



Py-Pho-Hybrid-Energy – Pyroelectric Enhanced Photocatalytic Hybrid-Energy-Membran

Forschende Nachwuchsgruppen zur klimaneutralen Energieversorgung (SINATRA)

In Py-Pho-Hybrid-Energy wird ein innovativer, ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der weit über die Künstliche Photosynthese hinaus reicht. Mit einer systemintegrierten, lokalen Sektorkopplung soll die Gesamtenergiebilanz erhöht werden. Dafür entstehen innovative Module auf der Basis von neuartigen Halbleiter-Ferroelektrika-Hybridmembranen. Mit diesen wird erstmals die Gewinnung und Umwandlung der Sonnenenergie in die Energieträger und -formen Wasserstoff, thermische und elektrische Energie vereint.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „SINATRA“ gefördert. Das BMFTR unterstützt damit Nachwuchsgruppen in den Themen „Künstliche Photosynthese“ und „Nutzung alternativer Rohstoffe zur Wasserstoffherzeugung“. Ein Beitrag zur klimaneutralen Energieversorgung.

Smarte Module für Wasserstoff

Im Forschungsprojekt Py-Pho-Hybrid-Energy sollen erstmals Materialien und Methoden entwickelt werden, auf deren Grundlage smarte Module für die Energie-wende hergestellt werden können. Diese Module sollen die Gewinnung und Umwandlung der Sonnenenergie sowohl in Form des chemischen Langzeitspeichers Wasserstoff als auch in die thermische Energie (Wärme) ermöglichen. Die Erhöhung der Gesamtenergiebilanz soll darüber hinaus noch gesteigert werden, in dem auch die gezielte Umwandlung in elektrische Energie erfolgen kann.

Aktuelle Systeme zur Herstellung von grünem Wasserstoff aus Sonnenenergie kombinieren Photovoltaikmodule mit Elektrolyseuren, so dass zwei voneinander unabhängige Prozesse separat stattfinden: die Umwandlung von solarer in elektrische Energie und deren Nutzung zur Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Bei der Photokatalyse hingegen wird zur Wasserstoffherstellung das Sonnenlicht direkt verwendet. Dies bietet den Vorteil der erhöhten Systemintegration, ist aber zum jetzigen Zeitpunkt in seinem Wirkungsgrad viel zu gering. Eine wesentliche Ursache hierfür ist in einer ineffizienten Trennung der optisch angeregten Ladungsträger – Elektronen und Löcher – zu finden.

Halbleiter-Ferroelektrika-Hybridmembranen

Um die Separation der Elektronen und Löcher zu erhöhen und diese zur Oberfläche des Photokatalysators zu zwingen, werden im Forschungsprojekt



Versuchsaufbau zur Herstellung der TiO₂-Halbleiterphase mittels Anodischer Oxidation.

Py-Pho-Hybrid-Energy erstmals pyroelektrische Felder ausgenutzt. Dafür werden innovative Hybridmembranen so synthetisiert, dass die photokatalytische Halbleiterphase neben einer ferroelektrischen Phase vorliegt. Nach einer Polarisation der ferroelektrischen Phase wird über ein Temperaturgradient ein pyroelektrisches Feld erzeugt, welches ebenfalls die Halbleiterphase durchdringt und so eine Ladungsträger-trennung initiiert.

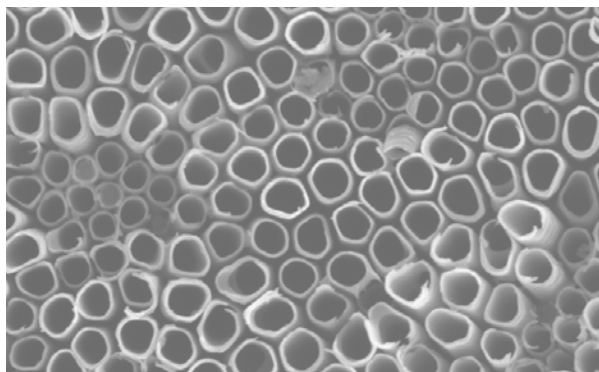
Zur Erzeugung des notwendigen thermischen Gradienten wird der Spektralbereich des Sonnenlichtes verwendet, der zur Photokatalyse ungeeignet ist. Auf diese Weise wird im Vergleich zur Photovoltaik, aber auch zu bisher bekannten Photokatalysatoren das nutzbare Sonnenspektrum massiv erweitert, da die absorbierte thermische Strahlung anschließend auch als Wärmequelle verwendet werden kann. Der somit stark erhöhte Gesamtwirkungsgrad lässt sich noch

zusätzlich steigern und gezielt anpassen, indem die gespeicherte thermische Energie mit Hilfe des inversen pyroelektrischen Effektes der ferroelektrischen Phase in elektrische Energie umgewandelt wird.

Bau eines Prototypen

In Py-Pho-Hybrid-Energy werden verschiedene Membrankonzepte und -designs verfolgt und charakterisiert, es soll auch der erste Prototyp eines Moduls realisiert werden. An diesem werden charakteristische Kennwerte bestimmt, über die sich mit Hilfe einer Modulierung das Potenzial abschätzen lässt, speziell im Hinblick auf die sektorübergreifende Gesamtenergiebilanz. Auf dieser Basis werden Konzepte für eine mögliche Verwertung, zum Beispiel durch eine Ausgründung erstellt.

Die wesentliche Forschungsarbeit findet in der AG Optical excited (Nano-)Hybridsystems am Institut für Technische Chemie und Umweltchemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena statt. Darüber hinaus bestehen Kooperation zu assoziierten Partnern vom Center for Energy and Environmental Chemistry Jena und der Ernst Abbe Hochschule Jena, um die notwendige Breite der Forschungsarbeit zu gewährleisten.



REM-Aufnahme der TiO₂ Halbleiterphase der Halbleiter-Ferroelektrika-Hybridmembran.

Fördermaßnahme

Nachwuchsgruppen für „Künstliche Photosynthese“ und „Nutzung alternativer Rohstoffe zur Wasserstoffherzeugung“ (SINATRA)

Projekttitel

Py-Pho-Hybrid-Energy – Pyroelectric Enhanced Photocatalytic Hybrid-Energy-Membran

Laufzeit

01.02.2024–31.01.2030

Förderkennzeichen

033RC035

Fördervolumen des Verbundes

2.431.500 Euro

Kontakt

Dr. Sebastian Engel
Friedrich-Schiller-Universität
Philosophenweg 7a
07743 Jena
Telefon: 03641 948484
E-Mail: sebastian.engel@uni-jena.de

Internet

fona.de

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

September 2025

Gestaltung

Projekträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung; Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

Friedrich-Schiller-Universität