



CO₂-Nutzbarmachung mit Citizen Scientists: Ein Sparkling Science 2.0 Projekt

T. Ruh¹, T. Berger¹, M. Messner², H. Lorenz³ und C. Rameshan¹

¹Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Physikalische Chemie, Leoben

²HTL Bau Informatik Design, Innsbruck

³HTL Kramsach Glas und Chemie, Kramsach



Motivation

Das Schließen des Kohlenstoffkreislaufs ist ein möglicher Weg, um die Menge des CO₂ in der Atmosphäre zu reduzieren, indem bereits in der Atmosphäre vorhandenes CO₂ wiederverwendet wird. Somit können Effekte des Klimawandel abgemildert werden.

CO₂ aus Rauchgasen (1) wird abgeschieden (2) und in Treibstoffe (z. B. für die Luftfahrt, 4) oder Ausgangsstoffe für die chemische Industrie umgewandelt (3). Die produzierten Treibstoffe können gespeichert oder wiederverwendet werden (5); das hier freigesetzte CO₂ wird dann recycelt und erneut umgewandelt. Erneuerbare Energie (6) sowohl während der Umwandlung als auch während der Produktion von grünem H₂ (7) macht den Gesamtprozess nachhaltig.



Das Projekt in Kürze

In unserem Sparkling Science Projekt „CO₂-Umwandlung“ arbeiten wir an Schritten dieses geschlossenen CO₂-Kreislaufs:

1. CO₂-Abscheidung (Carbon Capture):

Gemeinsam mit Industriepartnern arbeiten wir an Lösungsansätzen, CO₂ aus dem Abgas zur weiteren Verwendung zu gewinnen.

2. CO₂-Umwandlung (Carbon Utilization):

Das abgeschiedene CO₂ wird in mit Hilfe chemischer Reaktionen in höherwertige Produkte (wie z. B. Methanol, Synthesegas oder e-Fuels) umgewandelt und in dieser Form verwendet oder gelagert. Da CO₂ ein sehr stabiles Molekül ist, werden Katalysatoren benötigt, die wir verstehen wollen.

CO₂-Abscheidung

CO₂ muss vor seiner Nutzung in Umwandlungsreaktionen aus dem Abgas abgeschieden werden. Dies ist aus zwei Gründen eine Herausforderung:

1. Abgasparameter sind stark prozessabhängig:

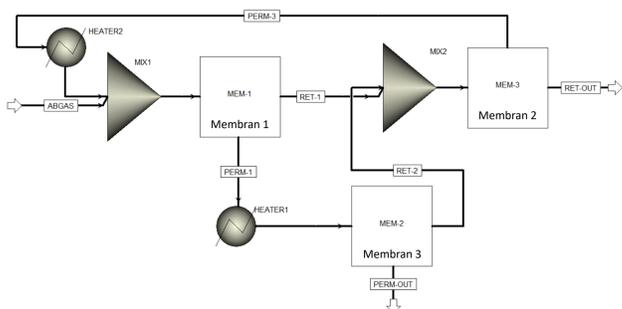
Sowohl die Zusammensetzung (CO₂, Rest-O₂, Verunreinigungen...) als auch Temperatur und Druck variieren in großen Bereichen.

2. Etablierte Verfahren brauchen große Anlagen:

Dies erhöht die Kosten der Nachrüstung von CO₂-Abscheidungen.

Eine vielversprechende Alternative (vor allem hinsichtlich der Nachrüstung bestehender Prozesse) stellt Membrantechnologie dar.

Im Projekt arbeiten wir mit Prozesssimulationen, um für Industriepartner mögliche Szenarien auf Basis von Membranmodulen zu entwickeln.



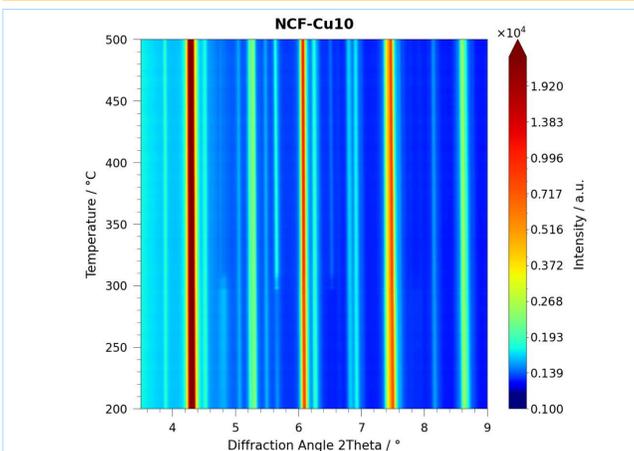
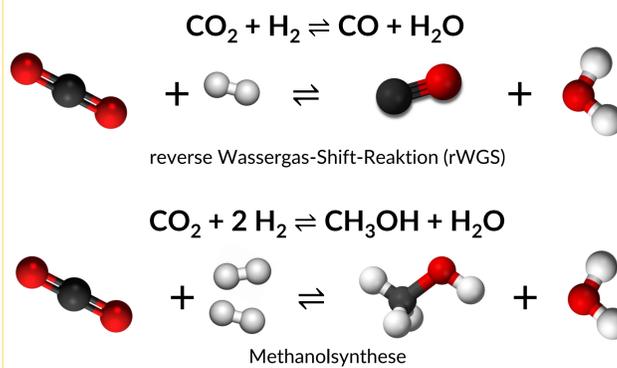
Simulierte Membrankaskade aus 3 Membranmodulen:

Auch für geringe CO₂-Gehalte (< 5 %) im Abgas können Abscheideraten bis zu 85 % erzielt werden, allerdings sind zusätzliche Kompressionsstufen (hier aus Simulationsgründen durch „Heater“ dargestellt) notwendig, die die Energiekosten erhöhen. Das Restgas weist CO₂-Konzentrationen unter 1 % auf, die Konzentration im „Konzentrat“ ist um einen Faktor 5–6 gegenüber dem Abgas erhöht.

CO₂-Umwandlung

CO₂ kann als Ausgangsstoff für wichtige Grundchemikalien dienen: Bspw. können Synthesegas (eine Mischung aus CO und H₂) oder Methanol hergestellt werden. In weiterer Folge können erneuerbare Treibstoffe (e-Fuels) produziert werden.

Hier sind zwei in Frage kommende Reaktionen dargestellt:



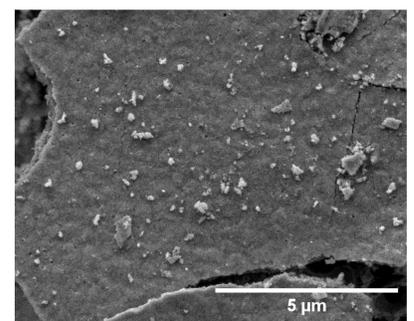
Temperaturabhängige Röntgendiffraktion (XRD) zeigt, wie sich der Katalysator Nd_{0,6}Ca_{0,4}Fe_{0,9}Cu_{0,1}O_{3,5} (NCF-Cu10) während der Reaktion verändert – bspw. können neue (aktive) Phasen entstehen.

Katalysatorcharakterisierung

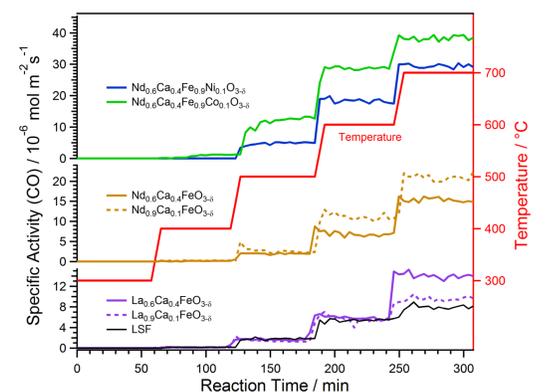
CO₂ ist ein sehr stabiles Molekül, deswegen sind Katalysatoren für alle CO₂-Reaktionen von großer Bedeutung.

Um den Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung und der Performance dieser Katalysatoren zu verstehen, ist eine gründliche Charakterisierung der verwendeten Materialien unerlässlich.

Hier sind Beispiele der verwendeten Methoden gezeigt:



Elektronenmikroskopieaufnahme (SEM) einer Katalysatoroberfläche mit Nanopartikeln als aktive Zentren.



Katalysatortests: Die rWGS-Aktivität verschiedener Katalysatormaterialien hängt nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Zusammensetzung des Katalysators (und möglicher Dotierung) ab.

Hosted by:



www.tucas.at



Bundesministerium
Bildung, Wissenschaft
und Forschung

Dieses Projekt wird aus Mitteln der Agentur für Bildung und Internationalisierung (OeAD) im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung Wissenschaft und Forschung im Rahmen des Programmes Sparkling Science 2.0 finanziert (Projekt SPSC_01_015-CO₂ Umwandlung).

Folge diesem QR-Code, um mehr
über unser Sparkling Science
Projekt zu erfahren.

