Die Idee dahinter: Thiocyanat-Gleichgewichte

Hinführung zum Prinzip von Le Chatelier

Didaktisch-methodische Hinweise

Der Einfluss der Konzentrationsänderung auf die Einstellung eines chemischen Gleichgewichts wird abschließend mit Hilfe des Eisenthiocyanant-Gleichgewichts betrachtet. Bei diesem Versuch wird durch das Zusammengeben von farbloser Kaliumthiocanat- und gelber Eisen(III)chlorid-Lösung zunächst eine rote Lösung hergestellt, die Eisenthiocanat-Ionen enthält [V1 Ansatz 1].

$$Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}_{(aq)}$$

gelb farblos **blutrot**

Durch Zugabe jeweils nur eines Eduktes [V1 Ansatz 2 und 3] kommt es zu einer Farbvertiefung der roten Lösung. Das Gleichgewicht verschiebt sich folglich auf die Seite des Produkts.

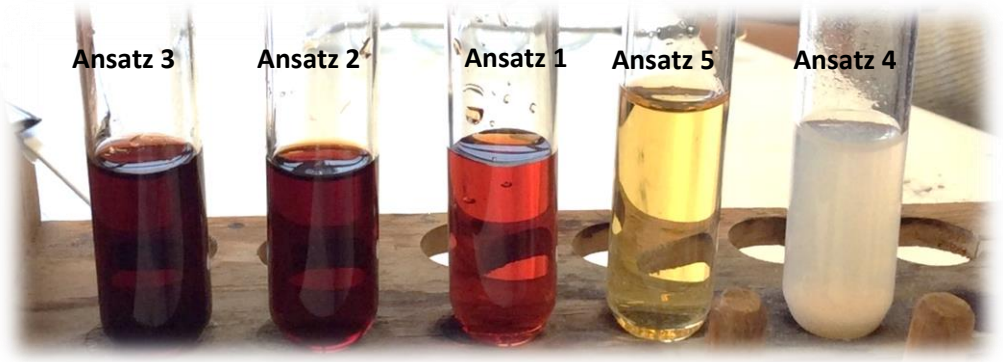


Abb. 1: Ergebnisse zu den verschiedenen Ansätzen. Bild von David Weninger unter CC-BY-NC-SA.

Wird hingegen Silbernitrat-Lösung hinzugegeben, bildet sich Silberthiocyanat [**V1 Ansatz 4**]. Ebenso kommt es bei der Zugabe von Natronlauge zur Bildung von Eisen(III)-hydroxid [**V1 Ansatz 5**]. In diesen beiden Fällen hat die Verringerung der Eduktkonzentration eine Verschiebung des Gleichgewichts auf die Seite der Edukte zur Folge. Dies manifestiert sich im Verschwinden der roten Farbe. Die Auswertung der Ansätze 4 und 5 können unter Zuhilfenahme von **M2** als Differenzierung von leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler geleistet werden.

Didaktisch vereinfachend kann man in der Einführungsphase sowohl die eigentlich korrekte Beschreibung der Komplexe mit zusätzlichen Wassermolekülen als Liganden als auch deren schrittweise Ersetzung durch Thiocyanat-Ionen unter Bildung für uns orangefarbener oder gelber Eisenkomplexe dabei außer Acht lassen. Die komplexere Darstellung ermöglicht auf der anderen Seite aber die Erklärung der von Schmidkunz beschriebenen, interessanten schrittweise Zugabe von Wasser zur tiefrotgefärbten Lösung [2, 47f] und damit eine Erläuterung der Gleichgewichtsveränderung bei Erhöhung der Produktkonzentration.

Wir haben sowohl für das vereinfachte Experiment als auch für das komplexere Experiment Materialien gestaltet und beide erfolgreich in Kursen der Einführungsphase getestet. Bei den komplexen Anleitungen muss man u. a. die sprachlich hohen Anforderungen an die Lerngruppe allein bei der Beschreibung und Benennung der beteiligten Substanzen sorgsam beachten.
Enge wie offene oder auch kontextuale Versuchsbeschreibungen dazu finden sich sowohl in Schulbüchern als auch zahlreichen fachdidaktischen Veröffentlichungen [1-3]. Da es in dieser Stunde es nur um eine pointierte Abrundung der Sequenz geht, verzichten wir an dieser Stelle auf eine kontextuale Einbettung und ein entdeckendes Lernen.

Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

Die Idee dahinter: Thiocyanat-Gleichgewichte

Hinführung zum Prinzip von Le Chatelier

Möglicher Ablauf

1. Problemstellung entdecken und Transparenz herstellen

Basierend auf ihren Vorerfahrungen und der Analogie der Bälleschlacht, in der nun in ein bestehendes Gleichgewicht durch Zugabe von Bällen (hier auf der Produktseite, s. Abb. 2) gestört wird, können die Lernenden die Hypothese aufstellen, dass es folglich zu einer Neuverteilung von Edukten und Produkten kommen kann.

Das zugehörige Experiment wird vom Lehrenden kurz erläutert unter Hinweis darauf, dass

- der Einfluss einer Konzentrationsänderungen auf die Lage des Gleichgewichtes anhand der Farbigkeit betrachtet werden soll und
- die Lehrperson dazu ein gut zu beobachtendes Experiment mit geringem Gefährdungspotential ausgewählt hat.

Gegen eine kontextuale Einbettung (z. B. in Richtung der Bildung farbintensiveren „Kunstblutes“) spricht nichts – sie ist aber auch nicht mit Blick auf den Lernertrag erforderlich.

2. Lernmaterial bearbeiten / Lernprodukt erstellen

Die Versuche sind von ihrem Anforderungspotential so gestaltet, dass sie von allen Schülerinnen und Schülern arbeitsgleich durchgeführt werden können. Bei der Arbeit mit Silbernitrat empfehlen wir das Tragen von Handschuhen als zusätzliche Schutzmaßnahme.

Die Auswertung der Ansätze 2 und 3 gelingt in der Regel vielen Schülerinnen und Schülern basierend auf ihrem Vorwissen zur Druckveränderung. Die Ansätze 4 und 5 sind hingegen komplexer. Sie können unter Zuhilfenahme von **M2** häufig nur von leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler erklärt werden und sind damit Teil der Binnendifferenzierung.

3. Lernprodukt präsentieren, diskutieren/verhandeln und sichern

Bei der Vorstellung und Verhandlung der Ergebnisse gilt es, eine Verknüpfung zwischen Kontinuum (beobachtete Farbveränderung) und formal abstrakter Ebene (Reaktionsgleichungen) herzustellen.

Dabei sollen auch die eingangs aufgestellt Hypothesen überprüft.

Da sowohl die Erhöhung als auch die Verringerung der Konzentrationen beider Edukte in diesem Experiment durchgeführt wurden, ist an dieser Stelle eine Verallgemeinerung des Einflusses der Veränderung der Konzentrationen auf das Gleichgewicht zulässig. Darauf basierende Hypothesen zur Einfluss der Veränderung der Produktkonzentrationen auf das Gleichgewicht könnten an weiteren Beispielen - auch materialbasiert - geprüft werden.

4. Mögliche Anknüpfungen oder Vernetzungen, die sich direkt anschließen können

Erneut kann der Versuch in Bezug zur Analogie gesetzt werden.

Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

Die Idee dahinter: Thiocyanat-Gleichgewichte

Hinführung zum Prinzip von Le Chatelier

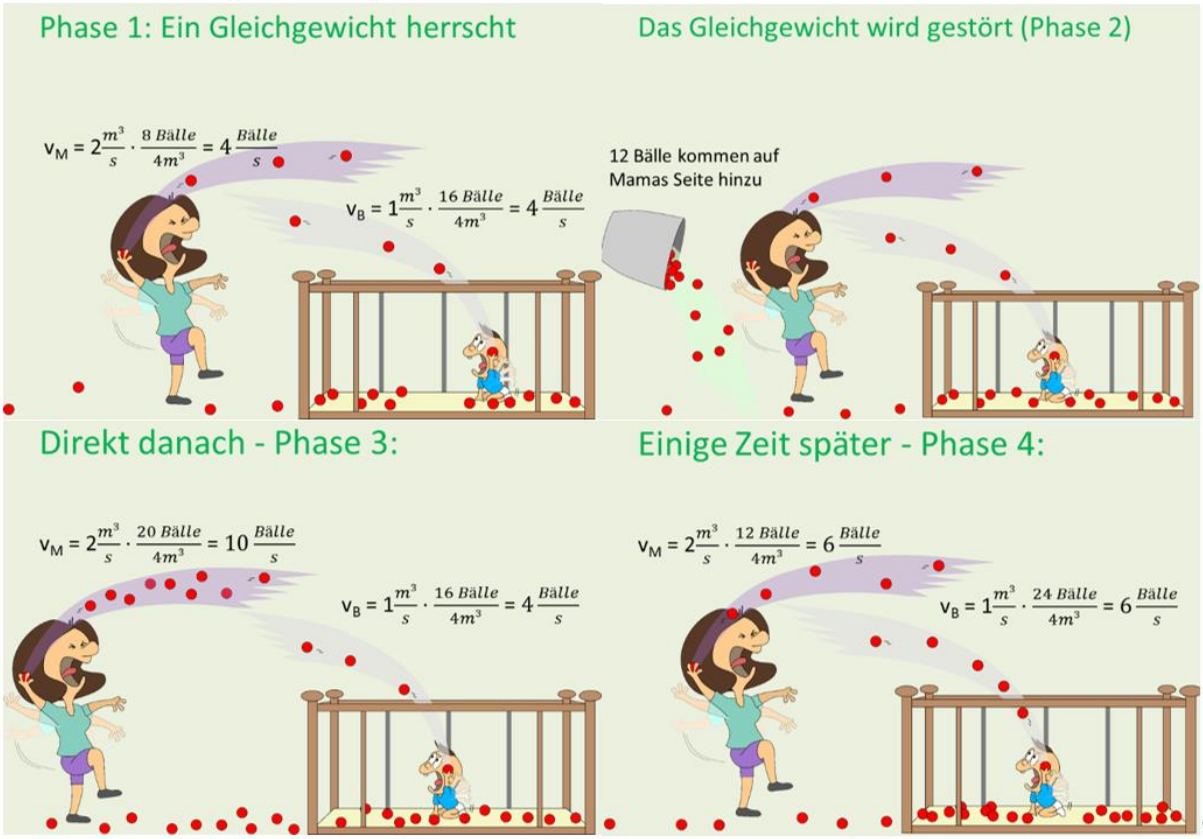


Abb. 2: Analogie zur Bälleschlacht.

Über weitere Betrachtungen anderer Gleichgewichte in Form von Materialien können die bisher gewonnen Erkenntnisse vertieft und zum Prinzip von Le Chatelier verallgemeinert werden.
Die Diskussion über den Einfluss von Katalysatoren auf die Einstellungsgeschwindigkeit und Übungen z. B. durch die Betrachtung von Gleichgewichtsverschiebungen in einfachen technischen Prozessen runden die Sequenz ab.

Literatur zum Weiterlesen

(1) K. Ruppersberg, 2016, Das Eisenthiocyanat-Gleichgewicht – einmal anders!, NiU Chemie 166, 49-50.

(2) H. Schmidkunz, 2008. 0range, gelb oder rot. Eindrucksvolle Experimente mit Eisenthiocyanat. NiU Chemie 104, 46-48.

(3) R. Heyser und M. Weiß, 2014. Tatort Chemieraum – Schüler als Filmrequisiteure. PdN CHEMIE in der Schule 6/63, 14-16.

Gregor von Borstel und David Weninger im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.