

Salze im Konzept Chemie³ – Verknüpfung ihrer chemischen Erarbeitung mit Bezügen zu Mensch und Natur

R. Heimann und I. Olschewski

Dieser Beitrag ist erschienen in:

Heimann, R., Olschewski, I.

Salze im Konzept Chemie³ – Verknüpfung ihrer chemischen Erarbeitung mit Bezügen zu Mensch und Natur.

Praxis d. Naturwiss. – Chemie in der Schule (2015) 7/64, 5-8

1 Einleitung

Das Konzept Chemie³ [1], das zurzeit in den Jahrgangsstufen 7 und 8 mehrerer Gymnasien über zwei Jahre lang erprobt wird, enthält auch eine Unterrichtseinheit zum Thema Salze. Wie das Gesamtkonzept ist die im Folgenden beschriebene Einheit durch drei Dimensionen gekennzeichnet:

- Chemie Verstehen: Die Schülerinnen und Schüler sollen nicht nur Wissen ansammeln, sondern ein echtes Verständnis erreichen. Schülervorstellungen werden einbezogen und weiterentwickelt. Von Anfang an werden die Phänomene auf der submikroskopischen Ebene erklärt. Die zu erarbeitenden Inhalte sind aufeinander bezogen und miteinander vernetzt.
- Mit Chemie Naturphänomene erklären: An vielen Stellen wird bei der Erarbeitung der chemischen Inhalte ein Bezug zu Naturphänomenen aus der belebten und der unbelebten Natur hergestellt. Fächergrenzen werden immer wieder punktuell überschritten.
- Mit Chemie naturwissenschaftliches Denken entwickeln: Das naturwissenschaftliche Denken soll kontinuierlich gefördert werden. Zu diesem Zweck werden die Schülerinnen und Schüler von Anfang an angehalten, selbstständig zu denken, Experimente zu planen und angemessen auszuwerten, Hypothesen zu überprüfen und Modelle einzusetzen. Im Folgenden werden besonders die fächerübergreifenden Abschnitte der Unterrichtseinheit zu den Salzen dargestellt. Die Abbildung in der Datei Übersichtsschema gibt einen Überblick über die Inhalte der gesamten Einheit. Das Übersichtsschema wird mit den Schülern schrittweise erarbeitet.

2 Das Konzept zum Themenbereich Salze

2.1 Kochsalz – Notwendigkeit und Herausforderung für die Lebewesen

Zu Beginn der Stunde zeigt der Lehrer zwei Exemplare einer Rose, eine davon stand 1-2 Tage in einem großen Reagenzglas mit 100 mL Meerwasser (Natriumchloridlösung mit $\omega = 3,5\%$ in Leitungswasser), die andere in 100 mL Leitungswasser. Eine Pflanze ist welk, die andere sieht frisch aus. Die Schüler sollen eine Hypothese aufstellen, warum die Rose in Salzwasser schneller welkt. Denkbar sind die folgenden Hypothesen:

- Hypothese 1: Die Pflanzen können kein Salzwasser aufnehmen, verlieren aber über Verdunstung Wasser.
- Hypothese 2: Salzwasser entzieht den Pflanzen Wasser.

Die Lehrkraft informiert die Schüler darüber, dass man zur Überprüfung der Hypothesen als pflanzliches Material auch Kartoffelscheiben verwenden kann, die man in Salzwasser legt. Nur im Fall von Hypothese 2 müssten Masse und Größe der Kartoffelscheiben abnehmen. Wie sich die Kartoffelscheiben in Leitungswasser verhalten, wissen die Schüler nicht, so dass ein Vergleichsversuch sinnvoll ist. Nun wird das Experiment 1 durchgeführt (Kasten 1).

Experiment 1: Verhalten von Kartoffelscheiben in Salzwasser und Leitungswasser

Materialien: Schneidebrett und Messer oder Gemüsehobel, Waage mit 2 Nachkommastellen, 2 Wägeschälchen, wasserfester Folienstift, 2 Petrischalenböden ($\varnothing = 10$ cm, Höhe 2 cm), 50 mL Messzylinder, Küchenpapier, möglichst frische Kartoffel, Plastikkappe einer Verpackung mit ungefähr 4,7 cm Durchmesser oder Plätzchenausstechförmchen verschiedener Formen aus Metall zum Ausstanzen der Kartoffelstücke, Leitungswasser, 3,5 %ige Kochsalzlösung („Meerwasser“)

Durchführung:

Aus einer Kartoffel werden zwei möglichst große, etwa 0,3 cm breite Scheiben ohne Schale geschnitten oder mit einem Gemüsehobel erzeugt. Daraus werden zwei Kartoffelstücke ausgestochen. Die beiden Kartoffelstücke werden mit einem Stück Küchenpapier abgetupft und gewogen. Die Masse wird notiert. Sie sollte bei ungefähr 5-6 g liegen.

Anschließend befüllt man die erste beschriftete Petrischale mit 50 mL Leitungswasser, die zweite mit 50 mL "Meerwasser" und legt jeweils ein Kartoffelstück hinein.

Nach ca. 15 Minuten werden die Stücke nacheinander mit einer Pinzette aus den Petrischalen genommen, mit Küchenpapier abgetupft und einzeln gewogen.

Die Festigkeit der Stücke wird geprüft.

Beobachtung:

Das Kartoffelstück, das in Salzwasser gelegen hat, ist um ca. 0,4-0,6 g leichter geworden (und etwas kleiner). Es hat eine weichere Konsistenz.

Das Kartoffelstück, das in Leitungswasser gelegen hat, ist um ca. 0,2-0,4 g schwerer geworden (und etwas größer). Es fühlt sich fest an.

Kasten 1: Experiment zur Wirkung von Salz auf lebende Zellen

Es zeigt, dass die Kartoffelscheibe in Salzwasser leichter und kleiner wird, in Leitungswasser hingegen schwerer und größer. Damit spricht viel für die Hypothese 2, die von der Lehrkraft bestätigt wird.

Nun wirft die Lehrkraft zwei Fragen auf: Wenn Salz sich so negativ auf die Lebewesen auswirkt, wie kann es da sein, dass Pflanzen, wie z.B. Queller oder Strandflieder, auf Salzwiesen leben, die immer wieder vom Meerwasser überflutet werden? Und wie können Fische im Salzwasser leben? Trocknen sie nicht aus, weil ihnen zu viel Wasser entzogen wird? Hierzu sollen die Schüler zunächst eigene Überlegungen anstellen. Sie sollen 3 Minuten mit ihrem Nachbarn zusammen selbst überlegen, dann werden die Ideen im Plenum zusammengetragen. Anschließend erfolgt eine Überprüfung durch die Bearbeitung eines Arbeitsblatts (Arbeitsblatt 1), aus dem die Schüler verschiedene Anpassungen von Pflanzen an salzreiche Standorte sowie die Anpassung von Fischen und Pinguinen an Salzwasser entnehmen können. Dann soll ein Schüler die Ausgangsfrage beantworten, wie Pflanzen und Tiere an salzreichen Standorten überleben können. Die Ergebnisse werden mit den Ideen, die die Schüler vor der Bearbeitung des Schülermaterials geäußert haben, verglichen.

Die Lehrkraft hält anschließend einen kurzen Vortrag zu Bedeutungen von Salz für den Menschen (Lehrermaterial 1). Das Salz wird nun als Kochsalz benannt und schon erwähnt, dass es auch andere Salze gibt. Die Schüler sollen genau zuhören und eine Abbildung mit den gehörten Bedeutungen anfertigen. Die Grundstruktur der Abbildung wird vorher erläutert. Die Schüler werden vermutlich nur einen Teil der Bedeutungen erfassen, deshalb ist eine gemeinsame Ergänzung der Abbildung wichtig.

Bedeutung von Kochsalz für den Menschen

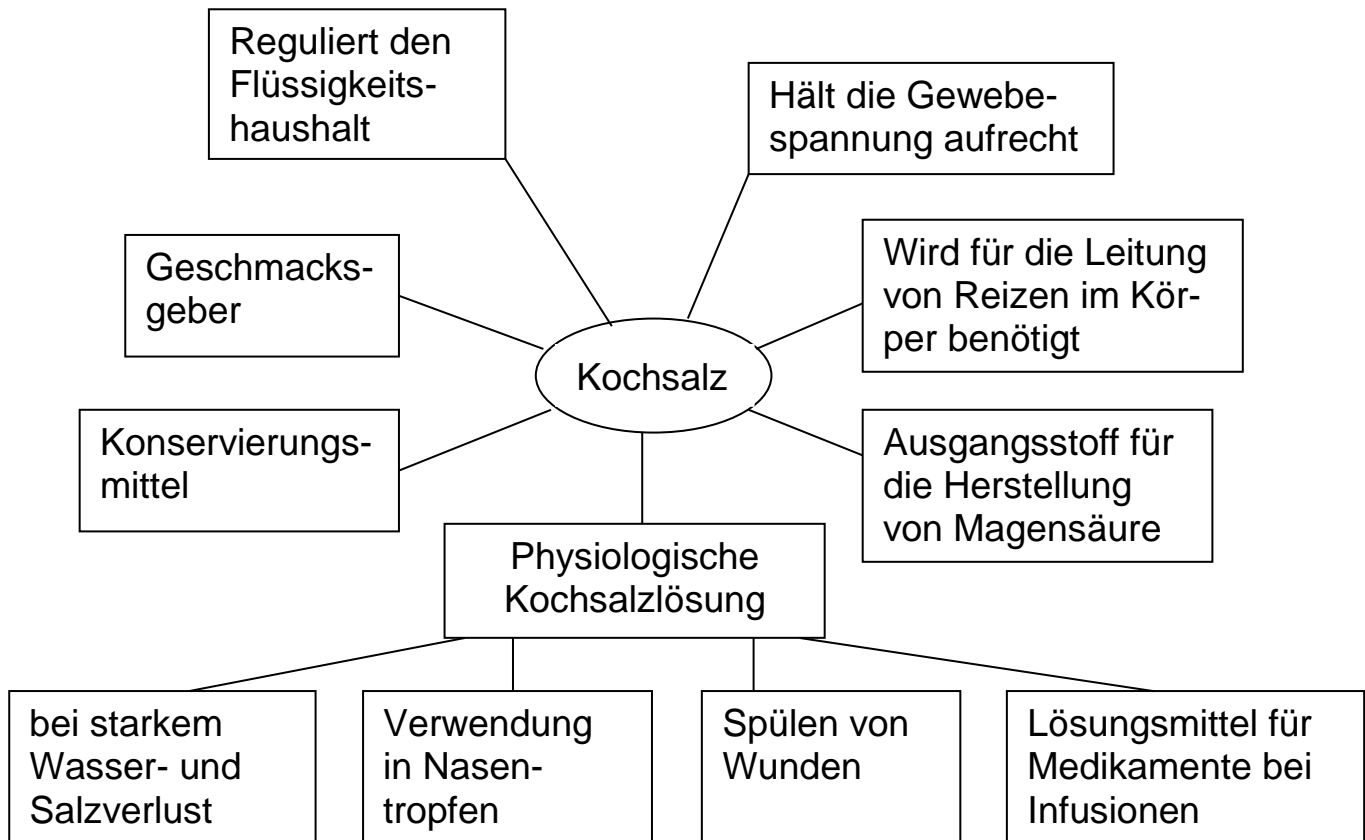


Abb. 1: Bedeutung von Kochsalz für den Menschen

2.2 Eigenschaften und Aufbau von Kochsalz

Es wird zunächst der Frage nachgegangen, welche Eigenschaften Kochsalz besitzt. An der Tafel werden bereits bekannte Eigenschaften zusammengetragen und im weiteren Verlauf der Stunde ergänzt. Außer der Wasser entziehenden Wirkung auf lebende Zellen werden vermutlich Eigenschaften wie "wasserlöslich" und "bei Raumtemperatur fest" genannt. In drei kleinen Schülerdemonstrationsexperimenten werden weitere Eigenschaften kennen gelernt. Beim Erhitzen mit dem Brenner zeigt sich, dass das Kochsalz nicht schmilzt. Es hat also eine hohe Schmelztemperatur und auch eine hohe Siedetemperatur. Versetzt man Eis mit Salz, so sinkt die Temperatur unter 0 °C ab. Salzlösung hat eine niedrigere Gefrieretemperatur als Wasser.

Im dritten Experiment wird die Leitfähigkeit von dest. Wasser, von festem Kochsalz und von einer Kochsalzlösung gemessen. In letzterem Fall wird schrittweise Kochsalz zum dest. Wasser zugesetzt. Nur die Kochsalzlösung leitet erkennbar den elektrischen Strom und zwar umso besser, je höher die zugegebene Portion an Kochsalz ist.

Nun kann ein Bezug zum Alltag hergestellt werden und gleichzeitig eine in ihrer Komplexität noch begrenzte Aufgabe zur Schulung der Bewertungskompetenz eingesetzt werden. Die Schüler sollen das Streuen von Salz im Winter bewerten. Dabei soll deutlich werden, dass es keine eindeutige Antwort darauf gibt, ob das Streuen gut oder schlecht ist. Das Salz bewirkt, dass sich erst bei niedrigerer Temperatur als 0 °C Eis bildet und somit Glätte bekämpft wird und Unfälle verhindert werden können. Andererseits werden aber durch das

Salz Pflanzen am Wegrand geschädigt. Sie trocknen aus, weil ihr Wasserhaushalt gestört wird. Wenn möglich sollten also alternative Methoden zur Bekämpfung von Glätte verwendet werden.

Nun wird eine Frage herausgegriffen: Warum leitet Kochsalzlösung den elektrischen Strom, wohingegen weder festes Kochsalz noch dest. Wasser dies tun? Ein mögliches Vorgehen zur Erarbeitung dieser Thematik haben wir in [2] ausführlich beschrieben. Schließlich wird deutlich, dass festes Natriumchlorid (Kochsalz) aus positiv geladenen Natrium-Ionen und negativ geladenen Chlorid-Ionen besteht und dass beim Lösen von Natriumchlorid in Wasser die Ionen frei beweglich werden. Daher kann die Lösung den elektrischen Strom leiten.

Anhand von Experimenten zur Untersuchung der Leitfähigkeit weiterer Salze und zu Temperaturveränderungen beim Lösen von Salzen in Wasser wird der Aufbau der Salze aus Ionen weiter gefestigt (siehe [2]).

2.3 Kochsalz – schädlich für den Blutdruck?

Nachdem im vorherigen Unterrichtsabschnitt einige theoretische Betrachtungen angestellt wurden, soll nun wieder einer lebensweltlichen Frage nachgegangen werden, die zugleich den Kompetenzbereich der Bewertung berücksichtigt. Die Schüler sollen sich zunächst dazu äußern, was sie bereits über die Wirkung von Kochsalz auf den Blutdruck gehört haben. Eventuell wird die Ansicht geäußert, dass Kochsalz den Blutdruck steigert. Was sagt die Wissenschaft dazu? Das zugehörige Arbeitsblatt (Arbeitsblatt 2) mit Informationen aus [3-10] macht erkennbar, dass diese Frage durchaus noch strittig ist. Die Schüler sollen sich mit didaktisch stark vereinfachten, wissenschaftlichen Studien beschäftigen und anschließend eine begründete Antwort auf die Ausgangsfrage geben können. Außerdem sollen sie eine Empfehlung für den Kochsalzkonsum aussprechen. Zur Bearbeitung des Themas werden drei Expertengruppen gebildet: Eine Gruppe beschäftigt sich mit der Intersalt-Studie, nach der nur bei wenigen Personen ein Zusammenhang zwischen Salzkonsum und Blutdruck festzustellen war, allerdings mit erhöhtem Salzkonsum ein Anstieg des Blutdrucks im Alter einherging. Eine andere Gruppe bearbeitet die Ergebnisse einer in der Fachzeitschrift Jama dargestellte Studie, nach der der Blutdruck bei erhöhter Salzzufuhr ansteigt, der Anstieg aber recht gering ist. Das Auftreten von Herz-Kreislaufkrankungen hingegen war in der Personengruppe mit hohem Salzkonsum am niedrigsten. Bei anderen Untersuchungen, die für die dritte Gruppe zusammengefasst sind, zeigte sich zwar bei erhöhter Salzzufuhr auch eine größere Häufigkeit an Herz-Kreislaufkrankungen, ein zu stark verringerter Salzkonsum hat aber ebenfalls diese Wirkung. Aus den Materialien der dritten Gruppe ist weiterhin zu entnehmen, dass unser durchschnittlicher Salzkonsum über dem empfohlenen Wert liegt, aber auch dass viele Lebensmittel einen erheblichen Salzgehalt aufweisen, so dass es schwer ist, die Salzzufuhr zu reduzieren. Hier sind auch die Hersteller gefragt.

Die Materialien sollen zunächst in Einzelarbeit durchgelesen und dann in Zweiergruppen im Hinblick auf die Ausgangsfrage besprochen werden. Dann finden sich in Sechsergruppen je zwei Schüler aus jeder Expertengruppe zusammen, stellen sich gegenseitig ihre Ergebnisse vor und beantworten begründet die Ausgangsfragen. Eine eindeutige Antwort ist nicht möglich. Die Mehrzahl der Ergebnisse legt aber nahe, Salz nur mäßig zu konsumieren, allerdings keine strenge Salzdiät anzuwenden. Die Tabelle zum Salzvorkommen in Lebensmitteln zeigt, dass der Salzgehalt der Nahrung nur schwer zu senken ist. Im Unterrichtsgespräch werden die Ergebnisse zusammengefasst.

2.4 Kochsalzlösung in der Medizin – Risiko für den Blutdruck?

Die vorangegangenen Betrachtungen haben gezeigt, dass bei salzempfindlichen Personen eine Blutdrucksteigerung durchaus mit dem Kochsalzkonsum in Verbindung gebracht werden kann. Infusionen enthalten in der Regel eine Kochsalzlösung. Stellt dies bei salz-

empfindlichen Personen ein Risiko dar? Nein, denn die in der Medizin verwendete physiologische Kochsalzlösung ist auf die Salzkonzentration des Blutes abgestimmt. Die Schüler erarbeiten nun, wie man die Konzentration von Salzlösungen angeben kann (Massenprozent).

2.5 Gewinnung und Herstellung von Kochsalz

Wo kommt unser Speisesalz her? Die Schüler sollen Möglichkeiten nennen. Das Eindunsten von Meerwasser und der Abbau von Salz aus Salzlagerstätten werden herausgearbeitet. Dann wird die Frage aufgeworfen, ob man Kochsalz nicht auch im Rahmen einer chemischen Reaktion herstellen könnte, was natürlich zur Gewinnung von Speisesalz nicht rentabel ist. Es wird überlegt, welche Ausgangsstoffe benötigt würden. Da Natriumchlorid aus Natrium- und Chlorid-Ionen besteht, liegt es nahe, als Ausgangsstoffe Natrium und Chlor zu verwenden. Der Lehrer zeigt das Experiment als Flashanimation mit der zugehörigen Erklärung auf der submikroskopischen Ebene [11]. Optional kann das Experiment zusätzlich im Lehrerversuch durchgeführt werden. Anschließend sollen die Schüler die Bildung des Natriumchlorids auf der Teilchenebene erklären können.

2.6 Zusammensetzung weiterer Salze

Bevor nun weitere Salze betrachtet werden, sollen die Schüler eine experimentelle Denkaufgabe zu den Flammenfarben verschiedener Alkalimetallsalze durchführen (Arbeitsblatt 3, [12]). Je nach Leistungsstand der Klasse kann angegeben werden, dass die Metallionen für die Flammenfärbung verantwortlich sind und nicht die Halogenidionen, oder man lässt es die Schüler selbst herausfinden. Es schließen sich die Behandlung der Zusammensetzung verschiedener Salze sowie die Einführung in das Schalenmodell und die Ionenbindung an.

3 Schluss

Die Erarbeitung des Themas Salze bietet vielfältige Möglichkeiten zur Einbeziehung von Fragestellungen zu Mensch und Natur. Dabei können auch das selbstständige Denken sowie die Kommunikations- und Bewertungskompetenz geschult werden. Die Bearbeitung der Fragestellung, welche Wirkung Kochsalz auf den Blutdruck hat, macht deutlich, dass auch naturwissenschaftliche Fragen oft nicht durch eine einzelne Untersuchung beantwortet werden können und dass sich aus den Ergebnissen je nach Gewichtung durchaus verschiedene Konsequenzen ziehen lassen.

Literatur

- [1] R. Heimann, Das Thema Wasser im Chemieanfangsunterricht. Von den Eigenschaften und der biologischen Bedeutung zur Struktur. PdN-Chemie in der Schule **63** (2), 5-9 (2014)
- [2] R. Heimann, F. Liebner, L.D. Besser, Einführung in den Ionenbegriff – Wie kann der grafikfähige Taschenrechner dazu beitragen? PdN-Chemie in der Schule **63** (5), 37-42 (2014)
- [3] Intersalt Cooperative Research Group, Intersalt. An international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Brit Med Journal **297**, 319-328 (1988)
- [4] K. Stolarz-Skrzypek et al., Fatal and Nonfatal Outcomes, Incidence of Hypertension, and Blood Pressure Changes in Relation to Urinary Sodium Excretion. Jama **305**, 1777-1785 (2011)
- [5] J. George, W. Majeed, I.S. Mackenzie, T.M. MacDonald, L. Wei, Association between cardiovascular events and sodium-containing effervescent, dispersible, and soluble drugs: nested case-control study. BMJ **347**, 6954 (2013)

- [6] J.J. DiNicolantonio, P. Di Pasquale, R.S. Taylor, D.G. Hackam, Low sodium versus normal sodium diets in systolic heart failure: systematic review and meta-analysis. *Heart* (2012)
- [7] N. Graudal, T. Hubeck-Graudal, G. Jurgens, Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride (Review). *The Cochrane Collaboration*. Issue 11 (2011)
- [8] P. Strazzullo, L. D'Elia, N.-B. Kandala, F.P. Cappuccio, Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *BMJ* **339**, 4567 (2009)
- [9] R.-D. Krause, Hypertonie. In: *Stange, Leitzmann, Ernährung und Fasten als Therapie*. Springer, Berlin (2010)
- [10] C. Wollenberg, Blutdruck und Salz. <http://www.blutdruckdaten.de/blutdruck-und-salz.html> (August 2013)
- [11] www.chemie-interaktiv.net
- [12] M. Beckmann, R. Heimann, Eigene Strategien finden – Erprobte Aufgaben für den experimentellen Chemieunterricht. *NiU-Chemie* **17**, 42-47 (2006)

Dank

Unser Dank gilt Frau Dr. Renate Berger-Hoffmann für die Erprobung des Experiments zur Wirkung von Meerwasser auf Kartoffelstücke und Hinweise zur Optimierung.

Anschrift der Verfasserinnen:

Prof. Dr. Rebekka Heimann und Ines Olschewski, Universität Leipzig, Fakultät für Chemie und Mineralogie, Institut für Didaktik der Chemie, Johannisallee 29, 04103 Leipzig,
E-Mail: heimare@uni-leipzig.de; ines.olschewski@uni-leipzig.de