

Kohlensäure und ihre Salze

Anna Heynkes

18.5.2005, Aachen

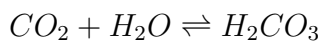
Dieser Text soll so knapp und verständlich wie möglich zusammenfassen, was das Mittelstufen-Chemieschulbuch des Klett-Verlages über Kohlendioxid, Kohlensäure, Hydrogencarbonate, Carbonate und die zwischen ihnen bestehenden Gleichgewichte berichtet. Um die Sache anschaulicher zu machen, versuche ich eine zeichnerische Erarbeitung grundlegender Reaktionsmechanismen.

Inhaltsverzeichnis

1 vom Kohlendioxid zur Kohlensäure	1
2 Kohlensäure ist eine sehr unbeständige Säure	1
3 Kohlensäure ist eine zweiprotonige Säure	2
4 Salze der Kohlensäure	2

1 vom Kohlendioxid zur Kohlensäure

Bekanntlich enthalten „Sprudel“ genannte Mineralwässer Kohlenstoffdioxid und stehen vor dem ersten Öffnen der Flasche unter leichtem Überdruck. Öffnet man den Deckel einer Sprudelflasche, dann nimmt in ihr schlagartig der Luftdruck und damit auch der Druck im Mineralwasser ab. Weil die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser mit dem Luftdruck abnimmt, führt dies dazu, dass ein Teil des Kohlenstoffdioxids im Mineralwasser ausperlt, an die Oberfläche aufsteigt und aus der Flasche entweicht. In einem Schülerexperiment konnten wir mittels Universalindikator zeigen, dass das Mineralwasser danach immer noch leicht sauer reagiert. Als wir es aber erhitzen, entwich der Rest des Kohlenstoffdioxids und der pH-Wert stieg in den leicht alkalischen Bereich. Die Ursache für die Ansäuerung von Wasser durch darin gelöstes Kohlenstoffdioxid ist seine Reaktion mit Wasser zu Kohlensäure.



Eine Erklärung oder gar Darstellung des Mechanismus dieser Reaktion konnte auch mein Vater in seinen Büchern und im Internet nicht finden. Wir stellen ihn uns so vor, wie in Abbildung 1 dargestellt. Gezeichnet haben wir das mit der kostenlosen Version

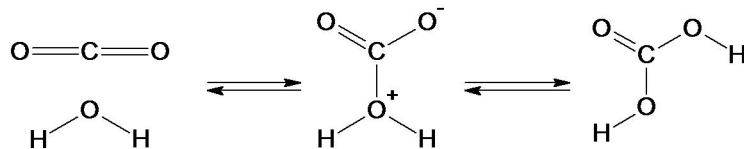


Abbildung 1: Kohlenstoffdioxid reagiert mit Wasser zu Kohlensäure

des Chemieprogramms ChemSketch, welches keine freien Elektronenpaare zeichnet. Diese muss man sich selbst dazu denken, aber das sollte auch kein allzu großes Problem sein.

2 Kohlensäure ist eine sehr unbeständige Säure

Die Reaktion des Kohlenstoffdioxids mit Wasser zu Kohlensäure ist reversibel wie fast alle chemischen Reaktionen. Im Internet fanden wir aber den Hinweis, dass Wassermoleküle einen Zerfall der Kohlensäure katalysieren. Man kann sie deshalb nur wasserfrei und bei sehr tiefen Temperaturen stabil halten und aufkonzentrieren. Wenn aber Kohlensäure nicht nur einfach zerfällt, sondern Wassermoleküle den Zerfall beschleunigen, dann muss es dafür noch einen anderen Reaktionsmechanismus geben, den wir uns wie in Abbildung 2 vorstellen, obwohl wir leider auch dafür nirgendwo eine Quelle gefunden haben. Da Koh-

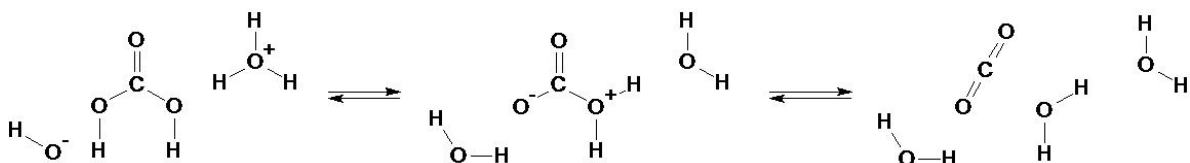


Abbildung 2: Wasser katalysiert den Zerfall der Kohlensäure

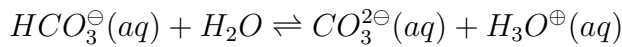
lensäure in wässriger Lösung so leicht und schnell wieder zerfällt, beträgt das Verhältnis der Kohlensäure zum gelösten Kohlenstoffdioxid nur etwa 1/1000 bzw. 0,1%.

3 Kohlensäure ist eine zweiprotonige Säure

Kohlensäure kann beide Protonen abgeben, gibt aber das zweite Proton nur bei hohen pH-Werten in nennenswertem Ausmaß ab, weil schon die Kohlensäure eine sehr schwache Säure ist. Durch Abgabe eines Protons an ein Wassermolekül oder eine andere Base entsteht mit dem Hydrogencarbonation eine extrem schwache Säure, die bei normalen pH-Werten eher basisch reagiert. Dabei liegt das Gleichgewicht dieser Reaktion weit links, sofern nicht eine zugegebene Base der Kohlensäure ein Proton entreißt.

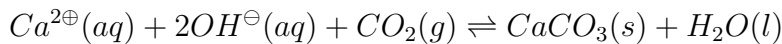


Bei normalen pH-Werten gibt nur ein sehr geringer Teil der Hydrogencarbonationen auch noch das verbliebene Proton ab und bildet zweifach negativ geladene Carbonationen. Deshalb liegt auch bei dieser Reaktion das Gleichgewicht weit auf der linken Seite, wenn es nicht durch eine starke Base verschoben wird.



4 Salze der Kohlensäure

Wie jede zweiprotonige Säure bildet auch Kohlensäure zwei Reihen von Salzen, weil Kohlensäurelösungen ja Hydrogencarbonationen und Carbonationen enthalten. Diese beiden Ionen können mit verschiedenen Metallionen Salze mit sehr unterschiedlichen Löslichkeitsprodukten bilden. Da aber Kohlensäure und besonders das Hydrogencarbonation so schwache Säuren sind, reagieren sie nur extrem langsam mit Metallen und Metalloxiden und beschleunigen deren Korrosion gegenüber reinem Wasser nur wenig. Möchte man die Salze zügig herstellen, dann löst man zunächst das jeweilige Metallhydroxid in Wasser und leitet dann CO_2 in die Lauge. Besonders wichtig ist die Reaktion von CO_2 in Kalkwasser.



Das kaum lösliche Calciumcarbonat (Kalk) fällt dabei als weißer Niederschlag aus.

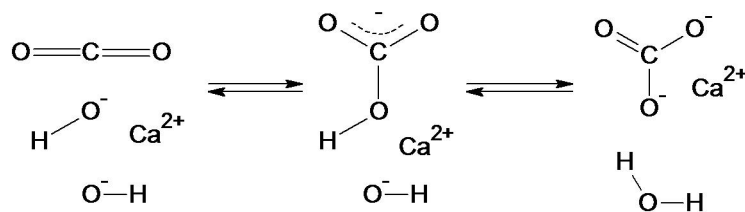
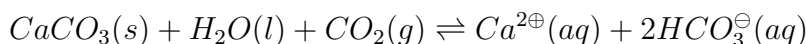


Abbildung 3: $CaCO_3$ erhält man effizienter aus CO_2 in Calciumlauge.

Dieser Niederschlag löst sich allerdings wieder auf, wenn man längere Zeit weiter CO_2 in die Lösung bläst. Dabei entsteht nämlich das besser lösliche Calciumhydrogencarbonat.



Mit Ausnahme der Alkalimetallcarbonate sind alle Carbonate in Wasser wenig löslich.