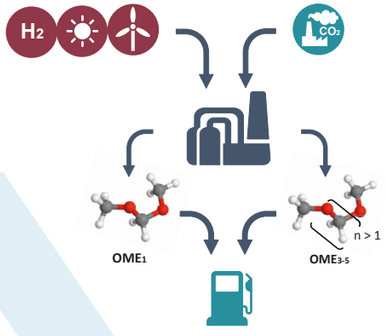
Neue Syntheserouten für Oxymethylenether OME, welche zu Kunststoffen weiterverarbeitet und als emissionsarme Kraftstoffe verwendet werden können, wurden etabliert. In diesen direkten Synthesen zu OME ausgehend von CO_2, H_2 und Methanol entfällt die energetisch ungünstige Rückoxidation von Methanol zu Formaldehyd.
Es wurden mehrere neue Synthesepfade für die Gas- als auch die Flüssigphase entwickelt. Die Entwicklung erfolgt hierbei weg von konventionellen Katalysatoren auf Edelmetallbasis hin zu kostengünstigeren Nichtedelmetallen.



Die forschungsbegleitende Roadmap verfolgt die Entwicklungen der verschiedenen P2X-Technologien und bewertet sie im Sinne der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit. Die Ergebnisse fließen wieder in die weiteren Entwicklungsphasen der Technologien mit ein. Für eine erfolgreiche Energiewende ist es wichtig, die Forschungsarbeiten und -ergebnisse offen zu diskutieren. Nur mit einer gut informierten Gesellschaft lassen sich Entscheidungen treffen, die der Energiewende die richtige Richtung geben. Die Roadmap 1.0 und 2.0 sind als Download auf der Kopernikus Webseite verfügbar.

INFOBOX

Elektrolyse bezeichnet eine chemische Reaktion, bei der ein Ausgangsstoff mit Hilfe von elektrischem Strom in höherwertige energetische Bausteine gespalten wird.
Ein **Katalysator** führt eine chemische Reaktion herbei oder beschleunigt sie, ohne dabei selbst verbraucht zu werden und liegt nach der Reaktion unverändert vor.
Synthesegas ist ein industriell hergestelltes Gasgemisch aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff.

KONSORTIUM

Areva H2Gen GmbH
Arge-Netz GmbH & Co. KG
AUDI AG
BASF New Business GmbH
Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.
Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH
Climeworks Deutschland GmbH
Covestro Deutschland AG
DECHEMA-Forschungsinstitut
DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
ERC Additiv GmbH
Evonik Creavis GmbH
Ford-Werke GmbH
Forschungszentrum Jülich GmbH
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
GETEC heat & power GmbH
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH
Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG
HYDROGENIOUS TECHNOLOGIES GmbH
ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH
INERATEC GmbH
innogy SE
Karlsruher Institut für Technologie
Leibniz-Institut für Katalyse e.V.
Linde AG
Ludwig-Maximilians-Universität München
Öko-Institut e.V.
OMV Refining & Marketing GmbH
RWTH Aachen University
Shell Global Solutions (Deutschland) GmbH
Siemens AG
sunfire GmbH
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Technische Universität München
thyssenkrupp Industrial Solutions AG
Volkswagen AG
Wacker Chemie AG
Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
WWF Deutschland
ZAE Bayern
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

KONTAKT

DECHEMA e.V.
Theodor-Heuss-Allee 25
D-60486 Frankfurt a.M.
E-Mail: kopernikus-p2x@dechema.de

www.kopernikus-projekte.de/projekte/power-to-x

unter der Koordination von

DECHEMA JÜLICH Forschungszentrum RWTH AACHEN UNIVERSITY

IMPRESSUM

Herausgeber
Verbundvorhaben P2X: Erforschung, Validierung und Implementierung von „Power-to-X" Konzepten

Stand
Juli 2019

Redaktion
DECHEMA e.V.
Dr. Andreas Förster
Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt a. M.

Gestaltung und Druck
www.khaidoan.com
Seltersdruck & Verlag Lehn GmbH & Co. KG

Bild- und Quellennachweis
Titelbild: FONA/photothek

KOPERNIKUS PROJEKT P2X

Highlights Phase I

KOPERNIKUS P2X PROJEKTE
Die Zukunft unserer Energie

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

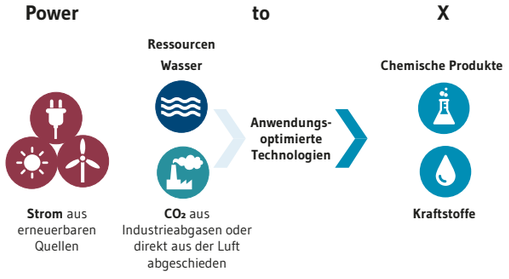
MOTIVATION

Der Ausbau der regenerativen Stromerzeugung wurde im Zuge der deutschen Energiewende stark vorangetrieben. Mehr als ein Drittel des zur Verfügung stehenden Stroms stammt heute aus erneuerbaren Quellen. Für andere Bereiche des Energiesystems ist die Integration erneuerbarer Energien weiterhin eine große Herausforderung.
Um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen, müssen gleichzeitig die Emissionen von Kohlendioxid (CO_2) sinken. Das Kopernikus-Projekt P2X erarbeitet und erforscht Konzepte, die hierfür Lösungsansätze bieten.

ZIELSETZUNG

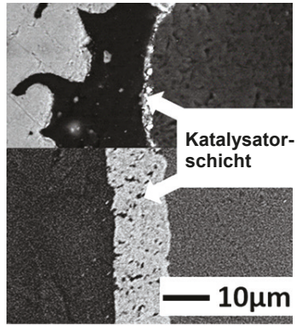
Ziel des Projektes ist es, neuartige Technologien zu entwickeln, mit welchen unter Einsatz von regenerativ erzeugtem Strom aus Wasser und CO_2 stoffliche Energieträger und chemische Produkte für die Sektoren Verkehr und Chemie kostengünstig, zeitlich flexibel und auf die gesellschaftlichen Bedürfnisse abgestimmt hergestellt werden.
„Power-to-X"-Technologien stellen somit einen Lösungsansatz hin zu einer erfolgreichen flächendeckenden Sektorenkopplung unter Ausnutzen der P2X-Wertschöpfungsketten dar.

P2X-WERTSCHÖPFUNGSKETTE



HIGHLIGHTS DER 1. PHASE

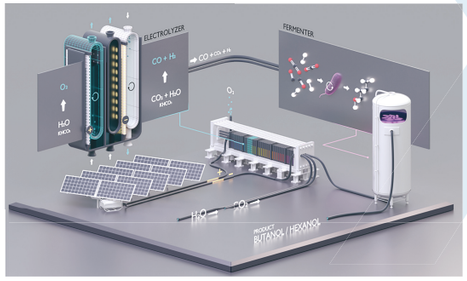
Die Elektrolyse von Wasser zu Wasserstoff kostengünstiger gemacht durch einen geringeren Edelmetallanteil. Ein neu entwickeltes Katalysatormaterial zeigte bei einer um den Faktor 10 geringeren Iridium-Beladung eine gleichbleibende Leistung.



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Übergangs von Elektroden- zu Membranmaterial. (Copyright© TUM)

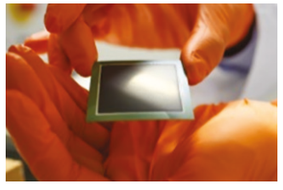
Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt den Querschnitt einer Elektrode, hergestellt mit einem kommerziellen Katalysatormaterial (obere Abbildung) im Vergleich zu einer Elektrode mit gleicher Beladung (0,2 mg Iridium pro cm^2), hergestellt aus einem neu entwickelten Katalysatormaterial (unterer Teil der Abbildung). Aufgrund des intelligenten Materialdesigns des neuen Katalysatormaterials ist es trotz geringerer Beladungen möglich, eine homogene Elektrodenschicht herzustellen.

Rheticus – eine Power-to-X-Idee kommt in die Anwendung. Im Rahmen der 1. Phase von Kopernikus P2X wurde das Rheticus-Forschungsprojekt etabliert, eine clusterübergreifende Zusammenarbeit zwischen Siemens und Evonik. Die gemeinsam entwickelte Versuchsanlage soll aus CO_2, Wasser und regenerativ erzeugtem Strom mit Hilfe von Bakterien Spezialchemikalien, zum Beispiel Hexanol oder Butanol, synthetisieren. Aber auch andere Chemikalien oder Treibstoffe könnten mögliche Produkte darstellen.



Rheticus-Konzept: Kopplung von Elektrolyseur und Fermenter zur Herstellung von Hexanol oder Butanol (Bildquelle: T. Haas, R. Krause, R. Weber, M. Demler & G. Schmid, Nature Catalysis 1, 32-39 (2018); (Copyright© Nature).

In der Hochtemperatur-Co-Elektrolyse wird der Klimakiller CO_2 zum wertvollen Rohstoff. Die direkte einstufige Umwandlung von CO_2 und Wasserdampf mit Strom zu Synthesegas erfolgt bei sehr hohen Temperaturen um 800 Grad Celsius. Während der ersten Kopernikus Förderphase zeigten die Forschenden, dass sich das H_2-CO-Verhältnis im Synthesegas über eine Bandbreite von vier zu eins bis eins zu eins durch variierende Zusammensetzung der Wasserdampf-CO_2-Eingangsmischung einstellen lässt.
Es ist somit möglich, ein für unterschiedliche Anwendungen maßgeschneidertes Synthesegas herzustellen.



Kathodensubstrat der Co Elektrolysezelle, an welcher die Umwandlung der Eingangsstoffe zu Synthesegas erfolgt. (Copyright© Ute Grabowsky, Photothek / FONA / FZ Jülich)

Eine modulare und kompakte P2X-Syntheseanlage wurde erfolgreich aufgebaut und wird derzeit in Betrieb genommen. Die Anlage ist das weltweit erste Beispiel für ein vollintegriertes P2X-System, in welchem alle Prozessschritte der P2X-Wertschöpfungskette von der Gewinnung des Ausgangsstoffes CO_2 aus der Umgebungsluft bis hin zur Synthese der Endprodukte – CO_2-neutrale synthetische Kraftstoffe – durchgeführt werden. Im Versuchsbetrieb wird es möglich sein, kontinuierlich etwa 10 Liter synthetischen Kraftstoff pro Tag zu produzieren.

Die weltweit erste vollintegrierte Power-to-X (PtX) Versuchsanlage zur Synthese von Kraftstoffen aus dem CO_2 der Luft. Die Anlage wurde gemeinsam durch die Partner Climeworks, Sunfire, INERATEC und dem KIT im Kopernikus-Vorhaben P2X entwickelt (Förderkennzeichen: 03SFK2K0). (Foto: P. Langer / KIT)

Eine **neue Katalysatorgeneration** erleichtert die Dehydrierung des flüssigen Wasserstoffträgers Perhydro-Dibenzyltoluol (LOHC+) für den industriellen Einsatz. Der neue Dehydrierkatalysator ist unter dem Produktnamen „EleMax D101" bereits kommerzialisiert. EleMax D101 ist aufgrund seiner hervorragenden Freisetzungsraten, seiner sehr hohen Edelmetall-Effizienz und seiner hervorragenden Selektivität als neuer industrieller Standard für die technische Wasserstofffreisetzung aus LOHC+ anzusehen.

Foto des Dehydrierkatalysators EleMax D101. (Copyright© Clariant)