

1 *Elektrochemische Zelle zur in-situ Erzeugung von Wasserstoff während der zyklischen Werkstoffanalyse*

© Fraunhofer LBF

MATERIALINNOVATION FÜR DIE WASSERSTOFF-WIRTSCHAFT

Chancen und Herausforderungen

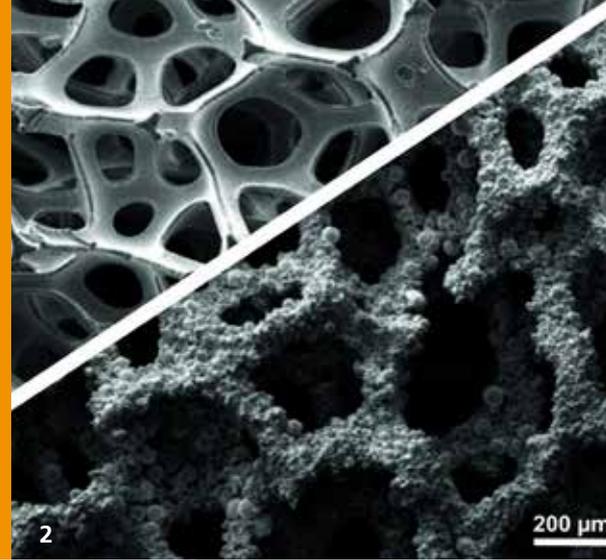
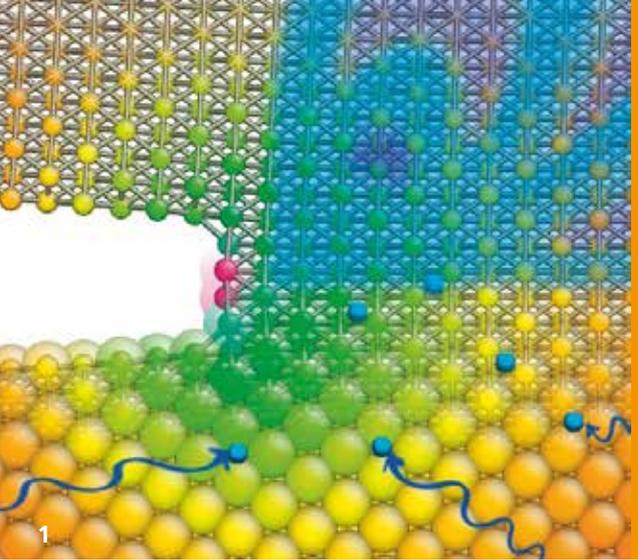
Die Wasserstoff-Wirtschaft erlaubt eine emissionsfreie Erzeugung, Speicherung und Nutzung eines Energieträgers für zukunftsweisende Mobilitäts- und Energielösungen. Dabei bildet durch Solar- und Windstrom hergestellter »grüner« Wasserstoff eine wichtige Säule im Energiemix einer klimaneutralen Bundesrepublik Deutschland. Um in Gesellschaft und Wirtschaft eine breite Akzeptanz für die Wasserstoff-Wirtschaft zu verankern und die strategischen Vorteile zu nutzen, muss deren Betriebssicherheit zwingend und zugleich überzeugend sichergestellt sein. Somit müssen Sicherheitsrisiken von Infrastrukturen, z. B. von Anlagen zur Speicherung und der Verteilung innerhalb einer innovativen Wasserstoffwirtschaft über deren gesamte Lebensdauer minimiert werden. Auch die Betreiber von Anlagen zur Erzeugung, Speicherung und Nutzung

von Wasserstoff müssen durch lange Lebensdauern der Systeme bei hoher Zuverlässigkeit von deren Leistungsfähigkeit überzeugt sein. Die Lebensdauerbewertung unter dem schädigenden Einfluss von Wasserstoff inklusive der Auswahl qualifizierter Werkstoffe sind dafür eine notwendige Grundvoraussetzung.

Stand der Forschung und Technik

Bei der Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff ergeben sich im Hinblick auf die eingesetzten Werkstoffe und Komponenten zahlreiche Fragestellungen im Hinblick auf den Einfluss der Wasserstoffversprödung auf die mechanische Beanspruchbarkeit von metallischen und nicht-metallischen Werkstoffen. Dabei spielt auch die Überlagerung von thermischen Effekten eine Rolle. Schwerpunkte der Forschung liegen insbesondere auf der Entwicklung von Lebensdauermodellen

sowie der beanspruchungsgerechten Entwicklung und Auswahl von Werkstoffen im Hinblick auf die Systemzuverlässigkeit. So sind z. B. für den Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellen in Mobilitätsanwendungen neben den mechanischen und elektrochemischen Beanspruchungen auch thermische Einflüsse auf die Lebensdauer und auf die Beanspruchbarkeit der eingesetzten Werkstoffe tiefergehend zu untersuchen. Beim Transport von Wasserstoff in Pipelines ist die Langzeitwirkung des Wasserstoffs zu klären. Nur durch eine experimentelle und numerische Beschreibung des Werkstoffverhaltens lassen sich dann Aussagen zur Lebensdauer und Sicherheit des Gesamtsystems treffen.



1 Atomistische Modellierung der H₂-induzierten Rissausbreitung in Stahl
© Fraunhofer IWM

2 Unbeschichteter (links) und legierter (rechts) Nickelschaum für Elektrodenanwendungen in der alkalischen Elektrolyse.
© Fraunhofer IFAM

Materialwissenschaftlicher FuE-Bedarf

Erzeugung

- Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Langzeitstabilität leistungsgesteigerter GroBelektrolyseure.
- Erhöhung der Größe von Elektrolyseuren für die Wasserstoff-Erzeugung.
- Beschreibung des Werkstoff- und Systemverhaltens für Wasserstoffführende Rohrleitungen, Schweißnähte, Fittings und Zwischenspeicher.
- Weiterentwicklung von Materialien für elektrochemische und elektrokatalytische Reaktionen, etwa im Elektrolyseur, mit dem Ziel hoher Prozesseffizienz sowie hoher Systemzuverlässigkeit und -lebensdauer.

Speicherung/Transport

- Entwicklung von Lebensdauermodellen für die Dimensionierung von Wasserstoff führenden Bauteilen.
- Beschreibung des quasi-statischen, zyklischen und dynamischen Werkstoffverhaltens für den Einsatz in Drucktanks, Pipelines und weiteren Infrastrukturkomponenten (Ventile, etc.). Hier sind u. a. die Überlagerungen von Drucklastwechseln und Temperaturen im Bauteil auf die Werkstoffbeanspruchbarkeit zur berücksichtigen. Im erweiterten Fokus dieser Fragestellung stehen auch Kunststoffe für Tanks sowie Beschichtungen.
- Beschreibung des Einflusses des

- Wasserstoffs auf die Beanspruchbarkeit von geschweißten und geklebten Verbindungen sowie Dichtungen.
- Abschätzung des Versagens sowie des Versagensverhaltens über analoge und digitale Sensorik, um die Lebensdauer druckführender Bauteile zu überwachen und im Sinne höchstmöglicher Sicherheit rechtzeitig auszutauschen.
- Analyse der Werkstoff- und Bauteileigenschaften für den Einsatz in Rohrleitungssystemen. Dabei gilt es, die Schwingungen im System und die sich daraus ergebenden Werkstoffbeanspruchungen im Hinblick auf die Bauteillebensdauer zu bewerten.
- Entwicklung von Beschichtungen für bestehende Infrastrukturkomponenten, um Einflüssen des Wasserstoffs auf die Bauteillebensdauer sowie die Beanspruchbarkeit reduzieren zu können.
- Entwicklung von Werkstoffen und Komponenten zur sorptiven Wasserstoffspeicherung.

Nutzung

- Ableitung und Analyse der tatsächlichen System-, Bauteil- und Werkstoffbeanspruchung während der Nutzung zur Optimierung der Lebensdauermodelle und Sicherheitskonzepte vor dem Hintergrund thermischer, mechanischer und chemischer Beanspruchung.
- Entwicklung von Leichtbaulösungen für den Antriebstrang mit Wasserstoff-Brennstoffzellen. Dabei liegen Fokusse auf der Steigerung der Werkstoffausnutzung und auf der Nutzung von Materialverbänden. Dabei ist jedoch die

- Wirkung von Wasserstoff auf Schweiß- und Klebeverbindungen, Guss- und Schmiedewerkstoffe sowie Kunststoffe eingehend zu untersuchen.
- Entwicklung von Modellen zur Beschreibung der Werkstoffdegradation und der Werkstoffbeanspruchbarkeit für höchste Werkstoffausnutzungen.
- Weiterentwicklung von Leichtbauwerkstoffen für die Wasserstoff-Wirtschaft.
- Entwicklung dynamischer Wärmetransportmodelle für effektives System-Wärmemanagement zur Effizienzoptimierung.

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

Bartningstraße 47
64289 Darmstadt

Kontakt
Dr. phil. nat. Ursula Eul
Telefon +49 6151 705-262
info-verbund-materials@lbf.fraunhofer.de

www.materials.fraunhofer.de