Der Powerstoff mit Sauerstoff?

Hinführung zur Störung von Gleichgewichten und dem Prinzip von Le Chatelier

M1 - Informationen zu Active O_2



Abb. 1: Angebot Active O_2, Gregor von Borstel unter CC-BY-SA 4.0

Seit 2000 ist das Getränk Active O_2 auf dem Markt, welches Sie vielleicht kennen. Es enthält gelösten Sauerstoff, der nach Herstellerangaben (**M3**) unter Verwendung von Druckluft hineingepresst worden ist.

Dieser nach Aussage des Werbetreibenden „Powerstoff mit Sauerstoff“ wurde lange Zeit damit beworben, 15-mal mehr Sauerstoff zu enthalten als herkömmliches Mineralwasser.

Aufgaben

Formuliere Sie kritischen Fragen oder Bemerkungen zum Werbespot

V1 - Untersuchung der Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser

Material

- Schutzbrille
- 1 Spritze (10 mL)
- 1 Spritze (50 mL)
- Dreiwegehahn

Chemikalien

- Wasser
- Sauerstoff

Aufbau und Durchführung

- Befüllen Sie die kleine Spritze mit 10 mL Sauerstoff, die große mit 25 mL Wasser.
- Verbinden Sie beide Spritzen, bringen Sie den Sauerstoff zum Wasser und schließen Sie den Hahn. Schrauben Sie die kleinere Spritze ab, damit sie nicht stört. Schütteln Sie mehrfach und lesen Sie das restliche Gasvolumen ab.

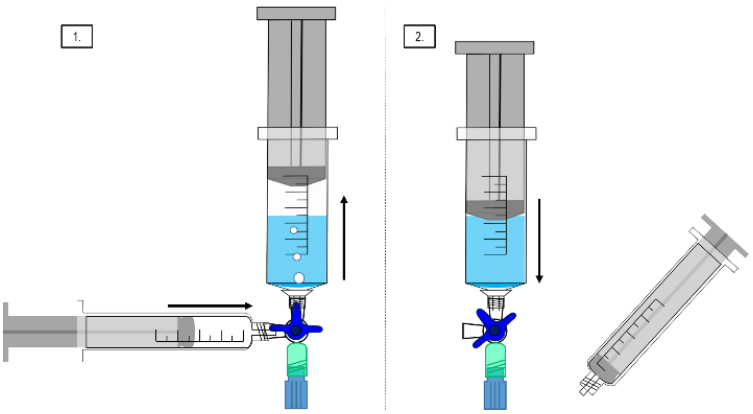


Abb. 2: Aufbau des Experiments; Gregor von Borstel unter CC-BY-SA 4.0.

- Ändert sich das Volumen nicht mehr, schrauben Sie die kleine, genauere Spritze wieder an und schieben Sie das restliche Gas zurück. Hier lesen Sie das Sauerstoffvolumen ab.

Entsorgung über den Abguss

Aufgaben

1. Ermitteln Sie experimentell, wie viele mL Sauerstoff sich unter normalen Bedingungen in 25 mL Wasser lösen und berechnen Sie daraus, wie viele mL Sauerstoff sich in einem Liter lösen würden.

2. Vergleichen Sie die Menge an maximal gelöstem Sauerstoff in einer 1 L Flasche Active O_2 mit der Menge, die man mit einem tiefen Atemzug (Annahmen: ca. 5 Liter Luft kommt in die Lunge, ca. 21 % Sauerstoffanteil) zu sich nehmen kann. Bewerten Sie basierend darauf die Werbeaussage für Active O_2! Gehen Sie dabei darauf ein, dass es sich um ein Getränk handelt!

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach David Weninger und Gregor von Borstel im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019 unter CC-BY-SA 4.0.

Aufgaben

3. Stellen Sie mit Hilfe von **M2** und **M3** heraus, welche Faktoren die Menge an gelöstem Sauerstoff nach Einstellung eines Gleichgewichtes beeinflussen.
4. Erklären Sie mit Hilfe des Diagramms in **M3** die Tatsache, dass Besitzer von Aquarien auf die Temperatur des Wassers achten müssen.

M2 - Eine E-Mail des Herstellers

Originalantwort auf die Anfrage, wie das 15-fache an Sauerstoff in das Wasser gebracht wird. Alle Namen wurden geändert.

Betreff Anfrage Webseite ActiveO_2, Von: Mustermann@adelholzener.de

Sehr geehrter Frau Musterfrau,

vielen Dank für Ihr Interesse an unseren Produkten. Der Sauerstoff wird unter Veränderung der physikalischen Parameter Druck und Temperatur unter starker Verwirbelung in das Wasser eingebracht. Der Sauerstoff ist dann rein physikalisch im Wasser gelöst. Nach dem Öffnen der Flasche dauert es überraschend lange, bis der Sauerstoff langsam entweicht und sich ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt.

Mit freundlichen Grüßen aus Bad Adelholzen,

Albert Mustermann, Leiter Qualitätsmanagement

M3 - Löslichkeit in Abhängigkeit der Temperatur

Fische und andere Tiere entnehmen mit Hilfe von Kiemen den im Wasser gelösten Sauerstoff. Sinkt der Gehalt an Sauerstoff zu stark, sterben die Fische. Häufig wird die Menge an gelöstem Gasen in mg/L ermittelt.

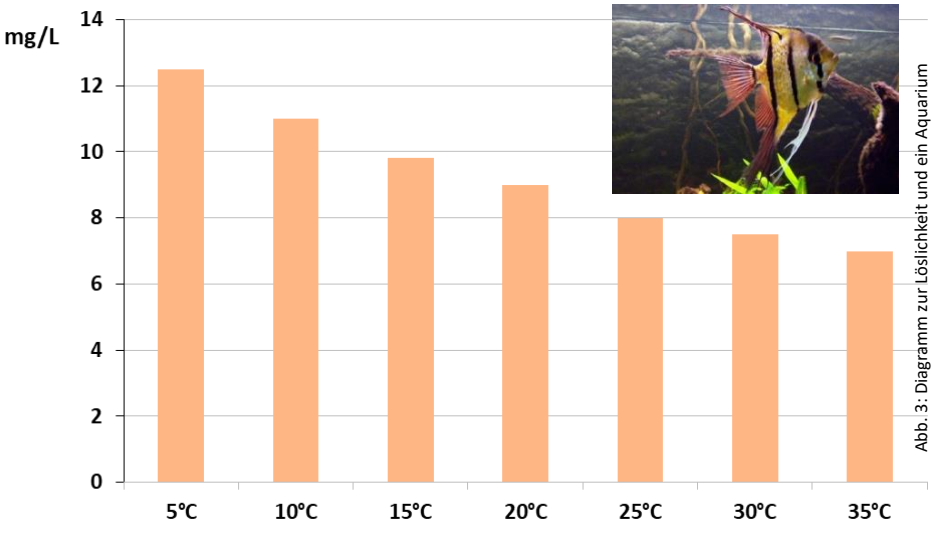


Abb. 3: Diagramm zur Löslichkeit und ein Aquarium von Gregor von Borstel CC-BY-SA 4.0.

Interessanter Fakt: rechnet man die von uns ermittelten 40 mL/L in diese Einheit um, würden wir bei 20°C etwa 52 mg/L gelösten Sauerstoff erwarten. Der große Unterschied liegt darin begründet, dass anders als in unserem Versuch, das Wasser nicht im Austausch mit reinem Sauerstoff steht, sondern die Luft über dem Wasser nur einen Anteil von ca. 21% Sauerstoff hat.

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach David Weninger und Gregor von Borstel im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019 unter CC-BY-SA 4.0.

M4 - Sauerstoff, Hämoglobin und die Höhenkrankheit

Begeben sich Menschen schnell in größere Höhen, können sie bereits ab 2500 m Symptome der Höhenkrankheit wie Schwindel, Übelkeit oder Kopfschmerz verspüren. Das liegt am abnehmenden Luftdruck (s. Abb. 4) und dem damit abnehmenden Partialdruck des Sauerstoffs. Der macht bedingt durch seinen Anteil an der Luft sogar nur ca. 1/5 des jeweiligen Luftdrucks aus.

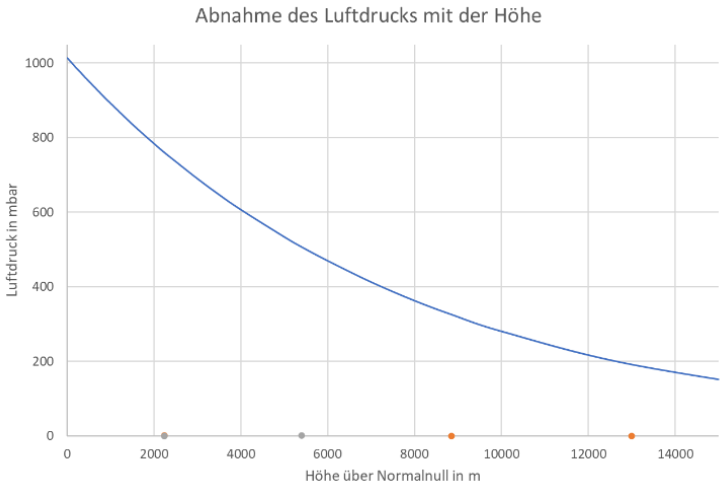


Abb. 4: Luftdruck in diversen Höhen, G. von Borstel CC-BY-SA 4.0.

Menschen, die länger in größerer Höhe leben, passen bis zu einem gewissen Grad ihren Hämoglobinanteil im Blut daran an. Was bedeutet das? Sauerstoff ist schlecht wasserlöslich aber das im Blut enthaltene Hämoglobin kann sehr effektiv Sauerstoff binden. Je nach vorherrschenden Bedingungen stellt sich im Blut ein anderes Gleichgewicht ein, das man abgekürzt wie folgt beschreiben kann: $O_2(g) + Hämoglobin(aq) \rightleftharpoons Hämoglobin - O_2\ (aq)$

Fließt Blut durch die Lunge, wird dort Sauerstoff an Hämoglobin gebunden und mittransportiert. Je höher dabei der Druck ist, desto mehr Sauerstoff wird gebunden:
$O_2 + Hämoglobin\ (aq) \rightleftarrows Hämoglobin - O_2\ (aq)$

Im Körperinneren ändern sich die Bedingungen und Sauerstoff wird wieder freigesetzt:
$O_2 + Hämoglobin\ (aq) \rightleftarrows Hämoglobin - O_2\ (aq)$

Ist der Teildruck des Sauerstoffs dauerhaft erniedrigt, produziert der Körper mehr Hämoglobin, denn damit kann mehr Sauerstoff in der Lunge in das Blut übertreten. Dem sind natürliche Grenzen gesetzt, da das Blut mit steigendem Hämoglobinanteil immer dickflüssiger wird.

Aufgaben

5. Informieren Sie sich mit **M4** über die Höhenkrankheit und beschreiben Sie ihr Zustandekommen.

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach David Weninger und Gregor von Borstel im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019 unter CC-BY-SA 4.0.

M5 – Fußballspiele in La Paz (Bolivien, 3600m über NN)

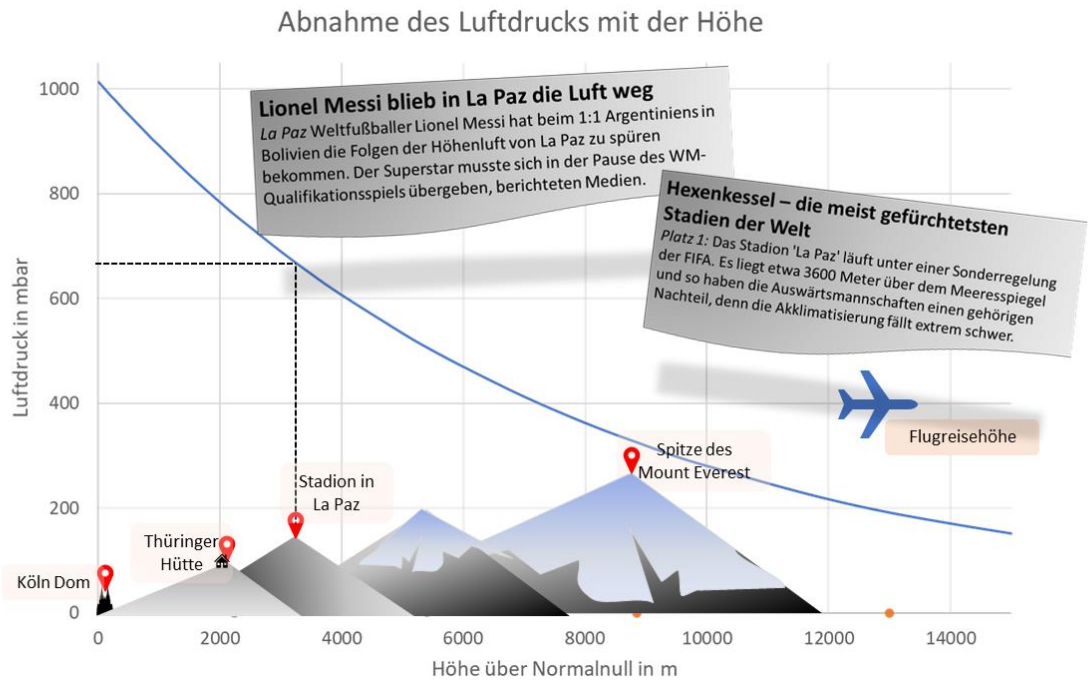


Abb. 5: Zeitungsmeldungen, Höhe und Luftdruck, Gregor von Borstel CC-BY-SA 4.0.

6. Erklären Sie die in **M5** dargestellten Sachverhalte. Diskutieren Sie, ob wir im Experiment tatsächlich ohne zusätzlichen Druck gearbeitet haben, wenn wir den Referenzwert des Herstellers „herkömmliches Mineralwasser“ ermitteln wollten.

Über den Tellerrand geschaut

Recherchieren Sie mit Hilfe der Suchfunktion auf **www.foodwatch.org/de**, warum die Werbung für Active O_2 heute anders aussehen sollte als früher. Verwenden Sie den Suchbegriff „Powerstoff“. Lohnt es sich ihrer Meinung nach noch, über Active O_2 im Chemieunterricht zu sprechen?

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach David Weninger und Gregor von Borstel im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019 unter CC-BY-SA 4.0.

Der Powerstoff mit Sauerstoff? (LÖSUNG)

Hinführung zur Störung von Gleichgewichten und dem Prinzip von Le Chatelier

Aufgaben

Ermitteln Sie mit Hilfe von **V1** …

In der Regel lösen sich 1 mL Sauerstoff in 25 mL Wasser → 40 mL Sauerstoff in 1 L Wasser. Mitunter wird im Unterricht auch eine Löslichkeit von bis zu 2 mL beobachtet, was ggf. auf die Gängigkeit der Spritzen zurückzuführen ist. Noch höhere Werte deuten eher auf eine unsachgemäße Handhabung oder eine Undichtigkeit hin.

Vergleichen Sie die Menge an maximal gelöstem Sauerstoff …

Mögliche Aufnahme von Sauerstoff pro Atemzug gemäß den Annahmen: >1 Liter

*Vergleich: **Die** Menge an maximal gelöstem Sauerstoff in einer 1 L Flasche Active O_2 macht in etwa 4% der Menge an Sauerstoff aus, die pro Atemzug aufgenommen wird. Die aufgenommene Menge an Sauerstoff durch den Verzehr von Active O_2 ist demnach verhältnismäßig gering und über den Magendarmtrakt zu vernachlässigen.*

Stellen Sie … heraus, welche Faktoren die Menge an … im Gleichgewicht beeinflussen.

Faktoren, die Menge an Sauerstoff nach Einstellung des Gleichgewichts beeinflussen sind Druck & Temperatur. Mit zunehmendem Druck nimmt die Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser zu. Mit zunehmender Temperatur nimmt die Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser ab.

Erklären Sie mit Hilfe des Diagramms …

Das Diagramm in M3 zeigt die Menge an gelöstem Sauerstoff in einem Liter Wasser in Abhängigkeit der Temperatur an. Im Diagramm ist erkennbar, dass die Menge an gelöstem Sauerstoff in einem Liter Wasser mit zunehmender Temperatur abnimmt.

Ein Aquarium-Besitzer muss darauf achten, dass die Wassertemperatur nicht zu hoch ist, da ansonsten zu befürchten wäre, dass die Bewohner des Aquariums zu wenig Sauerstoff im Wasser zum Überleben haben. (Eine erhöhte Temperatur wäre sicherlich auch für diverse Stoffwechselvorgänge im Organismus selbst problematisch.)

Informieren Sie sich über die Höhenkrankheit … Diskutieren Sie …

Die Höhenkrankheit kann einsetzen, wenn man sich auf 2500 Höhenmetern oder mehr befindet. Sie kommt dadurch zustande, dass in größeren Höhen der Sauerstoffpartialdruck deutlich abnimmt und deshalb weniger Gas in der Lunge in die Lungenkapillaren dringt. Die Sauerstoffaufnahme verringert sich im Vergleich zu dem, was der Mensch ansonsten gewohnt ist, wodurch es zu Schwindelgefühlen, Kopfschmerzen und Überlkeit kommen kann.

Unser Experiment haben wir mit reinem Sauerstoff durchgeführt. Der Hersteller von Active O_2 vergleicht seine Werte mit der Sättigung an Luft und nutzt Druckluft, die nur zu ca. 1/5 aus Sauerstoff besteht. Er erhält damit noch kleinere Werte als wir für die maximale Sauerstofflöslichkeit!

Recherchieren Sie mit Hilfe der Suchfunktion …

Im Jahr 2012 wiesen Verbraucherbeschwerden darauf hin, dass ein Glas Leitungswasser oder ganz normales Mineralwasser denselben Effekt haben wie das mit dem 15-fachen an Sauerstoff beworbene Produkt Active O_2. Dementsprechend ist eine Werbung mit diesem Slogan irreführend. Dies ist nicht gleichbedeutend damit, dass vom Kauf abgeraten wird – lediglich sollte man keine auf dem Verzehr basierende Leistungssteigerung erwarten. Über Active O_2 sollte auch weiterhin im Chemieunterricht gesprochen werden, da hierüber mit Hilfe der Grundkenntnisse über die Chemie dahinter eine Sensibilität über irreführende Werbeversprechen geschaffen wird.

G. von Borstel und A. Böhm 2021 nach David Weninger und Gregor von Borstel im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019 unter CC-BY-SA 4.0.