

Online-Supplement

Lösungswärme energetisch betrachtet: Ein Schülerexperiment zur Bestimmung der konzentrationsabhängigen Lösungsenthalpie beim Lösen verschiedener Salze

**Online-Supplement:
Materialien für ein Schülerexperiment
zur Bestimmung der konzentrationsabhängigen Lösungsenthalpie
beim Lösen verschiedener Salze**

Cornelia Stiller^{1,*}, Gabriele Beyer-Sehlmeyer²,
Andreas Stockey³, Gudrun Friedrich³ & Tobias Allmers⁴

¹ Universität Bielefeld

² Marienschule der Ursulinen, Bielefeld

³ Oberstufen-Kolleg an der Universität Bielefeld

⁴ Kreisdgymnasium St. Ursula, Haselünne

* Kontakt: Universität Bielefeld,
Fakultät für Biologie / Biologiedidaktik,
Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld
cornelia.stiller@uni-bielefeld.de

Zitationshinweis:

Stiller, C., Beyer-Sehlmeyer, G., Stockey, A., Friedrich, G., & Allmers, T. (2020). Lösungswärme energetisch betrachtet: Ein Schülerexperiment zur Bestimmung der konzentrationsabhängigen Lösungsenthalpie beim Lösen verschiedener Salze [Materialien für ein Schülerexperiment zur Bestimmung der konzentrationsabhängigen Lösungsenthalpie beim Lösen verschiedener Salze]. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2), 67–79. <https://doi.org/10.4119/pflb-3305>

Online verfügbar: 19.02.2020

ISSN: 2629-5628



© Die Autor*innen 2020. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>

Inhalt

- Material 1:* Arbeitsauftrag zur Geschichte der Atommodelle
- Material 2:* Arbeitsblätter zum Kühl-/Wärmekissen
- Material 3:* Overheadfolie Planung des experimentellen Designs
- Material 4:* Versuchsanleitung
- Material 5:* Overheadfolie „Lösen eines Salzes“
- Material 6:* Entscheidungstabelle

Geschichte der Atommodelle

Arbeitsauftrag:

- (1) Informiere dich im Internet oder in Büchern über die Atommodelle von Demokrit, Dalton, Thompson und Rutherford.
- (2) Stelle die Geschichte der Atommodelle auf einen Zeitstrahl dar. Notiere dabei die grundlegende Aussage des Modells und durch welche Methoden die Forscher zu ihren Erkenntnissen gelangten. Berücksichtige dabei auch das dir bereits bekannte Bohrsche Atommodell.
- (3) Gruppendiskussion
- (4) Diskutiere in einer Gruppe mit 1 bis 3 Mitschüler*innen die Begriffe „Falsifikation“, „Verifikation“, „Bestätigung“ und „Bewährung“ im Zusammenhang mit der Entwicklung von naturwissenschaftlichen Theorien. Nutze dazu das Beispiel der Entwicklung der Theorien zum Atommodell.
- (5) Erstelle gemeinsam ein Poster, das eure Argumente anhand der Theorien zur Entwicklung der Atommodelle zusammenfassend darstellt. Geht dabei auch auf die Grenzen und Leistungen der verschiedenen Modelle ein.

Kühlkissen (Text A)

Stelle dir die folgende Situation vor: Du bist im Sportunterricht umgeknickt. Dein Lehrer läuft zu dir hin, drückt dir ein kleines Kissen in die Hand und meint, dass du damit die geschwollene Hautstelle kühlen sollst. Du runzelst die Stirn. Das Kissen ist nicht einmal kalt. Wie sollst du denn damit deine Haut kühlen? Auf der Verpackung steht lediglich der Inhaltsstoff Ammoniumnitrat, aber keine Anleitung dazu, wie das Sofort-Kühlkissen zu verwenden ist. Ein Klassenkamerad, der deinen irritierten Blick gesehen hat, ruft dir zu: „Mensch, du musst das Kissen in der Mitte knicken, damit das Wasser aus der einen Kammer und das Salz aus der anderen Kammer zusammenlaufen!“ Gesagt, getan: Und schon wird das Innere des Kissens kalt ...

Einzelarbeit:

- (1) Fasse die Kernaussage des Textes schriftlich zusammen.

Partnerarbeit:

- (1) Vergleiche die Kernaussage mit der deines Nachbarn/deiner Nachbarin.
- (2) Entwickle eine Fragestellung zu den Kernaussagen.
- (3) Stelle eine Hypothese auf und überlege, wie diese überprüft werden kann.

Kühlkissen (Text B)

Stelle dir die folgende Situation vor: Du hast dich vor zwei Tagen seit langem mal wieder sportlich betätigt. Nun hast du extremen Muskelkater. Deine Mutter drückt dir ein kleines Kissen in die Hand und meint, dass du dieses auf die Hautpartie legen sollst; dadurch werde der Muskelkater gelindert. Du runzelst die Stirn. Das Kissen ist nicht einmal warm. Wie sollst du damit die Schmerzen lindern? Auf der Verpackung steht lediglich der Inhaltsstoff Magnesiumsulfat, aber keine Anleitung dazu, wie das Sofort-Kühlkissen zu verwenden ist. Deine Mutter, die deinen irritierten Blick bemerkt hat, sagt zu dir: „Du musst das Kissen in der Mitte knicken, damit das Wasser aus der einen Kammer und das Salz aus der anderen Kammer zusammenlaufen.“ Gesagt, getan: Und schon wird das Innere des Kissens warm ...

Einzelarbeit:

- (1) Fasse die Kernaussage des Textes schriftlich zusammen.

Partnerarbeit:

- (1) Vergleiche die Kernaussage mit der deines Nachbarn/deiner Nachbarin.
- (2) Entwickle eine Fragestellung zu den Kernaussagen.
- (3) Stelle eine Hypothese auf und überlege, wie diese überprüft werden kann.

Planung des Experiments zur Lösungswärme

Aufgabe:

Entwickle eine genaue Versuchsanleitung für ein Experiment, das geeignet ist, um die Hypothese(n) zu überprüfen und die Fragestellung zu beantworten. Beachte dazu die zur Verfügung stehenden Materialien.

Zur Verfügung stehendes Material:

- Lithiumchlorid, Natriumchlorid, Kaliumchlorid
- Thermometer
- Messzylinder, Pipette, Bechergläser
- Magnetrührer und Magnetrührstäbchen
- Waage, Spatel, Löffel

Vorüberlegungen:

- Welche Daten sollen erhoben werden? Wie sollen sie gemessen werden?
- Welcher Faktor wird variiert?
- Welche Faktoren werden konstant gehalten?
- Was ist sonst noch zu beachten?

Versuchsanleitung:

- Welche Materialien und Geräte werden benötigt?
- Wie ist der Versuchsaufbau?
- Welche einzelnen Schritte sind durchzuführen?
- Worauf ist zu achten?

Datentabelle:

- Wie sollte die Datentabelle aussehen?

Experiment: Lösungsenthalpie von Salzen

Fragestellung:

Welchen Zusammenhang gibt es zwischen der gelösten Masse des Salzes und der Temperaturänderung? Wie unterscheidet sich die Lösungsenthalpie bei den verschiedenen Salzen?

Versuchsanleitung:

Um diese Fragen zu beantworten, erfassen wir für verschiedene Salze und unterschiedliche Mengen die jeweilige Temperaturänderung, die sich einstellt, wenn das Salz in einer bestimmten Wassermenge gelöst wird.

Als Salze stehen Lithiumchlorid (LiCl), Natriumchlorid (NaCl) und Kaliumchlorid (KCl) zur Verfügung. Von jedem Salz werden jeweils 4 g, 8 g, 12 g, 16 g und 20 g in jeweils 100 mL Wasser gelöst.

Hinweise zum Versuchsaufbau:

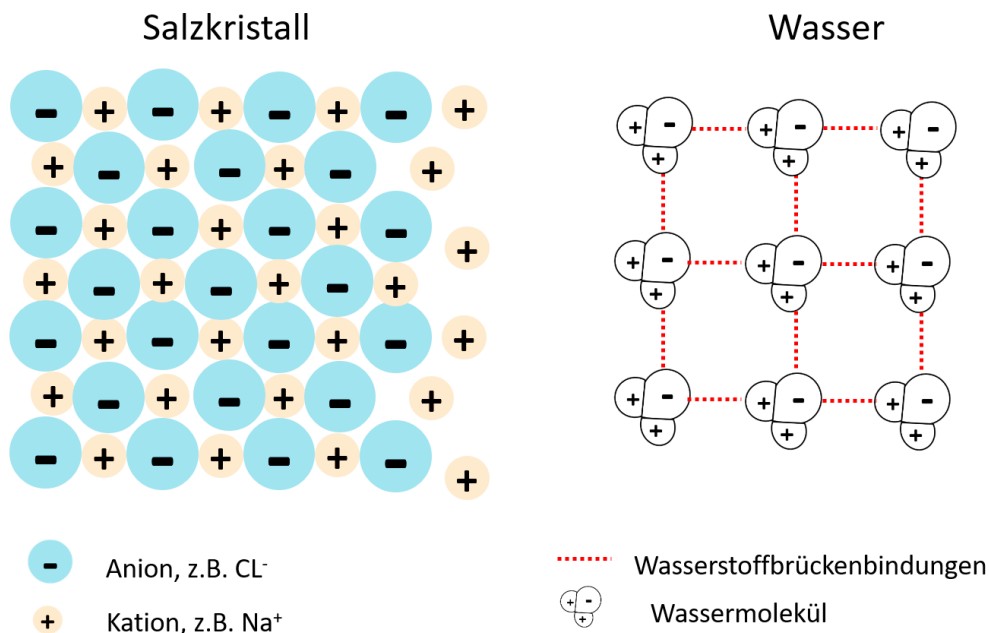
- (1) Die Salze werden in destilliertem Wasser (Raumtemperatur) gelöst. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die Temperaturänderung nicht durch ein Temperaturgefälle zwischen Wassertemperatur und Raumtemperatur zustande kommt.
- (2) Die Wassermenge von 100 mL wird mit einem Messzylinder abgemessen. Bechergläser (selbst mit Markierungsstrichen) sind keine Messgeräte.
- (3) Um den Auflösungsprozess zu beschleunigen wird ein Magnetrührer verwendet. Zur Vorbereitung wird dazu ein Rührfisch in das Becherglas gegeben.
Achtung: Der Magnetrührer hat eine Heizplatte. Diese darf bei diesem Versuch *nicht* eingeschaltet werden. Wählt eine mittlere Geschwindigkeit für den Magnetrührer.
- (4) Die Temperatur des Wassers wird mithilfe des Thermometers gemessen, das mit einer Stativklemme gehalten wird. Das Thermometer muss dazu weit genug eintauchen, darf aber andererseits das Magnetrührstäbchen nicht behindern.

Hinweise zur Durchführung der Messungen:

- (1) Das Salz wird mithilfe eines Spatels oder eines Löffels aus dem Vorratsbehälter entnommen und auf einem gefalteten Papier abgewogen.
Achtung: Das Salz LiCl ist stark hygroskopisch, d.h., es zieht Wasser aus der Luft. Es ist daher notwendig, dass dieses Salz erst unmittelbar vor dem Einsatz abgewogen wird.
- (2) In aller Regel ist es nicht immer möglich, die genaue Masse zu treffen. Falls es nicht gelingt, muss die tatsächliche Masse protokolliert werden.
- (3) Die Temperatur des Wassers muss jedes Mal vor der Zugabe des Salzes bestimmt werden.
- (4) Das Salz wird möglichst vollständig und zügig von dem Papier in das Becherglas gegeben.
- (5) Nach Zugabe des Salzes wird die Temperatur für die maximale Temperaturänderung bestimmt. Alle Temperaturmessungen sollen auf $0,1^{\circ}\text{C}$ genau sein.
- (6) Zwischen den einzelnen Messungen, wird das Becherglas gründlich mit Wasser und zuletzt mit destilliertem Wasser ausgespült.

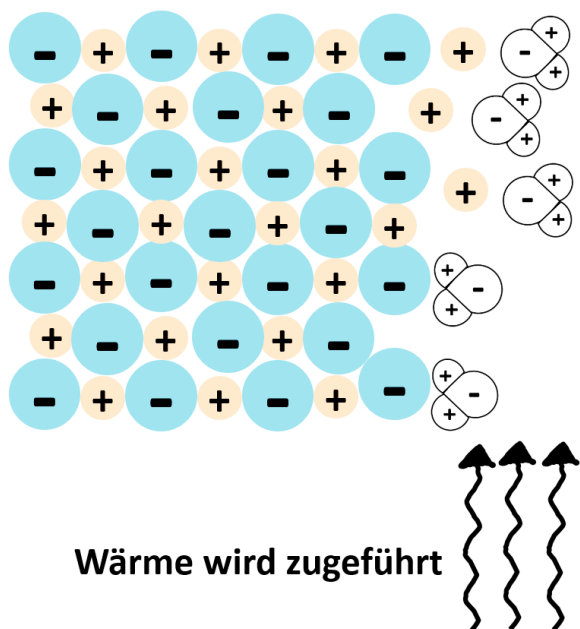
Overheadfolie „Lösen von Salzen“

① Salzkristall und Wasser

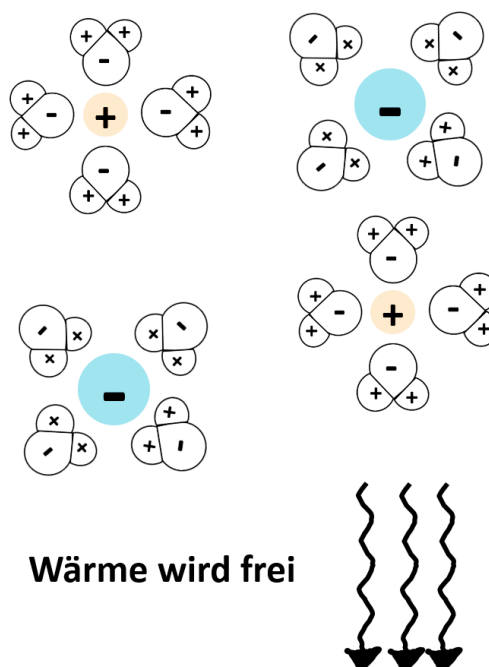


② Lösen eines Salzes

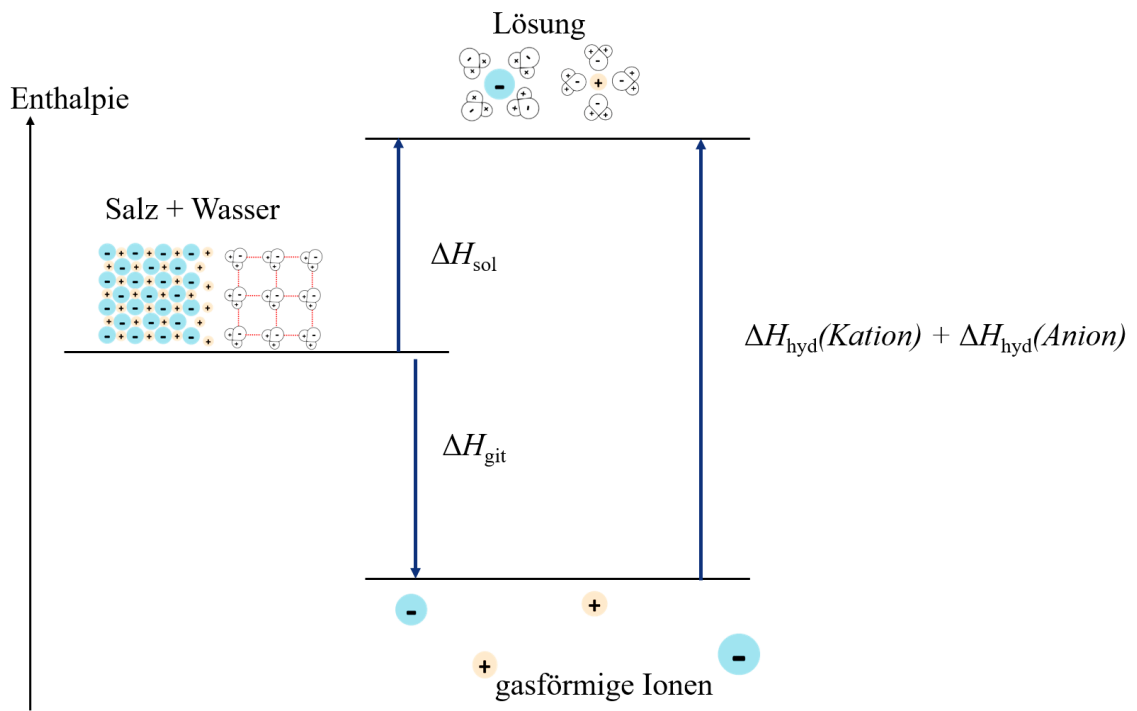
a) Zerstörung des Salzkristalls



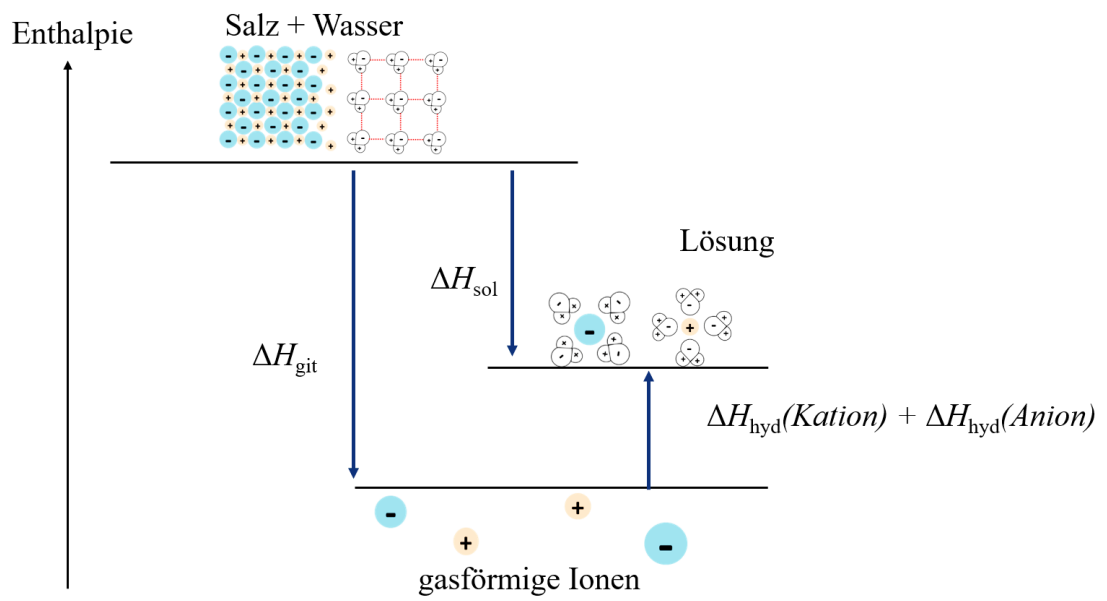
b) Hydratation der Ionen



(a)



(b)



Entscheidungstabelle für das Experiment zur Lösungswärme

(zusammengestellt und ergänzt nach Watson & Wood-Robinson, 1998, und Wellington & Ireson, 2008)

Entscheidung	Was muss entschieden werden?	Wer entscheidet? (L / L&S / S)
Fragestellung	F1: Wie ändert sich die Temperatur, wenn Salz X in Wasser gelöst wird? F2: Wie hängt diese Temperaturänderung von der Masse des gelösten Salzes ab?	L&S
Hypothese	H1: Die Richtung der Temperaturänderung (Abkühlen oder Erwärmen) ist abhängig von der Art des gelösten Salzes. H2: Je mehr eines Salzes in Wasser gelöst wird, desto größer ist der absolute Betrag der Temperaturänderung.	L&S
Begründung	H1: Die Richtung der Temperaturänderung ist abhängig vom Aufwand, der benötigt wird, um das Salzkristall zu zerstören, und der Energie, die durch die Hydratation der Ionen frei wird. Beide Energieformen hängen mit Eigenschaften der beteiligten Reaktanden zusammen. H2: Die Höhe der Temperaturänderung ist abhängig von der eingesetzten Masse des Salzes. Je mehr Salz aufgelöst wird, desto höher ist die Temperaturänderung.	L&S
Untersuchungskonzept	Experimentelle Bestimmung der Temperaturänderung beim Lösen eines Salzes und Berechnung der resultierenden Reaktionsenergie	L&S
Konkrete Durchführung	Lösen von Salzen in Wasser und Bestimmung der Temperaturänderung (Messen der Temperatur vor und nach dem Lösen des Salzes und Bildung der Differenz)	L&S
Anzahl der Wiederholungen	3 verschiedene Salze (LiCl, NaCl, KCl), je Gruppe ein Salz; 3–6 Wiederholungen pro Masse	S
Unabhängige Variable	Masse des gelösten Salz, Art des Salzes	S
Untersuchungsspektrum	4–20 g	L&S
Anzahl der Intervalle	4	L&S
Abstand der Intervalle	4 g, 8 g, 12 g, 16 g, 20 g	L&S
Abhängige Variable	Temperaturänderung	L&S
Messung der abh. Variabl.	Thermometer	S
Weitere relevante Randbedingungen	Volumen der Lösung	L&S
Analyse der Daten	Mittelwert, Standardfehler, Ausgleichsgerade	S
Darstellung der Daten	X-Y-Graphik	S
Prüfung der Hypothese(n)	Die H1 kann bestätigt werden. In Abhängigkeit vom verwendeten Salz erwärmt sich die Lösung (exotherme Reaktion) oder kühlt sich ab (endotherme Reaktion). Die H2 kann ebenso bestätigt werden. Zwischen der Menge des gelösten Salzes und der Temperaturänderung gibt es einen linearen Zusammenhang.	S

Quellen:

Watson, R., & Wood-Robinson V. (1998). Learning to Investigate. In M. Rattliffe (Hrsg.). *ASE Guide to Secondary Science Education* (S. 84–91). Cheltenham, UK: Stanley Thornes Publ. LTD.

Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science Learning, Science Teaching*. London: Routledge.