

Gewinnung von Kupfer aus Kupferoxid

Versuchsziele

- Industrielle Kupfergewinnung verstehen
- Stoffumwandlung beobachten
- Redoxreaktion kennenlernen

Grundlagen

Bei Erzen handelt es sich um bergmännisch aus der Erdkruste abgebaute und meist weiterverarbeitete Gesteinsgemenge, welche meist Metalle in Verbindung mit anderen Stoffen enthalten. Die in der Natur vorkommenden Erze sind hauptsächlich Sulfide und Oxide.

Im Falle des Kupfers sind die häufigsten Erze die Kupfersulfide wie Kupferkies (CuFeS_2) oder Buntkupfererz (Cu_5FeS_4). Zu den häufigsten Kupferoxiden zählen das Schwarzkupfererz (CuO) und das Rotkupfererz (Cu_2O). Das Vorkommen der Kupfererze streckt sich über Nordamerika, Russland, Chile, Kongo und Simbabwe. In diesen Gebieten wird auch am meisten bergmännisch in Mienen abgebaut.

Kupfer wird nicht erst seit der Antike durch die Menschen genutzt. So wurde ab ca. 5000 v. Chr. Kupfer schon verwendet. Diese Nutzung gab der Zeit den eigenen Namen Kupfersteinzeit. Eine Legierung, also eine Mischung aus Kupfer und Zinn, nennt sich Bronze und wird seit knapp 3000 v. Chr. genutzt. Sie gab dem nachfolgenden Zeitalter ihren Namen (Bronzezeit).

In der Natur kommt Kupfer ganz selten als reines Element, also als Metall, vor. In den meisten Kupfervorkommen werden Kup-

fererze gefunden. Durch Verhüttung lässt sich aus diesen Erzen Kupfer gewinnen.

Im Falle von Kupferoxiden geschieht dies durch Reduktion bei hohen Temperaturen in riesigen Hochöfen. Sulfide werden zuvor mit Sauerstoff geröstet um Oxide zu erhalten.

Kupfer wird in unserer Gesellschaft wegen seiner ausgezeichneten elektrischen Leitfähigkeit zur Herstellung elektrischer Leitungen (umgangssprachlich: Kabel) verwendet. Neben der sehr guten elektrischen Leitfähigkeit verfügt Kupfer auch über eine gute Wärmeleitfähigkeit. Daher wird es auch für Koch- und Kühlgeräte verwendet. Außerdem spielt es z.B. als Münzmetall und bei der Verarbeitung für Dachbedeckungen eine wichtige Rolle in unserem Alltag.

Als Mischung mit anderen Metallen ergeben sich viele verschiedene Legierungen die für unterschiedlichste Einsatzzwecke genutzt werden. Die häufigsten und bekanntesten Legierungen sind Bronze und Messing.

In diesem Versuch wird Kupfer(II)-oxid, das in der Natur als Schwarzkupfererz vorkommt, mit Hilfe von Kohlenstoff zu elementarem Kupfer reduziert.

Gefährdungsbeurteilung

Neben den allgemeinen Gefahren die von Chemikalien ausgehen, ist besondere Vorsicht mit dem Umgang der Calciumhyd-



Abb. 1: Versuchsaufbau

roxid-Lösung geboten, da dieses ätzend wirkt. Das Kupfer(II)-oxid nicht ins Abwasser geben, da dieses sehr giftig für Wasserorganismen ist. Glaswolle nicht mit den Fingern berühren. Schutzbrille tragen. Lange Haare vor Brenner schützen.

Kupfer(II)-oxid, Pulver	
 Signalwort: Achtung	Gefahrenhinweise H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. Sicherheitshinweise P260 Staub nicht einatmen. P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
Calciumhydroxid	
 Signalwort: Gefahr	Gefahrenhinweise H318 Verursacht schwere Augenschäden. Sicherheitshinweise P280 Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.

Geräte und Chemikalien

1 Bunsenstativ, 450 mm hoch.....	666 502
1 Doppelmuffe S.....	301 09
1 Universalklemme 0...80 mm.....	666 555
2 Bechergläser DURAN, 100 ml, nF.....	664 101
1 Dreifuß, 26 cm x 14 cm Ø.....	666 683
1 Wärmeschutznetz 160 mm x 160 mm.....	666 685
oder	
1 Magnetrührer mit Heizplatte, rund.....	666 8471
1 Mörser Porzellan, 70 mm Ø.....	667 092
1 Pistill 52 mm.....	608 360
1 Trichter, Boro 3.3, 80 mm Ø.....	665 004
1 Faltenfilter Sorte 595, 100 Stk.....	609 082
1 Reagenzglasgestell, f. 9 Gläser, 18 mm Ø....	667 050
1 Reagenzglas Supremax, 16x160mm, Satz 10.	664 047
1 Doppelspatel Edelstahl, 150 mm.....	666 962
1 Gummistopfen 1 Loch 7 mm, 14...18 mm Ø..	667 254
1 Pinzette stumpf 130 mm.....	667 027
1 Winkelrohr, 90°, 250/50 mm, 8 mm Ø.....	665 231
1 Teclubrenner, Allgas.....	656 017
1 Sicherheitsgasschlauch, 1 m.....	666 729
1 Kompaktwaage, 600 g : 0,01 g.....	ADAHCB602H
1 Holzkohle, kleine Stücke, 500 g.....	672 2490
1 Calciumhydroxid, 50 g.....	671 2900
1 Kupfer(II)-oxid, Pulver, 50 g.....	672 9500
1 Glaswolle, 100 g.....	672 1010
1 Wasser, rein, 1 l.....	675 3400

Versuchsaufbau und -vorbereitung

Vorbereitung

- Die Universalklemme mit Hilfe der Doppelmuffe S am Bunsenstativ befestigen.

- Ein 100 ml Becherglas auf einen Dreifuß mit Wärmeschutznetz oder einem Magnetrührer mit Heizplatte stellen.
- Zunächst ein kleines Stück Holzkohle in dem Mörser mit dem Pistill zerkleinern und zu feinem Pulver vermahlen.
- Anschließend eine gesättigte Calciumhydroxid-Lösung herstellen. Dazu wird 0,1 g Calciumhydroxid unter Erwärmung (auf dem Dreifuß oder dem Magnetrührer mit Heizplatte) und Rühren in 50 ml H₂O dest gelöst.

Achtung: Brandgefahr von z.B. langen Haaren

- Die Lösung wird nach dem Abkühlen filtriert. Hierzu wird der Trichter mit der Universalklemme befestigt und ein Faltenfilter in den Trichter gelegt. Unter den Trichter wird ein zweites Becherglas zum Auffangen des Filtrates gestellt. Eventuell ein zweites Mal filtrieren um eine klare Flüssigkeit zu erhalten. Die gewonnene Calciumhydroxid-Lösung wird auch Kalkwasser genannt.

Durchführung

- 4 Spatelspitzen Kupfer(II)-oxid und 2 Spatelspitzen des gemahlene Holzkohlepulvers in ein Reagenzglas geben und durch leichtes Schütteln mischen. Das Reagenzglas mittels der Universalklemme waagrecht im Stativ befestigen.
- Mit der Pinzette etwas Glaswolle in die Mitte des Reagenzglases stecken.
- Den kurzen Schenkel des Winkelrohres durch das Loch des Gummistopfens führen. Das Reagenzglas mit dem Winkelrohr so verschließen, dass die Öffnung des Winkelrohres nach unten zeigt.

Hinweis: Um ein leichteres Einführen des Winkelrohres zu ermöglichen den Stopfen anfeuchten. Es kann sonst bei zu großem Druck zum Brechen der Winkelrohre kommen

- Das Becherglas zur Hälfte mit der gesättigten Calciumhydroxid-Lösung füllen und unter das Winkelrohr stellen. Das Rohr sollte einige Millimeter in die Lösung eintauchen.
- Den Brenner anzünden und die Luftzufuhr voll öffnen. Um Spannungen zu vermeiden, zunächst das gesamte Reagenzglas erwärmen, dann nur noch den Bereich mit der Kupfer(II)-oxid/ Holzkohlepulver.

Achtung: Brandgefahr von z.B. langen Haaren

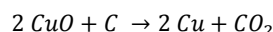
- Nach einigen Minuten das Winkelrohr aus der Calciumhydroxid-Lösung entfernen und das Erhitzen beenden. Die Brennerflamme löschen.

Beobachtung

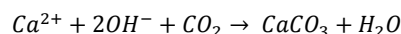
Nach kurzer Zeit steigen Gasblasen im Becherglas auf und es bildet sich ein weißer Niederschlag. Im Reagenzglas bildet sich rotes Kupfer.

Auswertung

Das Kupfer(II)-oxid wird durch den Kohlenstoff reduziert. Hierbei entsteht elementares (rotes) Kupfer und Kohlenstoffdioxid.



Das entstandene Kohlenstoffdioxid wird mit dem Kalkwasser nachgewiesen. Bei der Blasenbildung im Kalkwasser ist weißes Calciumcarbonat ausgefallen.



Ergebnis

Durch Reduktion von Kupfer(II)-oxid mit Kohlenstoff wurde elementares Kupfer gewonnen. Das Entstandene Kohlenstoffdioxid wurde mit Hilfe von Kalkwasser nachgewiesen

Reinigung und Entsorgung

Das Kohlepulver/Kupfer(II)-oxid-Gemisch aus dem Reagenzglas in einem Sammelbehälter für Schwermetalle entsorgen.

Die Calciumhydroxid-Lösung mit viel Wasser im Abfluss entsorgen.