

Die Ozeane sind ein Kohlenstoffdioxidspeicher

Was passiert bei einer Veränderung der Konzentration des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre?



LNCU.de
ID 34432
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

M1 Veränderung der Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre



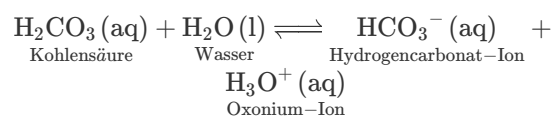
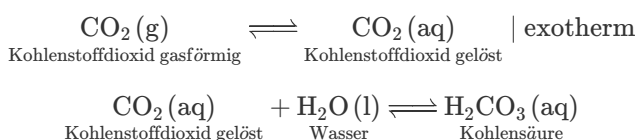
In den vergangenen Jahrzehnten stieg die Konzentration von **Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre** durch die zunehmende Verbrennung fossiler Brennstoffe enorm an. Aufgrund der Wirkung als Treibhausgas hat dies enorme Folge.



Durch die Erhöhung des Kohlenstoffdioxidgehalts der Atmosphäre wird es also nicht nur wärmer auf der Erde. Zugleich verändert sich auch die Oxonium-Ionenkonzentration und damit der **pH-Wert der Ozeane**.



Und die Konzentration des Kohlenstoffdioxids wäre wahrscheinlich ohne die Meere noch rasanter angestiegen. Expert:innen gehen davon aus, dass die **Weltmeere** in den letzten Jahrzehnten einen großen Teil des zusätzlich in die Atmosphäre gebrachten Kohlenstoffdioxids **aufgenommen haben**.



Welche Auswirkungen dies für Lebewesen konkret hat, werden wir noch sehen. Zuerst wollen wir experimentell prüfen, ob die **Erhöhung der Konzentration von Kohlenstoffdioxid** über einer wässrigen Lösung, die Menge an gelöstem Kohlenstoffdioxid und der **pH-Wert der Lösung** tatsächlich zusammenhängen.



Lass uns dann direkt auch die **Erniedrigung** betrachten. Man plant ja irgendwie auch Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre wieder zu entfernen. Würde das zugleich eine Versauerung der Meere verringern?

Aufgaben

- 1 Erklären Sie mit Hilfe von **M2**, warum wir zur experimentellen Prüfung der Aussagen aus **M1**
 - a sowohl die Konzentration an Kohlenstoffdioxid in der Gasphase erhöhen können wie in **V1**,

b als auch den Druck von Kohlenstoffdioxid durch ein Vergrößern der Gasphase erniedrigen können wie in V2 .

- 2 Führen Sie in einer kleinen Gruppe die Versuche V1 und V2 direkt hintereinander durch. Alternativ steht eine Videografie beider Experimente in V2 mit zur Verfügung.
- 3 Legen Sie zwei Versuchsprotokolle (Beginn jeweils via copy & paste) an und halten Sie darin alle Beobachtungen fest.
- 4 Schlussfolgern Sie Schritt für Schritt, welchen Zusammenhang die beiden Versuche zwischen einer Veränderung der Konzentration von Kohlenstoffdioxid $c(\text{CO}_2)$ oder des Drucks von Kohlenstoffdioxid $p(\text{CO}_2)$ in der Gasphase und dem pH-Wert der wässrigen Lösung darunter zeigen. Nutzen Sie die fünf Schritte, die in den Anregungen vorgegeben sind.

M2 Konzentration und Druck eines Gases

Infokasten: Konzentration und Druck bei Gasen

Konzentrationsangaben in der Luft erfolgen oft in ppm oder Vol%:

- **ppm (parts per million)** gibt an, wie viele Teilchen eines Stoffes unter 1 000 000 Teilchen Luft vorhanden sind (z. B. 420 ppm CO_2).
- **Vol% (Volumenprozent)** gibt an, wie viel Volumenanteil ein Gas am Gesamtvolumen hat (z. B. 21 Vol% O_2).

Der **Druck** in Gasen hängt aber zugleich davon ab, wie viele Teilchen sich in einem bestimmten Volumen befinden.

Bei **konstanter Temperatur** sind **Druck** und **Konzentration** **proportional**.

1 Gasgesetz mit R als Gaskonstanten

$$p = c \cdot R \cdot T$$

Merke:

- Mehr Teilchen pro Volumen führen zu einem höheren Druck.
- Mehr Teilchen im gleichen Raum → mehr Stöße → höherer Druck.

Wer es noch genauer wissen will: Partialdruck

Erklärung

Abbildung dazu

In unserer Atmosphäre üben alle Gasteilchen zusammen einen bestimmten **Gesamtdruck** ¹ aus. Auf Meereshöhe beträgt er etwa 101 Kilopascal (kPa).

Jedes **einzelne Gas** im Gemisch trägt zu diesem Gesamtdruck bei – seinen Anteil bezeichnen wir als **Partialdruck**. Addiert man also die Partialdrücke aller Gase in der Luft (Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, etc.), ergibt sich der Gesamtdruck.

Der Anteil an CO_2 macht heute beispielsweise etwas mehr als 0,04 % der Luft aus. Sein Partialdruck berechnet sich als Anteil am Gesamtdruck: $101 \text{ kPa} \cdot 0,0004 = 0,04 \text{ kPa}$. Dies bedeutet, dass von dem gesamten Druck, den wir spüren, nur 0,04 kPa vom CO_2 stammen. Und wenn wir vom „ CO_2 -Anstieg“ in der Atmosphäre sprechen, meinen wir eigentlich die Erhöhung seines Partialdrucks.

Der Partialdruck spielt eine zentrale Rolle u. a. bei vielen biologischen Vorgängen. Beispielsweise nutzen wir beim Atmen unterschiedliche Partialdrücke für den Gasaustausch in der Lunge. CO_2 bewegt sich dabei von Orten höheren Partialdrucks (Blut) zu Orten niedrigeren Partialdrucks (Lungenalveolen).

V1 Erhöhung der Kohlenstoffdioxidkonzentration



Versuchsfrage und -design

Was bewirkt eine Konzentrationserhöhung des Gases über der wässrigen Lösung? Wir tauschen einmal die Luft über der Flüssigkeit gegen reines Kohlenstoffdioxid aus, um dies zu testen.

Materialien

- Schutzbrille
- Becherglas 400 mL
- Spritze 30 mL
mit 10 mL wässriger Indikator-Lösung befüllen
- Spritze 12 mL
mit 10 mL Kohlenstoffdioxid befüllen

Aufbau und Durchführung

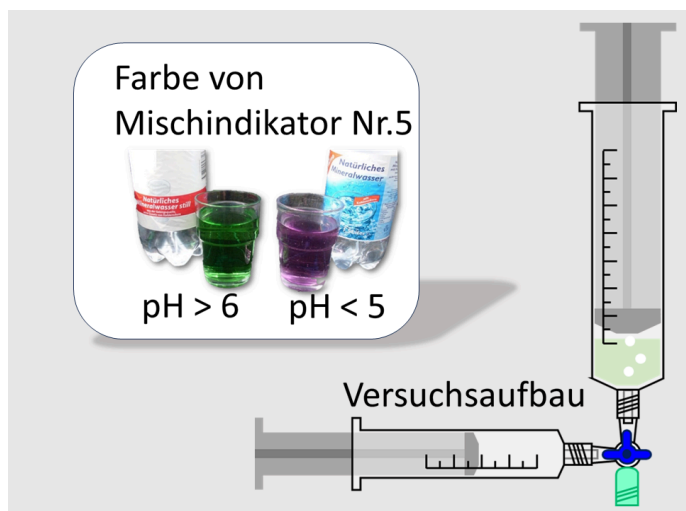


Abb. 1: Versuchsaufbau und Farbe des Indikators bei verschiedenen pH-Werten. ³

🔗 Dreiwegehahn

Chemikalien

🧴 Wasser

🧴 Mischindikator Nr. 5 in Ethanol ⚠️



auch Tashiro-Indikator, Farbumschlag bei ca. pH 5,2

🔗 Kohlenstoffdioxid ⚠️

Von der Lehrkraft einzufüllen

- In einem Becherglas für alle werden so viele Tropfen Indikator zu 200mL Wasser gegeben, dass eine deutliche Grünfärbung wahrnehmbar ist.
- Aus dem Becherglas werden 10 mL der Lösung in einer 30 mL Spritze aufgezogen.
- Die 12 mL Spritze wird aus einem Spender mit Kohlenstoffdioxid befüllt.
- Über den 3-Wegehahn gibt man das Kohlenstoffdioxid zu der wässrigen Indikatorlösung in die 30 mL Spritze. Dies simuliert eine extreme Anreicherung der Atmosphäre mit Kohlenstoffdioxid. Der Hahn wird verschlossen und die kleine Spritze abgeschraubt. Durch Schütteln kann man eine Wellenbewegung des Oberflächenwassers simulieren.
- Beobachten Sie, ob sich das Volumen des Gases Kohlenstoffdioxid verringert oder es zu einem Farbwechsel der wässrigen Lösung mit Indikator kommt.

Entsorgen und Aufräumen



Die Lösung in der 30 mL Spritze wird in Versuch 2 weiter benötigt.

V2 Verringerung des Drucks in der Gasphase



Versuchsfrage und -design

Was bewirkt nachfolgend eine Druckerniedrigung des Gases über der wässrigen Lösung? Wir vergrößern einmal das Volumen der Gasphase über der Flüssigkeit, um dies zu testen.

Materialien

🧴 Schutzbrille

🧴 Spritze 30 mL

mit wässriger Indikator-Lösung aus V1 befüllt

🧴 Spritze 12 mL

🔗 Dreiwegehahn

🔲 Kombiverschlussstopfen

Chemikalien

🧴 wässrige, kohlenstoffdioxidhaltige Lösung aus V1

enthält Tashiro-Indikator, Farbumschlag bei ca. pH 5,2

Aufbau und Durchführung

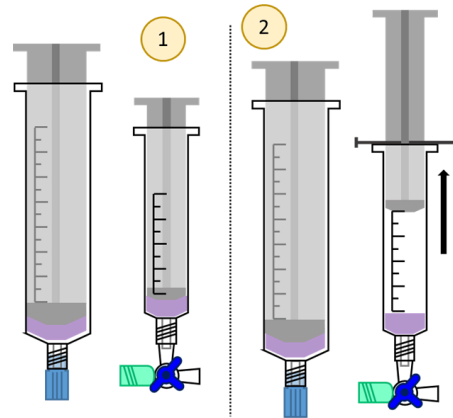


Abb. 2: Versuchsaufbau zur Druckverminderung über der Lösung

3

- Verbinden Sie die Spritzen erneut über den 3-Wegehahn und geben Sie aus der 30 mL Spritze ca. 2 mL der gefärbten Lösung zurück in die 12 mL Spritze.
- Die 30 mL Spritze wird abgenommen, verschlossen und zum Farbvergleich bei Seite gelegt.
- Der Stempel der kleinen Spritze wird maximal herausgezogen und festgehalten. *Dieser kann wahrweise mit einem Nagel arretiert werden, sofern ein Loch im Stempel vorhanden ist.*
- Schütteln Sie die Spritze, um eine Bewegung des Oberflächenwassers zu simulieren.
- Beobachten Sie, ob Gasblasen aufsteigen oder es zu einem Farbwechsel kommt.

Entsorgen und Aufräumen



Reste in den **Ausguss** geben und mit viel Wasser nachspülen.

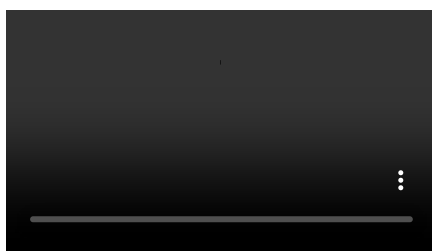


Geräte mit Wasser **spülen** und an der Luft **trocknen**.



Alle Materialien an ihren **Ursprungsort** zurückstellen.

Ersatzweise



Video 1: Zugabe von Kohlenstoffdioxid und anschließende Druckverminderung ⁴

Einzelnachweise

- 1 auch atmosphärischen Druck genannt
- 2 Andreas Böhm 2019
- 3 Gregor von Borstel, 2020
- 4 Gregor von Borstel, 2021