

Elektrochemische Reduktion von Kohlenstoffdioxid

Kohlenstoffdioxid ist bereits die vollständig oxidierte Form des Kohlenstoffs, kann also nicht weiter oxidiert, sondern nur reduziert werden. Mögliche Reduktionsprodukte sind z.B. Kohlenstoff, Kohlenstoffmonoxid oder Ameisensäure. Um Kohlenstoffdioxid zu reduzieren, können beispielsweise starke Reduktionsmittel wie Magnesium verwendet werden.

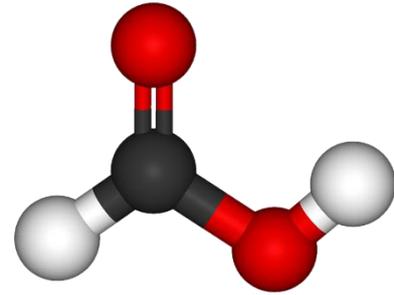
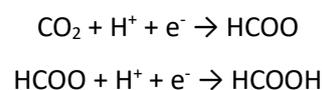


Abbildung 1: Kugel-Stab-Modell von Ameisensäure.

Möglich ist auch eine elektrochemische Reduktion, bei der Kohlenstoffdioxid in wässriger Lösung zu wertvollen Chemikalien reduziert wird. Diese Methode hat mehrere Vorteile: Sie benötigt keinen Einsatz von (u.U. gefährlichen oder teuer herzustellenden) Chemikalien, sondern ausschließlich Strom, der aus erneuerbaren Quellen wie Wind- oder Solarkraft gewonnen werden kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Methoden erfordert die elektrochemische Reduktion auch keine hohen Temperaturen oder Drücke. Das macht sie energieeffizient und umweltfreundlich und verringert die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen oder Chemikalien.

Im Fall der elektrochemischen Reduktion von Kohlenstoffdioxid wird eine Elektrolysezelle mit einer Zinn-Elektrode (Kathode) und einer Graphit-Elektrode (Anode) und einer Natriumsulfat-Lösung als Elektrolyt aufgebaut.

Durch Anlegen einer Gleichspannung wird Kohlenstoffdioxid zu Ameisensäure (HCOOH) (**Abb. 1**) reduziert. Bei dieser Reaktion werden zwei Protonen und zwei Elektronen übertragen, es finden also zwei PCET hintereinander statt:



Die Zersetzung von Wasser als Konkurrenzreaktion wäre ebenfalls möglich. Diese läuft allerdings aufgrund der hohen Überspannung der Wasserstoffentwicklung an der Zinn-Elektrode nur in geringem Maße ab.

→ Für den Ablauf elektrochemischer Reaktionen ist das Elektrodenmaterial oft entscheidend: Bei der Reaktion wird das Edukt zunächst an die Elektrodenoberfläche gebunden, anschließend werden die Elektronen (und bei PCET zusätzlich Protonen) übertragen, dann löst sich das entstandene Produkt wieder von der Oberfläche. Die Elektrode verändert sich also nicht durch die Reaktion, nimmt aber an ihr teil und beschleunigt bzw. ermöglicht sie erst. Die Elektrode erfüllt damit die Funktion eines (Elektro-)Katalysators.