



© fotolia

Gitterenergie und Bindungskräfte

Struktur-Eigenschaftsbeziehungen bei Salzen – quantitativ betrachtet

Von Bernhard Sieve und Hans-Dieter Barke

KLASSENSTUFE:	Sekundarstufe I
THEMA:	Quantifizierender Vergleich der Eigenschaften verschiedener Salze und Interpretation mithilfe des Aufbaus der Ionen-gitter
DIDAKTISCHER ASPEKT:	Verknüpfung des Struktur-Eigenschafts-Konzepts mit dem Energiekonzept
METHODE:	Umgang mit Modellen

Struktur-Eigenschafts-Beziehungen zu verstehen heißt, stoffliche Phänomene auf submikroskopischer Ebene deuten zu können. Dabei sind geeignete Modelle zu nutzen, mithilfe derer man den Aufbau der Materie beschreiben und veranschaulichen kann [5, S. 83], [6, S. 12 f.]. Dieser Wechsel von der makroskopischen, phänomenologischen Ebene auf die submikroskopische und damit weniger anschauliche Ebene ist der Kern der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen. Für den Bereich der organischen Chemie

gibt es zahlreiche Beispiele, an denen man Struktur-Eigenschaftsbeziehungen aufzeigen kann. Man denke nur an die zahlreichen funktionellen Gruppen und deren bestimmenden Einfluss bezüglich des Reaktionsverhaltens der Moleküle. Wer gelernt hat, aus dem räumlichen Bau eines Moleküls und der Anordnung der vorhandenen funktionellen Gruppen physikalische Eigenschaften sowie das Reaktionsverhalten abzuschätzen, den kann man bezüglich dieses Basiskonzepts als kompetent bezeichnen.

Um im anorganischen Bereich Struktur-Eigenschaftsbeziehungen aufzuzeigen, eignen sich neben den Metallen (s. S. 17 ff. in diesem Heft) die Salze mustergültig. (**Hinweis:** Der Begriff Salze wird hier didaktisch reduziert für ionische Stoffe verwendet und trägt somit nicht der Tatsache Rechnung, dass nur wenige Verbindungen rein ionischer Natur sind [1, S. 84].

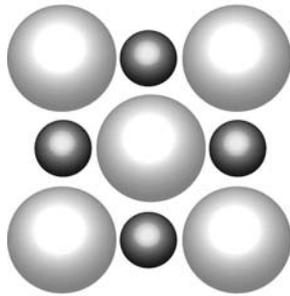
Bei der Betrachtung von Salzen bleibt man jedoch vielfach auf der qualitativen

Ebene stehen und macht den Aufbau von Salzen im Ionengitter und die Ionenbindung für die typischen Eigenschaften von Salzen verantwortlich. Die Unterschiede in den Eigenschaften verschiedener Salze werden im Chemieunterricht der Sekundarstufe I oftmals nicht betrachtet. So findet dieses Thema mit Ausnahme von [3, S. 55], [4, S. 71 f.] auch nur selten Eingang in die Schulbücher. Gerade der quantifizierende Vergleich der Eigenschaften der Salze untereinander und das Herausstellen der Unterschiede ermöglichen jedoch ein vertieftes Verständnis und die integrative Wiederholung und Anwendung zuvor erarbeiteter Inhalte. Durch die dafür nötige Einbeziehung der Gitterenthalpie lassen sich die Basiskonzepte „Struktur-Eigenschaften“ und „Energie“ hervorragend miteinander verknüpfen. Die zentralen Inhalte können von den Schülern auf der Basis ihrer Kenntnisse zum Atombau und zur Ionenbindung selbstständig abgeleitet werden.

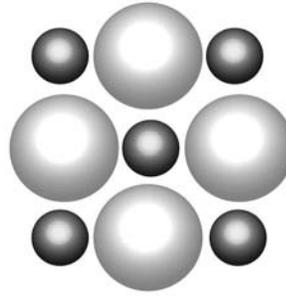
Ein Natriumchlorid-Kristall im Modell

▼ MATERIAL

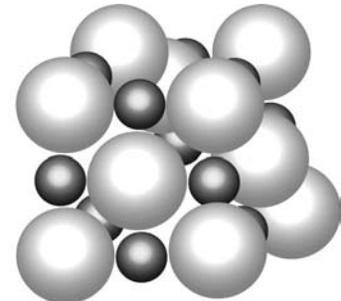
50 weiße Kugeln ($d = 30 \text{ mm}$), 50 rote Kugeln ($d = 12 \text{ mm}$), Klebstoff



(1)



(2)

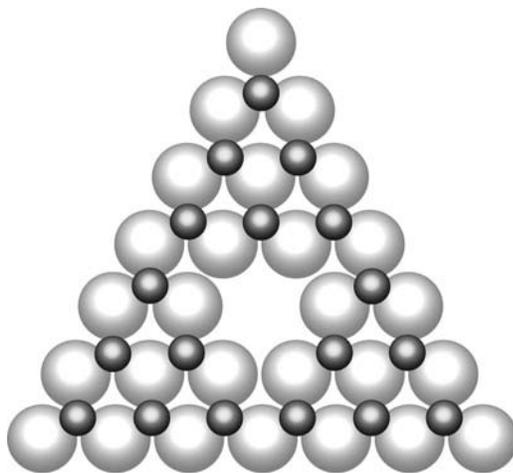


(3)

Das abgebildete Kugelpackungsmodell soll den Aufbau eines Natriumchlorid-Kristalls aus Ionen veranschaulichen. Die weißen Kugeln stellen dabei die Chlorid-Ionen dar, die roten Kugeln die Natrium-Ionen. Als Material für die Kugeln eignen sich Holz, Styropor oder Cellulose (Bezugsquelle: Fa. Faita, Postfach 1146, 83402 Mittelfelden, T. 08 66 54/48 55 48).

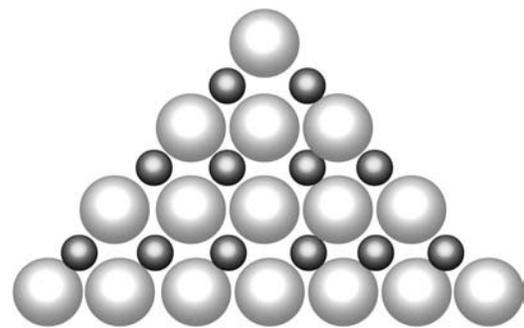
▼ DURCHFÜHRUNG [4, S. 69]

1. Klebe zunächst weiße und rote Kugeln zu zwei Kugelschichten (1) und einer Kugelschicht (2) zusammen.
2. Fertige nun den Würfel (3) an, indem du die Kugelschichten übereinander legst und miteinander verklebst.
3. Baue das Kugeldreieck (4) aus einer unteren Lage weißer Kugeln, in der die mittlere Kugel fehlt. Dazu kommt eine Schicht roter Kugeln, die jeweils in die Vertiefung zwischen drei weißen Kugeln gelegt werden. Damit die nächste Schicht weißer Kugeln Platz hat, muss zwischen jeweils drei roten Kugeln eine Vertiefung frei bleiben (4). Verklebe nun die Kugeln.
4. Stelle die würfelförmige Kugelpackung (3) auf einer Spitze stehend so auf das Dreieck (4), dass die unterste weiße Kugel in das freie Loch hineinpasst. Lege 9 weiße Kugeln und 3 rote Kugeln so um den Würfel herum, dass die dreieckige Pyramide (5) entsteht.



(4)

Frontalansicht der Pyramide



(5)

▼ AUFGABEN

- a. Ermittle die maximale Anzahl roter Kugeln, die jeweils die gleiche weiße Kugel berühren.
- b. Ermittle die maximale Anzahl weißer Kugeln, die jeweils die gleiche rote Kugel berühren.
- c. Bestimme aus a. und b. das Zahlenverhältnis der weißen und roten Kugeln in den Modellen (3) und (5). Welches Zahlenverhältnis der Ionen gilt im Natriumchlorid-Kristall?

▼ EXPERIMENTELLE HAUSAUFGABEN

1. Lege dir zwei Sorten unterschiedlich gefärbter weicher Bonbons und eine Packung Zahnstocher zurecht. Baue damit ein Raumgittermodell auf, das dem Modell (3) entspricht, indem du zwei unterschiedlich gefärbte Bonbons jeweils mit einem Zahnstocher verbindest und ein dreidimensionales Modell herstellst.
2. Zeichne das gebaute Raumgittermodell perspektivisch auf. Kennzeichne darin alle Positionen für ein Na^+ -Ion mit einem Pluszeichen und alle Positionen für ein Cl^- -Ion mit einem Minuszeichen.