



Energetik und Umkehrbarkeit von chemischen Reaktionen

Einleitung

Um was geht es in diesem Praktikum?

In diesem Praktikum untersuchst du Kupfersulfat. 'Blaues' Kupfersulfat enthält im Kristallgitter chemisch gebundenes Wasser (= Kristallwasser). Es kann durch Erhitzen freigesetzt werden. Die Reaktion ist umkehrbar, d.h., das Wasser kann vom entstandenen 'weissen' Kupfersulfat wieder aufgenommen werden. Du wirst diese Reaktion durchführen und prüfen, ob dabei wieder Wärme frei wird. Dieses Praktikum dient – im Zusammenhang mit der Arbeit mit giftigem Kupfersulfat – auch dazu, GHS-Gefahrenpiktogramme, Gefährdungshinweise und Vorsichtsmassnahmen rund um Chemikalien praktisch kennenzulernen.

Theorie

GHS (Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) ist das global harmonisierte System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien der Vereinten Nationen. Neu in den Handel gelangende Stoffe müssen seit 2013 auch in der Schweiz nach diesem weltweit einheitlichen System eingestuft, auf Verpackungen gekennzeichnet und in sogenannten Sicherheitsdatenblättern beschrieben werden. Neben den GHS-Piktogrammen (vgl. Abb. 1), welche bis zu einem bestimmten Punkt selbsterklärend sein sollten, gibt es Codes, die sogenannten H-Sätze, die über Gefahren (*engl.*: H = hazards) Auskunft geben sollen, und die P-Sätze, welche Hinweise auf die Sicherheit/Vorsichtsmassnahmen im Umgang mit einem Stoff geben (*engl.*: P = Precautionary).

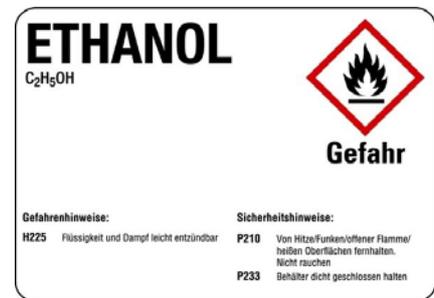


Abb. 1: GHS-Symbol "Entzündbar" (rechts oben) und H- und P-Sätze (unten) auf einem Etikett einer Flasche mit Ethanol

- Lernziele:**
- Du kannst die Umkehrbarkeit von chemischen Reaktionen auf energetischer Ebene mithilfe eines Energiediagramms erklären.
 - Du bist in der Lage, den Wassergehalt von Kupfersulfat zu berechnen.
 - Du kennst die verschiedenen Gefahrenpiktogramme (GHS-Symbole) und ihre Bedeutung sowie das System der sogenannten H- und P-Sätze im Zusammenhang mit Chemikalien. In der Folge beachtest du diese Sicherheitsaspekte bei deiner weiteren Arbeit im Chemielabor.

Versuch: Erhitzen von Kupfersulfat

Geräte / Material

- Spatellöffel
- Bunsenbrenner
- Dreifuss
- Tiegelzange
- Thermometer
- Adapter (rotes Schlauchstück) für Thermometer
- 1 Stativ, komplett
- Waage (0.00 g)
- Schutzbrille
- Haushaltspapier
- Spülmittel (Lavabo)
- Bürste (unter Lavabo)
- Porzellantiegel, zentral
- Tondreieck für Porzellantiegel, zentral
- Uhrglas, zentral
- Pastette (Plastik-Pasteurpipette), zentral
- Sammelgefäss 'Kupfersulfat-Abfälle', zentral



Chemikalien

- Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat, zentral
- dest. Wasser

Sicherheit: Kupfersulfat ist ein giftiges Schwermetallsalz. Pulverstaub nicht einatmen. Kupfersulfatrückstände dürfen nicht ins Wasser gelangen und werden separat entsorgt.

Durchführung

- (1) Bestimme und notiere zuerst die Masse deines Porzellantiegels (Waage 0.00 g benutzen).
- (2) Nimm nun eine Dose mit blauem Kupfersulfat zur Hand und studiere kurz die Angaben auf der Etikette. Löse nun die Aufgabe 1.
- (3)  Wäge nun ca. 0.5 g blaues Kupfersulfat sorgfältig, ohne zu verschütten, direkt in den Tiegel ein. Notiere die genaue Masse (also z. B. 0.47 g).
- (4) Positioniere den Tiegel sorgfältig im Tondreieck (dieses lässt sich verformen). Das Tondreieck wird auf dem Dreifuss positioniert (vgl. Abb. 2). Setze ein Uhrglas auf den Tiegel.
- (5) Mit dem Bunsenbrenner soll nun der Tiegel mit dem blauen Pulver vorsichtig, d. h. mit zu 4/5 geschlossener Luftzufuhr, erhitzt werden, ohne dass die Bunsenbrennerflamme das Uhrglas berührt (zuerst Flammenlänge einstellen, erst dann Brenner unter Tiegel schieben).

Beachte das Uhrglas! Sobald das Reaktionsprodukt klar ersichtlich wird, soll das Uhrglas mit der Tiegelzange (Achtung: heiss und glatt!) entfernt und auf die Arbeitsfläche gelegt werden. Notiere die Beobachtung.

- (6) Das Pulver ist weiter zu erhitzen, bis die blaue Farbe überall verschwunden ist. Nun kann der Tiegel mit der Tiegelzange auf die Arbeitsfläche gestellt werden. Notiere deine Beobachtung.
- (7) Der heisse Tiegel soll sich nun etwas abkühlen. In der Zwischenzeit kannst du die Aufgabe 2 bearbeiten.
- (8) Der abgekühlte Tiegel ist – falls nötig – mit angefeuchtetem und mit Spülmittel versetztem Haushaltspapier vorsichtig von Russ zu befreien, zu trocknen und dann erneut zu wägen. Notiere die Masse.
- (9) Stelle den Tiegel auf die Arbeitsfläche. Spanne das Thermometer mithilfe des Adapterstücks (rotes Schlauchstück) im Stativ ein und positioniere das Thermometer im weissen Pulver des Tiegels.
- (10) Die Spitze des Thermometers sollte von möglichst viel Pulver umgeben sein (Spatel verwenden). Notiere dir die Temperatur des Pulvers.
- (11) Gib nun mittels Pastette (Plastik-Pasteurpipette) vorsichtig und tropfenweise dest. Wasser (in Spritzflasche, Deckel abschrauben) auf das Pulver. Notiere dir die Anzahl zugegebener Wassertropfen, die Temperatur nach Wasserzugabe und die weiteren Beobachtungen.
- (12) Entsorgung / Aufräumen:

Kupfersulfatreste im Tiegel sowie an Thermometer/Spatellöffel mit möglichst wenig dest. Wasser in den bereitgestellten Sammelbehälter spülen. Anschließend Material mit Leitungswasser abspülen. Tiegel und Tondreieck sind – falls nötig – mit Spülmittel/Wasser und einer Bürste vom Russ zu befreien.

Der Tiegel ist schliesslich gut mit Leitungswasser zu spülen und getrocknet zurückzulegen.

Thermometer mit Papier trocknen und zurück in die Schublade legen.

Die Pastette und das Tondreieck wieder an den zentralen Bereitstellungsort zurücklegen. Hände spülen, bevor du das Labor verlässt.

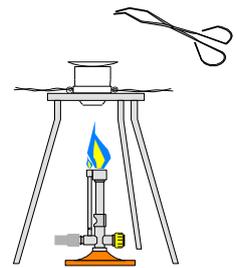


Abb. 2: Versuchsaufbau zum Erhitzen von Kupfersulfat

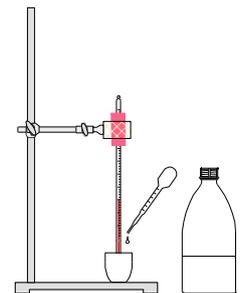


Abb. 3: Versuchsaufbau für die Wasserzugabe zum erhitzten Kupfersulfat



Aufgaben

Auf der Website findet sich Hilfe zum Lösen der Aufgaben 3–4, welche als Hausaufgabe fertig zu bearbeiten sind.

- (1) Zu jeder Chemikalie müssen die Gefahren und Sicherheitsbestimmungen in einem sogenannten Sicherheitsdatenblatt festgehalten sein.
 - (a) Öffne das auf der Website unter Dateien verlinkte Sicherheitsdatenblatt zum Stoff 'Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat'. Lies ausschliesslich die 16 nummerierten Kapitelüberschriften, damit dir klar wird, welche Aspekte in einem Sicherheitsdatenblatt abgedeckt werden müssen. Du musst dir also nichts notieren.
 - (b) Lies das Kapitel 2 "Mögliche Gefahren" vollständig durch und notiere dir für den Stoff Kupfersulfat – für 2 H- und 2 P-Sätze – die Codes sowie deren Bedeutung in Worten.
Hinweis: Diese Codes hast du schon auf der Etiketle der Dose mit dem Kupfersulfat gesehen.
Gehe nun zurück zum Versuch.
- (2) Studiere auf dem separat abgegebenen Blatt 'GHS-Piktogramme' die Angaben zum ersten Gefahrensymbol. Öffne das dritte auf der Website unter Dateien verlinkte Dokument (GHS-Symbole – Hilfsmittel zum Ausfüllen) und ergänze in deinem Ausdruck die Bedeutung des Gefahrenpiktogramms (zweite Spalte) und halte je 1 Beispiel eines Stoffs (dritte Spalte) fest. Gehe analog für die nächsten GHS-Symbole vor.
Klebe das Blatt – als Hausaufgabe – ganz hinten in dein Heft ein. Gehe nun zurück zum Versuch.
- (3) Berechne die Wassermenge, die ein Gramm blaues Kupfersulfat enthält (i) in Gramm (ii) und % (Massen-%).
Beispiel / Hilfe: Der menschliche Körper besteht aus ca. 70 % Wasser, d.h. bei einer 100-kg-Person sind 70 kg auf den Stoff Wasser zurückzuführen.
- (4)
 - (a) Welcher Vorgang in diesem Versuch entspricht einer exothermen, welcher einer endothermen chemischen Reaktion?
 - (b) Erstelle ein Energiediagramm für die Bildung des weissen Pulvers.
 - (c) Erstelle ein Energiediagramm für den Vorgang, der durch Zugabe von Wasser zum weissen Pulver ausgelöst wurde.
Erstelle das 2. Diagramm auf gleicher Höhe wie das erste, damit ersichtlich wird, dass es sich um die Umkehrreaktion handelt.
Zeichne in beiden Diagrammen die Aktivierungsenergie (E_A) und die Reaktionsenergie (E_R) ein.