

Mineralische Rohstoffe, Metalle und ihre Verwendung

1 Zur Einführung

1.1 Die Gebrauchsmetalle Kupfer, Zink, Eisen, Silber

Metalle sind schon seit der Frühzeit der Menschheit bekannt. Das älteste von Menschen benutzte Metall dürfte das Gold sein, das im Wesentlichen zu Schmuck verarbeitet wurde.

Von großer Bedeutung waren Kupfer, seine Legierungen mit Zink (Messing) und Zinn (Bronze) und einige Verbindungen, die aufgrund ihrer schönen Farbe als Malerfarbe und zum Glasieren von Tongefäßen verwendet wurden.

Die Nutzung von Kupfer ist durch archäologische Funde in allen frühen Hochkulturen dokumentiert: Ägypten (früher als 4000 v. Chr.), Mesopotamien (Irak/Iran; um 3500 v. Chr.), Indus (um 3000 v. Chr.).

Auch die spanischen Conquistadores fanden bei den Völkern Südamerikas den Gebrauch von Kupfer und Bronze vor.

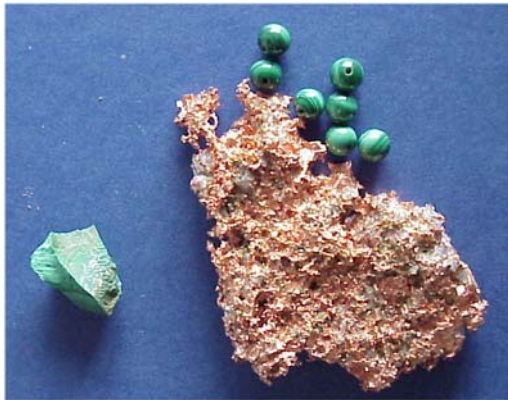


Abbildung 1: Kupfer kommt gediegen (=elementar) oder beispielsweise als Malachit vor. Malachit wird auch zu Schmuckperlen verarbeitet.

Die Ursache für die frühzeitige Verwendung von Kupfer liegt daran, dass es sich gut verarbeiten lässt, leicht aus Erzen gewonnen werden kann und nicht zuletzt daran, dass es „gediegen“, d.h. in elementarer Form vorkommt (**Abbildung 1**). Solche Kupfervorkommen finden sich auf der Sinai-Halbinsel, in Oman, in Indien bei Coimbatore und Madras sowie auf Zypern. Der Name Kupfer soll sich von den Funden auf der Insel Zypern ableiten.

Wo kein elementares Kupfer vorkommt, lässt es sich aus Erzen wie Kupferkies (CuFeS_2), Kupfervitriol (wasserhaltiges Kupfersulfat $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$), Kupferglanz (Cu_2S) oder Malachit ($[\text{Cu}_2(\text{OH})_2]\text{CO}_3$) mit Hilfe einfacher Öfen und Holzkohle gewinnen. Solche Verfahren wurden schon in frühester Zeit

entdeckt. Der Kupfergewinn aus Erzen in Bischofshofen (Salzkammergut, Österreich) besaß große Bedeutung für die Metallzeit in Mitteleuropa. In **Versuch 3.5** zeigen wir die Gewinnung von Rohkupfer aus Malachit durch Reduktion mit Kohlenstoff.

Legierungen sind metallische Mehrstoffsysteme. Beispiele dafür sind Messing, eine Legierung aus Kupfer und Zink, sowie Bronze, eine Legierung aus Kupfer und Zinn.

Sie können in verschiedenen Zusammensetzungen auftreten, z.B. Rotmessing mit einem Zink-Gehalt von maximal 20 % oder Weißmessing mit einem Zinkgehalt von 50-80 % und unterscheiden sich damit von ionischen Verbindungen wie etwa Kochsalz, in dem Natrium und Chlor immer im gleichen Verhältnis vorliegen.

Bronze lässt sich im Gegensatz zum Kupfer leicht gießen (Gießen von Kirchenglocken), Messing ist härter als reines Kupfer.

Die Verwendung von Bronze für Werkzeuge und Waffen hat einer ganzen Epoche der Menschheitsgeschichte ihren Namen gegeben: der Bronzezeit. Frühe Bronze-Funde gibt es aus Ur (um 3500 v. Chr.) und Ägypten (um 3000 v. Chr.). In Europa findet man Gebrauchsgegenstände ab den ersten Jahrhunderten des zweiten Jahrtausends v. Chr., Messingfunde weisen ein ähnliches Alter auf. Vermutlich hat



Abbildung 2: Silberfarben: verzinkte Münzen.
Goldfarben: Bildung von Messing durch Erhitzen verzinkter Münzen.

man beide Legierungen dadurch entdeckt, dass man Kupfererze, die Zink- oder Zinnverbindungen enthielten, geschmolzen hat. Erst später wurden dann die reinen Metalle miteinander legiert. Im Praktikum wird die Herstellung von Messing durch Glühen einer verzinkten Kupfer-Münze (**Versuch 2.2.1, Abbildung 2**) und die Herstellung von Bronze aus Zinn- und Kupferpulver (**Versuch 2.2.2**) gezeigt.

Die Gewinnung von Metallen aus ihren Erzen durch die Reaktion mit Kohle wird heute noch durchgeführt. Das wichtigste Beispiel dafür ist der Hochofenprozess zur Gewinnung von Eisen.

Man kann Metalle aus ihren Oxiden aber auch mit Hilfe anderer Metalle, z.B. Aluminium, gewinnen. Ein solches aluminothermisches Verfahren wird zum Verschweißen von Eisenbahnschienen benutzt. Dabei entsteht durch die freiwerdende Wärme gussfähiges Eisen. Diesen „Thermit“-Versuch führen wir im Praktikum durch (**Versuch 3.4, Abbildung 3**).



Abbildung 3: Aluminothermische Eisendarstellung (Thermit-Versuch). In den Blumen-opf gibt man die Mischung aus Aluminiumpulver und Eisen(II)oxid und zündet. Das flüssige Eisen tropft aus der Reaktionsmischung.

1.2 Die Analyse von Gesteinen- von den Proberstuben zur Röntgenstrukturanalyse

Die Entwicklung der Metallurgie erforderte Prüfverfahren für die eingesetzten Rohstoffe und Produkte. So fanden die „Probiierer“ bereits im Mittelalter Wege, das Vorhandensein eines Stoffes in einer Probe des (vermeintlichen) Metalles oder Erzes nachzuweisen. Beispiele dafür sind die Flammenfärbung durch Kupfersalze und die Bildung einer blauen Lösung von Kupfer mit Ammoniak (**Versuche 2.1.3**). Die „Proberstuben“ waren gewissermaßen einfache chemische Laboratorien.

Aus Kupfervitriol wurde Schwefelsäure gewonnen, mit deren Hilfe man Salpetersäure und „Königswasser“ (eine Mischung aus Salz- und Salpetersäure, mit dem man sogar Gold lösen kann) herstellen konnte. Die Säuren wurden zu Löslichkeitsversuchen von Metallen benutzt.

Solche Nachweisreaktionen werden heute noch benutzt. Wir führen sie im Praktikum in den **Versuchen 2.1.1-2, 3.1, 3.2** durch.

Mit der Röntgenstrukturanalyse kann man Kristalle oder pulverförmige Substanzen analysieren. Röntgenstrahlen sind elektromagnetische Wellen die in die Substanz eintreten können. In Verbindungen bilden Atome oder Ionen Schichten, an denen auftreffende Röntgenstrahlen abgelenkt werden. Aus der Art der Ablenkung kann man für jede Substanz die Position der sie aufbauenden Teilchen rekonstruieren (die Details dieser Technik sind recht schwierig, sie können daher nicht dargestellt werden). Als Ergebnis ergibt sich ein charakteristisches Ablenkungs- und Intensitätsmuster, das man mit bereits vorhandenen Daten vergleichen kann. So kann man eine Substanz identifizieren.

Wir wenden diese Technik zusammen mit der klassischen chemischen Analyse im Praktikum (**Versuch 3.3, Abbildung 4**) am Beispiel einer Eierschale und eines Steinbrockens von der Schwäbischen Alb an. Es zeigt sich, dass beide Proben Calciumcarbonat enthalten.

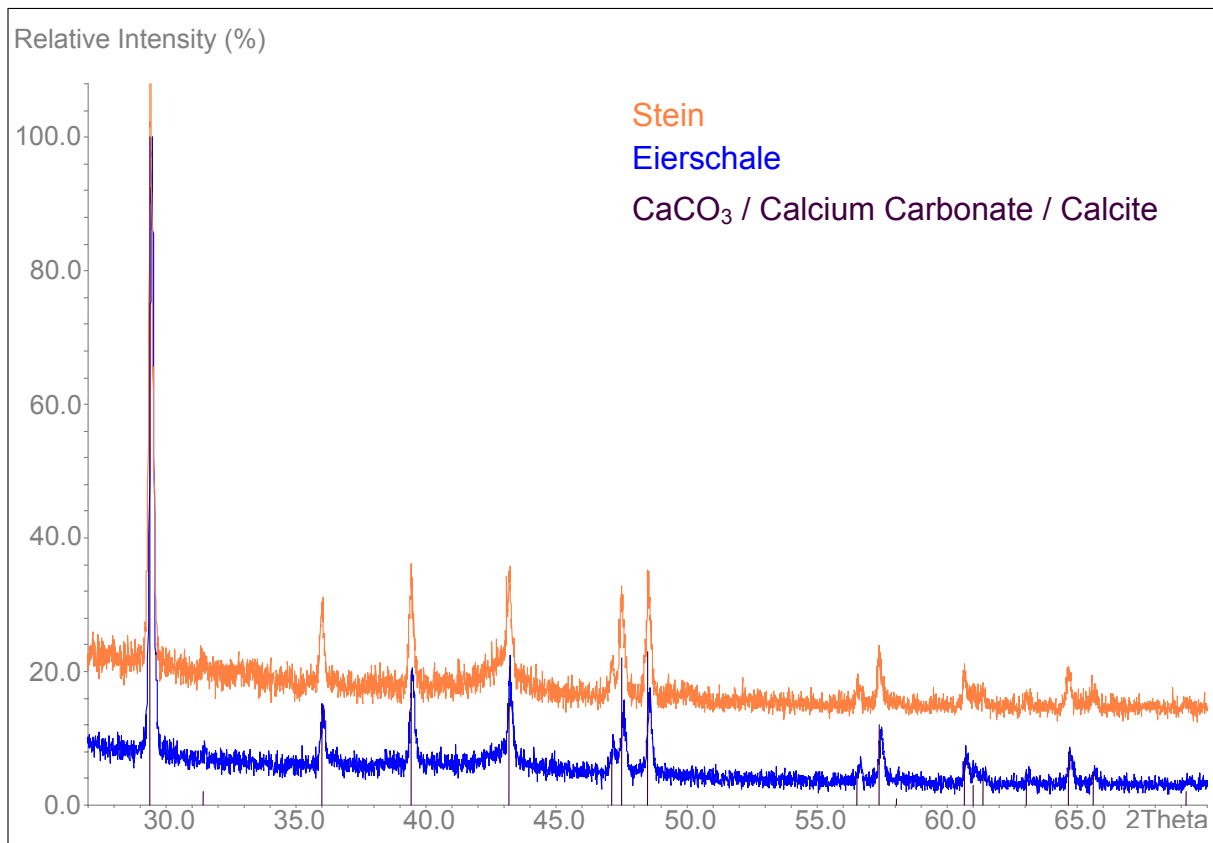


Abbildung 4: Diffraktogramme von einer Eierschale und einem Kalkstein von der Schwäbischen Alb im Vergleich zum Reflexmuster von Calcit.

Calciumcarbonat kann in verschiedenen Modifikationen vorkommen, die sich in ihrer Struktur unterscheiden: Calcit und Aragonit (**Abbildung 5**).

Das Ergebnis der Röntgen-Untersuchung ist, dass erstaunlicherweise Vogeleier und Kalkstein aus der gleichen chemischen Substanz, dem Calcit aufgebaut sind!



Abbildung 5: Calciumcarbonat kommt in verschiedenen Formen in der Natur vor. Links: Aragonit, rechts: Calcit in Eierschalen und Kalkstein. Schneckenhäusern, Weichtiere bilden sowohl Calcit (Hauptmenge), wie auch Aragonit in der Perlmuttschicht. Das Schneckenhaus enthält also beide Modifikationen.

1.3 Das Silber und die Photographie

Das Silber ist wie das Kupfer seit frühgeschichtlicher Zeit bekannt. Es findet sich häufig als silberhaltiger Bleiglanz (Bleiglanz vom Schauinsland bei Freiburg wird in **Versuch 3.2** untersucht). Der Silberbergbau war in ganz Mitteleuropa verbreitet, in Süddeutschland beispielsweise im Schwarzwald (Schauinsland, Freudenstadt).

Die Silbererze mussten ebenfalls „probiert“ werden. Dazu diente die Cineritium-Probe (cinis = Asche): In einer Schale (Kupelle) aus Asche wurde das silberhaltige Bleierz erhitzt, so dass zuerst geschmolzenes Blei und dann die Bleioxide entstanden. Letztere wurden von der Kupelle „aufgesogen“, und zurück blieben kleine Körnchen Silber.

Im Praktikum zeigen wir einige Nachweisreaktionen für Silber (**Versuche 2.1.4**).

Silbersalze sind lichtempfindlich, eine Eigenschaft, die schon seit dem 18. Jahrhundert bekannt ist und die schließlich zu der Entwicklung der Photographie im 19. Jahrhundert führte.

Die Schwärzung von Silbernitratpapier (und der Silberhalogenide) am Licht beruht auf der Bildung von elementarem Silber, das in schwarzen Pünktchen auf dem Papier zurückbleibt. Überschüssiges Silbersalz kann durch Fixiersalz-Lösung (Natriumthiosulfat-Lösung) herausgelöst werden, so dass man ein beständiges Bild erhält.

Das chemische Prinzip der Photographie wird in **Versuch 2.3** gezeigt.

2. Die Experimente Klasse 10- von Aline M. Pessoa de Matos und Stefanie Melcher



2.1 Nachweisreaktionen für Eisen, Zink, Kupfer und Silber

2.1.1 Eisen

Vorkommen: Magneteisenstein (Magnetit) Fe_3O_4 , Roteisenstein (Hämatit) Fe_2O_3 , Brauneisenstein $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$.

Verwendung: Werkstoff, Stahl (Eisenlegierung), Magnete.

Nachweisreaktion für Eisen:

Geräte: Reagenzgläser, Feile

Chemikalien: Eisen-(III)-Chlorid (FeCl_3), Kaliumthiocyanat (KSCN), Salzsäure (HCl), Hämatit

Durchführung: Eine Spatelspitze Eisensalz wird in ein Reagenzglas gegeben und in wenig Salzsäure aufgelöst. Nun werden einige Tropfen Kaliumthiocyanat-Lösung hinzugegeben.

Nachweis von Eisen im Hämatit

Durchführung: Von dem Gestein wird ein wenig abgefeilt und in ein Reagenzglas gegeben. Nun werden die Gesteinsproben in wenig Salzsäure gelöst und einige Tropfen KSCN-Lösung hinzugegeben.

2.1.2 Zink

Vorkommen: Zinkblende (Sphalerit) und Wurtzit, beide ZnS , Zinkspat (ZnCO_3)

Verwendung: Batterien, Legierungen (z.B. Messing), Schutzüberzug für andere Metalle.

Nachweisreaktion für Zink:

Geräte: Magnesiumrinne, Bunsenbrenner

Chemikalien: Zinkoxid (ZnO), Kobaltnitratlösung ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$) (giftig)

Durchführung: Auf einer ausgeglühten Magnesiumrinne wird eine Spatelspitze Zinkoxid mit einem Tropfen Kobaltnitratlösung in der Flamme geglüht.

2.1.3 Kupfer

Vorkommen: Kupferkies (Chalkopyrit) CuFeS_2 , Kupferglanz (Chalkosin) Cu_2S , Malachit $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, Buntkupferkies (Bornit) Cu_5FeS_4 , Covellin CuS , Rotkupfererz (Cuprit) Cu_2O .

Verwendung: Elektrische Leitungen, Werkstoffe, Farbstoffe, Legierungen (Bronze, Messing)

Nachweisreaktion für Kupfer:

Geräte: Reagenzglas, Pipetten, Feile
Chemikalien: Kupfersulfat (CuSO_4), Ammoniak-Lösung (NH_3)
Durchführung: Eine Spatelspitze Kupfersulfat wird in ein Reagenzglas gegeben und in wenig Wasser gelöst. Mit einer Pipette werden einige Tropfen Ammoniak-Lösung hinzugegeben.

Nachweis von Kupfer im Malachit

Durchführung: Von dem Gestein wird ein wenig abgefeilt und in ein Reagenzglas gegeben. Durch Zugabe von Salzsäure löst sich die Gesteinsprobe. Die Lösung wird mit Wasser verdünnt und mit Ammoniak versetzt.

Nachweis von Kupferhalogeniden durch Flammenfärbung

Geräte: Magnesiastabchen, Bunsenbrenner
Chemikalien: Kupfer(II)-chlorid (CuCl_2)
Durchführung: Ein Magnesiastabchen wird angefeuchtet und in festes Kupferchlorid getaucht. Das Stabchen wird anschließend in die Flamme gehalten.

2.1.4 Silber

Vorkommen: Die Lagerstätten mit gediegenem Silber sind weitgehend abgebaut. Silberminerale sind der Silberglanz (Argenit) Ag_2S , Pyrargyrit (Dunkles Rotgültigerz) Ag_3SbS_3 , Proustit (Lichtes Rotgültigerz) Ag_3AsS_3 . Wichtig ist auch das gemeinsame Vorkommen von Silber mit Bleimineralien.

Verwendung: Spiegel, Schmuck, Zahnfüllungen (als Amalgam), Elektroindustrie.

Nachweisreaktionen für Silber:

Nachweis als Silberchlorid

Geräte: Reagenzglas
Chemikalien: Silbernitratlösung (AgNO_3), Salzsäure (HCl)
Durchführung: In ein Reagenzglas mit etwas Silbernitratlösung wird Salzsäure zugetropft.

Nachweis als Silberchromat-Kristalle (Ag_2CrO_4)

Geräte: Objektträger, Pipetten
Chemikalien: Silbernitrat, Natriumchromatlösung (Na_2CrO_4): Giftig!
Durchführung: Auf einen Objektträger gibt man mit einer Pipette einen Tropfen Silbernitratlösung und einen Tropfen Natriumchromatlösung. Lässt man die Flüssigkeit eintrocknen, so kann man anschließend Kristalle erkennen, die man unter dem Mikroskop betrachten kann.

Nachweis als $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ -Kristalle

Geräte: Objektträger, Pipetten
Chemikalien: Silberchlorid (AgCl). Verwende das abfiltrierte Produkt der ersten Nachweisreaktion! Ammoniaklösung.
Durchführung: Das Silberchlorid wird in Ammoniak gelöst. Ein Tropfen der Lösung wird auf einen Objektträger getropft. Zum Auskristallisieren lässt man eintrocknen.

2.2 Experimente mit den Metallen

2.2.1 Verzinken einer Münze

- Geräte: Becherglas, Bunsenbrenner, Tiegelzange, Glasstab
Chemikalien: Natriumhydroxidplättchen (NaOH), Zinkpulver (Zn), kupferhaltige Münzen
- Durchführung 1: In ein Becherglas gibt man Natronlauge (Natriumhydroxidplättchen in Wasser gelöst) und etwas Zinkpulver. Nun gibt man einige Münzen hinein und erwärmt unter Rühren bis zum Sieden. Die Münzen werden mit einer Tiegelzange herausgenommen und unter fließendem Wasser abgekühlt.
- 2: Hält man die verzinkte Münze mit einer Tiegelzange in die Flamme, verschmelzen Zink und Kupfer zu Messing.

2.2.2 Herstellung von Bronze

- Geräte: Korundtiegel, Simon-Müller-Ofen, Tiegelzange, Mörser mit Pistill
Chemikalien: Kupfer (Cu), Zinn (Sn)
Durchführung: 4g Kupfer (Pulver) und 1g Zinn (Pulver) werden im Mörser gründlich gemischt und in einen Korundtiegel gegeben. Das Gemisch wird im Ofen bei 1000 °C etwa 1 Stunde geglüht. Nach dem Herausnehmen lässt man den Tiegel abkühlen und schlägt die Legierung heraus.

2.2.3 Nachweis von Zucker durch Fehling-Reaktion

- Geräte: Reagenzglas, Bunsenbrenner, Reagenzglashalter
Chemikalien: Fehling I-Lösung: Kupfersulfatlösung (CuSO_4), Fehling II-Lösung: Na-K-Tartrat + NaOH
Durchführung: In einem Reagenzglas werden einige Tropfen Fehling I und Fehling II zusammen gegeben. Gibt man nun eine Glukoselösung hinzu, fällt beim Erwärmen ein ziegelroter Niederschlag aus.

2.2.4 Silberspiegelprobe

- Geräte: Reagenzglas, Becherglas, Bunsenbrenner
Chemikalien: Glukoselösung, Silbernitrat-Lösung (AgNO_3), Ammoniak-Lösung (NH_3), Natronlauge (NaOH)
Durchführung: Zu 2 mL einer Silbernitrat-Lösung fügt man Ammoniak bis sich der zunächst gebildete Niederschlag aufgelöst hat. Danach gibt man 5 Tropfen Natronlauge zu und dann verdünnte Ammoniak-Lösung, bis sich der gebildete Niederschlag gerade wieder gelöst hat. Zu der Reagenzlösung gibt man einige Tropfen einer wässrigen Glukoselösung und erwärmt im Wasserbad.

2.2.5 Reinigung von Silberschmuck

- Geräte: Heizrührer, Glasschale
Chemikalien: Alufolie, Kochsalz (NaCl), zu reinigendes Silber
Durchführung: Das Silber wird locker in Alufolie gewickelt und in eine mit Kochsalz-Lösung gefüllte Glasschale gegeben. Nun wird unter Rühren gekocht. Nach etwa einer halben Stunde wird das Silber wieder herausgenommen.

2.3 Einfache Versuche zur Photographie: Lichtempfindliches Papier

Geräte: Zeichenpapier, 2 Kunststoffschalen, Pappkartons als Dunkelkammer, Pappschablonen

Chemikalien: Silbernitrat-Lösung, Natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

Durchführung 1: Das Zeichenpapier wird in einer mit Silbernitrat-Lösung gefüllten Schale eingelegt, mit einer Pinzette herausgenommen und zum Trocknen unter eine Pappschachtel gelegt. Das trockene Papier wird in 2 Teile geschnitten, auf jedes Papier wird eine Schablone mit Büroklammern darauf befestigt und in die Sonne gelegt.

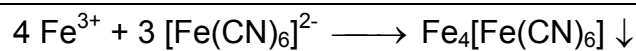
2: Nach etwa 10 Minuten nimmt man die Schablonen ab und taucht eines der Papiere in eine mit Natriumthiosulfat-Lösung gefüllte Schale (Fixierbad). Das zweite Stück Papier wird unbehandelt in die Sonne gelegt, das andere nach dem Fixieren.

3 Die Experimente Klasse 11- von Matthias Vollmer

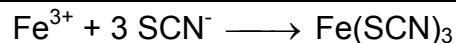


3.1 Nachweis einiger Metallionen

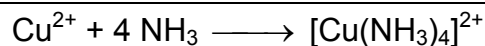
- Eisen (Fe):
- Zu einer Fe (II)-Salzlösung gibt man zunächst einige Tropfen Wasserstoffperoxid (H₂O₂) (**ätzend!**). Anschließend gibt man K₄[Fe(CN)₆]-Lösung zu. Es bildet sich sofort ein tiefblauer Niederschlag („Berliner Blau“).



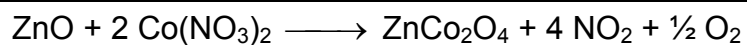
- Wiederum gibt man zunächst Wasserstoffperoxid zur Fe (II)-Salzlösung. Nach Ansäuern mit wenig Salzsäure (HCl) (**ätzend!**) gibt man Ammoniumthiocyanat-Lösung (NH₄SCN) zu. Die Lösung färbt sich blutrot.



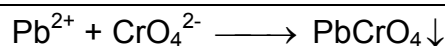
- Kupfer (Cu):
- Zur Lösung eines Cu(II)-Salzes gibt man Ammoniak (NH₃): Tiefblaue Färbung.



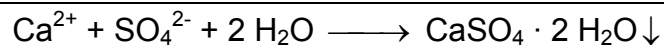
- Zink (Zn):
- Auf eine ausgeglühten Magnesia-Rinne gibt man eine Spatelspitze Zinkoxid. Dazu gibt man einen Tropfen Co(NO₃)₂-Lösung (**giftig!**) und glüht in der Bunsenbrennerflamme. Grünfärbung („Rinmanns Grün“) weist Zn nach.



- Blei (Pb):
- Gibt man zu einer Pb(II)-Salzlösung (**giftig!**) einige Tropfen einer Kaliumchromat-Lösung (K₂CrO₄) (**giftig!**), so beobachtet man einen gelben, kristallinen Niederschlag.



- Calcium (Ca):
- Auf einem Uhrglas wird Calciumcarbonat mit einigen Tropfen konz. HCl versetzt. In diese Lösung taucht man ein sauberes und gut ausgeglühtes Magnesiastäbchen und hält es anschließend in die Bunsenbrennerflamme. Man beobachtet eine ziegelrote Flammenfärbung.
 - Auf ein Uhrglas gibt man einen Tropfen einer salzsauren Lösung des Calciumcarbonats und einen Tropfen Schwefelsäure (**ätzend!**). Nach dem Verdunsten der Flüssigkeit (evtl. leicht erwärmen) beobachtet man die Bildung von farblosen Kristallen, die unter dem Mikroskop betrachtet werden können.



3.2 Untersuchung ausgewählter Mineralien

Mit einem Hammer wird von dem jeweiligen Mineral ein kleines Stück abgebrochen und im Mörser verrieben. Dieses Pulver löst man nun in einem Reagenzglas in Salzsäure (evtl. erwärmen). Mit der so entstandenen Lösung kann man die oben beschriebenen Nachweise durchführen.

Name des Minerals	Summenformel	Vorkommen
Hämatit	Fe ₂ O ₃	
Bleiglanz	PbS	
Dolomit	(Ca,Mg)CO ₃	
Aragonit	CaCO ₃	
Malachit	[Cu ₂ (OH) ₂]CO ₃	
Zinkblende	ZnS	

3.3 Was Eierschalen und Kalkstein gemeinsam haben

Ein Stück einer Eierschale wird im Mörser zerrieben und auf die oben beschriebenen Metalle untersucht. In gleicher Weise wird ein Stück Kalkstein von der Schwäbischen Alb untersucht.

Carbonat-Nachweis

Carbonat (CO₃²⁻) kann nachgewiesen werden, indem man die Substanz in einem Reagenzglas mit Salzsäure versetzt, und das entstandene Gas in einen Blasenähler mit gesättigter Ca(OH)₂-Lösung leitet. Befinden sich Carbonat-Ionen in der Substanz, so trübt sich die Lösung im Blasenähler allmählich durch ausfallendes CaCO₃.

Reaktionsgleichung:

Röntgenuntersuchung

Mit dem Pulver aus den Eierschalen und dem Kalkstein wird eine Röntgenuntersuchung durchgeführt.

3.4 Vom Magnetit zum Eisen: Das Thermit-Verfahren

Der Versuch muss im Freien durchgeführt werden! Sehr heftige Reaktion!

Ein Blumentopf aus Ton wird, nachdem das Loch mit einem Filterpapier verschlossen wurde, mit einem Gemisch aus 20 g Eisenoxid (Fe_2O_3) und 6 g Aluminiumgries (vorher im Mörser verreiben) befüllt. Danach wird mit 5 g Aluminiumpulver überschichtet. (Anstelle dieser Mischung kann auch eine fertige Thermitmischung verwendet werden.)

Diesen Tiegel stellt man auf einen Dreifuß, legt darunter eine Steinplatte und zündet das Gemisch mit Hilfe einiger Spatelspitzen Kaliumpermanganat, auf die man einige Tropfen Glycerin tropft.

Unter heftiger Funkenbildung und großer Hitze läuft die Reaktion ab, die sich bildende Flüssigkeit tropft durch das Loch im Tiegel auf die Steinplatte. Nach dem Abkühlen kann das entstandene Eisen mit einem Hammer von der Schlacke getrennt und mit einem Magneten identifiziert werden.

3.5 Vom Malachit zum Kupfer: Carbothermische Kupfergewinnung

2 g Malachit und 1 g Holzkohle werden fein zerrieben und in einem Porzellantiegel mit Deckel 20 min erhitzt (Gebläsebrenner!).

Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wird die Mischung in ein 50-mL-Becherglas gegeben und dreimal mit je 15 mL verdünnter Schwefelsäure gewaschen, um nicht umgesetztes Kupferoxid zu lösen. Dann wird die restliche Kohle vom entstandenen Kupfer mit insgesamt 100 mL Wasser abgeschlämmt.

Reaktionsgleichung:

Elektrolytische Aufarbeitung des Rohkupfers

Das hergestellte Rohkupfer wird in Salpetersäure gelöst. Bei der Elektrolyse dieser Lösung scheidet sich an der Kathode reines Kupfer ab. Man kann so auch eine Münze verkupfern.

Herstellung eines Kupferspiegels

In ein gut gereinigtes Reagenzglas, das etwa zu einem Drittel mit einer Kupferacetatlösung gefüllt ist, gibt man ca. 1 mL Hydrazinhydratlösung. Die zuvor blaue Lösung färbt sich sofort grünbraun. Unter Drehen des Reagenzglases und leichtem Erwärmen über der Bunsenbrennerflamme bildet sich ein Kupferspiegel.