

### Schlagworte

Löslichkeit von Gasen, Sauerstoff, Active O<sub>2</sub>, ChemZ, Spritzen, experimentelle Lernaufgaben, Druck, Temperatur, Partialdruck, Höhenkrankheit, Hersteller, Gleichgewicht, Verschieben

### Didaktisch-methodische Hinweise

Ein ähnliches Szenario wie bereits für die SI beschrieben - allerdings mit erweiterten Fragestellungen - dient in der Oberstufe zur Einführung des Prinzips von Le Chatelier.

Die Betrachtung der Löslichkeit von Gasen in Wasser kann also genutzt werden, um nach der Einführung chemischer Gleichgewichtsreaktionen erstmalig die Verschiebung von Gleichgewichten in den Fokus zu rücken. Die Löslichkeit von Sauerstoff und die von Kohlenstoffdioxid sollten hierzu nacheinander untersucht werden.

Neben experimentellen Näherungen ist dabei zuvor die berühmte „Holzapfelschlacht“ [ein agiler Junge und ein gehandicapter alter Mann werfen unnütze Äpfel über einen Gartenzaun hin und her] aus dem Lehrbuch „Chemie: - eine lebendige und anschauliche Einführung“ von Dickerson & Geis eine hilfreiche Analogie. Genau daran schließt die Gleichgewichtsverschiebung im Kontext Active O<sub>2</sub> an. Sie ist deshalb so gut geeignet, da derselbe Stoff (O<sub>2</sub>) einmal gasförmig und einmal gelöst vorliegt. Dies folgt exakt der Analogie der Holzapfelschlacht, bei der nur Äpfel hin und her gehen. Erstmals werden aber Parameter (Druck, Temperatur; s. M|3 - M|5) verändert.

### Möglicher Ablauf

#### 1 *Problemstellung entdecken und Vorstellungen entwickeln:*

Eine 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:*

Eine Ermittlung des absoluten Sauerstoffgehaltes wäre möglich aber aufwändig. Einfacher ist die Bestimmung des „normalerweise“ maximal lösbaren Wertes [-> Referenzwert ermitteln] und die Prüfung der Sinnhaftigkeit (A1; A2 sowie M|1, M|2). Danach gilt es direkt zu erarbeiten, wie eine Erhöhung des Sauerstoffgehaltes möglich ist (A3 - A5 mit M|3 - M|5). Binnendifferenzierend sind zudem Bewertungsaufgaben angelegt (A6, A7).

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

## Die Idee dahinter

3

*Lernprodukt präsentieren, diskutieren/verhandeln und sichern*

In der Regel ermitteln die Schüler Werte zwischen 1 mL und 3 mL an gelöstem Sauerstoff pro 25mL Wasser - oft der Gängigkeit der Spritzen der Messtechnik geschuldet. Der „Literaturwert“ (40 ml/L) 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 M|3 - M|5 können die Schüler bereits erste Vermutungen zum Einfluss von Druck und Temperatur benennen und belegen, die festgehalten und in neuen Zusammenhängen geprüft werden können.

4

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

Fragen nach der Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit, daraus möglicherweise resultierenden Schwierigkeiten für Kiemenatmer, der Notwendigkeit 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!

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

- Lisa Raab und Peter Pfeifer, 2006. „Powerstoff Sauerstoff“ Sauerstoffhaltige Trendgetränke als authentischer Lernanlass. NiU Chemie 94/95, 74-77.
- Gregor von Borstel und Andreas Böhm, 2006. Active O<sub>2</sub> – Powerstoff mit Sauerstoff. MnU 59, 413-415.
- Gregor von Borstel, Manfred Eusterholz, und Andreas Böhm, 2017. Mehr „spritzige“ Experimente mit Gasen. NiU Chemie 157, 17-22.