

1 Links: Gitterstruktur aus zwei Polymercompounds. Rechts: Fertige Polymerbasierte PTL.

2 Einzelzellhalter mit Titanflow-fields. Rechte Seite, intern hergestellte MEA.

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal

Ansprechpartner

Dr. Carsten Cremers
Telefon +49 721 4640-665
carsten.cremers@ict.fraunhofer.de

www.ict.fraunhofer.de

MATERIALIEN UND KOMPONENTEN FÜR DIE WASSERELEKTROLYSE

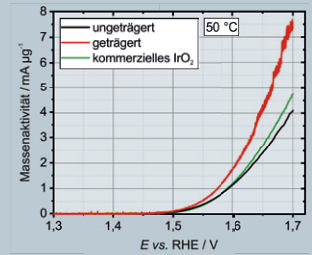
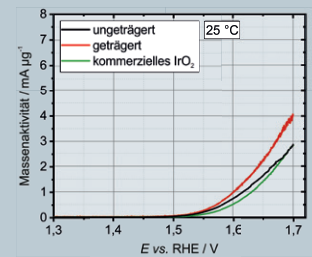
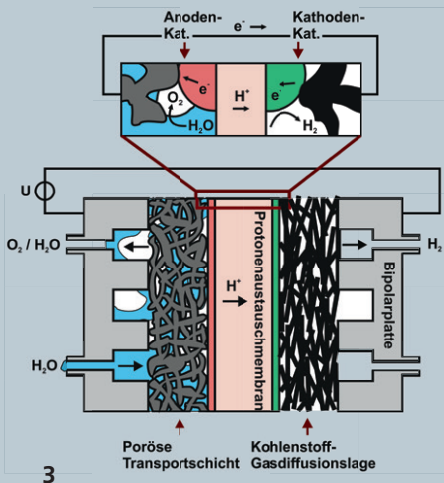
Einführung

Die Protonenaustauschmembran-Wasserelektrolyse (PEM-WE) ist eine vielversprechende Technologie, um grünen Wasserstoff als alternativen Energiespeicher zu erzeugen. Dabei ist sie durch ein effizientes Verhalten bei Teillastbetrieb und eine schnelle Dynamik bei Lastwechsel besonders für die Kopplung mit fluktuierenden Stromerzeugern geeignet. Zusätzlich liefert sie sehr reinen Wasserstoff bei hohen Leistungsdichten.

Auf der anderen Seite steht die alkalische bzw. die Anionentauschermembran-Wasserelektrolyse, für die deutlich günstigere Katalysatoren (auf Nicht-Edelmetallbasis) eingesetzt werden können. Wir beschäftigen uns mit beiden Technologien, wobei unser Fokus aktuell auf der PEM Seite liegt.

Katalysatoren

Die Anodenseite einer Elektrolysezelle, an der Wasser zu Sauerstoff oxidiert wird, bietet mehr Optimierungsspielraum als die entsprechende Wasserstoffelektrode, da hier die geschwindigkeitslimitierende Reaktion stattfindet. Wir entwickeln und untersuchen neue Katalysatoren, insbesondere für die Sauerstoffentwicklung, ausgehend von der Materialsynthese, über elektrochemische und physikalische Charakterisierung bis hin zur Herstellung von Elektroden für Einzelzellmessungen. Am Fraunhofer ICT verfolgen wir Ansätze wie die Synthese von binären und ternären Systemen, etwa die Mischung von Rutheniumoxid und Iridiumoxid. Bei der Synthese können wir sowohl auf typische nasschemische Syntheserouten als auch auf Hochtemperaturmethoden zurückgreifen, bei denen wir auch unter verschiedenen Atmosphären kalzinieren können.



Katalysatorträger

Da teures Iridiumoxid aufgrund seiner hohen Aktivität und Stabilität als Standardkatalysator in der PEM-WE eingesetzt wird, besteht ein weiterer wichtiger Ansatz zur Kostenreduktion in der Reduzierung der Edelmetallbeladung. Dazu wird Trägermaterial eingesetzt, auf dem das aktive Material fein dispergiert vorliegt und somit eine höhere Oberfläche – und damit Aktivität – bei gleicher Masse aufweist. Aufgrund der korrosiven Betriebsbedingungen kommen hier vor allem Metallcarbide und -oxide zum Einsatz, welche als Halbleiter eine geringe Leitfähigkeit aufweisen. Neben der Synthese von Trägermaterialien, arbeiten wir daher auch an der Erhöhung dieser Leitfähigkeit, zum Beispiel über die Dotierung mit Fluor. Ebenso können wir die Synthese so anpassen, dass Gitterfehlstellen entstehen (*Substöchiometrische Oxide*), oder leitfähige Zusätze einsetzen. Ebenfalls untersuchen wir das Aufbringen des Katalysators auf den Träger, wobei wir gerne auch Ihre Materialien einsetzen. Begleitend stellen wir umfangreiche physikalische Charakterisierungen haus-intern zur Verfügung.

Poröse Transportschicht

Die poröse Transportschicht (engl. *Porous Transport Layer, PTL*) besteht üblicherweise aus einem Titanvlies oder gesinterten Titanpartikeln. Sie stellt nicht nur den elektrischen Kontakt in der Zelle sicher, sondern muss auch für einen guten Massentransport des Wassers und gasförmigen Sauerstoffs sorgen. Wir evaluieren einer-

seits PTL, zum Beispiel im Hinblick auf Dicke und Porosität. Andererseits forschen wir auch an deren Optimierung, unter anderem über Oberflächenmodifikationen oder gezieltes Anpassen der Hydrophobizität. Komplett neue Ansätze verfolgen wir etwa in der Fertigung der PTL aus funktionalen Polymeren oder der Einbringung zusätzlicher Funktionalität. Neben der Untersuchung in Zellumgebung bieten wir die Charakterisierung von PTLs auch mittels REM Aufnahmen von Querschnitten an (zum Beispiel für die Begutachtung von Beschichtungen oder über Korrosionsmessungen), welche in einer hausintern entwickelten Testzelle an porösen Proben durchgeführt werden können. Somit bekommen Sie Aussagen zum Einfluss der Porosität auf die Materialkorrosion.

Drei-Elektroden-Messungen

Für die elektrochemische Charakterisierung der Materialien stehen uns mehrere rotierende Scheibenelektroden (engl. *Rotating Disk Electrode, RDE*) zur Verfügung. Zusätzlich befinden wir uns im Aufbau einer Flow-through Zelle für die parallele Untersuchung mehrerer Elektroden. Diese ermöglicht uns eine effiziente Charakterisierung von Materialbibliotheken.

Zell- und Stacktests

Das Verhalten Ihrer Materialien und Komponenten unter Realbedingungen können wir in Einzelzellen oder Kurzstacks untersuchen. Zusätzlich benötigte Komponenten

wählen wir gemeinsam mit Ihnen aus. Neben der Kontrolle der Temperatur und den Medienflüssen, können wir auch unter erhöhtem Wasserstoff-Druck messen. Im Wassermanagement bestimmen wir zum Beispiel die optimale Stöchiometrie auf der Anodenseite oder den Wassertransport über die Membran.

Unsere Leistungen

- Entwicklung, Synthese und Charakterisierung von Elektrokatalysatoren und Trägern
- Herstellung geträgerter Katalysatoren, Optimierung der Beladung und weiterer Eigenschaften
- Qualifizierung und Evaluation von porösen Transportschichten
- Entwicklung neuartiger PTL
- Beschichtungstechnologie und Herstellung von Membran-Elektroden-Einheiten
- Einzelzellmessungen und Stacktests im Hinblick auf Betriebspunkte, Langzeitverhalten und Start-up Prozeduren
- Analyse von Wassermanagement und Gas-Crossover

3 Schematischer Aufbau einer PEM-Wasserelektrolysezelle.

4 RDE mit Gaspülung für die elektrochemische Evaluierung von Katalysatoren.

5 RDE Messungen eines geträgerten Mischoxidkatalysators im Vergleich zu ungeträgertem Katalysator und kommerziellem IrO₂.