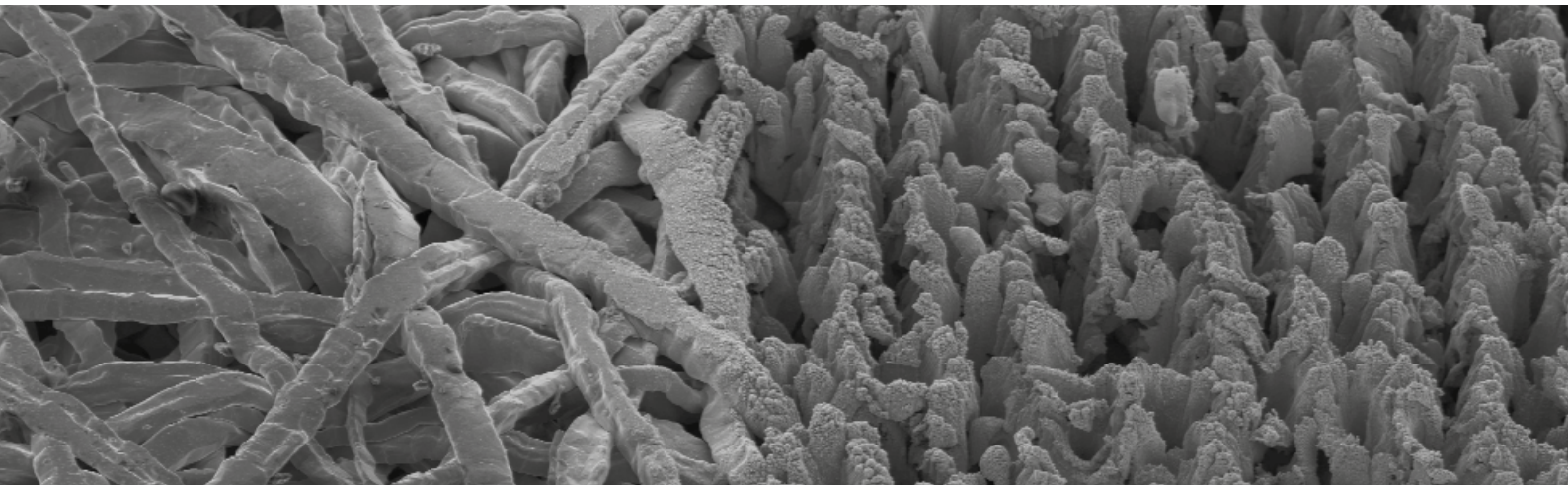




# FemtoPEM – Effizienz und Lebensdauer von Wasser- elektrolyseuren erhöhen



## Wie sich Transportschichten auf die Alterungsprozesse in der PEM-Elektrolyse auswirken

**Grüner Wasserstoff bringt als chemischer Energieträger im Hinblick auf Herstellung, Transport, Lagerung und Nutzung hervorragende Voraussetzungen mit. Damit könnte er beispielsweise bei der Sektorkopplung zum Einsatz kommen. Im Vergleich zu fossilen Brennstoffen sind die Gesteungskosten des Grünen Wasserstoffs jedoch noch sehr hoch: Die anteiligen Stromkosten betragen aktuell bis zu 70 Prozent. Die Wasserelektrolyse mit Protonenaustauschmembran (auch PEM-Elektrolyse) gilt als eine der besten Möglichkeiten, Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien herzustellen. Um die Kosten zu senken, müssen sich die Effizienz der Technologie und die Lebensdauer der eingesetzten Elektrolyseure allerdings erheblich steigern. Hier setzt das Projekt FemtoPEM unter der Federführung der Leibniz Universität Hannover an.**

Um Elektrolyseure für die PEM-Elektrolyse langlebiger zu machen, nimmt FemtoPEM die porösen Transportschichten – kurz PTL – in den Fokus. Sie bilden eine der fünf Schichten in einer klassischen PEM-Elektrolysezelle – neben den Bipolarplatten, den Katalysatorschichten und der Membran. Die PTLs sorgen für den Hintransport des abzuspaltenden Wassers und für den widerstandsarmen Abtransport der produzierten Gase Sauerstoff und Wasserstoff. Die PTLs fungieren zudem als elektrische Leiter für den Transport der Elektronen aus der Reaktionszone heraus und in diese hinein.

Elektrochemische Überspannungsanalysen zeigen: Alle drei Hauptspannungen sind direkt oder indirekt von der PTL abhängig. Darüber hinaus gibt es erste Erkenntnisse, wie die PTL-Komponente altert und welche Wechselwirkungen mit anderen Komponenten wie der porösen Katalysatorschicht und der

Membran bestehen könnten. Das Ausmaß und die Quantifizierung des Einflusses der PTL ist Gegenstand der Forschung, um künftig die bestehenden Abhängigkeiten und Wechselwirkungen besser zu verstehen. Hierzu möchte FemtoPEM beitragen. Bisher veröffentlichte Arbeiten lassen darauf schließen, dass die gesamten spezifischen elektrischen, ohmschen Kontaktverluste circa 20 bis 30  $\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$  betragen. Die gesamten Massentransportverluste liegen bei circa 10 bis 30  $\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$  – je nach Zelltyp, Materialkombination, Temperatur und Druck. Bei den hohen Stromdichten, die bei der PEM-Elektrolyse angestrebt werden, führt dies zu einem erheblichen Spannungs- und Effizienzverlust.

### Der Ansatz von FemtoPEM

In FemtoPEM versuchen die Forschenden, diese Probleme mit der sogenannten Oberflächen-

funktionalisierung der PTL zu lösen. Dabei setzen sie zum einen Femtosekundenlaser ein, um das Material zu strukturieren beziehungsweise aufzurauen und dadurch unter anderem die spezifische Oberfläche zu erhöhen. Zum anderen beschichten sie die Oberflächen mit Hilfe von vakuumbasierten Dünnschichttechnologien, um die Kontaktwiderstände und die Alterungsanfälligkeit zu reduzieren.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben sich konkret folgende Ziele gesetzt:

- Sie wollen die elektrischen Kontaktwiderstände der PTL um mindestens 40 Prozent und die Massentransportwiderstände um mindestens 55 Prozent reduzieren und dabei gleichzeitig die Lebensdauer erhöhen.
- Sie wollen die spezifischen Überspannungen und Verlustmechanismen qualitativ und quantitativ zuordnen.
- Sie wollen die Überführung der im Verlauf des Projekts entwickelten und erprobten Methoden im Bereich der Oberflächenfunktionalisierung in einen industriell relevanten Prozess vorbereiten.



Für das Projekt FemtoPEM wird eine von der Firma DREEBIT entwickelte Co-Sputter-Anlage genutzt. Mit Hilfe dieser Anlage können bis zu drei Materialien gleichzeitig auf einer Fläche mit einem Durchmesser von circa 150 mm (180 mm)  $\pm 2,5$  Prozent ( $\pm 5$  Prozent) homogen abgeschieden werden.

#### **Fördermaßnahme**

Förderaufruf Ideenwettbewerb Wasserstoffrepublik Deutschland, Modul 2 „Grundlagenforschung Grüner Wasserstoff“

#### **Projekttitle**

FemtoPEM – Femtosekundenlaser-Strukturierung und Oberflächenfunktionalisierung zur Minimierung der elektrischen Kontakt- und Massentransportwiderstände bei gleichzeitiger Erhöhung der Lebensdauer von Protonenaustauschmembran(PEM)-Wasserelektrolyseuren

#### **Laufzeit**

01.03.2021–29.02.2024

#### **Förderkennzeichen**

03SF0612

#### **Fördervolumen des Verbundes**

circa 1,2 Millionen Euro

#### **Kontakt**

Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach  
Leibniz Universität Hannover  
IfES-EES  
Appelstraße 9 A  
30167 Hannover  
Telefon: 0511 762-14402  
E-Mail: gz-ees@ifes.uni-hannover.de

#### **Projektbeteiligte**

Leibniz Universität Hannover, Technische Universität Clausthal, Institut für Solarenergieforschung GmbH

#### **Assoziierte Projektbeteiligte**

AMPHOS GmbH, BinNova Metal Fiber Technology GmbH

## Impressum

#### **Herausgeber**

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

#### **Stand**

November 2021

#### **Redaktion und Gestaltung**

Leibniz Universität Hannover  
Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH

#### **Bildnachweise**

S. 1: TU Clausthal – EST  
S. 2: ISFH/U. Salzmann