

Freihandexperimente

Werner Rentzsch

Die folgenden Experimente stammen aus einer privaten Experimentesammlung von Univ.Prof. Dr. Heinz Schmidkunz (Universität Dortmund). Die Versuche wurden von mir leicht abgeändert bzw. gekürzt, teilweise im Text verändert und mit Zeichnungen versehen. Im Rahmen der 55. Fortbildungswoche des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts wurden die Experimente von Prof. H. Schmidkunz und W. Rentzsch gezeigt.

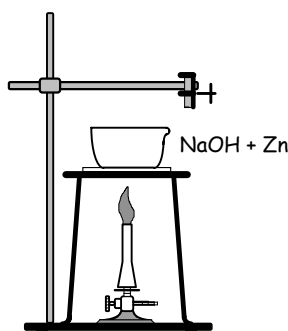
Das goldene Kännchen

Geräte und Chemikalien: Glasabdampfschale, Glasstab, Tiegelzange (bei Verwendung von Kupfermünzen), Gasbrenner, Dreifuß, Keramikdrahtnetz, Stativ und Stativmaterial, Kupfermünze oder Kupferkännchen, Natronlauge conc., Zinkstaub

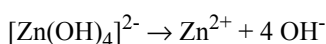
Sicherheitshinweise: Schutzbrille tragen. Alkalische Flüssigkeiten neigen zum Siedeverzug. Um ein plötzliches Herausschleudern der stark ätzenden, heißen Flüssigkeit zu vermeiden, sollte die Natronlauge beim Erhitzen mit einem Glasstab gerührt werden.

Durchführung: In die Glasabdampfschale gibt man konzentrierte Natronlauge und etwas Zinkstaub. Das Kupferkännchen wird so im Stativ fixiert, dass die unter Hälfte in die Natronlauge taucht. Dann erhitzt man unter Umrühren bis zum Sieden, nimmt das Kännchen aus der Lösung und spült es gut mit Wasser ab. Nun erhitzt man das Kännchen vorsichtig in der rauschenden Brennerflamme - immer nur leicht durch die Flamme ziehen.

Beobachtung: Zuerst ist das Kännchen mit einer silberglänzenden Schicht überzogen. nach dem Erwärmen bildet sich ein goldfärbiger Überzug.



Erklärung: Zink löst sich - vor allem in der Wärme - in konzentrierter Natronlauge. Dabei bildet sich vermutlich Natriumtetrahydrozinkat. Das Natriumhydrozinkat-Ion dissoziiert in wässriger Lösung:



Die entstehenden Zink-Ionen scheiden sich als Zinküberzug auf dem Kupfer, an dem sie entladen werden, ab.

Wird das verzinkte Kännchen in einer Flamme erwärmt, so bildet sich eine Kupfer-Zink-Legierung. Diese, als Messing bekannte Legierung, besitzt goldähnliches Aussehen.

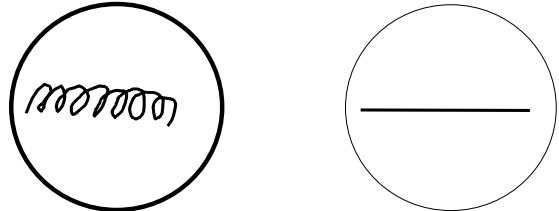
Form-Gedächtnis-Effekt

Geräte und Materialien: Overheadprojektor, Kristallisierschale, Gasbrenner, Tiegelzange, Nitinol-Draht, heißes Wasser

a) Durchführung:

Eine Probe eines linearen Niedertemperaturstruktur-Drahtes wird gebogen. Für eine eindrucksvolle Demonstration kann der Draht um den Finger oder einen Holzstab gewickelt werden, um eine dünne Spirale zu erhalten.

Auf den Overheadprojektor stellt man eine Kristallisierschale mit ca. 3 cm hoch heißen Wassers und legt die Spirale hinein.

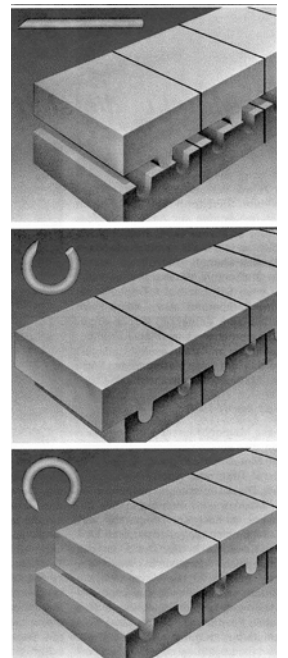


Beobachtung: Der Draht nimmt wieder seine lineare Form an.

Erklärung: Wenn die Probe aufgeheizt wird und von der Niedertemperaturstruktur in die Hochtemperaturstruktur übergeht, verformt sich der Draht wieder in seine lineare Form, an die er sich "wiedererinnert".

"Diese Memory-Metalle sind Legierungen, also ein Gemisch aus verschiedenen Metallen. Dazu geeignet sind z.B. Nickel-Titan oder Kupfer-Aluminium-Zink. Diese Legierungen besitzen in ihrer Mikrostruktur mehrere stabile Zustände. Je nach der Temperatur verschieben sich die mikroskopisch kleinen Bereiche. In der Grafik ist das schematisch dargestellt. Wenn der Stab gerade ist, befinden sich die Plättchen in einer mittleren Lage. Bei Erwärmung rasten sie in eine andere stabile Position ein. Durch diese Verschiebung krümmt sich der Stab. Wird die Legierung abgekühlt, so verschieben sich die Plättchen wiederum - der Stab biegt sich in die entgegengesetzte Richtung.

Die Herstellung dieser Legierungen ist relativ aufwendig. Durch äußerst exakte Mischung der Metalle werden die Legierungen auf die jeweilige Verformungstemperatur "eingestellt". Bei Überhitzen oder Unterkühlen außerhalb dieser Temperaturbereiche wird der Werkstoff sehr hohen Spannungen ausgesetzt und verliert sein "Gedächtnis". Begonnen wurde mit der Entwicklung dieser Legierungen vor etwa 20 Jahren. Nickel-Titan zeigt in seinen Eigenschaften einige Vorteile, ist aber relativ teuer. Billiger sind Legierungen auf Kupferbasis, die aber weitaus empfindlicher gegenüber Überhitzung sind." (Lit.)

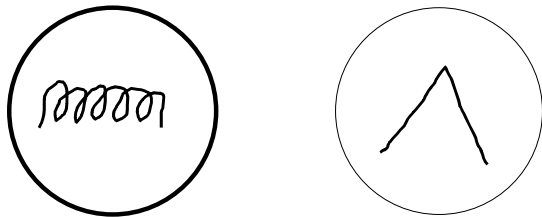


b) Durchführung:

Die beiden Enden des Drahtes werden festgehalten und die Mitte wird in das Zentrum der Brennerflamme gehalten. Der Draht wird in eine V-förmige Gestalt gebogen, sobald er sich

heiß leicht verbiegen läßt.

Danach soll er sofort aus der Brennerflamme entfernt werden. Der Draht kühlt sich innerhalb von wenigen Sekunden ab, wenn er durch die Luft geschwenkt wird. Wenn er die Raumtemperatur erreicht hat verformt man den Draht zu einer Spirale und wirft ihn anschließend in heißes Wasser.



Beobachtung: Der Draht erhält seine V-förmige Gestalt wieder zurück, nicht die lineare.

Hinweis: Vor Versuchsbeginn sollte der Overheadprojektor "scharf" gestellt werden - dazu legt man einfach die Spirale in die Kristallisierschale ohne Wasser.

Literatur: Joachim Bublath, *Das Beste aus knoff-hoff*, Heyne Verlag, München 1998

Spektakuläre "Vernichtung" von Aluminium

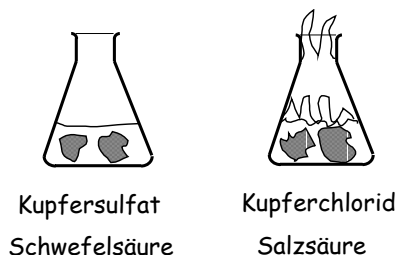
Geräte und Chemikalien: 2 Erlenmeyerkolben weithals (300 mL), Holzspan, Aluminiumfolie, Kupfer(II)-sulfatlösung ca. 1 mol/L, Kupfer(II)-chloridlösung ca. 1 mol/L, Schwefelsäure ca. 30%, Salzsäure conc.

Durchführung: In den ersten Erlenmeyerkolben füllt man 100 mL Kupfersulfat-Lösung und in den zweiten Kolben 100 mL Kupferchlorid-Lösung.

In den Kolben mit der Kupfersulfat-Lösung gibt man noch 50 ml Schwefelsäure und in die Kupferchloridlösung 50 mL Salzsäure.

Aus Aluminiumfolie werden lockere Kügelchen geformt, die gerade so groß sind, dass sie durch die Öffnungen der Erlenmeyerkolben passen.

Nun wirft man in beide Kolben Aluminiumbällchen und versucht die entstehende Gase mit dem Holzspan zu entzünden.



Beobachtung: Im Erlenmeyerkolben mit der Kupfersulfatlösung ist keine Reaktion zu beobachten.

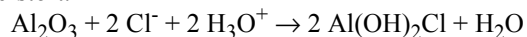
Im Kolben mit der salzsauren Kupferchloridlösung lösen sich die Aluminiumbällchen in kurzer Zeit unter starker Gas- und Wärmeentwicklung und unter Abscheidung von rötlichem Kupfer völlig auf.

Zu Beginn der Reaktion lässt sich das entstehende Wasserstoffgas entzünden. Innerhalb und außerhalb des Kolbens sind eindrucksvolle grün-blaue Flammen zu beobachten.

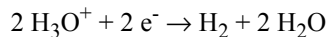
Nach einiger Zeit erlöschen die Flammen, weil offensichtlich die siedende Lösung zu viel Wasserdampf produziert. Die an-

fänglich grünblaue Kupferchlorid-Lösung ist am Ende der Reaktion meist entfärbt.

Erklärung: Im Erlenmeyerkolben mit der Kupferchloridlösung wird die Aluminiumoxidschicht durch die Chlorid-Ionen zerstört.



Am Kupfer können nun Wasserstoff-Ionen zu Wasserstoff reduziert werden.



Literatur: Praxis der Naturwissenschaften-Chemie, 1/49. Jg 2000, Aulis Verlag Deubner&Co KG Köln

Reduktion von Kupfer(II)-oxid mit Aluminium

Geräte und Chemikalien: Porzellantiegel (40 x 45 mm), Schale mit Sand, feuerfeste Unterlage, Dreifuß, Keramikdrahtnetz, Gasbrenner, Waage, Kupfer(II)-oxid, Aluminiumgrieß, Magnesiumpulver, Magnesiumband

Sicherheitshinweise: Das Experiment sollte unter einem Abzug durchgeführt werden.

Bei ausbleibender Zündung mindestens fünf Minuten Wartezeit vor dem Herantreten und einem neuen Zündungsversuch. Nicht in den Tiegel hineinschauen.

Das Reaktionsgemisch nicht umrühren.

Absolut trockene Chemikalien verwenden.

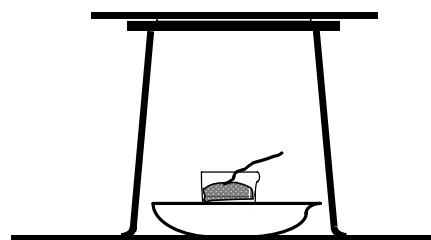
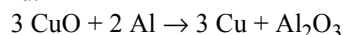
Durchführung: Ein inniges Gemisch von 12 g Kupfer(II)-oxid und 2,7 g Aluminiumgrieß wird hergestellt und in den Porzellantiegel gefüllt. Zur Zündung des Reaktionsgemisches wird ein Häufchen Magnesiumpulver (etwa 1 g) auf das Gemisch gegeben, in welches ein Stück Magnesiumband gesteckt wird, das aus dem Tiegel herausragen soll.

Das so vorbereitete Reaktionsgefäß wird unter dem Abzug in eine Schale mit Sand gesetzt, die auf einer feuerfesten Unterlage steht. Zum zusätzlichen Schutz vor herausschleudernden Gemengeteilchen wird ein Dreifuß mit einem Keramikdrahtnetz über das Reaktionsgefäß gestellt.

Das Magnesiumband wird mit einem Brenner entzündet, der Abzug wird geschlossen und der Experimentator entfernt sich mindestens zwei Meter.

Beobachtung: Es erfolgt eine heftige Reaktion. Danach wird der Tiegel abgekühlt und das Produkt aus der Schale herausgehoben.

Erklärung: Aluminium reduziert in der Hitze Kupfer(II)-oxid zu Kupfer, das mit diesem Metall zu Aluminiumbronze legiert wird.



Kupfer(II)-oxid + Aluminiumgrieß