

Eine Frage des Gleichgewichts: Löslichkeitsgleichgewicht und Fällungsreaktionen

Ein Beitrag von Dr. Ruggero Noto La Diega und Simon Poremski



© Rahim Mngwaya/stock/Getty Images Plus

Die unterschiedliche Wasserlöslichkeit von ionischen Verbindungen spielt in der Natur und in der Technik eine große Rolle. So entstehen beispielsweise Kalkablagerungen nicht nur in Hausgeräten, sondern auch in den Geweben verstorbener Tiere in natronhaltigen Seen durch Um Salzungsreaktionen und anschließendes Fällen schwerlöslichen Kalks. Mithilfe sogenannter Fällungsmittel sind die Phosphatelimination sowie das Entfernen von Schwermetallen aus Abwasser möglich, womit der Eintrag unerwünschter Düngemittel und giftiger Schwermetallionen in die Ökosysteme erfolgreich eigendämmt werden kann. Solche technischen Verfahren beruhen auf Chemiewissen bezüglich der Löslichkeit und des Löslichkeitsgleichgewichts. Diese materialgestützte Lernaufgabe im Sinne des Unterrichtsansatzes Chemie im Kontext schafft die theoretischen und praktischen Grundlagen zur Anwendung des Löslichkeitsgleichgewichts.

Eine Frage des Gleichgewichts: Löslichkeitsgleichgewicht und Fällungsreaktion

Niveau: grundlegend, vertiefend

Klassenstufe: 11–13

Autoren: Dr. Ruggero Noto La Diega und Simon Poremski

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1: Chemisches Gleichgewicht und Löslichkeitsprodukt	3
M2: Abwasserreinigung	7
M3: Qualitativer Versuch zum Ausfällen von Fe^{3+}	9
M4: Qualitativer Versuch zur Fällungskristallisation	11
Lösungen	13
Literatur	22

VORANSICHT

Eine Frage des Gleichgewichts: Löslichkeitsgleichgewicht und Fällungsreaktion

Methodisch-didaktische Hinweise

Die unterschiedliche **Wasserlöslichkeit** von **ionischen Verbindungen** spielt in der Natur und in der Technik eine große Rolle. So entstehen beispielsweise Kalkablagerungen nicht nur in Hausgeräten, sondern auch in den Geweben verschiedener Tiere, in natronhaltigen Seen durch Umsatzreaktionen und anschließendes Fällen schwerlöslichen Kalks (**M3**). Mithilfe sogenannter Fällungsmittel sind die Phosphatelimination sowie das Entfernen von Schwermetallen aus dem Abwasser möglich, womit der Eintrag unerwünschter Düngemittel und giftiger Schwermetall-Ionen in die Ökosysteme erfolgreich eigedämmt werden kann (**M2**). Solche technischen Verfahren beruhen auf Chemiewissen bezüglich der Löslichkeit und des Löslichkeitsgleichgewichts. Dieses Theoriewissen erwerben die Schülerinnen und Schüler in **M1** und üben anschließend vertiefend die in diesem Zusammenhang relevanten Berechnungen (**M1**, **M2**). Gleichgewichtsreaktionen werden bei allen Materialien gefordert und geübt. Ein faszinierendes Phänomen, die schlagartige Kristallisation aus einer gesättigten Salzlösung, ist Gegenstand eines experimentbasierten in **M4**.

Damit eignet sich das vorliegende Thema für eine materialgestützte Lernaufgabe im Sinne des Unterrichtsansatzes Chemie im Kontext. Die Einbettung in biologische und umwelttechnische Kontexte soll sich positiv auf die Motivation der Lernenden auswirken und fächerverbindende Kompetenzen fördern. Die vorliegende Lernaufgabe besteht aus vier Materialien, davon soll **M1** zuerst bearbeitet werden, weil darin die Theorie behandelt wird, die in den darauffolgenden Materialien zur Anwendung kommt. Die restlichen Materialien können je nach zeitlichen Ressourcen und Schwerpunktsetzung unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Die Versuche in **M2**, **M3** und **M4** bieten einen zunächst qualitativen Zugang zu den Themen **Löslichkeit**, Störung des **Löslichkeitsgleichgewichts** und **Fällungsreaktionen**. Quantitative Betrachtungen im Rahmen der Versuchsauswertungen werden im Folgebeitrag „Lösen und Ausfällen: eine Frage des Gleichgewichts (Teil II)“ angestrebt werden. In der vorliegenden Lernaufgabe werden Kompetenzen aus allen vier Kompetenzbereichen gefördert. Die Entwicklung von Reaktionsgleichungen und das Anwenden mathe-

Chemisches Gleichgewicht, Löslichkeitsprodukt und Löslichkeit

M1

Kenntnisse über das **Lösen** und **Ausfällen ionischer Verbindungen** wie Salze und Metallhydroxide sind wichtig, um Phänomene wie die Bildung von Nierensteinen oder von Sialaktiten sowie technische Anwendungen zu verstehen. In diesem ersten Modul erlernen Sie die theoretischen Grundlagen und erwerben die rechnerischen Fertigkeiten, um in den folgenden Materialien solchen Phänomenen und Anwendungen auf den Grund zu gehen.

Bei vielen **chemischen Reaktionen** reagieren die **Edukte** nicht vollständig zu **Reaktionsprodukten**, sondern es stellt sich nach einer gewissen Zeit ein **Gleichgewicht** zwischen Edukten und Produkten ein. Dieses Gleichgewicht wird als **dynamisch** bezeichnet, weil dabei die Hin- und die Rückreaktion mit der gleichen Geschwindigkeit immer weiter ablaufen, sodass im Gleichgewicht die **Konzentrationen** aller an der Reaktion beteiligten Stoffe konstant bleibt. Quantitativ wird dies durch das **Massenwirkungsgesetz** beschrieben.

Die **Gleichgewichtskonstante** ergibt sich nach dem **Massenwirkungsgesetz** für die allgemeine Reaktionsgleichung



zu:

$$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Dementsprechend können folgende Fälle unterschieden werden:

K	Bedeutung von K
< 1	Die Reaktion läuft praktisch nicht ab.
< 1	Das Gleichgewicht liegt auf Seiten der Edukte.
> 1	Das Gleichgewicht liegt auf Seiten der Produkte.
$>> 1$	Die Reaktion läuft praktisch vollständig an.

Umsatzung zwischen Natriumcarbonat und Calciumchlorid



Chemikalien

- Natriumcarbonat
- Calciumchlorid
- Wasser



kein GHS-Symbol

Geräte

- Petrischale
- Spatel

Entsorgung: Die Salzlösung wird in den Sammelbehälter für anorganische Abfälle entsorgt.

Versuchsdurchführung

- Eine Petrischale wird bis ca. zur Hälfte mit Wasser gefüllt. An einem Rand wird ein Spatel Natriumcarbonat platziert, an dem gegenüberliegenden Rand der Petrischale ein Spatel Calciumchlorid. Es wird nicht gerührt.

Aufgaben

3. **Führen** Sie den Versuch **durch** und **protokollieren** Sie die Beobachtungen und die Auswertung.
4. **Diskutieren** Sie, inwieweit die Versuchsergebnisse eine Erklärung bezüglich der Mu-
nifizierung der verendeten Tiere ermöglichen.

Qualitativer Versuch zur Fällungskristallisation

M4

Die Bildung von **Salzkristallen** beruht ebenfalls auf **Fällungsreaktionen**, was in der Kristallzucht durch langsames **Verdunsten** des **Lösemittels** Wasser in **gesättigten Lösungen** viele Menschen fasziniert. Das abnehmende Volumen des Lösemittels führt zwangsläufig dazu, dass weniger Salz gelöst werden kann und da die Lösungen normalerweise nicht übersättigt vorliegen, stellt sich die **Sättigungskonzentration** wieder ein und die ausgefällte Salzmenge lagert sich am wachsenden Kristall an. Je geordneter die ausfallenden Ionen sich anordnen, desto gleichmäßiger kann der gewünschte Kristall wachsen.

Es lässt sich neben dem abnehmenden Lösemittelvolumen auch bei **temperaturabhängigen Sättigungskonzentrationen** durch Temperaturveränderung eine rasche Fällungskristallisation von Salzkristallen erzielen, was zur Bildung kleiner **Kristallisationskeime** meist am Anfang der Kristallzucht durchgeführt wird.

Hier wird durch eine weitere Möglichkeit der Kristallisation experimentell erforscht, was durch das Löslichkeitsprodukt des Dissoziations- bzw. **Fällungsvorgangs** von Natriumchlorid erläutert werden kann.

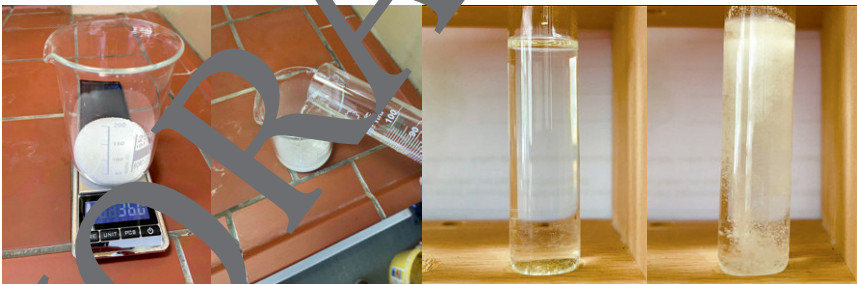


Bild: Dr. Ruggero Noto La Diega und Simon Poremski

Abbildung: Herstellung einer gesättigten 100 ml Natriumchloridlösung (links) und Zugabe von einigen Tropfen konzentrierter Salzsäure zur gesättigten Lösung im Reagenzglas rechts.

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen mit
bis zu 15% Rabatt



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de