



## Experiment 11

# Kupfer Eisen



### Einleitung

Gegen Ende der Steinzeit (in Mitteleuropa etwa 2200 v. Chr.) war Kupfer, Element Nr. 29, das erste Metall, das die Menschen aus Erz gewinnen und verarbeiten konnten. Die Legierung mit Element Nr. 50, Zinn, ergibt die harte und trotzdem gut formbare Bronze. Die Menschen der Bronzezeit konnten bessere Werkzeuge herstellen, besser wirtschaften, reisen und handeln und so auch ihr Wissen, das Zusammenleben und die Kultur entwickeln.

Die Gewinnung von Eisen aus Erzen und dessen Verarbeitung führten später noch einmal zu einem grossen Entwicklungsschritt. Die Eisenzeit ist auch heute noch nicht zu Ende: Eisen ist noch immer das wichtigste Werkzeug- und Konstruktionsmetall, aber auch Kupfer bleibt weiter sehr wichtig, z. B. als Leiter für elektrischen Strom.

Kupfer und Eisen haben aber, wie die meisten Metalle eine sehr unerwünschte Eigenschaft: sie werden durch Luft (Sauerstoff) und Wasser oxidiert, wie man den Vorgang des Rostens chemisch bezeichnet. Nicht alle Metalle oxidieren gleich gut: Das Edelmetall Gold oxidiert überhaupt nicht an der Luft, das halb edle Kupfer ist ziemlich resistent aber Eisen oxidiert unter bestimmten Umständen sehr leicht.

### Experiment

Das Experiment zeigt, dass Eisen leichter oxidiert wird als Kupfer. Oder umgekehrt, dass eine oxidierte Kupferverbindung (Kupfersulfat) leicht zum elementaren Metall zurückkehrt, wenn Eisen gleichzeitig oxidiert wird. Dabei wird ein kleiner, von Auge nicht feststellbare Teil des Eisennagels oxidiert und bildet ein Eisensalz, das sich in Wasser löst. Dafür setzt sich etwas elementares Kupfer auf den Nagel ab. Das Experiment zeigt, dass Kupfer eher die Tendenz hat, zum Metall zu werden und Eisen die Tendenz, oxidiert zu werden. Es zeigt auch, dass Kupfer leicht aus den Erzen gewonnen werden kann: Wir haben wie unsere Vorfahren in der Steinzeit metallisches Kupfer aus einem Kupfersalz (Erz) hergestellt, allerdings mit einem anderen Verfahren.

**Material** (\* im Experimentierset vorhanden, die übrigen Materialien müssen ergänzt werden.)

- 5 Eisennägel \*
- Kupfersulfat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) in kleiner Kunststoffdose \* (genauer heisst es Kupfersulfat-Pentahydrat, weil es im Kristall etwas Wasser eingeschlossen hat).
- Eisenwolle \* (im Experiment 2 vorhanden, zur Vervollständigung der Reaktion und zur Entsorgung)
- Haushaltspapier

### Vorsichtsmassnahmen, Sicherheit



Kupfersulfat ist ätzend und umweltgefährlich. Wenn es mit Eisenwolle reagiert und metallisches, elementares Kupfer gebildet hat, sind sowohl die Lösung wie auch die Festkörper harmlos und können in den Abguss bzw. den Hauskehricht gegeben werden.

## Durchführung des Experiments

1. Entnimm etwa zwei Drittel des Kupfersulfates aus dem Kunststoffgefäß und bewahre es für spätere Versuche im Plastikbeutel auf.
2. Das Kunststoffgefäß enthält nun noch etwa einen Drittel der ursprünglichen Kupfersulfat-Menge. Fülle es etwa halb voll mit Leitungswasser (oder, wenn vorhanden, destilliertem Wasser) und löse das Kupfersulfat. Wenn die Lösung etwas trüb wird, ist es wegen dem Kalk im Leitungswasser. Die Trübung kann mit einigen Tropfen möglichst farblosem Essig aufgelöst werden.
3. Nägel sind meist leicht eingefettet, damit sie nicht oxidieren (rosten). Reinige einen Eisennagel mit etwas Spülmittel und Wasser und trockne ihn mit einem Stück Haushaltspapier. Der Nagel kann auch mit Eisenwolle poliert werden.
4. Stelle den Eisennagel in die Lösung.
5. Nach etwa 20 Sekunden kannst du den Eisennagel aus der Lösung entfernen. Du kannst nun sehen, dass der Eisennagel – dort, wo er mit der Lösung in Kontakt war – mit Kupfer überzogen ist. Die Kupferschicht ist sehr locker und kann oft mit Haushaltspapier abgewischt und der Versuch mit dem gleichen Eisennagel wiederholt werden.
6. Zum Abschluss des Versuches kann mit dem Nagel etwas Eisenwolle (etwa halbes Volumen im Verhältnis zur Kupfersulfatlösung) in die Lösung gedrückt werden. Auf der Eisenwolle bildet sich Kupfer, die Lösung erwärmt und entfärbt sich.

## Entsorgung

Wenn die Kupfersulfatlösung mit Eisenwolle fertig reagiert hat, werden die Flüssigkeit in den Abguss und die festen Metalle in die Altmetall-Sammlung gegeben.

## Didaktische Hinweise

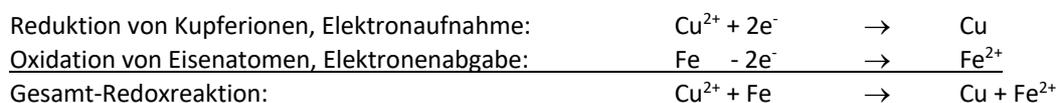
Oxidierete Metallverbindungen können wasserlöslich sein, wie hier Kupfersulfat oder Eisensulfat.

Metalle und ihre oxidierten Metallverbindungen haben unterschiedliche Eigenschaften und Farben.

Aufgrund seiner Farbe könnten Schülerinnen und Schüler das metallische Kupfer auf dem Nagel mit Rost verwechseln. Bei Rost handelt es sich aber um Eisenoxid, das langsam entsteht, wenn Eisen mit Sauerstoff in Gegenwart von Wasser reagiert. Stattdessen bildet die Kupferschicht um den Eisennagel einen wirksamen Schutz vor Rost: Das Eisen kommt nicht mehr mit Sauerstoff und Wasser in Kontakt und kann somit nicht rosten.

Die Reaktion zwischen der oxidierten Form eines edleren Metalls (bei uns Kupfersulfat) und der metallischen Form eines unedleren Metalls (bei uns Eisen) ist eine Übertragung von Elektronen. Dabei wird Energie freigesetzt. Bei der schnellen Reaktion zwischen dem Kupfersulfat und Eisenwolle kommt es zu einer spürbaren Erwärmung.

**Beschreibung der Kupferablagerung mit Formeln und Gleichungen:** Löst sich Kupfersulfat  $\text{CuSO}_4$  in Wasser, trennen sich Kationen  $\text{Cu}^{2+}$  und Anionen  $\text{SO}_4^{2-}$ , wie bei allen Salzen: Für die Reaktion mit dem Eisennagel ist das Kupferkation  $\text{Cu}^{2+}$  verantwortlich, es bekommt vom Eisenatom 2 Elektronen ( $e^-$ ):



Wenn man die Reaktionskomponenten räumlich trennt und geschickt anordnet, entsteht eine Batterie: Die Elektronen fließen durch einen Draht von einem Stoff zum anderen und die Energie der Reaktion kann als elektrische Energie genutzt werden. Die meisten Batterien enthalten ein Metall, das an der Abgabe elektrischer Energie beteiligt ist. Vgl. Experiment 04.

Technisch werden Metallüberzüge mit Hilfe von elektrischem Strom hergestellt. Dadurch wird verhindert, dass das zu überziehende Metall oxidiert wird. Die Überzüge haften dadurch besser auf dem Metall.