

# Co-Elektrolyse: wenn aus klimaschädlichem CO<sub>2</sub> Kraftstoffe werden

## Protonen und Sauerstoff co-ionische Leiter für die CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O Co-Elektrolyse und Umwandlung zu Methanol und anderen Chemikalien für ein nachhaltiges EU-Energiesystem

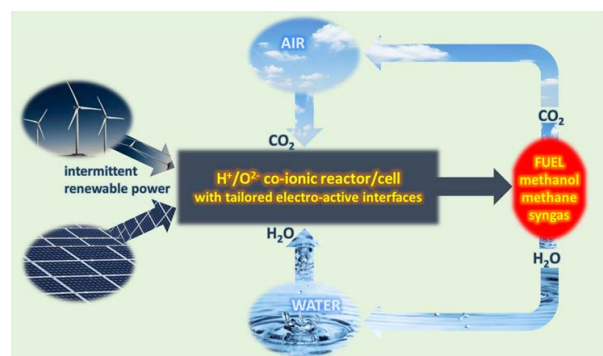
Co-Elektrolyse ist ein neuer Weg um aus dem klimaschädlichen Gas CO<sub>2</sub> und Wasser mit Hilfe von Energie aus erneuerbaren Quellen speicherbare Chemikalien, wie Methanol, Ethanol, Methan oder Synthesegas herzustellen. Hierzu werden in dem deutsch-griechischen Kooperationsprojekt PROMETHEUS katalytische Membranreaktoren entwickelt. Kernelement sind Membranen, die Wasserstoff- und Sauerstoff-Ionen leiten können, die vorher durch die Spaltung von Wasser und CO<sub>2</sub> entstanden sind. Mit Hilfe von Elektrizität wird Wasserstoff von der einen auf die andere Membranseite gepumpt. Gleichzeitig wird Sauerstoff in die entgegengesetzte Richtung transportiert. Denn nur wenn der Wasserstoff getrennt vorliegt, kann er mit CO<sub>2</sub> zu wertvollen und gut speicherbaren Chemikalien umgewandelt werden. Die entstehenden Gase (Methan, Methanol oder Synthesegas) können für die Energiebereitstellung oder als Ausgangsrohstoffe für eine Vielzahl von chemischen Prozessen, wie zum Beispiel für die Herstellung von Biokraftstoffen verwendet werden.

In einer zukünftigen CO<sub>2</sub>-armen Energieversorgung werden Energiespeicher oder Alternativen für fossile Brennstoffe in allen Bereichen (Erzeugung, Umwandlung, Verteilung und Verbraucher) benötigt. Hierbei nimmt die Energiespeicherung eine Schlüsselrolle ein.

Stoffliche Energiespeicher bieten sich an, wenn beispielsweise Wind und Sonnenenergie nicht oder nur eingeschränkt verfügbar sind. Dabei werden mit Hilfe von (erneuerbarem) Strom aus Wasser und CO<sub>2</sub> Energieträger wie beispielsweise die Brennstoffe Methan (Erdgas), Methanol, oder Grundstoffe für die chemische Industrie erzeugt. Durch diesen Prozess wird also elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt und in dieser Form lagerfähig gemacht. Bei Bedarf kann ein solcher erneuerbarer Brennstoff über Verbrennungsprozesse in einem Kraftwerk wieder Strom liefern. Auch die Weiterverwendung dieser erneuerbaren Grundstoffe in der chemischen Industrie, beispielsweise zur Erzeugung von Kunststoffen, bietet eine klimafreundliche Alternative zur Verwendung von fossilen Rohstoffen auf Basis von Erdöl, Erdgas oder Kohle. Stoffliche Energiespeicher ermöglichen somit die flexible Nutzung großer Mengen erneuerbarer Energieformen in verschiedenen Sektoren, wie Industrie, Energieerzeugung oder Verkehr.

Ihre Herstellung mittels Co-Elektrolyse ist dabei eine sehr effiziente und vielversprechende Methode. Die Forschungs-

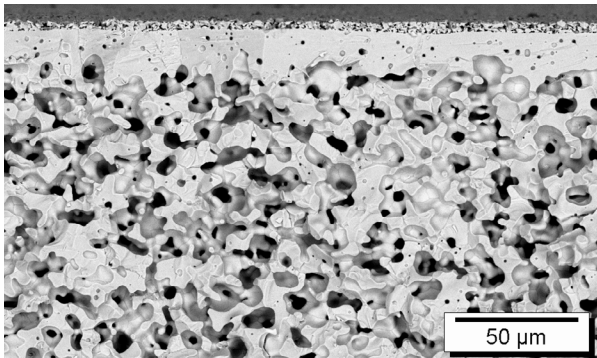
anstrengungen sind vor allem auf die Erhöhung der Prozesseffizienz ausgerichtet. Innerhalb des Projektes PROMETHEUS werden deshalb Systeme für die Direkt-synthese von Chemikalien mittels CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O Co-Elektrolyse erforscht. Dabei sollen neue, fortschrittliche Materialien und Membranen in einem elektrochemischen Reaktor eingesetzt werden.



Prozessschema des elektrochemischen Membranreaktors zur Co-Elektrolyse (CERTH)

Dieser Membranreaktor soll die Möglichkeit zur Herstellung größerer Mengen an stofflichen Energieträgern mit wirtschaftlich relevanten Mengen ermöglichen. Hierbei werden funktionelle Materialeigenschaften sowie Herstellung- und Mikrostrukturierung von Membrankomponenten untersucht. Auch die Integration in einen Reaktor und die Designoptimierung sind Bestandteil des Vorhabens.

Da der Wasserstoffionen-Durchfluss durch die Membran mit abnehmender Dicke steigt, sollen die Membranen als dünne Schicht von ca. 10 bis 50 µm Dicke – etwa so dick wie ein Blatt Papier – auf einem porösen Träger aufgebracht werden. Der Träger sorgt zwar für die nötige mechanische Stabilität, behindert aber gleichzeitig den Gastransport und verringert somit den Durchsatz durch die Membran. Um die Verluste durch den Träger so gering wie möglich zu halten, wird der Träger mit einer maßgeschneiderten Porenstruktur hergestellt. Dies erfolgt mittels 3-D- Druck, um optimierte Porenkanäle zu erhalten. Auf beiden Seiten der Membranschicht werden nanostrukturierte, katalytische Schichten aufgebracht. Die Zusammensetzung des Katalysators wird so abgestimmt, dass die jeweils gewünschten Reaktionen bevorzugt ablaufen.



Dichte Dünnschichtmembran aus Keramik zur Trennung von Gasen auf einem nicht optimierten, porösen Träger (FZI)

Simulationen der Reaktionsmechanismen unterstützen die schrittweise Optimierung der Co-Elektrolysezellen und Stacks. Durch Machbarkeits- und Umsetzungsstudien wird die nachhaltige technologische Entwicklung der Prozesse sichergestellt.

An dem Projekt beteiligt sind auf griechischer und deutscher Seite jeweils ein Forschungspartner und ein mittelständisches Unternehmen. Die Forschungspartner werden die Ergebnisse durch den Transfer in die Lehre und für die Beratung regionaler KMU nutzen. Den mittelständischen Unternehmen ermöglichen die Forschungsarbeiten den Transfer der entwickelten Lösungen in neue kommerzielle Angebote. Die im Projekt entwickelten Lösungen und gewonnen Erkenntnisse leisten so einen Beitrag zur effektiveren Gestaltung der Energiewende in Deutschland und in Griechenland.

#### **Fördermaßnahme**

Deutsch-Griechisches Forschungs- und Innovationsprogramm  
(Greek-German Bilateral Research and Innovation Cooperation)

#### **Projekttitel**

PROMETHEUS – Proton und Sauerstoff co-ionische Leiter für CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O co-Elektrolyse und Umwandlung zu Methanol und andere Chemikalien für ein nachhaltiges EU-Energiesystem

#### **Laufzeit**

01.03.2018 – 28.02.2021

#### **Förderkennzeichen**

03SF0555

#### **Fördervolumen des Verbundprojektes**

ca. 350.000 Euro

#### **Kontakt**

Prof. Dr. Wilhelm A. Meulenber  
Forschungszentrum Jülich GmbH (IEK-1)  
52425 Jülich  
Telefon: +49 2461 61-6323  
E-Mail: w.a.meulenber@fz-juelich.de

#### **Projektpartner**

Forschungszentrum Jülich GmbH (IEK-1)  
WZR ceramic solutions GmbH

Aristotle University of Thessaloniki  
Hellenic Petroleum Renewable Energy Sources S.A.

#### **Herausgeber**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Grundlagenforschung Energie, 53170 Bonn

#### **Redaktion und Gestaltung**

Projekträger Jülich (PtJ),  
Forschungszentrum Jülich GmbH

#### **Bildnachweis**

CERTH  
Forschungszentrum Jülich GmbH

**Stand: September 2018**