

Die Ozeane können eine Kohlenstoffdioxidensenke bleiben



LNCU.de
ID 35399
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

Der Einfluss der Temperatur auf die Lage eines Gleichgewichts

M1 Auch die Temperatur wird sich verändern



Bis jetzt haben wir außer acht gelassen, dass auch die Temperatur auf der Erde zur Zeit immer weiter steigt.



Ist die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser unterschiedlicher Temperatur verschieden groß? Und welchen Einfluss wird dann eine Temperaturerhöhung auf ein bestehendes Löslichkeitsgleichgewicht haben?

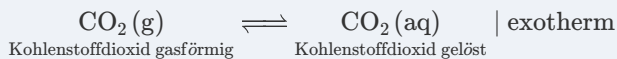


Wie wir schon wissen, ist der Lösevorgang von Kohlenstoffdioxid exotherm.

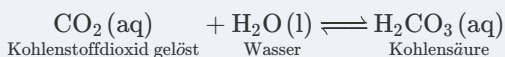


Wie würdest Du dies untersuchen? Schlage einen prinzipiell geeigneten Versuchsaufbau vor.

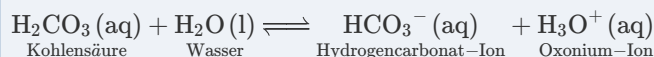
1 gasförmiges Kohlenstoffdioxid löst sich in Wasser



2 Bildung von Kohlensäure



3 Protolyse von Kohlensäure



Aufgaben

- Wir setzen **V1** zusammen in der gesamten Lerngruppe an. Führen Sie parallel dazu **V2** in Kleingruppen durch. *Alternativ steht eine Videografie von V2 zur Verfügung.*
- Halten Sie alle Beobachtungen aus **V1** und **V2** fest und schlussfolgern Sie, welchen Zusammenhang die Versuche zwischen der Temperatur des Wassers und der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid zeigen.

V1 Erhöhung der Temperatur einer Lösung von Kohlenstoffdioxid



Materialien

- Schutzbrille
- Becherglas 400 mL
- Heizplatte mit Magnetrührer und Magnetkern
- Thermometer

Aufbau und Durchführung

- Das Becherglas wird zu ca. einem Viertel mit Mineralwasser gefüllt und es werden so viele Tropfen Indikator hinzugegeben, bis eine Färbung deutlich wahrnehmbar ist.
- Das Becherglas wird auf der Heizplatte unter ständigem Rühren über mehrere Minuten auf ca. 50°C erwärmt

Chemikalien



Mineralwasser



Mischindikator Nr. 5 in Ethanol



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

Entsorgen und Aufräumen



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



Alle verunreinigte **Labormaterialien** spülen.



Alle Materialien an ihren **Ursprungsort** zurückstellen.

V2 Lösen von Kohlenstoffdioxid in verschieden warmem Wasser



Materialien



Schutzbrille



3 x Spritzen 30 mL



3 x Spritzen 50 mL



3 x Dreiwegehahn



Thermometer

zentral in den Bechergläsern



3 x großes Becherglas

zentral befüllt

ggf. Isoliermaterial

Chemikalien



wässrige Lösungen unterschiedlicher Temperatur

enthalten Tashiro-Indikator, Farbumschlag bei ca. pH 5,2. Drei verschiedene Temperaturen, z. B. mit Eiswürfel auf 5°C; 25°C, mit Sieder auf max. 50°C sonst droht Verbrühungsgefahr

Aufbau und Durchführung

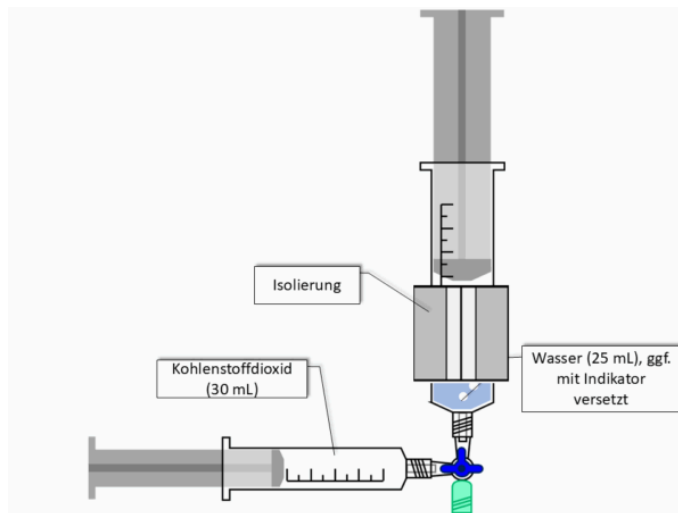


Abb. 1: Aufbau – dreimal ansetzen ²

Eine Spritze wird mit 25 mL Wasser (Raumtemperatur) befüllt, die andere mit 30 mL Kohlenstoffdioxid.

Über den Dreiwegehahn wird das Gas zügig immer wieder durch das Wasser gedrückt, bis sich das Gesamtvolumen nicht mehr ändert. Das Gasvolumen über der Flüssigkeit wird abgelesen. Der Versuch wird mit deutlich kälterem und deutlich wärmerem Wasser parallel durchgeführt. Dazu kann die 50 mL Spritze vorab mit einer Wärmeisolierung überzogen werden, damit sich die Wassertemperatur während des Versuchs möglichst wenig verändert

Ersatzweise

Kaltes Wasser

Raumtemperatur

Heißes Wasser

Zusammenschau



Video 1: Kaltes Wasser ¹

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.



Aufgaben

3 Vervollständigen Sie in Abb. die Schemazeichnung zu V1 mit geeigneten Pfeilen.



Weitergedacht

- 4 Leiten Sie Gesetzmäßigkeiten aus dem Diagramm in **Abb. 3** ab und erläutern Sie, inwiefern diese mit den Beobachtungen aus Ihren Versuchen übereinstimmen. Zeichnen Sie mit Hilfe der Daten ein Diagramm, das die Löslichkeit von CO_2 in Abhängigkeit von der Temperatur für einen Druck von 3 bar darstellt

M2 Auch die Temperatur wird sich verändern

Sicherung

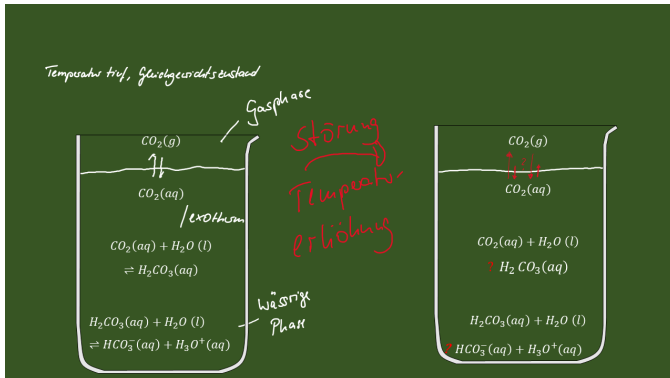


Abb. 2: Störung durch Temperaturerhöhung ²

Vertiefung

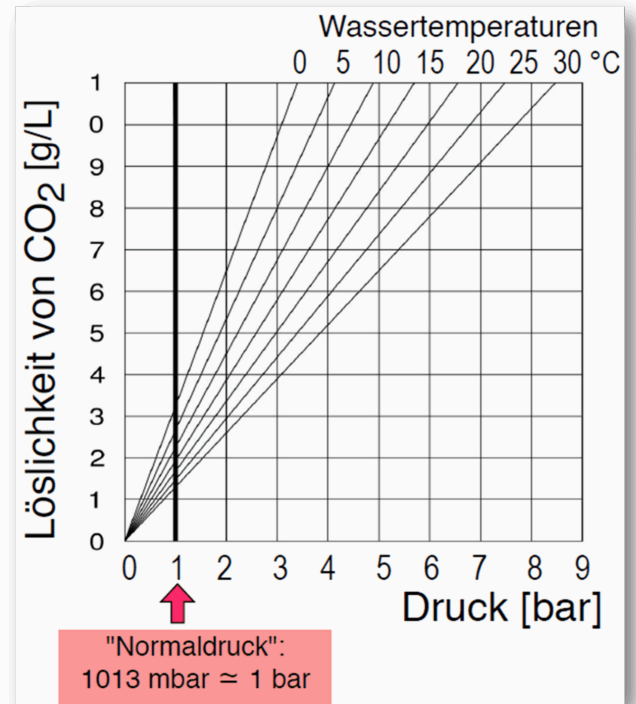


Abb. 3: Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser bei verschiedenen Drücken und Temperaturen. ³

Aufgaben

- 5 Vollziehen Sie die Analogie in **M3** nach. Erklären Sie hiermit die beobachteten Auswirkungen einer Temperaturveränderung unter Verwendung der Begriffe „Massenwirkungsquotient Q “ und „Gleichgewichtskonstante K “.

M3 Modellhafte genauere Betrachtung

Veränderung der Temperatur

Verändert man die Temperatur, verändert sich K . Dies zeigen vielleicht am besten die Analogie oder animierte Diagramme



Auch wenn es sich bei unserem Beispiel um gekoppelte Gleichgewichte handelt, können wir uns den Zusammenhang sehr leicht mit unserer Analogie und den Modellrechnungen erklären.

Das System befindet sich im Gleichgewicht und wird nach 5s gestört, indem die Temperatur verändert wird. Dadurch verändert sich das Verhältnis von $k(\text{M})$ zu $k(\text{B})$. In der Realität wird durch eine Temperaturerhöhung immer die endotherme Reaktion bevorzugt ablaufen. Hier profitiert das Baby mehr.

Temperaturveränderung zur Raumtemperatur um den Faktor ...

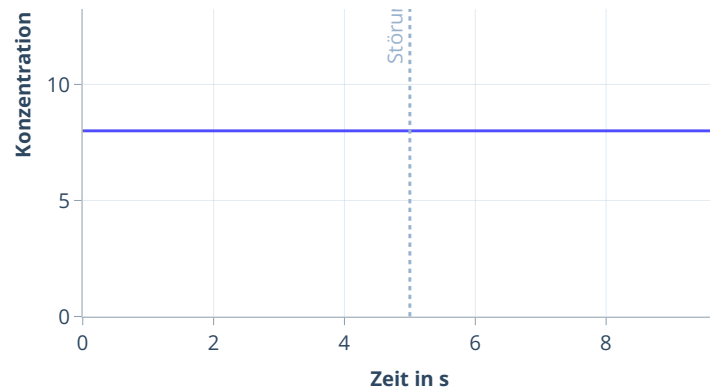


Bälle werden bei Mama hinzugefügt

(1) Das System ist im Gleichgewicht



Galerie 1: Analogie zur Erhöhung einer Konzentration auf Seiten von Mama ⁴



Weitergedacht

- 6 Erklären Sie auch basierend auf **M4** den Trugschluss hinter der Aussage: „Es macht keinen Unterschied, ob oder wann wir die Netto-Kohlenstoffdioxid-Emissionen jemals weltweit auf Null reduzieren oder sogar wieder Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre entfernen. Was wir an Emissionen einsparen, setzen die Weltmeere dann ja eh wieder frei.“
- 7 Erklären Sie basierend auf bisherigen Erkenntnissen, warum Meeresschutzgebiete rund um die Antarktis in **M3** in besonderem Maße von einer Versauerung bedroht und vermutlich nur zu retten sind, wenn drastische Maßnahmen zur Verringerungen von Treibhausgasemissionen ergriffen werden. Recherchieren Sie in diesem Zusammenhang die Bedeutung der Abkürzungen für die Emissionsszenarien (SSP1-2.6 etc.).

M4 Werden wir konkret

Wir müssen energisch handeln!

Die Ozeane spielen eine entscheidende Rolle als CO₂-Speicher, aber ihre Kapazität nimmt mit steigender Temperatur ab. Daraus ergibt sich eine Dringlichkeit des Handelns, denn mit steigender Temperatur werden die Ozeane

- weniger Treibhausgase aufnehmen oder sogar welche freisetzen – also im schlechtesten Fall vom Speicher zur Quelle werden,
- und teilweise irreversible Veränderungen durchlaufen, selbst wenn die Erwärmung später wieder abnimmt. ⁵



Hierzu forschen auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Auftrag des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), einer Institution der Vereinten Nationen, auch als Weltklimarat bekannt.

Eine gute und aktuelle Übersicht zu den Forschungsergebnissen und mehr findet man online z. B. [bei der Landeszentrale für politische Bildung BW](#)

Prognosen für den antarktischer Ozean

In den antarktischen Küstengewässern befinden sich mehrere Meeresschutzgebiete (MPA), die eine außergewöhnliche Artenvielfalt beherbergen. Mithilfe von Computermodellen simulierten Forscherinnen und Forscher 2024, wie sich das Wasser des antarktischen Ozeans im 21. Jahrhundert verändern würde. Sie prognostizieren, dass bis zum Jahr 2100 in den oberen 200 Metern des antarktischen Ozeans – wo sich ein Großteil der Meereslebewesen aufhält – ein erheblicher Anstieg des Säuregehalts zu erwarten ist. Die Versauerung des Wassers ist eine ernsthafte Bedrohung für das Leben im Meer, da sie sich direkt auf kalkbildende Organismen wie Korallen, Krebstiere und Weichtiere auswirkt. Die Studie wurde für vier Emissionsszenarien durchgeführt und legt nahe, dass wir diese schwerwiegende Versauerung nur im Szenario mit geringeren Emissionen vermeiden könnten, bei dem die CO₂-Emissionen schnell und massiv reduziert werden. ^{6 7}

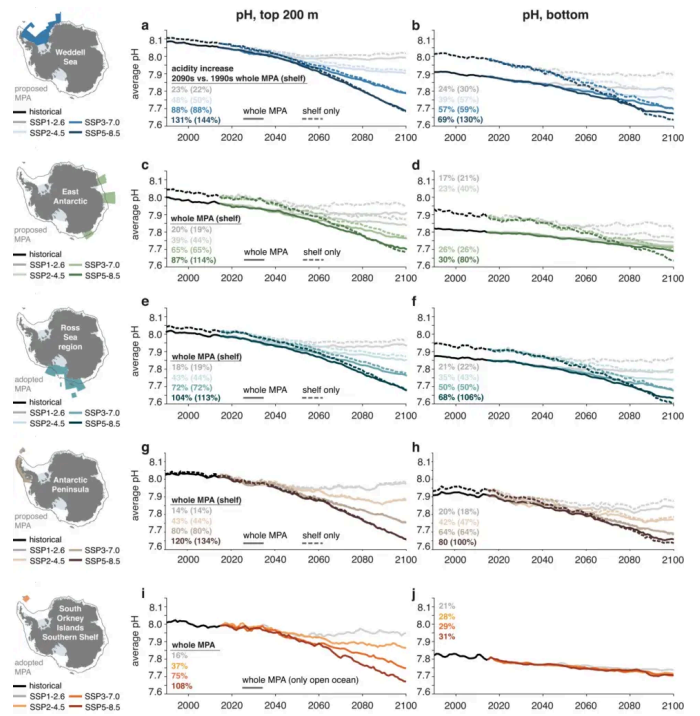


Abb. 4: prognostizierte Entwicklung des pH-Wertes je nach Szenario in Schutzgebieten nahe der Antarktis ⁸

Einzelnachweise

- 1 Gregor von Borstel, 2021
- 2 Gregor von Borstel, 2025
- 3 Andreas Böhm, 2019
- 4 Gregor von Borstel, 2026, nach Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Bälleschlacht 2021
- 5 Sechster Sachstandsbericht des IPCC – Wikipedia, https://de.wikipedia.org/wiki/Sechster_Sachstandsbericht_des_IPCC
- 6 Nissen, C., Lovenduski, N.S., Brooks, C.M. et al. Severe 21st-century ocean acidification in Antarctic Marine Protected Areas. *Nat Commun* **15**, 259 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-44438-x>
- 7 <https://www.daswetter.com/nachrichten/wissenschaft/eine-weitere-bedrohung-fur-die-antarktis-der-sauregehalt-des-wassers-konnte-sich-bis-2100-verdoppeln.html>
- 8 Nissen, C. et al., a. a. O.