



# PARASOL: Schutzschichten von Multiabsorber-Bauelementen für Solarbrennstoffe

## Forschende Nachwuchsgruppen zur klimaneutralen Energieversorgung (SINATRA)

**Das Ziel des Projekts PARASOL ist es, sogenannte künstliche Blätter zur Produktion von kohlenstofffreien solaren Brennstoffen mit Hilfe direkter und nicht-assistierter Photoelektrokatalyse herzustellen. Dazu werden stabile und effiziente Metalloxid-Passivierungsschichten mit Multi-Absorber-photoelektrochemischen Zellen integriert. Diese Zellen bestehen aus einer Kombination von III-V-Halbleitern und Silizium. Die Integration soll durch angepasste energetische Kopplung geschehen.**

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

### Effizienz für die Solarbrennstoffproduktion

Solare Brennstoffe, die mit erneuerbarer Energie hergestellt werden, ermöglichen es, die Sonnenenergie in Form von chemischen Bindungen zu speichern, beispielsweise in Wasserstoffmolekülen. Ein sehr guter Photoabsorber für solche photoelektrochemischen (PEC) Zellen basiert auf III-V-Halbleitern. Diese werden jedoch häufig vom Elektrolyt angegriffen oder lösen sich auf.

Um die Haltbarkeit und Zuverlässigkeit des Systems zu gewährleisten, muss es mit einer Schutzschicht integriert werden. Für die Steuerung der chemischen Reaktion wird ein integrierter hochselektiver Katalysator benötigt. Solche Systeme existieren bereits, leiden indes meist unter geringer Stabilität, die durch die Materialzusammensetzung sowohl der Schutzschicht als auch des Katalysators bestimmt wird.

Das Ziel des PARASOL-Projekts ist die Entwicklung stabiler und effizienter Metalloxid-Passivierungsschutzschichten, die mit in der Photovoltaik bereits etablierten hocheffizienten Solarzellen kombiniert werden können.

### Bedeutung der Heterogrenzfläche

Grenzflächen sind entscheidende Bestandteile von Bauelementen, die deren resultierende elektronische Eigenschaften bestimmen. Die meisten Grenzflächen von III-V-Halbleiterbauelementen sind im Material verborgen, sodass ihre Charakterisierung nicht einfach ist. Sowohl die Feststoff-Feststoff- als auch die



Das PARASOL-Team erforscht Metalloxid-Passivierungsschichten für direkte, nicht-assistierte Solarbrennstoffproduktion.

Feststoff-Flüssigkeits-Grenzflächen sollen mit PARASOL hinsichtlich chemischer Zusammensetzung, Kristallstruktur, Defekten und elektronischer Struktur besser verstanden werden. Dafür werden die entwickelten Metalloxidschichten untersucht – durch eine Kombination aus optischer In-situ-Spektroskopie, In-line-Röntgen-Photoelektronenspektroskopie und harter und weicher Synchrotronstrahlung.

Um die Ziele des PARASOL-Projekts zu erreichen, sind folgende Arbeitsschritte geplant: Ti-basierte oder (Al)Ga-basierte Oxidschichten werden zunächst auf III-V-Halbleitern entwickelt. Anschließend werden der chemische Zustand und die Bandanpassung der vergrubenen Hetero-Grenzfläche untersucht und optimiert. Der Korrosionsmechanismus wird unter realistischen Betriebsbedingungen getestet und die Metalloxid-Schichten werden mit einem selektiven

Katalysator und einer PEC-Zelle für die nicht-assistierte, Licht-induzierte Brennstoffproduktion integriert.

### Bis zur endgültigen Bauelementstruktur

Die III-V Photoabsorber werden mittels metall-organischer chemischer Gasphasenabscheidung an der TU Ilmenau (TU-IL) präpariert. Die Metalloxidschichten werden mittels Atomlagenabscheidung am Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) aufgebracht. Beide Methoden sind industriell skalierbar.

Hochaktive Katalysatoren werden an der TU-IL im Rahmen einer Kooperation entwickelt und mit Metallocschichten auf III-V Photoabsorbern integriert. Die Stabilität, der Korrosionsprozess und die Interaktion der Photokathode mit dem Elektrolyten werden an der TU-IL unter realistischen Betriebsbedingungen vermessen. Die Messungen werden ergänzt durch Untersuchungen mit weicher Synchrotronstrahlung am BESSY II, HZB. Die Ergebnisse werden durch Berechnungen von den Fachgebieten der theoretischen Physik der TU-IL unterstützt.

Der assozierte Partner AZUR SPACE Solar Power GmbH (AZUR) und Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme werden Mehrfachabsorber-Strukturen auf Germanium-, III-V- und auf Si-Substraten liefern. Die hier entwickelten Metalloxidschichten können in einem kommerziellen Produkt eingesetzt werden, und grundsätzlich ist eine Integration mit anderen als III-V Photoabsorbern möglich.

#### Fördermaßnahme

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

#### Projekttitel

PARASOL: Passivierungsschichten für Multiabsorber-Hochleistungsbauelemente für die photoelektrochemische Herstellung von Solarbrennstoffen

#### Laufzeit

01.02.2024–31.01.2030

#### Förderkennzeichen

033RC037

#### Fördervolumen des Verbundes

2.829.900 Euro

#### Kontakt

Agnieszka Paszuk  
Technische Universität Ilmenau  
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften  
Fachgebiet Grundlagen von Energimaterialien  
Gustav-Kirchhoff-Straße 5  
98693 Ilmenau  
Telefon: 03677 69 2578  
E-Mail: agnieszka.paszuk@tu-ilmenau.de

#### Weitere Projektbeteiligte

Helmholtz-Zentrum Berlin; AZUR SPACE Solar Power GmbH

#### 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; Projekträger Jülich, Forschungszentrum  
Jülich GmbH

#### Bildnachweis

TU Ilmenau/Michael Reichel