# AB 8: Schülerversuch: Kupfersulfat – hell oder dunkel?

|  |  |
| --- | --- |
| **Chemikalien / Gefahrenhinweise** | **Geräte** |
| * Heißes destilliertes Wasser (≈100 °C), * Kaltes destilliertes Wasser (≈25 °C), * Kupfersulfat | * 2 Bechergläser * 1 Spatel * 1 Glasstab |
| **Achtung:**   * Schutzbrille tragen! * Verbrühungsgefahr! | |

## Versuchsdurchführung

Schritt 1: Fülle 50 ml heißes destilliertes Wasser in ein Becherglas.

Schritt 2: Fülle 50 ml kaltes destilliertes Wasser in das zweite Becherglas.

Schritt 3: Gib nacheinander in jedes Becherglas je eine Spatelspitze Kupfersulfat hinzu und

rühre gut mit dem Glasstab um.

**Beobachtungen**

Setze dir das Ziel, die Versuchsbeobachtungen auf Teilchenebene erklären zu können. Dabei hilft dir das nachfolgende Arbeitsmaterial. Stelle vor der Bearbeitung Hypothesen auf, die die Beobachtungen erklären könnten.

**Hypothesen**

## Zur Arbeit mit dem nachfolgenden Material:

Es ist wichtig, dass du dir den folgenden Text **aufmerksam** durchliest, so dass du möglichst viel lernst. Dazu solltest du deine gelernten Textmarkierungsstrategien verwenden. Wenn du zwischendurch zurückblättern möchtest, um etwas noch einmal nachzuschauen oder eine Textstelle noch einmal zu lesen, kannst du dies jederzeit machen. Um erfolgreich mit dem Text lernen zu können, solltest du dir **am Ende jedes Abschnitts** überlegen:

1. Was habe ich in diesem Abschnitt Neues erfahren?
2. Wie passt das, was ich neu erfahren habe, zu dem, was ich vorher schon wusste oder bereits gelesen habe?
3. Welche Fragen habe ich noch?

Lies erst danach den nächsten Abschnitt. Am Ende des Textes erwarten dich zusammenfassende Aufgaben, mit denen du überprüfen kannst, was du gelernt hast.

## Jetzt geht es los!

Es gibt eine Vielzahl an Salzen. Die meisten Salze sind bei Raumtemperatur Feststoffe mit hohen Schmelzpunkten. Zahlreiche Salze sind in Wasser gut löslich. Damit ist die Löslichkeit eines Salzes eine Eigenschaft, die zur Charakterisierung von Salzen genutzt werden kann.

Wenn man die Lösungseigenschaft von Kupfersulfat (CuSO4) in Wasser bei verschiedenen Temperaturen untersucht, kann man beobachten, dass sich das kalte Wasser hellblau verfärbt, während das heiße Wasser sehr schnell eine dunklere Blaufärbung annimmt (siehe ggf. Hinweiskarte 1).

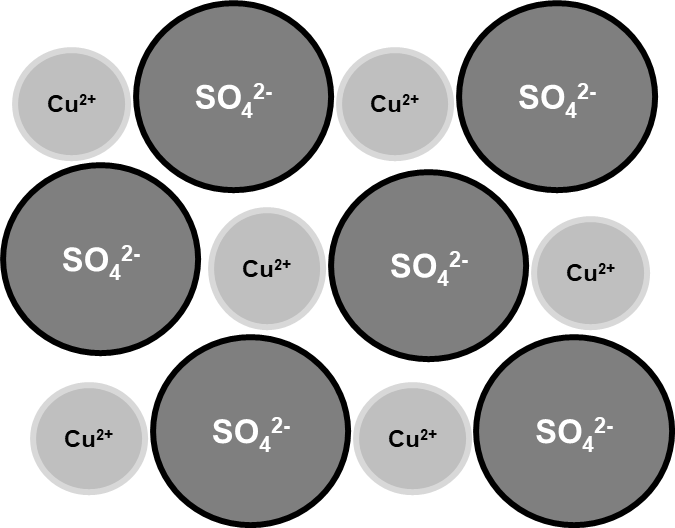
Dies passiert auch, wenn man sehr gewissenhaft arbeitet und in jedes Becherglas die gleiche Menge an Wasser und Salz hinzugefügt.

**„Wieso nehmen die beiden Lösungen unterschiedliche Farben an, obwohl gleiche Mengen Salz in die gleichen Mengen Wasser gegeben wurden?“**

## Aus welchen Teilchen besteht Kupfersulfat?

Um die Beobachtungen besser verstehen zu können, klären wir in diesem Absatz, aus welchen kleinsten Teilchen das Salz Kupfersulfat besteht. Die chemische Formel von Kupfersulfat lautet: **CuSO4**. Anders als die Salze, die wir bisher verwendet haben, besteht Kupfersulfat aus einem Molekülanion[[1]](#footnote-1) Sulfat (SO42-) und einem Kupferkation.

Sulfatanionen sind *mehratomige Ionen*, die aus einem Schwefelatom und vier Sauerstoffatomen bestehen. Dieses Ion hat insgesamt zwei negative Ladungen. Da das Molekülanion Sulfat (SO42-) zweifach negativgeladen ist, muss das Kupferkation als zweifach positiv geladenes Kupferkation (Cu2+) vorliegen.

Das Salz Kupfersulfat entsteht, wenn sich **positiv geladene** Kupferkationen und **negativ geladene** Sulfatanionen zusammenlagern, wie man auf der schematischen Abbildung sehen kann.

## Was passiert beim Lösen des Salzes auf Teilchenebene?

Wenn man die Zusammensetzung von Kupfersulfat kennt, ist es einfacher, die Beobachtungen zu deuten.

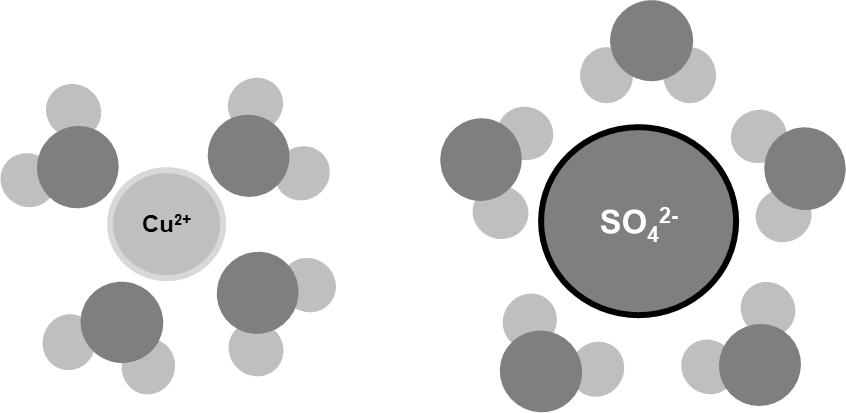
Das Kupfersulfatsalz besteht somit aus winzigen Kristallen, die aus der Zusammenlagerung von Kupferkationen und Sulfatanionen zu einem Ionengitter bestehen. Innerhalb des Ionengitters wird jedes Kupferkation von Sulfatanionen umgeben – und umgekehrt. Zwischen den Ionen herrschen Anziehungskräfte, die den Salzkristall zusammenhalten.

Wenn dieses Salz nun in dem Becherglas mit Wasser in Berührung kommt, beginnt der Lösungsprozess.

Auf der schematischen Abbildung kannst du sehen, was passiert, wenn ein Kupfersulfat-Salzkristall mit Wasser in Kontakt kommt: Sobald ein Salzkristall mit dem Wasser im Becherglas in Berührung kommt, findet eine Wechselwirkung zwischen den Wassermolekülen

und dem Salzkristall statt. Dabei lagern sich die Wassermoleküle um die Ionen des Salzkristalls an. Schließlich werden die Ionen komplett von Wassermolekülen umgeben **(hydratisiert)** und lösen sich so in Wasser.

Wassermoleküle



Der Lösevorgang beginnt an den Kanten eines Salzkristalls und schreitet solange voran, bis sich kein weiteres Salz mehr im Wasser lösen kann. Ein entscheidender Faktor für die Löslichkeit eines Salzes ist die Temperatur des Wassers, was dir auch der Versuch gezeigt hat.

Das Wasser in dem ersten Becherglas hat Raumtemperatur (~25 °C), das Wasser in dem zweiten Becherglas hat beinahe Siedetemperatur (~100 °C). In dem wärmeren Wasser konnte sich mehr Kupfersulfatsalz lösen.

## Warum ist das Lösen temperaturabhängig?

Wenn du ein Salz in Wasser löst, passieren während des Lösevorgangs zwei Prozesse: Zum einen werden die Anionen und Kationen aus dem Salzgitter gelöst und zum anderen werden sie von Wassermolekülen umschlossen (hydratisiert).

Um Ionen im ersten Schritt aus dem Ionengitter zu lösen, muss Energie aufgewendet werden. Diese Energie wird als **Gitterenergie** bezeichnet.

Im zweiten Schritt werden die Ionen von Wassermolekülen hydratisiert. Dabei wird Energie frei. Diese Energie bezeichnet man als **Hydrationsenergie**.

Im Fall von Kupfersulfat ist allerdings die Gitterenergie höher als die Hydrationsenergie, die im zweiten Schritt wieder frei wird, sodass insgesamt für den Löseprozess Energie aufgenommen werden muss. Diese Energie wird dem Wasser in Form von Wärme entzogen. Ist das Wasser wärmer, steht mehr Energie für den Lösevorgang zur Verfügung.

*Damit gilt:* ***Je wärmer das Wasser ist, desto mehr Kupfersulfatsalz kann sich lösen. Je mehr Kupfersulfat sich löst, desto dunkler erscheint die blaue Farbe des Wassers.***

**Bei deinem Experiment passiert also Folgendes:**

Die Lösung von Kupfersulfat in Wasser ist blau. Kupfersulfat löst sich unter Wärmeaufnahme in Wasser. Damit ist klar, dass sich in deinem Versuch mehr Kupfersulfat in dem heißen Wasser gelöst haben muss als in dem Wasser, das nur Zimmertemperatur hatte. Je mehr Kupfersulfat sich im Wasser löst, desto dunkler muss auch die Farbe sein, die das Wasser annimmt. Dementsprechend erscheint das heiße Wasser dunkelblau.

Im kalten Wasser lösen sich weniger Kupfersulfatsalzteilchen, wodurch die Lösung nur eine hellblaue Färbung annimmt. Deine Beobachtung beruht allein auf der unterschiedlichen Löslichkeit eines Salzes in Abhängigkeit von der Temperatur. Jetzt solltest du in der Lage sein, deine Versuchsbeobachtungen zu deuten.

## Aufgabe 1: Formuliere eine kurze Erklärung der nachfolgenden Begriffe in eigenen Worten mit Hilfe der Informationen, die du gelesen hast.

1. *Salz:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

1. *Kupfersulfat:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*
2. *Ion:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

1. *Ionengitter:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

1. *Gitterenergie:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

## Aufgabe 2: Die einzelnen Textbausteine ergeben zusammen einen kurzen Überblick über den wesentlichen Inhalt des Textes. Ordne die Bausteine in der richtigen Reihenfolge an, sodass du eine sinnvolle Zusammenfassung des Textes erhältst.

Gibt man einen Kupfersulfat-Salzkristall in Wasser, kommt es zu einer Wechselwirkung zwischen den Wassermolekülen und den Ionen im Salzkristall.

Um Ionen aus einem Ionengitter zu lösen, muss Energie aufgewendet werden.



Dabei gilt: Je wärmer das Wasser ist, desto mehr Salz kann darin gelöst werden, da mehr Energie zur Verfügung steht.



Sie bilden zusammen ein Kristallgitter, in welchem positive und negative Ionen regelmäßig angeordnet sind.



Dabei wird jedes Ion von Wassermolekülen umgeben; sie sind dann in Wasser gelöst. Diese Energie wird dem Wasser in Form von Wärme entzogen.



Ein Vertreter aus der Gruppe der Salze ist das Kupfersulfat. Kupfersulfat besteht aus positiv geladenen Kupferkationen und negativ geladenen Sulfatanionen.



## Aufgabe 3: Deute nun die gemachten Beobachtungen in eigenen Worten.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_



Überprüfe mithilfe der Lösung, ob du verstanden hast, wie man das Lösen von Salz im Teilchenmodell erklären kann und was die Gitterenergie damit zu tun hat.



Reagiere auf deine Fehler und verbessere sie.

1. Moleküle sind kleinste Teilchen, die aus zwei oder mehr Atomen bestehen und durch chemische Bindungen zusammengehalten werden.  [↑](#footnote-ref-1)