



# CO<sub>2</sub>-Nutzbarmachung mit Citizen Scientists: Ein Sparkling Science 2.0 Projekt

T. Ruh<sup>1</sup>, T. Berger<sup>1</sup>, M. Messner<sup>2</sup>, H. Lorenz<sup>3</sup> und C. Rameshan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Physikalische Chemie, Leoben

<sup>2</sup>HTL Bau Informatik Design, Innsbruck

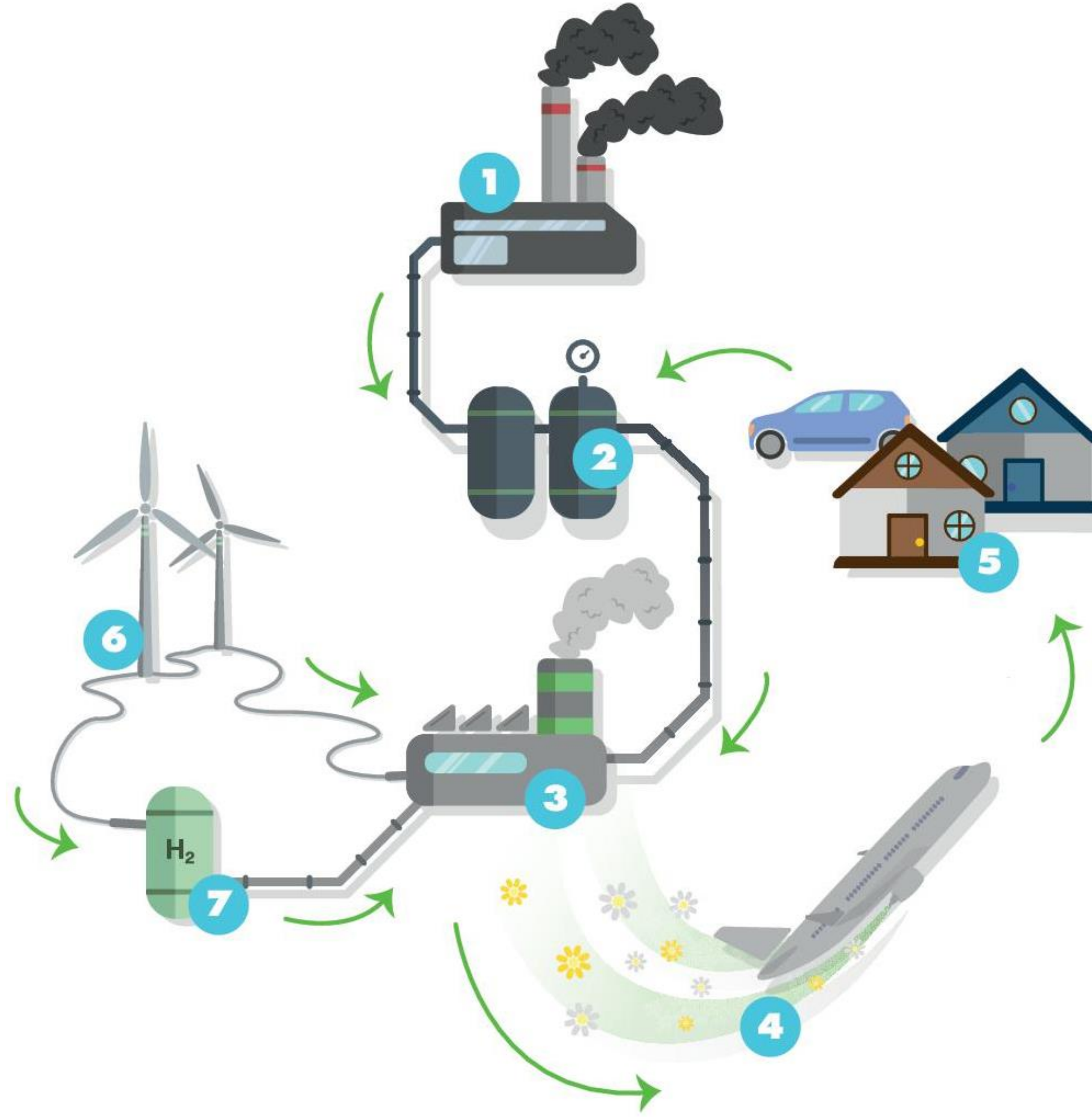
<sup>3</sup>HTL Kramsach Glas und Chemie, Kramsach



## Motivation

Das Schließen des Kohlenstoffkreislaufs ist ein möglicher Weg, um die Menge des CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre zu reduzieren, indem bereits in der Atmosphäre vorhandenes CO<sub>2</sub> wiederverwendet wird. Somit können Effekte des Klimawandel abgemildert werden.

CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> wird dann recycelt und erneut umgewandelt. Erneuerbare Energie (6) sowohl während der Umwandlung als auch während der Produktion von grünem H<sub>2</sub> (7) macht den Gesamtprozess nachhaltig.



## Das Projekt in Kürze

In unserem Sparkling Science Projekt „CO<sub>2</sub>-Umwandlung“ arbeiten wir an Schritten dieses geschlossenen CO<sub>2</sub>-Kreislaufs:

### 1. CO<sub>2</sub>-Abscheidung (Carbon Capture):

Gemeinsam mit Industriepartnern arbeiten wir an Lösungsansätzen, CO<sub>2</sub> aus dem Abgas zur weiteren Verwendung zu gewinnen.

### 2. CO<sub>2</sub>-Umwandlung (Carbon Utilization):

Das abgeschiedene CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> ein sehr stabiles Molekül ist, werden Katalysatoren benötigt, die wir verstehen wollen.

## CO<sub>2</sub>-Abscheidung

CO<sub>2</sub> muss vor seiner Nutzung in Umwandlungsreaktionen aus dem Abgas abgeschieden werden. Dies ist aus zwei Gründen eine Herausforderung:

### 1. Abgasparameter sind stark prozessabhängig:

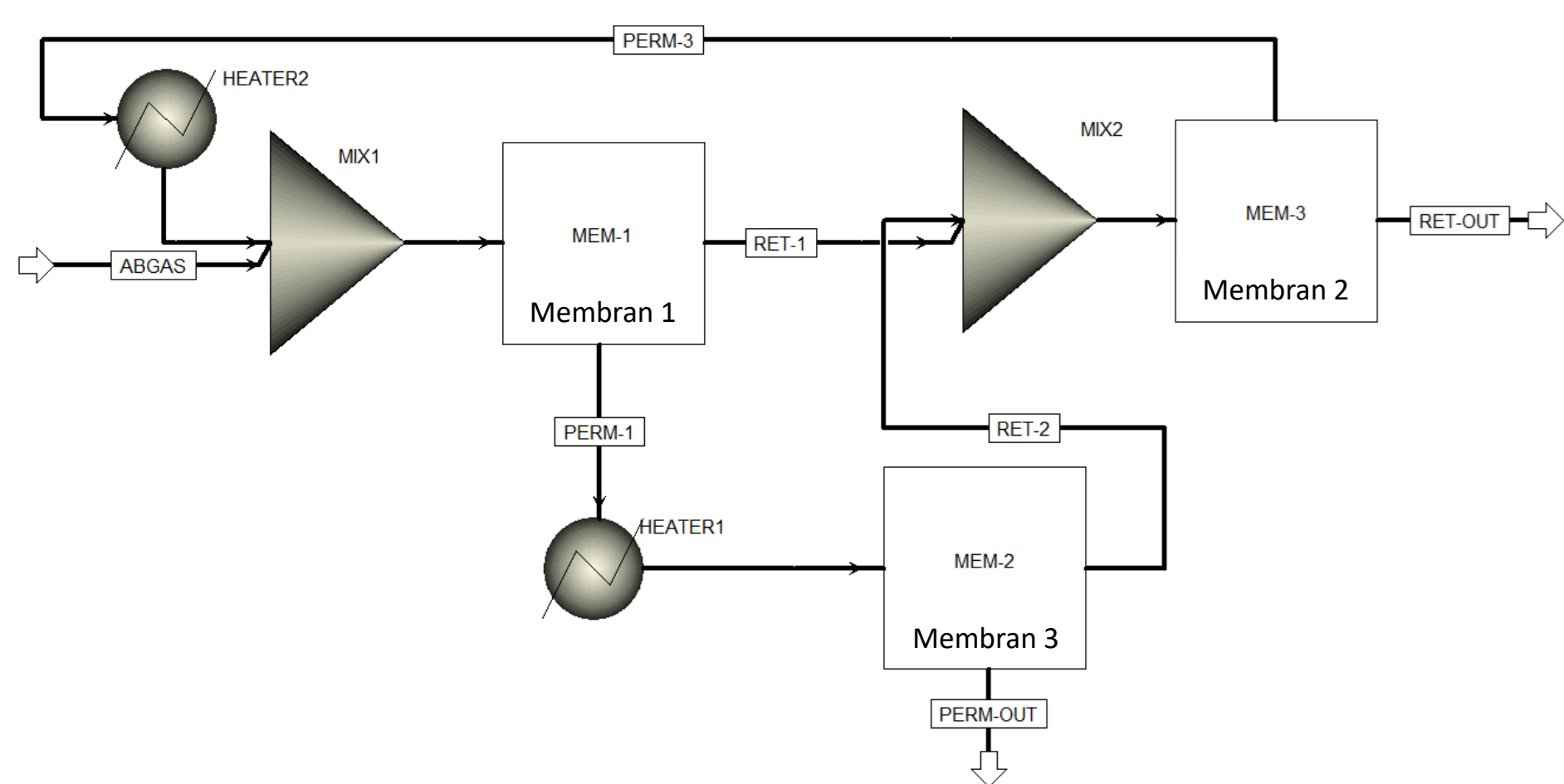
Sowohl die Zusammensetzung (CO<sub>2</sub>, Rest-O<sub>2</sub>, Verunreinigungen...) als auch Temperatur und Druck variieren in großen Bereichen.

### 2. Etablierte Verfahren brauchen große Anlagen:

Dies erhöht die Kosten der Nachrüstung von CO<sub>2</sub>-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.



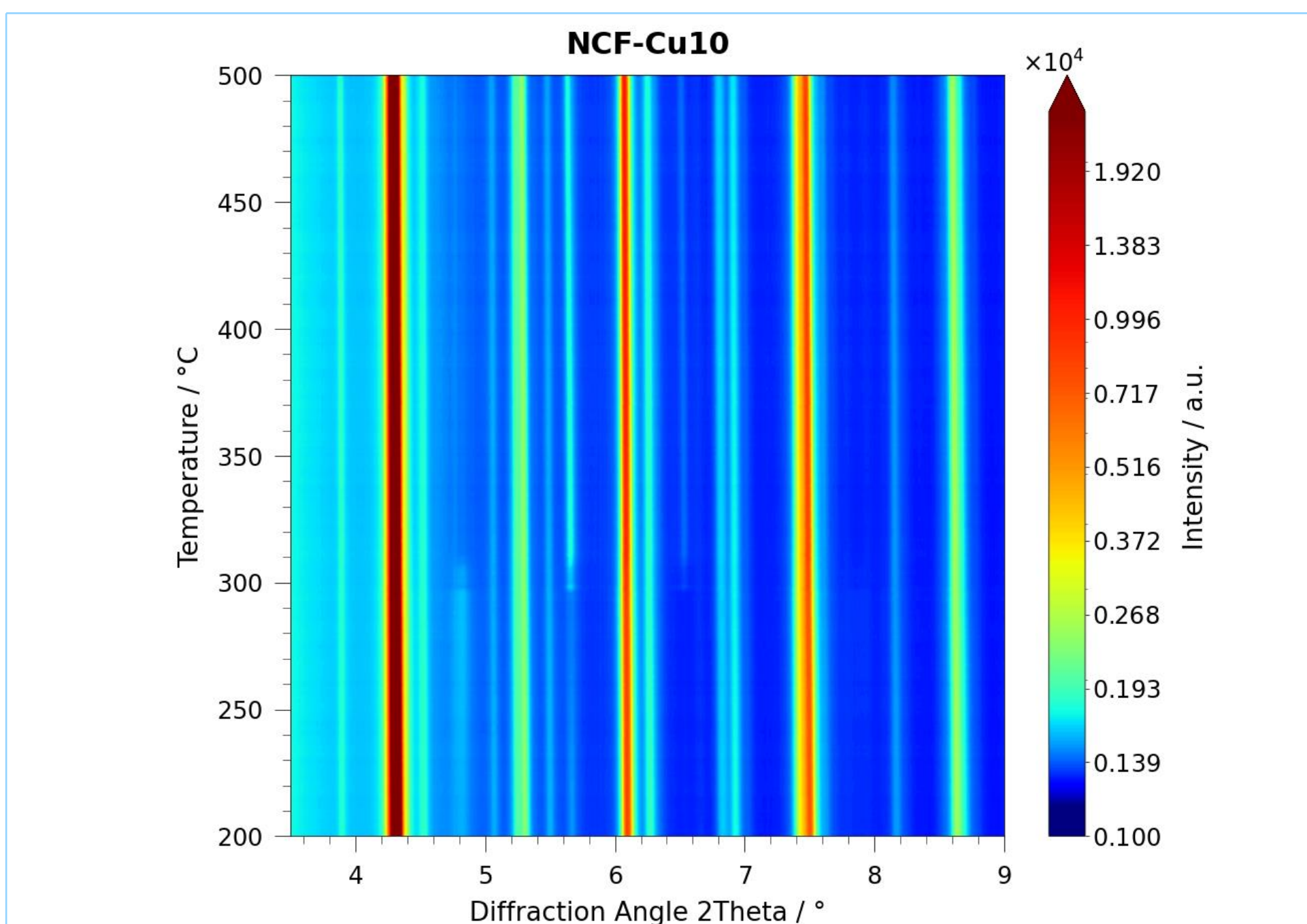
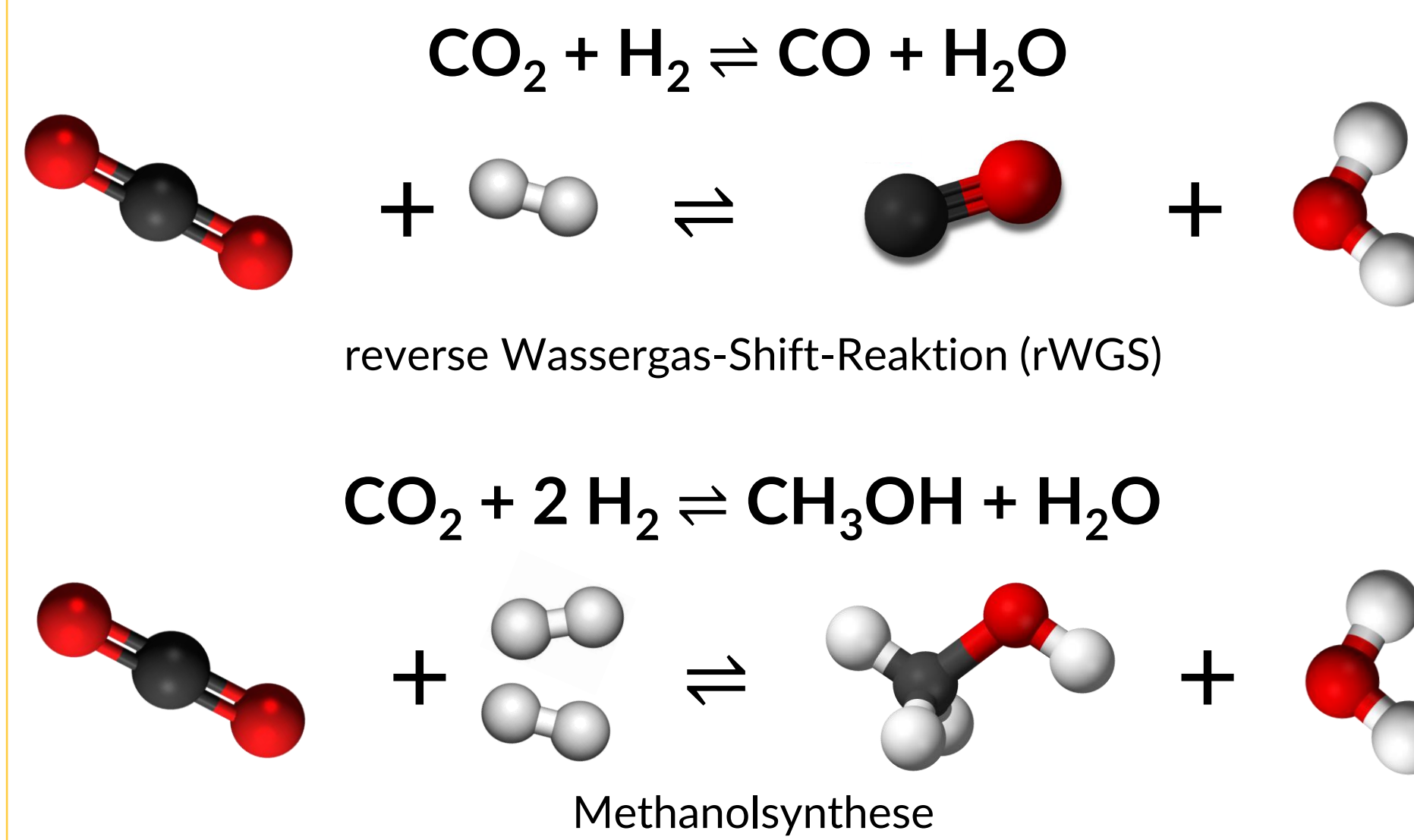
### Simulierte Membrankaskade aus 3 Membranmodulen:

Auch für geringe CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Konzentrationen unter 1 % auf, die Konzentration im „Konzentrat“ ist um einen Faktor 5–6 gegenüber dem Abgas erhöht.

## CO<sub>2</sub>-Umwandlung

CO<sub>2</sub> kann als Ausgangsstoff für wichtige Grundchemikalien dienen: Bspw. können Synthesegas (eine Mischung aus CO und H<sub>2</sub>) oder Methanol hergestellt werden. In weiterer Folge können erneuerbare Treibstoffe (e-Fuels) produziert werden.

Hier sind zwei in Frage kommende Reaktionen dargestellt:



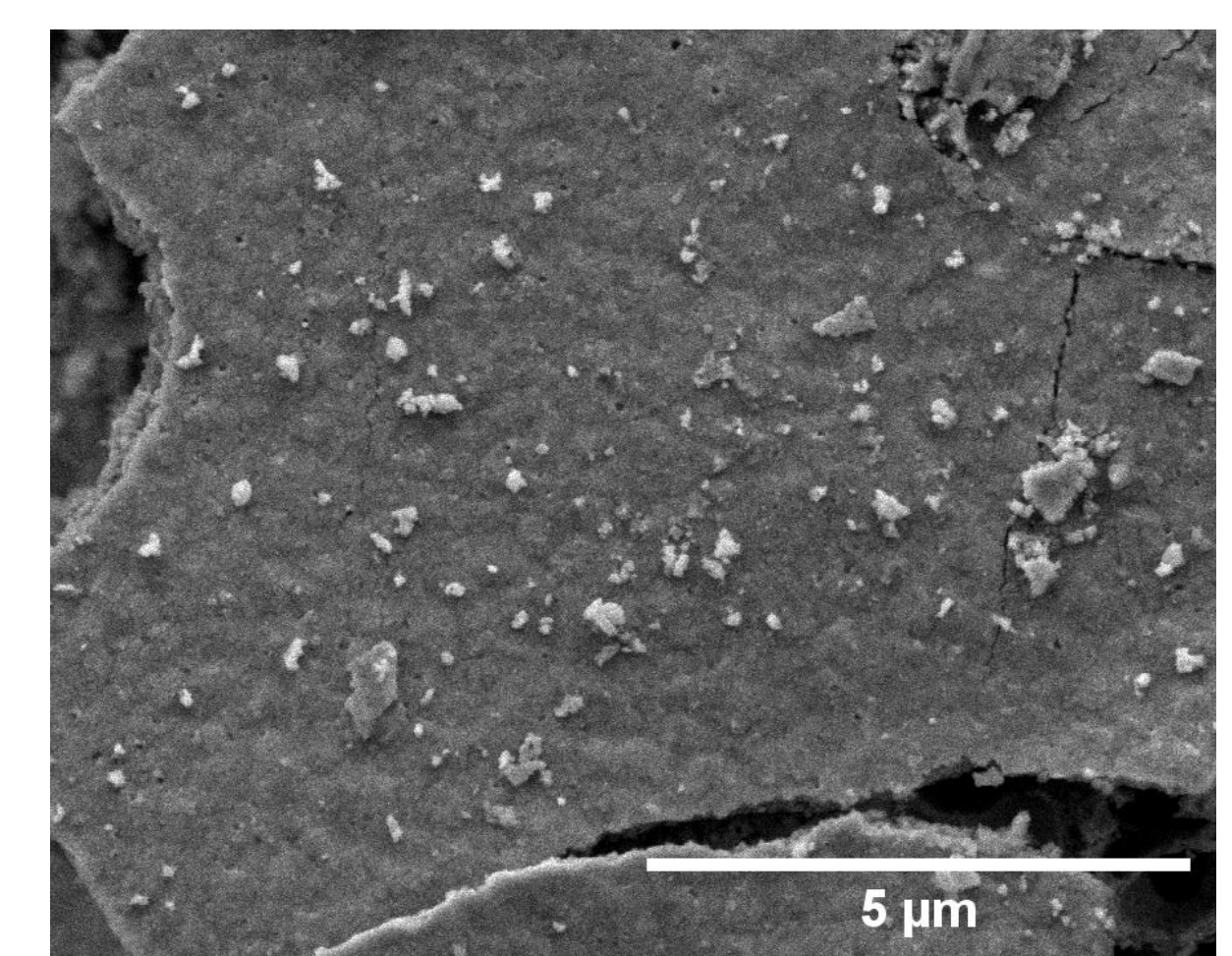
Temperaturabhängige Röntgendiffraktion (XRD) zeigt, wie sich der Katalysator Nd<sub>0,6</sub>Ca<sub>0,4</sub>Fe<sub>0,9</sub>Cu<sub>0,1</sub>O<sub>3,5</sub> (NCF-Cu10) während der Reaktion verändert – bspw. können neue (aktive) Phasen entstehen.

## Katalysatorcharakterisierung

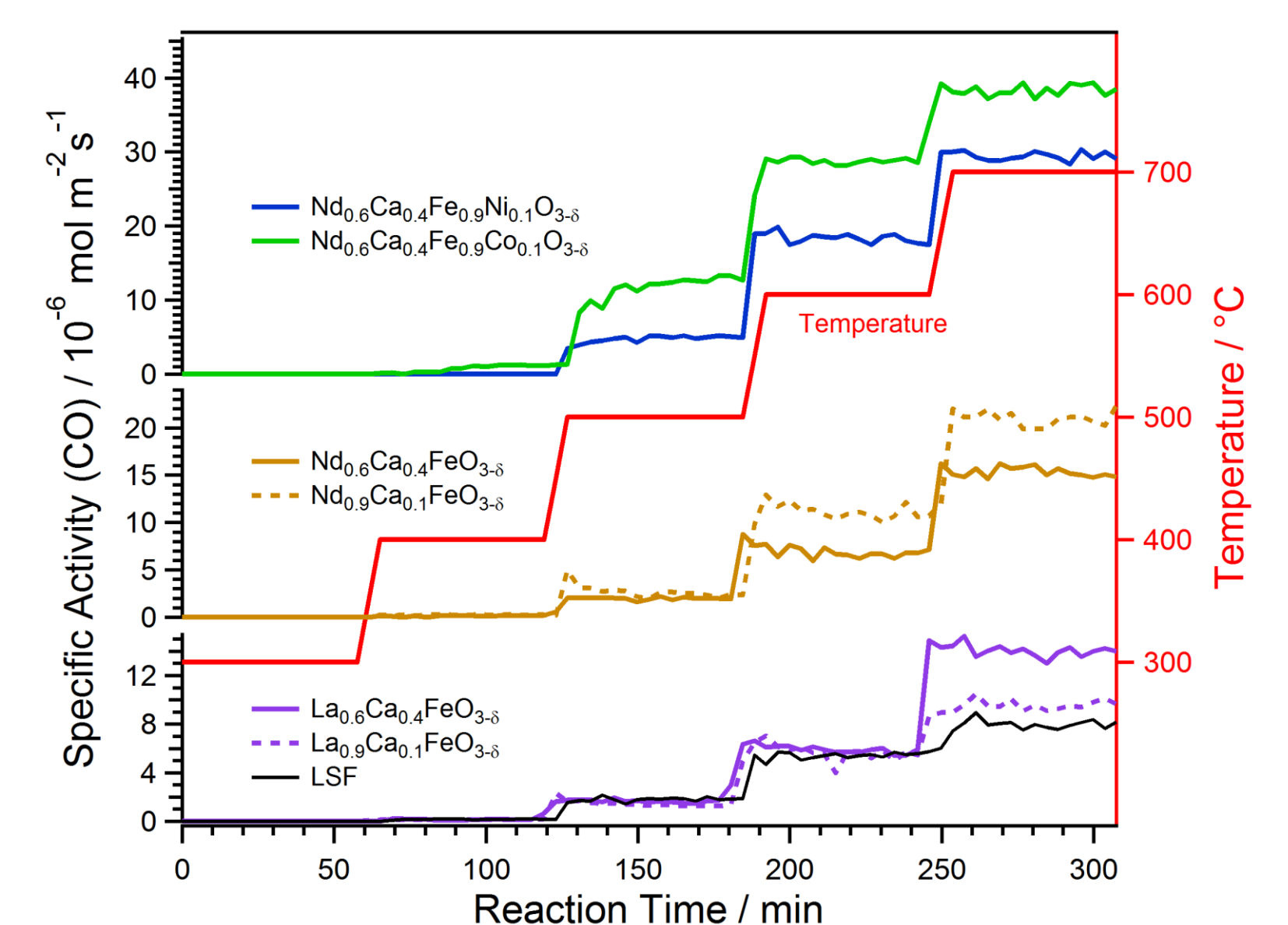
CO<sub>2</sub> ist ein sehr stabiles Molekül, deswegen sind Katalysatoren für alle CO<sub>2</sub>-Reaktionen von großer Bedeutung.

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.

