

Der Mann aus dem Eis

1991 wurde in den Südtiroler Alpen ein eindrucksvoller Fund gemacht: Eine durch das Eis einer Gletscherspalte sehr gut erhaltene Mumie eines Menschen aus der Jungstein- bzw. Kupfersteinzeit. Vermutlich war der nach seinem Fundort in den Öztaler Alpen „Ötzi“ getaufte Mann vor über 5000 Jahren in diese Spalte gestürzt und dort verstorben.

Bemerkenswert ist auch der Erhaltungszustand der Ausrüstung - rechts im Bild ist eine Rekonstruktion zu sehen, die auf Basis der Funde möglich war. Aus chemischer Sicht stellt vor allem sein unten links abgebildetes Kupferbeil einen interessanten Fund dar.



Dass das Beil (bzw. dessen Schneide) aus Kupfer hergestellt wurde, ist kein Zufall: Das rötliche Metall kommt unter anderem gediegen¹ vor und ist relativ leicht zu verarbeiten. Deshalb war es eines der ersten von Menschen genutzten Metalle.

Doch moderne Analysen ergaben: Das Kupfer der Beilschneide wurde nicht als gediegenes Metall gefunden. Es muss also eine Möglichkeit gegeben haben, das Material anderweitig zu gewinnen - zum Beispiel aus Kupferverbindungen wie Kupfererz (rechts ein Kupfererzbrocken aus Deutschland).

Vereinfacht können wir annehmen, dass das Erz vor der tatsächlichen Kupferherstellung zunächst in Kupferoxid, also eine Verbindung aus Kupfer und Sauerstoff, überführt wird. Es gibt, je



nach Sauerstoffgehalt, zwei verschiedene Stoffe, die „Kupferoxid“ genannt werden. Wir arbeiten im Weiteren mit schwarzem Kupferoxid (Bild links). Dieses Edukt lassen wir mit einem leicht verfügbaren Reaktionspartner reagieren: Holzkohle.



¹gediegen

natürlich in Reinform vorkommende Elemente. Bei Kupfer: Vorkommen als Metall statt als Erz.



① Sowohl die Holzkohle als auch das Kupferoxid werden fein gepulvert mit einander vermischt und dann erhitzt, um elementares Kupfer (Bild links) zu erhalten.

- Benenne das Gemisch, das erhitzt wird.
- Erkläre, warum die Edukte zu feinem Pulver verarbeitet werden.

Versuch: Kupfergewinnung aus Kupferoxid

Material: Porzellantiegel, Tiegelzange, Tondreieck, Gasbrenner, Holzkohlepulver, schwarzes Kupferoxid

Durchführung: Holzkohlepulver und schwarzes Kupferoxid werden gründlich vermischt und in dem verschlossenen Porzellantiegel erhitzt. Erst, wenn der Tiegel deutlich abgekühlt ist, wird er geöffnet und der Inhalt untersucht.

Beobachtungen:



Oxidation

Eine Reaktion, bei der Sauerstoff aufgenommen wird, nennt man Oxidation (von Oxidbildung). Der Stoff, der oxidiert wird, heißt Reduktionsmittel.



Reduktion

Eine Reaktion, bei der Sauerstoff abgegeben wird, nennt man Reduktion. Der Stoff, der reduziert wird, heißt Oxidationsmittel.



Redoxreaktion

Reduktion und Oxidation treten immer gemeinsam auf. Dieser Reaktionstyp heißt „Redoxreaktion“ (zusammengesetzt aus REDuktion und OXidation).

Überprüfen: Sauerstoffaffinität

Wenn Kohlenstoff Kupferoxid zu Kupfer reduzieren kann, weil er eine höhere Sauerstoffaffinität besitzt, muss das auch mit anderen Stoffen möglich sein, sofern diese ebenfalls eine hohe Sauerstoffaffinität aufweisen.

Hypothese:

Material: Reagenzglas (schwer schmelzbar), Reagenzglasklammer, Reagenzlashalter, Luftballon, Gasbrenner, Eisenpulver, schwarzes Kupferoxid

Durchführung: Schwarzes Kupferoxid und Eisenpulver werden gemischt und mit dem Luftballon in einem schwer schmelzbaren Reagenzglas verschlossen. Das Gemisch wird mit der rauschenden Flamme erhitzt. Nach dem ersten Aufglühen wird der Brenner entfernt.

Beobachtungen:

Eisen hat eine Sauerstoffaffinität als Kupfer. Deshalb kann Eisen Kupferoxid . Eisen wird dabei . Eisen ist das mittel. Kupferoxid ist das mittel. Kupferoxid wird und Eisen.