

Einfluss der Temperatur auf das Gleichgewichtssystem der Kohlensäure

Geräte:

- 300-mL-Becherglas
- 2 x 300-mL-Erlenmeyerkolben mit engem Hals
- 2 Luftballons
- Eiswürfel
- Gasbrenner
- runde pneumatische Wanne
- Glasstab

Chemikalien:

- Indikatorlösung: Bromthymolblau (1g auf 10mL Ethanol)
- Mineralwasser mit hohem Kohlensäuregehalt

Versuchsdurchführung:

- Geben Sie 200 mL Mineralwasser in das Becherglas und geben Sie 5 Tropfen des Indikators hinzu.
- Füllen Sie die beiden Erlenmeyerkolben mit je 100 mL dieses Mineralwassers.
- Verschließen Sie die Erlenmeyerkolben mit den zuvor gedehnten Luftballons.
- Schütteln Sie gleichzeitig beide Erlenmeyerkolben kräftig.
- Erhitzen Sie einen der beiden Kolben vorsichtig unter Schwenken über der Flamme des Gasbrenners.
- Kühlen Sie diesen Kolben unter fließendem Wasser etwas ab.
- Geben Sie Eis und etwas kaltes Wasser in die pneumatische Wanne und kühlen Sie den Erlenmeyerkolben darin weiter ab.
- Wiederholen Sie ggf. den Vorgang des Erhitzens und des Abkühlens.
- Der andere Erlenmeyerkolben wird bei Raumtemperatur zu Vergleichszwecken aufbewahrt.

Quellen:

(1) ChiK Temperatureinfluss auf das Gleichgewichtssystem Schülerblätter D-6, © 2006 Cornelsen Verlag, Berlin

(2) Prof. Blumes Medienangebot <http://www.chemieunterricht.de/dc2/>

Einfluss der Temperatur auf das Gleichgewichtssystem der Kohlensäure

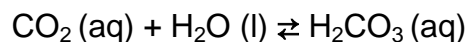
Lehrerhandreichung

Beobachtungen:

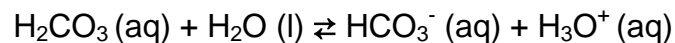
- Beide Luftballons sind nach dem Schütteln gleich groß.
- Während des Erhitzens dehnt sich der Luftballon aus und der Indikator zeigt einen steigenden pH-Wert an.
- Nach dem Abkühlen ist der Luftballon wieder annähernd so groß wie der Vergleichs-ballon und der Indikator zeigt annähernd den Ausgangs-pH-Wert (Vergleichsballon) wieder an.

Erklärung:

Bedeutsam ist neben der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser auch die Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Wasser:



Sowie die anschließende Reaktion der Kohlensäure mit Wasser:



Bei der Erwärmung der wässrigen CO_2 -Lösung verringert sich die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser. Kohlenstoffdioxid entweicht, die Konzentration an gelöstem CO_2 nimmt damit ab und die Gleichgewichte verschieben sich nach links. Beim Abkühlen löst sich wieder mehr CO_2 in Wasser und Gleichgewichte verschieben auf die rechte Seite.

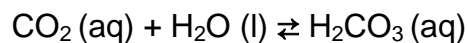
Einfluss der Temperatur auf das Gleichgewichtssystem der Kohlensäure

Lehrerhandreichung

Zusatzinformationen:

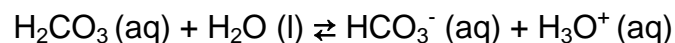
Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit von CO₂ in Wasser (1,013 bar)	
20 °C	0,9 L CO ₂ / L Wasser
15 °C	1,0 L CO ₂ / L Wasser
0 °C	1,7 L CO ₂ / L Wasser

Kohlenstoffdioxid reagiert, wie viele andere Nichtmetalloxide auch, mit Wasser unter Bildung einer Sauerstoffsäure (Kohlensäure):

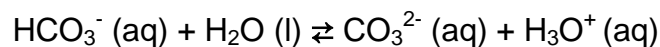


Das chemische Gleichgewicht der Reaktion ist bei 25 °C stark nach links verschoben: Etwa 99 % liegen als gelöstes Kohlenstoffdioxid vor.

Diese geringe Menge der in Wasser vorliegenden Kohlensäure ist jedoch von großer Bedeutung für den natürlichen Kohlenstoffkreislauf der Erde. Kohlensäuremoleküle reagieren in zwei Schritten mit Wassermolekülen zu den entsprechenden Säurerestionen. Im ersten Schritt zu Hydrogencarbonat-Ionen und Hydronium-Ionen:



Im zweiten Schritt reagieren Hydrogencarbonat-Ionen mit Wassermolekülen zu Carbonat-Ionen und Hydronium-Ionen:



Infolge dieser (Hydrogen-) Carbonatbildung kann eine bedeutende Menge des in der Hydrosphäre gelösten Kohlenstoffdioxids chemisch gebunden werden.

Diese Gleichgewichte stellen sich alle in mehr oder weniger großem Umfang ein, wenn man CO₂ in Wasser einleitet. Dann bilden sich auch Ionen, was an der Zunahme der Leitfähigkeit gezeigt werden kann.