

# Wunderbare Beobachtungen bei einem einfachen Experiment

Ralf Lemke

Nach der Spannungsreihe muss sich auf einem Messingblech in einer Kupfersalzlösung Kupfer abscheiden. Es wird sich unter geeigneten Bedingungen sogar ein schön glänzender Kupferspiegel bilden. Dieser ganz normale Vorgang wird hier zunächst in einem „wunderbaren“ Versuchen beschrieben.

Ein aufmerksamer Beobachter wird staunen und vielleicht auch grübeln. Der Kupferspiegel hat nämlich auch eine unerklärliche und zunächst unwahrscheinliche Eigenschaft.

Man sollte die Ergebnisse experimentell durch Einhaltung der Versuchsbeschreibung überprüfen.

Anschließend kann der Versuch in einfacher und unspektakulärer Form wiederholt werden. Eine verkupferte Messing Münze sieht danach wie eine Kupfer Münze aus, ist allerdings nur wenige Tage schön an zu sehen.

## Material

Münzen mit Messingoberfläche (0,10 oder 0,20 oder 0,50 € bzw. 5 oder 10 DM-Pfennige), oder kleine Messingbleche (ca. 5 bis 20 cm<sup>2</sup>), zweckmäßig gesäubert (alte Zahnbürste + Zahnpaste oder Edelstahlreiniger) und fettfrei (Brennspiritus o. ä.);

Halterungen für die zu verkupfernden Gegenstände (Draht aus Edelstahl, Messing oder Kupfer, kein Eisen!);

Glasgefäß, siehe Abbildungen;

schwach essigsäure Lösungen von CuCl<sub>2</sub> oder von CuSO<sub>4</sub> + viel NaCl in Wasser;

eventuell einige Zuschauer.

## Durchführung

### 1.1 Das Wunder

Es war an einem 1. April in den 1990ern. Ich war damals noch Chemielehrer und wollte ein ganz einfaches Experiment vorführen. Aber die Folge war für mich eine ziemlich schlaflose Nacht und dann eine Erkenntnis.

Vorab möchte ich das Prinzip kurz erklären. Keine Angst, es geht hier ganz menschlich zu — aber trotzdem märchenhaft und für jeden einsichtig. Wir kennen das Märchen von Schneewittchen. Die Königstochter kam in das Haus der sieben Zwerge und aß von einigen Tellerchen und trank auch aus verschiedenen Becherlein. Schließlich war sie müde ging legte sich zum Schlafen in eines der freien Bettchen. Dann kamen die Siebenzwerge. Einer kleiner als der andere. Sie bemerkten die „Bescherung“ bzw. den Mundraub. Und wie ging es jetzt beim Abendessen weiter? Es war nämlich immer einer stärker als der andere. Und wer „durfte“ beim Abendessen zusehen? und wer bekam zum Nachtgetränk einen leeren Becher? das war der, er auch auf dem Boden schlafen musste, denn Luftmatratzen oder Gästebetten gab es damals nicht.

Im täglichen Leben spricht man vom „Recht“ des Stärkeren, Patriarchen oder Paschas machen das eben immer so. Etwas Entsprechendes gibt es auch in der Chemie — nur sind hier die besonders

Starken die besonders edlen Metalle. Gold, Platin, Silber und auch Kupfer gehören dazu. Man kennt sogar die Rangordnung der edlen Metalle: es ist die „Spannungsreihe der Metalle“.

So weit — so gut.

Messing ist eine Legierung aus Zink und Kupfer. Man hört beim besonderem Hinhören direkt das Zink im Namen heraus: „Meszink“. Eine andere Kupferlegierung ist Bronze, die enthält Zinn und Kupfer. Legierungen erhält man durch gemeinsames Erhitzen und Schmelzen von zwei oder mehr verschiedenen Metallen.

Aber jetzt zu Sache: Kupfer ist edler als Messing und Messing ist edler als Zink. Jetzt wissen wir also Bescheid, und es kann beinahe schon losgehen.

Wenn man dem edlen Kupfer etwas wegnimmt (es sind 2 Elektronen) wird aus dem Metall Kupfer ein Kupfersalz (genauer ein doppelt positiv geladenes Kupfer - Ion). Sobald ein Kupfersalz die Möglichkeit hat, dem weniger edlen Zink im metallischen Messing die fehlenden Elektronen weg zu nehmen, wird das passieren. Auf dem Messing bildet sich dann ein Kupferspiegel und es entsteht ein Zinksalz. Das passiert auch dann, wenn ein Kupfersalz die Elektronen einem anderen und weniger edlem Metall entreißen kann. Die Reaktion wird nur dann erfolgen, wenn das Kupfersalz an das weniger edle Metall herankommen kann. Dazu löst man das Salz in Wasser auf und gibt den Gegenstand aus Messing in diese Lösung.

Und jetzt zum Experiment und zum 1. April.

Ich hatte eine Lösung von Kupfersalz in einem Becherglas hergestellt und stellte eine 10 Pfennig Münze hinein. Heute kann man 5 Cent oder 10 €- Cent nehmen, aber genau so gut einen beliebigen anderen Gegenstand aus Messing.

Da ich ja wusste (zumindest glaubte ich das damals) was passiert und als guter Patriarch den zu schauenden Schülern eine bessere Sicht geben wollte, stand die Münze auf der Schülerseite und mir gegenüber.

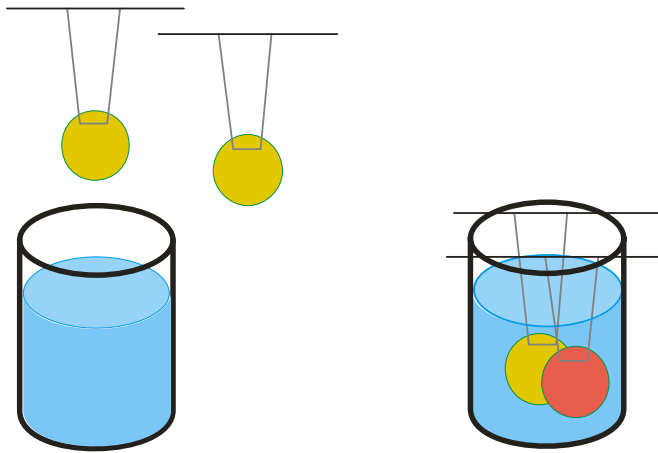
Die Schüler sahen sich den Versuch an, ich auch. Das Ergebnis hatte ich vorhergesagt. Meine Schüler sahen das Ergebnis und beschrieben es mir mit ihren Worten als einen schönen Kupferspiegel, der sich vom Rand her entwickelte und in der Mitte zusammenlief. Ich sah jedoch nichts, d.h. ich sah die Münze unverändert ohne den Kupferspiegel. Als ich das sagte dachten die Schüler an den 1. April und glaubten, ich hätte meinen Scherz gemacht. Bis dann ein Schüler auf meine Seite kam und auch nur Messing sah. Jetzt dachte ich, dass die Kerlchen mich in den April schicken wollten. Aber nach einem Standort Wechsel auf die andere Seite sah ich die Münze, die wirklich schön verkupfert war. Als chemischer Profi glaubte ich nicht an Wunder, aber es sah ganz so aus. Ich muss ganz schön blöd aus der Wäsche geschaut haben. Die Schüler wissen das heute noch und ich habe eine Nacht darüber nicht besonders gut schlafen können.

## 1.2 Die Wiederholung

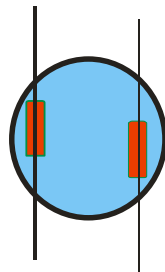
Mit einer Pinzette nimmt man Messinggegenstände und taucht sie etwa bis zur Hälfte in die Kupfersalz Lösung ein. Ein Kupferspiegel bildet sich und das entspricht voll der Erwartung. Damit haben wir den Beweis, dass die Chemie noch stimmt.

Aber was steckt hinter der sonderbaren Beobachtung, dass der Kupfer Spiegel von einer Seite zu sehen ist und nicht von der anderen Seite?

# Aufhängung für 2 Münzen "vorne und hinten"

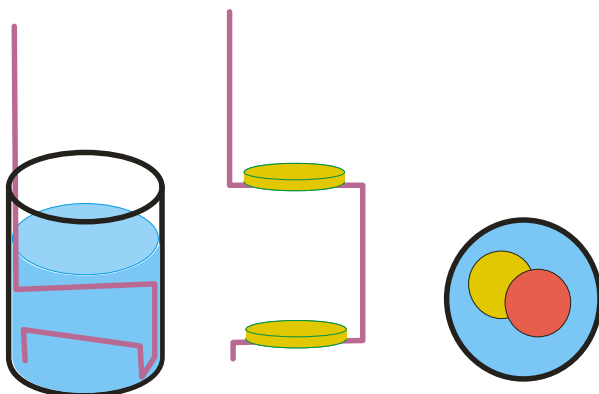


Beobachter Gruppe A

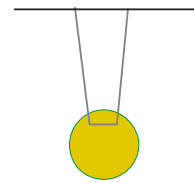


Beobachter Gruppe B (Spiegel !)

R. Lenke 2005



# Aufstellung für 2 Münzen in verschiedener Höhe



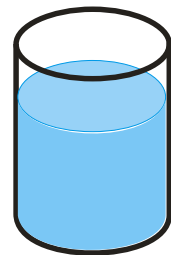
Draht mit einer aufgehängten Münze



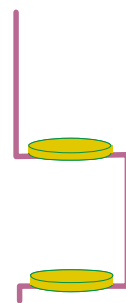
Messing Münze



Kupfer Münze



Becherglas mit einer Lösung von Kupfersalz



Draht mit den beiden angeklebten Münzen

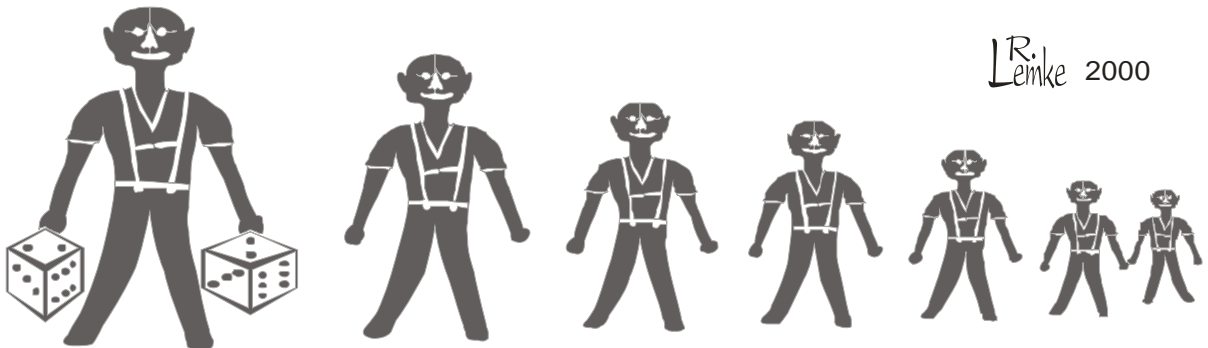
## Schneewittchen ißt vom Nachtsch der 7 abwesenden Zwerge.



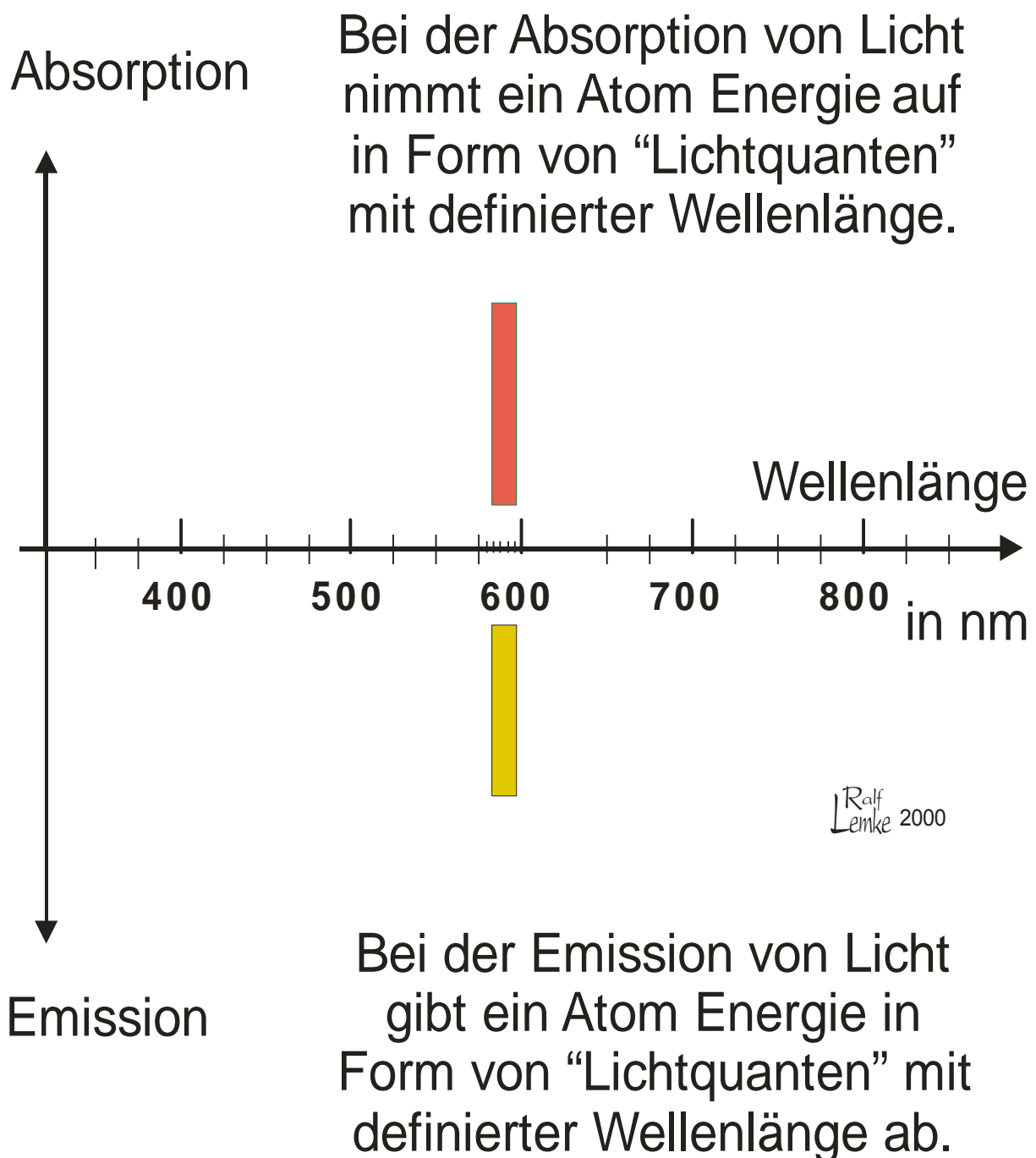
Nach Schneewittchens Nascherei fehlen einige Portionen :



Dann kommen die 7 Zwerge heim.

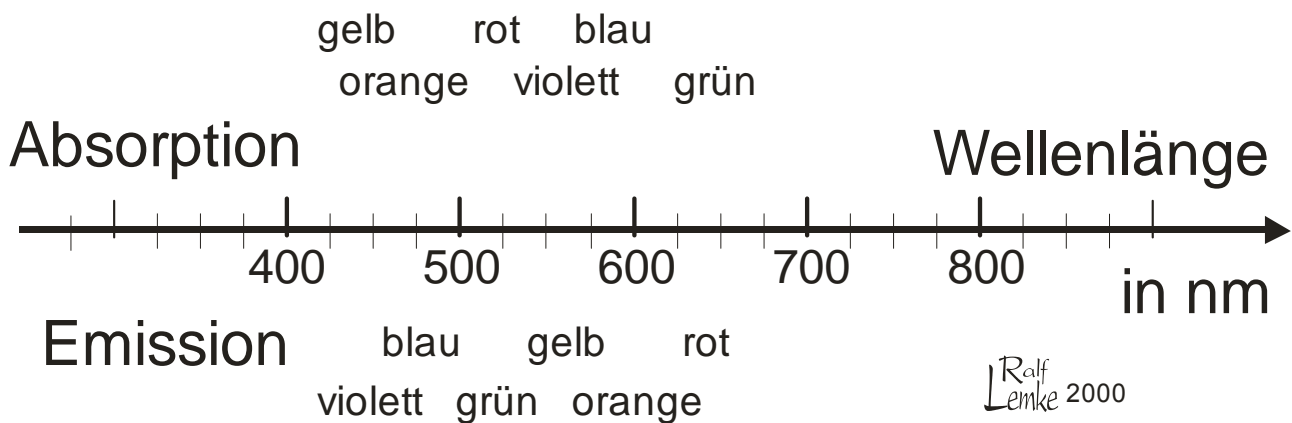


Im Märchen ist es anders als in der Wirklichkeit:  
 Hier bekommt der kleinste "Siebenzweig"  
 bestimmt keinen Nachtsch mehr  
 weil zuerst der große "Oberzweig"  
 sich (edel, wie er ist) so viel nimmt,  
 wie er vertragen kann.  
 Und das machen dann die nächsten  
 – es geht nach Größe und Stärke –  
 mit den Resten genau so.



Die bekannteste Lichtabsorption dürfte die Flammenfärbung durch "Natrium" sein. Die Flammenfärbung erscheint uns deshalb so intensiv, weil sie zufällig mit dem Maximum der Wahrnehmung von Farbe im menschlichen Auge übereinstimmt.

Bei der Absorption von Licht  
nimmt Materie  
Energie in Form von "Lichtquanten" auf.  
Die Population der Teilchen entnimmt  
dem angebotenen Licht eine  
mehr oder weniger breite "Bande"



Bei der Emission von Licht gibt Materie  
Energie in Form von mehr oder weniger  
breiten Banden von "Lichtquanten" ab.  
Die Emission ist bei Atomen theoretisch  
mit den "Linien" der Absorption identisch.  
Bei Teilchenaggregaten wie Molekülen  
sind die Banden (normalerweise) nach  
längeren Wellen verschoben (Stokes).

## Literatur

- [1] R. Lemke, »Ein „wunderbares“ Experiment«, Chemie konkret 2/3, 106 und 3/3, 135 (1996)  
[2] R. Lemke, »Wir spielen heute blindes Cu, das geht mit rechten Dingen zu«, UBCh 6 / 2,5 (2001)

## Analogie

Die Flammenfärbung ist eine einfache Methode bei der Suche nach Bestandteilen in einer Probe. Leider stört bei normalen Proben schon eine geringe Menge an Natrium Verbindungen, denn für die gelbe „Natriumfärbung“ der Natrium Flamme sind menschliche Augen besonders empfindlich. Mit einem Kobalt Glas kann man sich helfen, denn das blaue Glas absorbiert sehr viel Licht im Wellenlängen Bereich der Natrium Linien, d.h. die Farbe des Kobalt Glases (hier wird gelbes Licht absorbiert) ist komplementär zur Farbe der Natrium Flamme (hier wird gelbes Licht emittiert).