingt durch die Cannizzarro-Reaktion.

Die notwendige Temperatur wird durch die Lösungswärme von festem Natriumhydroxid erreicht, so daß auf Brenner verzichtet werden kann (für Biologieunterricht interessant).

Geräte / Chemikalien

Reagenzgläser 16 mm × 160 mm, Reagenzglasraster, Schutzbrille, Bürette,
Natriumhydroxid fest, Kupfersulfat mit Weinsäure oder Citronensäure im Verhältnis 1:2...1:3 verreiben, Glucose, Formaldehyd (Es reicht aus, wenn die kristallinen Stoffe durch Schütteln vermischt werden.)

Durchführung

Arbeitsschutz: Schutzbrille tragen!
Das Reagenzglas darf maximal 2 cm hoch gefüllt sein. Es muß im Reagenzglasraster stehen, wenn das Natriumhydroxid zugegeben wird. Die Probe am besten nur 1 cm hoch einfüllen, mit einer reichlichen Spatelspitze CuSO_4 -Citronensäure (Reagenz I) versetzen und darauf maximal 3 Plätzchen Natriumhydroxid (Reagenz II) werfen. Nach einer Induktionszeit von maximal 3 min tritt die Reaktion ein. Möglichst konzentrierte Lösungen verwenden, damit die Reduktion bis zum elementaren Kupfer abläuft. Wenn die überstehende Lösung farblos ist, kann das Kupfer abfiltriert werden und das Filtrat in den Abfallbehälter „Basen“ gegeben werden. Das Kupfer kann auf einem Papierfilter gesammelt werden.

Nachweis von Halogenen in organischen Verbindungen /5/ /6/

Die Beilsteinprobe zum einfachen Nachweis von Halogenen in organischen Verbindungen ist nicht so unproblematisch, wie angenommen wurde. In der Literatur wurde über Untersuchungen berichtet, die belegen, daß beim Nachweis Dioxinderivate in Spuren entstehen. Eine weitere Probe ist der Kalkaufschluß nach G. MEYENDORF. Sie ist aufwendiger, zeigt aber auch, daß die Probevorbereitung (Überführung des Analyten in eine bestimmbare Form) unabdingbar ist.

Geräte / Chemikalien

Becherglas 50 ml, Trichter, Filter, Schutzbrille, Calciumoxid, destilliertes Wasser (halogenfrei, Blindprobe), verdünnte Salpetersäure, Silbernitratlösung, organische Verbindungen, z. B. PVC, Fettfleckenentferner

Durchführung

Probe mit 3...5facher Menge Calciumoxid mischen. Darüber im Reagenzglas noch eine 1 cm hohe Calciumoxidschicht erhitzen, bis zum Glühen. Danach Reagenzglas (heiß!) in das Becherglas geben, welches zur Hälfte mit destilliertem Wasser gefüllt ist. Das Reagenzglas zerspringt. Die Lösung ist mit verdünnter Salpetersäure bis zur sauren Reaktion zu versetzen und zu filtrieren. Dann zum Filtrat Silbernitratlösung zugeben.

Hinweis: Es können auch Reaktionsprodukte, die bei der Substitution von Alkanen mit Halo-

genen entstehen, eingesetzt werden. Diese müssen durch Waschen mit destilliertem Wasser von Halogenidverunreinigungen befreit werden.

Literatur

- 1 Proske, W.; Hupfer, Th.: Recycling von Schwermetallen (Ingenieurarbeit). – Staatliche Technikerschule, Bereich Ingenieurschule für Chemie. – Berlin, 1992
- 2 Pohloudek/Fabini/Beyrich: Organische Analyse unter besonderer Berücksichtigung von Arzneistoffen. – Leipzig, 1975. – S.19
- 3 Chemie heute, Sekundarbereich I. – Hannover, 1988. – S. 33
- 4 Neymeyer, H. G.: Ausgewählte orientierende Tests zur dringlichen Diagnostik. – In: Zeitschrift für medizinische Laboratoriumsdiagnostik. – 28(1987) 1, Beilage
- 5 Meyendorf, G.: Einfache chemische Schülerversuche. – Berlin, 1961. – S. 216
- 6 Beilsteinprobe als Dioxinquelle. – In: Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium. – 40(1992) 4. – S.