

Klimaschutz und Defossilierung:

Biomethanol über ein CO₂-Upcycling

Diplomandin



Franzisca Hitz-Widmer

Einleitung: Um das Pariser Übereinkommen aus dem Jahre 2015 einzuhalten, muss der Treibhausgasausstoss, welcher für die Erderwärmung verantwortlich ist, reduziert werden. Zurzeit wird immer noch der grösste Anteil der Energie aus fossilen Ressourcen gewonnen. Wie auch das Methanol, welches als häufiges Ausgangsmaterial in der chemischen Industrie benötigt wird und zudem auch zu den sogenannten Synfuels weiterverarbeitet werden kann. Heutzutage wird das Methanol über eine Wasserdampfpreformierung aus Erdgas, über die Zwischenprodukte des Synthesegases, unter Anwendung von hohen Temperaturen und Druck hergestellt. Der heutige Prozess ist nicht klimaneutral und daher werden nachhaltige Produktionsmöglichkeiten erforscht.

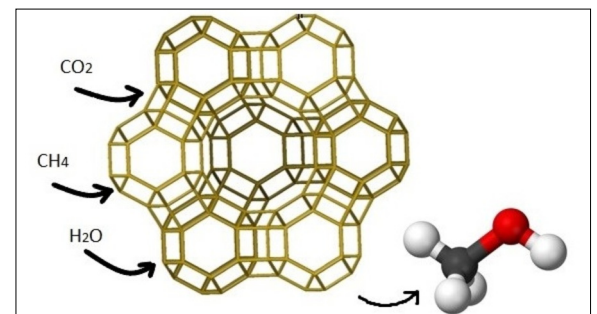
In dieser Arbeit wird eine direkte Methan-zu-Methanol Konvertierung über verschiedene Kupfer-Zeolithe als Katalysator getestet und miteinander verglichen. Der Zeolith-Ansatz nimmt sich die enzymatische Umsetzung zum Vorbild, welcher aus der Natur bekannt ist. Eine wiederholte Reduzier- und Oxidierbarkeit der Kupferionen in den Zeolithstrukturen soll ebenfalls bewiesen werden.

Vorgehen: Zwei verschiedene Zeolithstrukturen, das Mordenit und das Faujasit mit zwei verschiedenen Typen (Y und 13X), wurden für die Tests ausgewählt und jeweils Kupferionen eingelagert, wobei die Konzentrationen bei 2.5%, 5% und 9% lagen. In den Zeolithen waren Ammoniumionen als Gegenionen vorhanden, welche durch Kupferionen ausgetauscht werden mussten. Dieser Ionenaustausch wurde in einer Kupfernitratlösung anhand einer Zeolith Suspendierung oder der „incipient wetness impregnation“ Methode vorgenommen. Eine wiederholte Reduktion- und Oxidationsfähigkeit der Kupferionen in den Katalysatoren wurde durch eine temperaturprogrammierte Reduktion (TPR) durch Methan und eine Oxidation durch CO₂ überprüft. Die Methanol Produktion wurde unter isothermen Bedingungen vorgenommen und mittels einem Massenspektrometer gemessen. Die Überprüfung der Kupfereinlagerung, sowie eine mögliche Degradation des Katalysators nach der Konvertierung wurde durch Röntgendiffraktion vorgenommen. Die Überprüfung der Degradation wurde durch eine thermogravimetrischen Analyse ergänzt.

Ergebnis: Durch die temperaturprogrammierte Reduktion wurde bewiesen, dass sich der folgende Zyklus, die Reduktion von Cu²⁺ zu Cu¹⁺ und die darauffolgende Oxidation, mehrfach durchführen lässt. Die höchste Methanolausbeute unter isothermen Bedingungen, welche in dieser Arbeit erzielt wurde betrug 200 µmol/g(Zeolith). Dies mit dem 5% Kupferionen beladenen Mordenit bei 250°C während des ersten Zykluses, wobei die Methanolausbeute im zweiten Zyklus um ¼ tiefer lag. Derselbe Katalysator mit 2.5% Kupferionenanteil

scheint hinsichtlich der Zyklen robuster zu sein. Bei den Faujasit 13X Katalysatoren kann eine Anwendung von Druck mit einer höheren Ausbeute assoziiert werden. Bei den Faujasit Y Katalysatoren scheint eine CuO-Bildung während der Konvertierung nicht ausgeschlossen und es lässt sich vermuten, dass die angewendete Methode der Kupfereinlagerung nicht die richtige Wahl ist.

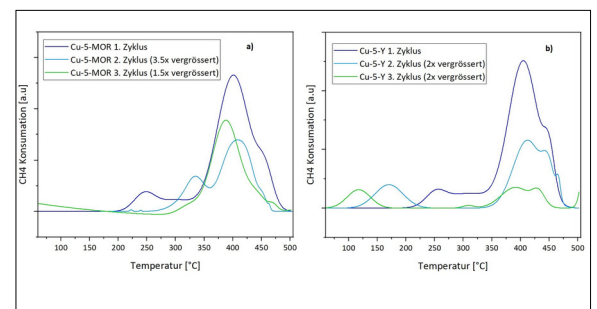
Neue Prozess für eine direkte Methan zu Methanol Konvertierung.
Eigene Darstellung



Katalysatoren: Kupfer beladene Zeolithe, welche für die Methan zu Methanol Konvertierung eingesetzt wurden.
Eigene Darstellung



Profil einer dreimal wiederholten TPR der Kupferbeladenen Mordenit und Faujasit Y Katalysatoren.
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Andre Heel

Korreferent

Prof. Dr. Thomas Hocker, ZHAW, Winterthur, ZH

Themengebiet

Biomasse und Biogas, Umwelttechnik allgemein, Energietechnik allgemein