

# Ötzi und sein Kupferbeil

von Dr. Karlheinz Brüning



Lit: 4



Lit: 2

| Klassenstufe | Oberthemen | Unterthemen                      | Anforderungs-niveau | Durchführungs-niveau | Vorbereitung Durchführung |
|--------------|------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| Sek I        | Reduktion  | Reduktion von Malachit zu Kupfer | ●●●                 | ■                    | kurz                      |

Fächerverbindender Unterricht mit Biologie und Geschichte ist möglich ( siehe im Kontext ).

## 1. Einleitung

Ötzi, der Ötztal - Mann, der Iceman aus dem Eis des Similaun- Gletschers, liefert - obwohl seine Mumie vor mehr als 20 Jahren gefunden wurde - bis heute immer wieder neue Überraschungen. Neuerdings werden seine Tätowierungen am Hals diskutiert und ob es ein Unfall oder wohl doch ein Mord war, durch den er umgekommen ist. Sein unfertiger Bogen aus Eibenholz ist genauso legendär (vermutlich als Kriegsgerät geeignet) wie seine Eibenholz -geschäftete Axt mit fast reiner Kupferklinge (99 %) (Lit: 1) Das Kupfer stammt laut spektroskopischen Untersuchungsergebnissen aus dem Salzburger Land. Dort kommt es entweder als gediegenes Kupfer oder in Form von Kupferverbindungen vor.

Gediegenes Kupfer ist relativ selten.



Foto privat

Kupfererze sind häufiger;  
Malachit ein Kupferhydroxidcarbonat ist ebenfalls anzutreffen und könnte Ausgangspunkt der Gewinnung von reinem Kupfer gewesen sein.



Foto privat

Malachit ist seit mindestens neun Jahrtausenden bekannt und war ein geschätzter Schmuckstein. Als Amulett getragen sollte er gegen Gefahr und Krankheit schützen. Fein zerrieben bildete er wohl zusammen mit Eiweiß oder dem Saft des Feigenbaumes die Farbgrundlage für Schminke und Lidschatten im alten Ägypten. Ca 9000 Jahre alt sind mit Malachit bemalte Wände (aus: Mineralienatlas Lit: 3).

Es steht zu vermuten, dass aus irgendeinem Grund Malachit in die Feuerstelle eines Herd - oder Lagerfeuers geriet und dort durch Hitze und Kohlenstoff oder Kohlenmonooxid den Bedingungen einer Reduktion zu Kupfer unterlag, die Reduktion also eine zufällige, aber beobachtete und/oder beachtete chemische Reaktion war.

Nachdem im Newsletter Brand und Brandbekämpfung der Sauerstoff und seine chemische Reaktion (Oxidation) behandelt war, bietet sich nun eine Gelegenheit mit relativ leicht für die Schüler durchzuführenden und durchschaubaren Reaktionen die Reduzierung einer Verbindung auf sein Metall (reducere - zurückführen) experimentell nach zu vollziehen.

Malachit ist auf jeder Mineralienbörse, auch auf dem Flohmarkt, leicht erhältlich. Ich habe einen geschliffenen, alten kaputten Aschenbecher (Malachit springt leicht) auf diese Weise erstanden.



**Malachit (geschliffen)**

Foto privat

An ihm ist die typische Maserung gut zu erkennen. Im Mineralienhandel habe ich mir eine Malachitknolle zugelegt siehe Foto Seite 3) und eine gerissene alte Halskette aus Malachitsteinchen lohnte nicht mehr zur Reparatur, war aber in seiner Zerkleinerungsform ideal für die Schülerversuche.



**Malachit ( Kettenteile)**

Foto privat

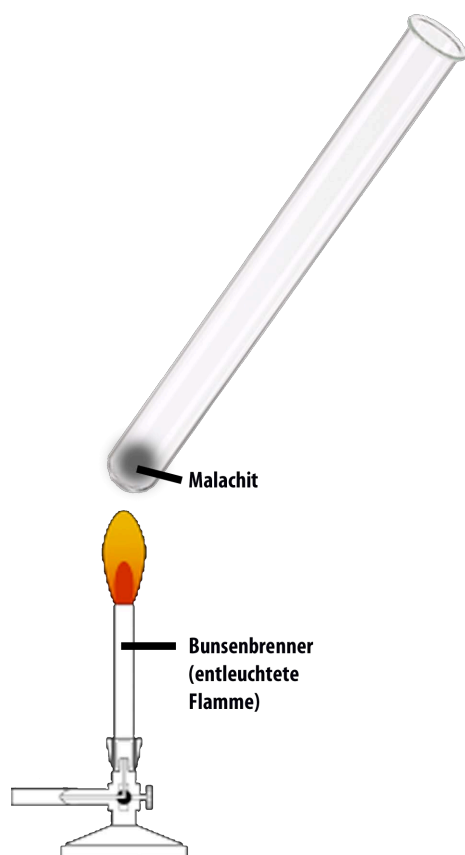
- Seite 4 -

Im Internethandel gibt es solche Kettchen übrigens für relativ wenig Geld zu erstehen.

## 2. Versuchsdurchführung und Auswertung

### 1. Versuch:

Im Reagensglas wird Malachitstückchen über dem Bunsenbrenner langsam erhitzt.



Versuchsbeobachtung: Es bildet sich am Reagensglasrand ein Niederschlag einer farblosen Flüssigkeit.

Nachweis mit Nachweispapier selber machen als Cobalt(II)chloridpapier (Rosafärbung); kann immer wieder verwendet werden.

oder:

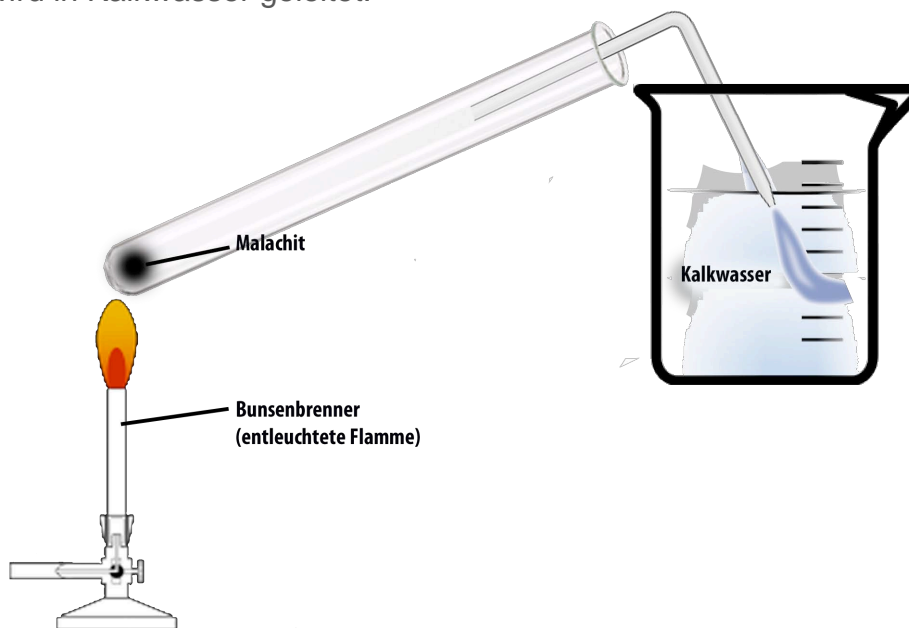
Nachweis durch Blaufärbung mit farblosem/weißem Kupfer(II)sulfat; ist ebenso einfach aber zeitlich aufwändiger.

Versuchsdeutung: Durch Erhitzen von Malachit entsteht Wasser

- Seite 5 -

## 2. Versuch:

Im geschlossenen **Reagenzglas mit Gummistopfen** und gebogenem Glasrohr wird ein Malachitstückchen über dem Bunsenbrenner kräftig erhitzt. Das Rohr wird in Kalkwasser geleitet.



Versuchsbeobachtung: Es entsteht ein farbloses Gas.

Das Gas trübt das Kalkwasser.

(Das Gas wird als Kohlenstoffdioxid identifiziert, wenn entsprechende Vorkenntnisse, z.B. aus der Biologie (Thema Atmung: Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Atemluft) vorhanden sind; sollten diese Vorkenntnisse nicht vorhanden sein, kann sehr einfach eine Lehrerdemonstration im Frontalunterricht eingeschoben werden).

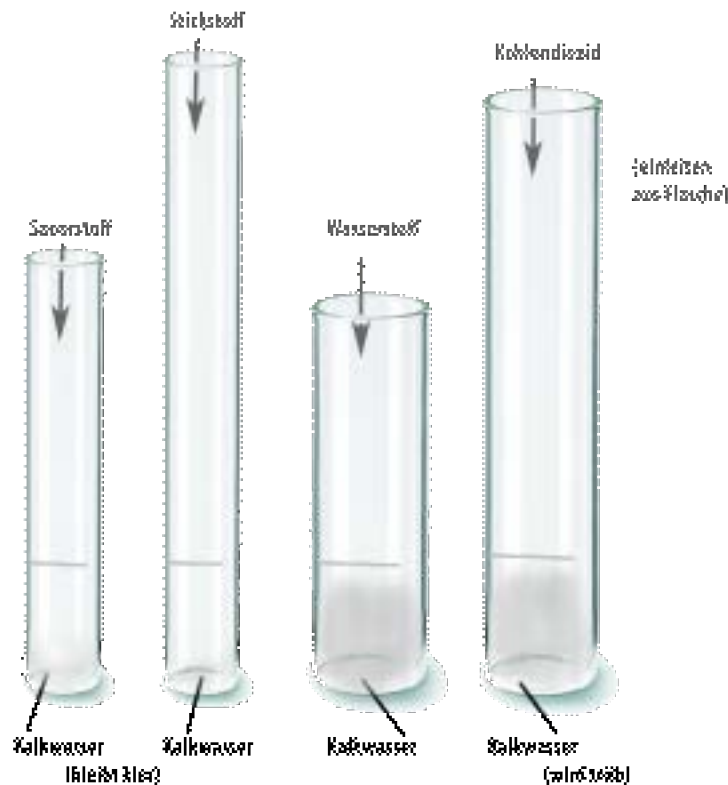


Abb. 3  
(evtl. verschiedene Gase in Kalkwasser einleiten)

Gesamte Versuchsdeutung: Durch Erhitzen von Malachit entsteht Kohlenstoffdioxid.

Zurück bleibt in beiden Hauptversuchen ein schwarzer Feststoff, der nicht Kupfer sein kann, aber vielleicht doch Kupfer enthalten könnte.

Die Sammlung muss hier aushelfen: Unter allen möglichen Kupferverbindungen (CuO ist schwarz, Cu<sub>2</sub>O ist rot, CuSO<sub>4</sub> ist blau); nur Kupfer (II) oxid ist ein schwarzer Feststoff, wie er im Reagenzglas nach Erhitzen zurückblieb).

Es folgt: Malachit hätte die einfache Formel CuO/H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub>.  
Die wirkliche Formel von Malachit wird recherchiert: Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Deshalb lautet die bisherige Reaktionsgleichung



3. Versuch :

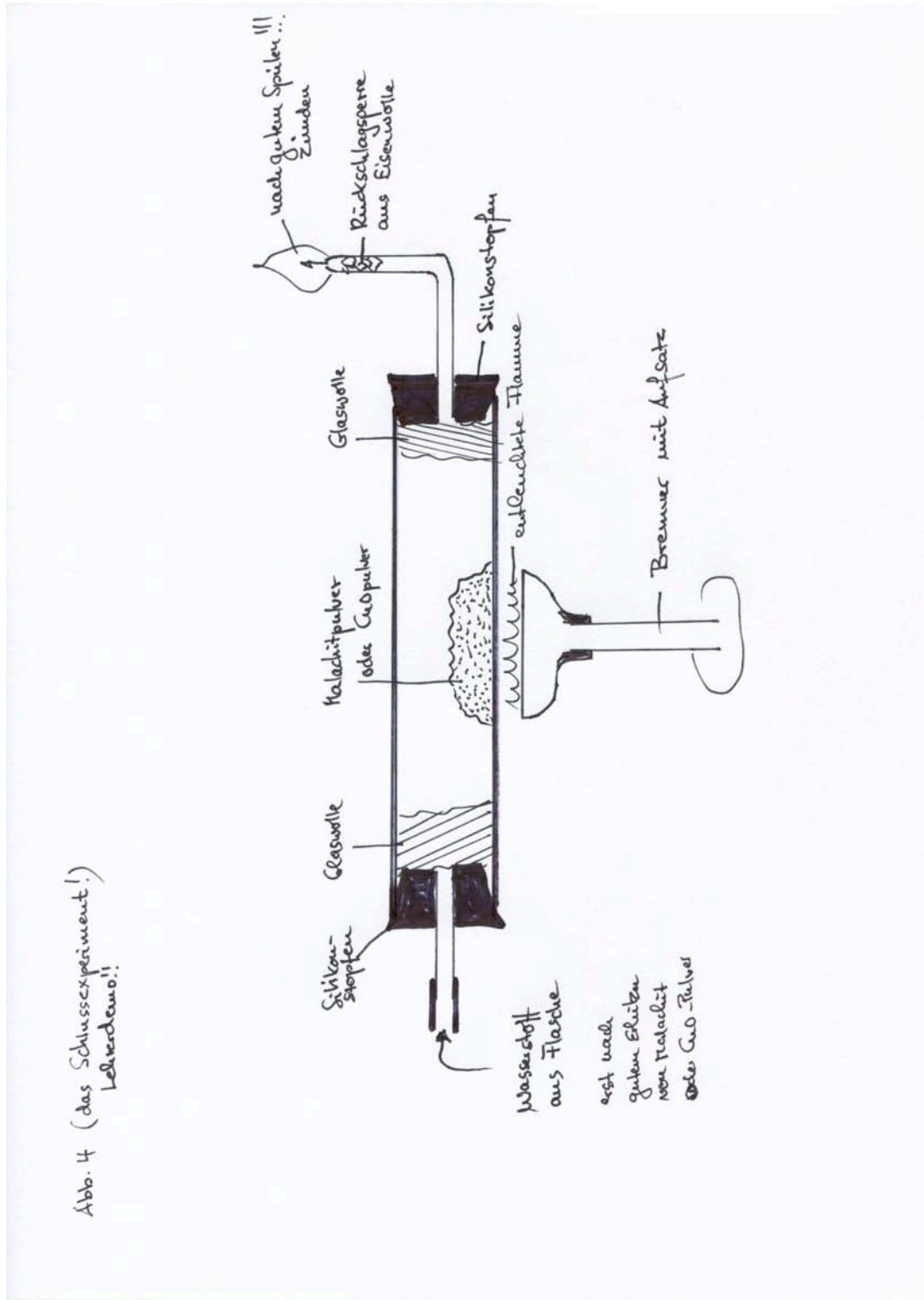
- Seite 7 -

Aus Kupfer(II)oxid Kupfer herzustellen, also dem Kupferoxid den Sauerstoff zu entreißen, dieser Erkenntnisprozeß dürfte für die Schüler der schwierigste Teil der Aufgabe sein. Magnesium als stark Sauerstoff - affines Element stand dem Ötzi nicht zur Verfügung. Wenn sich die Schüler eine Vorgeschichte etwas genauer angehört haben (fächerübergreifend mit Geschichte), erinnern sie sich möglicherweise, dass Malachit ins Feuer gefallen sein könnte. Feuer macht man mit verschiedenen Materialien (Holz, Gras, Holzkohle) und die Schüler können nun selbstplanend und selbstentdeckend experimentell versuchen, dem Kupferoxid mit den gewählten Materialien den Sauerstoff zu entreißen / zu entziehen.

Da die Ergebnisse meist nicht zufriedenstellend zum reinen Kupfer zurückführen - im Schülerexperiment wird oft nur die Reduktionsstufe des roten Kupfer(I)-oxides erreicht, nur am Rand sind Spuren reinen Kupfers zu sehen (Binokular benutzen) - sollte zum Schluss der Unterrichtseinheit eventuell ein Reduktionsvorgang unter heutigen experimentellen Bedingungen durch Lehrerdemonstration stehen. Dieser Versuch ist mit Kupfer(II)oxid in jedem Schulbuch beschrieben, kann aber auch mit zerriebenem Malachit im Reaktionsrohr und Wasserstoff (oder Methangas) durchgeführt werden.



3. Abschlußexperiment (Lehrerdemo)



#### 4. Quellenangaben

- Husemann, Dirk: Tod im Neandertal. Akte Ötzi. Tatort Troja. Die ungelösten Fälle der Archäologie Theiss Verlag Stuttgart 2012
- Wikipedia: Datei: Reconstructedötziaxe.jpg
- [www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Malachit](http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Malachit)
- **Oetzi** the Iceman: as exhibited in Museum Bélesta (Ariège), France;
- [blog.hmns.org](http://blog.hmns.org)

#### 5. Zum Autor

geb. 1946, Abitur 1964, 1965 Beginn eines Studium generale am Leibniz-Kolleg Tübingen; 1970 Staatsexamen in den Hauptfächern Biologie und Chemie und anschließende Promotion in Pflanzenphysiologie an der Albert - Ludwigs Universität in Freiburg i.Br.; 1974 - 2009 Gymnasiallehrer für Biologie und Chemie in Breisach a.Rh.; Fachberater des OSchA Freiburg für das Fach Chemie, seit 2009 im Ruhestand.

Rückfragen an den Autor unter email: [carlobrue@yahoo.de](mailto:carlobrue@yahoo.de) jederzeit möglich.