

Schlagworte

Löslichkeit von Gasen, Sprudel, Mineralwasser, Kohlenstoffdioxid, Indikator, ChemZ, Spritzen, experimentelle Lernaufgaben, Druck, Temperatur, Konzentration, Carbonat, Hydrogencarbonat, Gleichgewicht, Verschieben

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Betrachtung der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser knüpft idealerweise an die Löslichkeit von Sauerstoff an. Auf diese Weise sind zum einen experimentelle Grundlagen gelegt, zum anderen ist klar, welche Parameter (Druck, Temperatur; ggf. Konzentration) auf ihre Wirkung hinsichtlich der Lage des Gleichgewichtes getestet werden. Hier nimmt man erstmalig neben physikalischen auch



chemische Abläufe in einem Experiment in den Blick, welches vollständig ohne toxische Verbindungen wie NO₂ auskommt und mit bekannten Kontexten arbeitet. Neu ist im Vergleich zum Active O₂ die Verwendung eines Indikators. Wir empfehlen Tashiro-Indikator oder Mischindikator Nr. 5 für Ammoniumtitration.

Die Temperaturabhängigkeit lässt sich leicht mit verschieden warmem Lösemittel belegen. Aufgrund der Verbrühungsgefahr nutzen wir maximal 50°C warmes Wasser, der Versuch ist damit hinreichend aussagekräftig. Isolierungen über den Spritzen sind zudem sinnvoll.

Bei der Verdeutlichung der Druckabhängigkeit hilft der visuelle Farbeindruck des Indikators sehr. Praktikabel ist es, in einer Spritze einen Unterdruck auf eine gesättigte Lösung auszuüben. Dazu darf sich nur wenig Lösung in der Spritze befinden.

Die Tatsache, dass es sich um gekoppelte Gleichgewichte handelt, hat sich im Unterricht bisher nicht als störend erwiesen. Es bedarf aber einer genauen Betrachtung von Kontinuum, Diskontinuum und Reaktionsgleichungen. An die Untersuchung des Sprudelwassers empfiehlt es sich im Übrigen die Betrachtung weiterer Gleichgewichtsveränderungen anzuknüpfen, bevor man von dem „Prinzip von Le Chatelier“ spricht.



Möglicher Ablauf

1 *Problemstellung entdecken und Vorstellungen entwickeln:*

Ausgehend von verschieden stark carbonatisierten Wässern gilt es zu klären, wie der Hersteller dies erreichen kann. Zusätzlich oder alternativ kann auch ein Sodastreamer vorgeführt werden. Hier wird schon immanent der Einfluss von Druck expliziter dargestellt. Sinnvollerweise wird der Indikator demonstriert und in Form von Reaktionsgleichungen geklärt, was bei Zugabe von Kohlenstoffdioxid passiert (gekoppelte Gleichgewichte, s. AB).

Ideen und gegebenenfalls begründete Hypothesen (-> Active O₂, Vorwissen, Vorkenntnisse) werden gesammelt und fixiert.

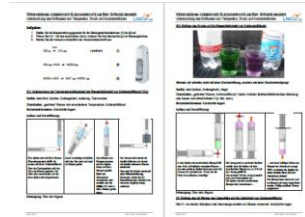
Die Idee dahinter

2

Lernmaterial bearbeiten / Lernprodukt erstellen:

Es kann arbeitsteilig oder arbeitsgleich vorgegangen werden. Die Materialien mit detaillierten Arbeitsaufträgen leiten durch die Versuche und dienen zugleich als Matrix für eine Notation.

Zentraler Arbeitsauftrag: Ermittle die maximal lösliche Menge an Kohlenstoffdioxid in 25mL Wasser und teste durch Veränderung immer nur eines Parameters, ob dieser zu einer Veränderung der Löslichkeit beiträgt.



3

Lernprodukt präsentieren, diskutieren/verhandeln und sichern

Die Ergebnisse werden vorgestellt und die Beobachtung hinsichtlich der Deutung diskutiert. Parallel können auch der Faktor „Schütteln“ (schnellere Einstellung des Gleichgewichtes) getestet oder als Demoversuch eine gesättigte Lösung mit Indikator unter Rühren ausgekocht werden. Alle zusätzlichen Beobachtungen können unter rückführender Betrachtung des Einstieges und der Hypothesen nun erklärt werden.

4

Mögliche Anknüpfungen oder Vernetzungen, die sich im Folgenden anschließen können:

Diese Versuche stehen in einer Reihe weiterer Betrachtungen (zuvor Active O₂, anschließend z. B. auch Stickoxidgleichgewichte, Reaktionen mit Eisenthiocyanat u.v.m.), die nun - auch als Text/Bildarbeit denkbar - für eine Verallgemeinerung hin zum Prinzip von Le Chatelier in den Blick genommen werden.

Es gilt die Begriffe „Lage des Gleichgewichtes“ mit den Einflussfaktoren (z. B. „Erhöhung der Temperatur, endotherme Teilreaktion wird begünstigt“) zu verknüpfen.

Das Kohlenstoffdioxid/Carbonat/Hydrogencarbonat Gleichgewicht ist an vielen anderen Stellen von Interesse, z. B.

- Kalkkreislauf, Tropfsteinhöhlen etc.
- Versauerung der Meere (Klimawandel, Partialdruck Kohlenstoffdioxid, kalkbildende Meereslebewesen, Korallensterben)
- Materialgebundene Aufgabe/Klausuraufgabe zur Wirkung von Carboanhydrase bei der beschleunigten Einstellung der Gleichgewichte im Blut, zu Hämoglobin und seiner Veränderung mit dem pH-Wert oder zur Entfernung von Oxalsäure aus Zuckerrüben

Literatur zum Weiterlesen

- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, 2006. Le Chatelier einmal anders. NiU Chemie 96, 34-37.
- Heinz Schmidkunz, 2008, Orange, gelb oder rot. Eindrucksvolle Experimente mit Eisenthiocyanat NiU Chemie 104, 46-48.
- R. Heyser und M. Weiß, 2014. Tatort Chemieraum – Schüler als Filmrequisiteure. PdN CHEMIE in der Schule 6/63, 14-16.
- Gregor von Borstel, Manfred Eusterholz, und Andreas Böhm, 2017. Mehr „spritzige“ Experimente mit Gasen. NiU Chemie 157, 17-22.