Die Idee dahinter: Der Powerstoff mit Sauerstoff?

Hinführung zum Prinzip von Le Chatelier

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Betrachtung und Untersuchung eines mit Sauerstoff angereicherten Getränks kann in der Einführungsphase dazu dienen, nach der Einführung des chemischen Gleichgewichts erstmalig dessen Verschiebung in den Fokus zu rücken und so zum Prinzip von Le Chatelier überzuleiten.

Dieses Prinzip dient an derart vielen Stellen als Erklärungshilfe, dass man seine nachhaltige Einführung als eine Schlüsselstelle des Unterrichts ansehen kann.

Es hat sich bewährt, zunächst die Gleichgewichtsverschiebung im Kontext Active O2 zu betrachten. Sie ist deshalb so gut geeignet, da es sich zunächst um einen überwiegend physikalischen Vorgang handelt, in dem derselbe Stoff einmal gasförmig und einmal gelöst vorliegt. Dies folgt exakt bewährten Modellexperimenten wie z. B. dem Stechheber-Versuch oder Analogien wie der berühmten Holzapfelschlacht (Richard E Dickerson; Irving Geis, Chemie: Eine lebendige und anschauliche Einführung 1981), die oftmals herangezogen werden, um die Dynamik des Gleichgewichts zu verdeutlichen.

Erstmalig wird dabei der Einfluss von Druck und Temperatur [M2 - M4] immanent betrachtet. Diese Betrachtung kann man zum einen wieder mit der Analogie rückverknüpfen. Zum anderen gilt es, sie in anderen Zusammenhängen (Mineralwasser, Eisenthiocyanat) zu vertiefen, zu erweitern und letztlich zum Prinzip zu erheben.

Möglicher Ablauf

1. Problemstellung entdecken und Vorstellungen entwickeln

Ein Werbespot für sauerstoffangereicherte Getränke wirft die Frage nach der Sinnhaftigkeit und dem Nutzen auf. Da der Hersteller nur vom 15fachen an Sauerstoff spricht, lässt sich das Problem auf die Frage nach der Menge an gelöstem Sauerstoff fokussieren. Mögliche Fragen oder Problemstellungen wären demzufolge:

Hilft das Getränk bei sportlicher Aktivität?

Wie viel Sauerstoff ist tatsächlich enthalten?

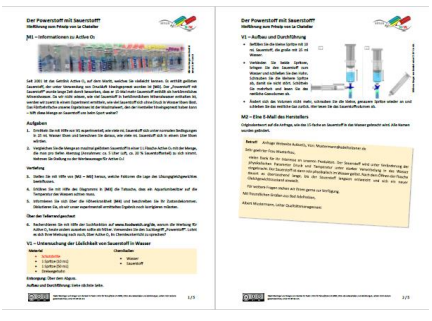
Kosten/Nutzen

Das 15fache … wovon?

Wie erreicht der Hersteller dies?

2. Lernmaterial bearbeiten / Lernprodukt erstellen

Zentraler Arbeitsauftrag: Ermittle die maximal lösbare Menge an Sauerstoff in 25 mL Wasser und berechne daraus die Menge an Sauerstoff in mL, die sich in 1 L Wasser lösen. Stelle heraus, welche Parameter zur Erhöhung des Sauerstoffgehaltes führen können. Nimm Stellung zur Sinnhaftigkeit der Werbeaussage.



Eine Ermittlung des absoluten Sauerstoffgehaltes wäre möglich aber aufwändig. Einfacher ist die Bestimmung des normalerweise maximal lösbaren Sauerstoffvolumens [Referenzwert] und die Prüfung der Sinnhaftigkeit des Getränks durch Vergleichsbetrachtungen (A1; A2 sowie V1).

Andreas Böhm, 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.

Binnendifferenzierend können die Faktoren zur Erhöhung des Sauerstoffgehaltes in den Blick genommen werden (A3-A5 mit den zunehmend komplexeren Materialien M2-M4) und das Werbeversprechen in seiner Gesamtheit bewertet werden (A6).

3. Lernprodukt präsentieren, diskutieren/verhandeln

In der Regel ermitteln die Schüler Werte zwischen 1 mL und 3 mL an gelöstem Sauerstoff pro 25 mL Wasser - oft der Gängigkeit der Spritzen geschuldet. Der Literaturwert (40 ml/L) wird vergleichend eingeführt und belegt zusätzlich die geringe Sauerstofflöslichkeit. Als Rückgriff auf die Ausgangsfragen dient der Vergleich an maximal aufgenommenen Sauerstoff mit einem normalen Atemzug über das dafür vorgesehene System. Hier zeigt sich die Sinnlosigkeit des Angebotes: das Getränk kann nicht physiologisch wirken.

An den Materialien M2 - M4 können die Schüler bereits erste Vermutungen zum Einfluss von Druck und Temperatur benennen und belegen, die festgehalten und nun in neuen Zusammenhängen geprüft werden können.

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



Fragen nach der Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit, daraus möglicherweise resultierenden Schwierigkeiten für Kiemenatmer, der Notwenigkeit von Hämoglobin oder anderer Blutfarbstoffe oder auch der Höhenkrankheit sind interessante Aspekte, die vernetzend in Betracht gezogen werden können. Hier sind auch narrative Elemente erlaubt z. B. zu Fischen im Aquarium, der unterschiedlichen Hämoglobinarten von Kind und Mutter im Mutterleib oder auch dem Bereich Fußball:

> *So trägt die bolivianische Nationalmannschaft ihre Heimspiele in La Paz aus, was ihnen einen Heimvorteil der besonderen Art einbringt. Das Stadion befindet sich ca. 3.600 Meter über dem Meeresspiegel. Viele Auswärtsmannschaften haben mit der dünnen Höhenluft Probleme, da sie nur wenige Tage zuvor anreisen, was für eine vollständige Akklimatisierung zu kurz ist, während die einheimischen Spieler meist mehrere Wochen Zeit hatten, sich den Verhältnissen anzupassen. Am 27. Mai 2007 beschloss die FIFA ein Verbot von offiziellen Spielen in über 2.500 Metern Seehöhe liegenden Stadien. Nach heftigen Protesten wurde später u. a. eine Ausnahmegenehmigung für La Paz erlassen. Am 1. April 2009 gelang der bolivianischen Nationalmannschaft im WM-Qualifikationsspiel gegen das wesentlich stärker einzuschätzende Argentinien ein 6:1-Sieg!*[1]

Die Druck- und Temperaturabhängigkeit des Lösungsgleichgewichtes lässt sich im weiteren Verlauf an Mineralwässern experimentell prüfen und verallgemeinern. Vorteil ist, dass beim Lösen von Kohlenstoffdioxid eine saure Lösung entsteht, die mit einem Indikator farblich sichtbar gemacht werden kann.

Literatur zum Weiterlesen

- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, 2006. Active O2 – Powerstoff mit Sauerstoff. MnU 59, 413-415.
- Andreas Böhm, Manfred Eusterholz und Gregor von Borstel, 2017. Mehr „spritzige“ Experimente mit Gasen. NiU Chemie 157, 17-22.

[1] vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Bolivianische_Fu%C3%9Fballnationalmannschaft

Andreas Böhm, 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: Der Powerstoff mit Sauerstoff?

Hinführung zum Prinzip von Le Chatelier

Andreas Böhm, 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.