

AB: Kupfergewinnung aus Malachit

Einleitung

Ötzi, oder der Mann aus dem Eis (Abb. 1), der 1991 in den Ötztaler Alpen gefunden wurde, lebte in der späteren Jungsteinzeit bzw. Kupfersteinzeit vor ca. 5300 Jahren. Eines seiner wichtigsten Ausrüstungsgegenstände war ein Kupferbeil (Abb. 2). Die Klinge ist ca. 9,5 cm lang und besteht fast aus reinem Kupfer (ca. 99 % Cu). Laut chemischen Analysen könnte das Kupfer aus dem Salzburger Land stammen. Da in der Jungsteinzeit Kupfer ein sehr wertvolles Material war, ist davon auszugehen, dass Ötzi ein reicher, angesehener Mann war. Aber wie kam Ötzi an das Kupfer?



Abb. 1: Rekonstruktion des Mannes aus dem Eis.
© Südtiroler Archäologiemuseum / A. Ochsenreiter



Abb. 2: Das Kupferbeil von Ötzi
© Südtiroler Archäologiemuseum

In der Natur kommt Kupfer nur sehr selten gediegen, d.h. als elementares Metall, wie z.B. in Form von Nuggets vor (Abb. 3). Deshalb ist es unwahrscheinlich, dass der Rohstoff für Ötzis Beil gediegenes Kupfer war.

Viel häufiger als gediegenes Kupfer sind Kupfererze anzutreffen, d.h. Verbindungen von Kupfer mit Schwefel oder Sauerstoff. Die häufigsten Erzminerale für Kupfer sind Chalkopyrit (Kupferkies, Cu-FeS_2) und Bornit (Buntkupferkies, Cu_5FeS_4 , Abb. 4).



Abb. 3: Gediegenes Kupfer in Form von Kupfernuggets



Abb. 4: Buntkupferkies (Bornit, Cu₅FeS₄) mit typischen Anlauffarben



Abb. 5: Gebänderter Malachit, anpoliert

In der sogenannten Oxidationszone von sulfidischen Kupferlagerstätten bilden sich z.B. durch Verwitterung die Sekundärminerale Malachit (Cu₂CO₃(OH)₂, Abb. 5) und Azurit (Cu₃(CO₃)₂(OH)₂). Diese nur Kupfer enthaltenden oxidischen Minerale lassen sich leichter zum elementaren Metall reduzieren als die eisenhaltigen sulfidischen Erze und stellen wahrscheinlich deshalb das Ausgangsmaterial für die frühen Kupferschmelzer dar (z.B. Moesta, 1986).

Malachit lässt sich mit wenigen Hilfsmitteln auch im Schülerversuch leicht zu Kupfer reduzieren.

Versuchsanleitung zur Reduzierung von Malachit zu Kupfer

Benötigte Materialien:

- Malachitstücke
- Holzspäne oder Zahnstocher
- Reagenzglas und Halter
- Bunsenbrenner
- Uhrglas oder Porzellanschale
- Schreibutensilien zum Protokollieren
- Schutzbrille, Handschuhe

Sicherheitshinweise:

Malachit darf nicht verschluckt bzw. eingeatmet werden. Nach Berühren die Hände waschen. Die Versuche mit dem Bunsenbrenner sind unter einem Abzug durchzuführen.

Wird der Malachit sehr schnell erhitzt, kann er sich schlagartig zersetzen und heiße Splitter aus dem Reagenzglas fliegen. Schutzbrille und Handschuhe verwenden.

Schritt 1:

Fülle etwa 1 g Malachit in das Reagenzglas ein. Notiere dazu jeweils die Masse des leeren sowie des gefüllten Reagenzglases!

Schritt 2:

Erhitze den Malachit im Reagenzglas vorsichtig und beobachte genau, was passiert! Der Vorgang sollte ca. 5 min dauern. Notiere Deine Beobachtungen!

Schritt 3:

Bestimme nach Erkalten des gefüllten Reagenzglases erneut dessen Masse und notiere den Wert! Achte darauf, dass eventuell vorhandene Flüssigkeiten am Glasrand vollständig verdunstet sind. Was beobachtest Du im Vergleich zu den ursprünglichen Werten?

Zusatzaufgabe 1:

Mit Hilfe der Molekulargewichte der an der Reaktion beteiligten Komponenten sowie der Ein- und Auswaage kann die Vollständigkeit der Reaktion überprüft werden.

Berechne den Massenverlust in %!

Zusatzaufgabe 2:

Warum wird das Kupferoxid nicht schon beim Erhitzen im Reagenzglas zu elementarem Kupfer reduziert? Was muss dazugegeben werden, um die Reduktion zu erzielen? Was stand den Kupferschmelzern der Jungsteinzeit zur Verfügung?

Schritt 4:

Füge dem Reagenzglas mit dem Kupferoxid ca. 2-3 zerbrochene Zahnstocher hinzu. Erhitze das Gemenge wieder langsam über dem Bunsenbrenner! Notiere Deine Beobachtungen! Führe den Vorgang fort bis keine Reaktion mehr stattfindet!

Schritt 5:

Schütte nach dem Erkalten des Reagenzglases dessen Inhalt auf ein Uhrglas! Schau Dir das bzw. die Reaktionsprodukte genau an. Gibt es unterschiedliche Materialien? Worum könnte es sich handeln? Was kannst Du daraus über die Vollständigkeit der Reaktion schließen?

Schritt 6:

Bestimme für das Element Cu die jeweilige Oxidationszahl im Malachit, Kupferoxid sowie im metallischen Kupfer! Welcher Reaktionstyp liegt bei der Kupferherstellung aus Malachit demzufolge vor?

Moesta, 1986, Erze und Metalle: ihre Kulturgeschichte im Experiment, Springer Verlag, 208 Seiten
www.iceman.it Internetseiten des Südtiroler Archäologiemuseums in Bozen Italien, Stand: 17.4.2018