

Keramische Membranen für die direkte Synthese von linearen α -Olefinen aus CO_2

Dr. Hannes Richter, M.Sc. Kerstin Böttcher

Olefine sind Ausgangsstoffe für Massenkunststoffe wie Polyethylen oder Polypropylen und werden bisher nahezu ausschließlich aus fossilen Rohstoffen hergestellt. Ziel des Projekts CO_2OL war die Entwicklung eines direkten, einstufigen Verfahrens zur Synthese von linearen α -Olefinen aus (biogenem) Kohlendioxid (CO_2) und grünem Wasserstoff (H_2). Dazu wurde die Fischer-Tropsch-Synthese in einem Membranreaktor etabliert, bei dem über eine hydrophile Kohlenstoffmembran selektiv das Nebenprodukt H_2O abgezogen wird, um den Umsatz der Edukte (H_2 , CO_2) und die Ausbeute an gewünschten Produkten (kurzkettige Kohlenwasserstoffe) zu maximieren. Des Weiteren wurde erprobt, die linearen Olefine (Alkene) durch eine selektive Membran von den Paraffinen (Alkane) abzutrennen.



Abb. 1: Kohlenstoffmembranen des Fraunhofer IKTS auf verschiedenen, keramischen Trägern.

Die Synthese der Kohlenstoffmembranen erfolgte durch Beschichtung poröser, keramischer Träger in Rohrgeometrie mit verschiedenen, polymeren Präkursoren und anschließender Polymerisation und Pyrolyse unter inerten Bedingungen.

Die pyrolysierten Membranen wurden im Labor am Fraunhofer IKTS erprobt für die Abtrennung von H_2O aus binären Gemischen mit N_2 , H_2 , CO_2 und CH_4 bei 200°C und 300°C und Drücken bis 20 bar. Für alle Membranen wurde eine nahezu ausschließliche Permeation von H_2O nachgewiesen, wobei die Gase fast vollständig zurückgehalten wurden.

In Versuchen im Membranreaktor beim Projektpartner LIKAT bei 15 bar und 200°C konnte nach Zuschalten der Membran eine Erhöhung des CO_2 -Umsatzes um 12 % erzielt werden. Gleichzeitig zeigte sich eine Verschiebung des Produktspektrums auf $> 90\%$ Kohlenwasserstoffe und $< 10\%$ CO mit einem Produktschwerpunkt bei den Paraffinen und Olefinen der C_2 - bis C_5 -Fraktionen.

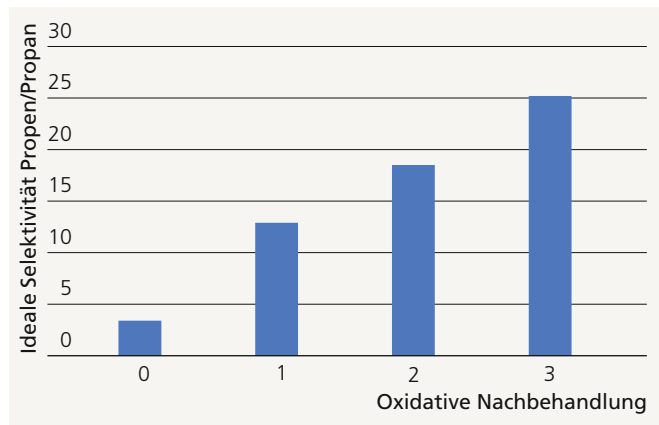


Abb. 2: Ergebnisse der Propen/Propan-Selektivität der nachbehandelten Kohlenstoffmembranen.

Für die anschließende Abtrennung der Olefine von den Paraffinen wurden Kohlenstoffmembranen in Argon-Sauerstoff-Atmosphäre nachbehandelt. Es zeigte sich, dass durch gezielte Interkallation von O_2 in die Kohlenstoffstruktur die ideale Selektivität von Propen über Propan auf einen Wert von 25 gesteigert werden konnte (Abb. 2).

Im Ergebnis wurden im CO_2OL Projekt Kohlenstoffmembranen entwickelt, die eine deutliche Umsatzsteigerung bei der Synthese von Kohlenwasserstoffen aus H_2 und CO_2 durch Fischer-Tropsch-Synthese im Membranreaktor sowie die anschließende selektive Abtrennung kurzkettiger Olefine von den Paraffinen erlauben. Die Membranen können damit einen wesentlichen Beitrag zur effizienten Synthese von Grundchemikalien aus nachhaltigen, nichtfossilen Rohstoffen leisten. Geplant sind nun Technikumsversuche an der TU Clausthal und anschließend die weitere Skalierung mit Industriepartnern.

Das CO_2OL Projekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) gefördert (FKZ 03EE5060C).

Gefördert durch:

