

# FORSCHUNG KOMPAKT

---

FORSCHUNG KOMPAKT

1. Juli 2024 || Seite 1 | 3

---

## Wasserstofftechnologie

### Kompakte Kraftwerke für grünen Wasserstoff

**Mit der Kraft der Sonne erzeugter Wasserstoff könnte in Zukunft weitreichend fossile Energieträger ersetzen und zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Im Verbundprojekt Neo-PEC haben Fraunhofer-Fachleute ein Tandem-Modul entwickelt, das autark und sicher solar erzeugten, grünen Wasserstoff produziert.**

Für die klimafreundliche Umgestaltung industrieller Abläufe ist Wasserstoff ein zentraler Ansatzpunkt. Ein Energieträger, der ohne CO<sub>2</sub>-Freisetzung verbrennt, sollte nach Möglichkeit jedoch auch ohne CO<sub>2</sub>-Fußabdruck entstanden sein. Ein klassisches Verfahren hierfür ist die Elektrolyse, bei der Wasser unter Einsatz von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Stammt der zur Elektrolyse benötigte Strom aus erneuerbaren Quellen wie der Photovoltaik, entsteht grüner Wasserstoff. Der Nachteil: Die für diesen Prozess benötigten Elektrolyseure sind in der Regel große und hoch komplexe Anlagen. Zudem werden die kosten- und wartungsintensiven Vorrichtungen insbesondere unter den aktuellen welt- und klimapolitischen Vorzeichen Mangelware.

#### Solare Wasserstoffherzeugung

Eine spannende Alternative bietet die direkte solare Wasserspaltung, englisch photoelectrochemical cell (PEC). Im Verbundprojekt Neo-PEC haben Forschende aus drei Fraunhofer-Instituten hierfür eine modulare Lösung entwickelt, die eine hoch flexible Wasserstoffherzeugung und -versorgung mit Sonnenenergie möglich macht.

Kern der Fraunhofer-Entwicklung ist ein Tandem-PEC-Modul. Es ähnelt seinem klassischen Photovoltaik-Pendant – mit einem entscheidenden Unterschied: Der Strom wird nicht erzeugt, um später an anderer Stelle zu elektrolysieren. Der gesamte Vorgang läuft in ein und derselben Einheit ab. Dabei ist Vorsicht geboten: Da im Prozess Wasserstoff und Sauerstoff entstehen, muss der Aufbau so gestaltet sein, dass diese Elemente strikt voneinander getrennt erzeugt werden und bleiben.

Für die Tandemzelle beschichten die Fachleute handelsübliches Float- oder Flachglas auf beiden Seiten mit halbleitenden Materialien. Bei Sonneneinstrahlung absorbiert eine Modul-Seite das kurzwellige Licht. Gleichzeitig dringt das langwellige Licht durch die obere Glasschicht und wird auf der Umkehrseite aufgenommen. Dabei setzt das Modul auf der Umkehr- oder Kathodenseite Wasserstoff und auf der oberen, der Anodenseite, Sauerstoff frei.

---

#### Kontakt

**Monika Landgraf** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)  
**Katrin Schwarz** | Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS | Presse und Öffentlichkeitsarbeit |  
Telefon +49 351 2553-7720 | Winterbergstraße 28 | 01277 Dresden | [www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de) | [katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de](mailto:katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de)

Die Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler erforschten und entwickelten über die dreijährige Laufzeit des Projektes hochreine Halbleitermaterialien, die sie mit besonders schonenden Beschichtungsverfahren aufbringen. Dadurch sind sie in der Lage, die Wasserstoffausbeute des Prozesses zu erhöhen.

»Über die Gasphase bauen wir Nanometer-dicke Schichten auf dem Glas auf. Die dabei entstehenden Strukturen haben einen großen Einfluss auf die Reaktor-Aktivität, zusätzlich zu den eigentlichen Materialeigenschaften, die wir ebenfalls optimiert haben,« erläutert Dr. Arno Görne, Gruppenleiter Funktionswerkstoffe für hybride Mikrosysteme am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Die im Modul verknüpften Photovoltaik-Elemente versorgen das System mit einer zusätzlichen Spannung: Sie wirkt wie ein Turbo, der die Aktivität beschleunigt und den Wirkungsgrad zusätzlich steigert.

### **Quadratisch, praktisch – sicher**

Im Ergebnis präsentiert sich ein Reaktor, dessen aktive Fläche einen halben Quadratmeter misst. Getrennt vom Sauerstoff erzeugt er den Wasserstoff, der unmittelbar aufgefangen und quantifiziert werden kann. Aktuell erbringt ein einzelnes Modul bei europäischer Sonneneinstrahlung eine Leistung von über 30 Kilo Wasserstoff pro Jahr auf 100 Quadratmeter. Mit dieser Ausbeute könnte beispielsweise ein Wasserstoff-Auto 15 bis 20.000 Kilometer zurücklegen.

»In den Abmessungen der Tandemzelle sind wir dadurch begrenzt, dass unser Modul das Wasser direkt spaltet, aber hierzu auch Strom von einer Seite auf die andere gelangen muss. Bei zunehmender Modulfläche wirken sich die steigenden Widerstände ungünstig auf das System aus. Zum aktuellen Stand hat sich das vorliegende Format als optimal erwiesen. Es ist stabil, robust und deutlich größer als alle vergleichbaren Lösungen«, unterstreicht Görne. Die kompakten Elemente können ohne negative Nebeneffekte ganz nach Bedarf zusammengeschaltet werden, von einem Einzelmodul bis zu weiten Arealen – ein maßgeblicher Vorteil der Fraunhofer-Lösung.

### **Kompetenzen verketteten**

Das Projekt ist auch ein gelungenes Beispiel für die institutsübergreifende Zusammenarbeit und Kombination sich ergänzender Fraunhofer-Kompetenzen: Im Rahmen des nun zum Abschluss gebrachten Vorhabens erforschte das Fraunhofer IKTS Materialien und Prozessierungen für die fotoaktive Schicht. Die Kolleginnen und Kollegen des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST brachten ihre Erfahrung in der Großflächenbeschichtung mittels physikalischer Gasphasenabscheidung ein. Das Reaktordesign, die günstige und zuverlässige Fertigung und anschließende Evaluierung der Module lag in den Händen der Expertinnen und Experten des Fraunhofer-Centers für Silizium-Photovoltaik CSP.

---

Dass das Modul und die Zusammenschaltung stabil und reibungslos funktionieren, haben die Projektpartner in zahlreichen Feldversuchen bereits bewiesen. Doch die Fraunhofer-Teams, die ihren Reaktor im Juni erstmals erfolgreich auf der Messe Achema 2024 in Frankfurt präsentierten, planen längst die nächsten Schritte: Zum einen haben sie das Ziel, ihre erfolgreiche Instituts-Zusammenarbeit in einem Folgeprojekt fortzusetzen, zum anderen planen sie ihre Lösung in Kooperation mit Unternehmen in verschiedene Richtungen weiterentwickeln – für eine direkte, sichere und effiziente dezentrale Wasserstofferzeugung und -versorgung.

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**1. Juli 2024 || Seite 3 | 3

---



**Einzelmodul eines autarken  
Tandem-PEC-Reaktors**

© Fraunhofer IKTS