



Leistungszentrum- Wasserstoff Hessen

GreenMat4H₂

Eine nachhaltige und zuverlässige Wasserstoffwirtschaft

Für Hessen und darüber hinaus

Wasserstoff - ein vielfältig einsetzbarer Energieträger und eine echte Alternative zu fossilen Treibstoffen im Hinblick auf Energiegewende und Klimaschutz. Studien gehen von einem Anstieg des Wasserstoffbedarfs in Deutschland auf bis zu 800 TWh in 2050 aus. Klimafreundlich hergestellter Wasserstoff ermöglicht es, die CO₂-Emissionen vor allem in Industrie und Verkehr deutlich zu verringern, wo Energieeffizienz und die direkte Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen nicht ausreichen oder nicht möglich sind. Wasserstoff und dessen Syntheseprodukte nehmen somit eine zentrale Rolle ein auf dem Weg zu Treibhausgasneutralität aller energieverbrauchenden Sektoren.

Senkung des Bedarfs kritischer Materialien

Die Kompetenzfelder der beiden am Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen beteiligten Institute ergänzen sich optimal und sichern eine ganzheitliche Betrachtung des Wasserstoff-Lebenszyklus: Von der Erzeugung, über die Speicherung und den Transport bis hin zur Nutzung stellt jede Phase vielfältige Anforderungen an die eingesetzten Systeme und Komponenten. Dies erfordert den Einsatz von Werkstoffen, die teils kritische Rohstoffe enthalten und so die positive Klimabilanz von grünem Wasserstoff negativ beeinflussen.

Lebensdauer und Sicherheit

Wie kommt Wasserstoff für mobile Anwendungen im Verkehr zum Einsatz? Kann die bestehende Infrastruktur genutzt werden? Welche Herausforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Lebensdauer ergeben sich für wasserstoffbeaufschlagte Materialien und Systeme? Mit Hilfe von individuell entwickelten Analyse- und Validierungsmethoden ermittelt das Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen unter realitätsnahen Beanspruchungen den Einfluss von Wasserstoff auf die Ermüdung von Materialien, Bauteilen und Komponenten und leitet optimierte Methoden zu Lebensdauerabschätzungen ab.

Die Chance: Gesamtheitliche Betrachtung

Ziel der Forschungsarbeiten ist eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft für alle Materialkomponenten rund um grünen Wasserstoff. Neben der Materialkritikalität der eingesetzten Komponenten im Hinblick auf Performance, Lebensdauer und Rezyklierbarkeit ist dabei eine kritische Betrachtung des Carbon Footprints verschiedener Technologien entscheidend. Das Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen schafft mit umfassenden Lebenszyklusanalysen (engl. Life Cycle Assessments – LCA) Entscheidungsgrundlagen für individuelle Anwendungsfälle.



Grüne Werkstoffe und Technologien

Zur sicheren Herstellung, Speicherung/Transport und Nutzung von Wasserstoff

Effiziente und leistungsfähige Materialien sowie Systeme bilden die Basis für eine nachhaltige Wasserstoffökonomie. Die Forschungsarbeiten im Leistungszentrum verfolgen das Ziel, »grüne« ressourcenschonende Werkstoffe und Technologien zu entwickeln.

Betrachtet wird dabei der gesamte Kreislauf der Wasserstoffwirtschaft von der sicheren Herstellung, Speicherung und dem Transport bis hin zur Nutzung. Ebenso Gegenstand der Forschungsarbeiten ist die Entwicklung von Materialien und Technologien für die Umstellung bestehender Strukturen auf Wasserstoffanwendungen in den genannten Wertschöpfungsstufen.

Entscheidend für die Arbeiten am Leistungszentrum ist die unmittelbare Übertragung der Forschungsergebnisse auf industrielle Anwendungen. Dieser Forschungstransfer wird durch das Partnernetzwerk, mit Vertretern aus Industrie und Wissenschaft sowie öffentlicher Hand, beschleunigt.

Als zentrale Anlaufstelle für die Wasserstoffwirtschaft im Rhein- Main-Gebiet und überregional ist das Leistungszentrum das Bindeglied um Materialkreisläufe der H₂-Wirtschaft nachhaltig zu schließen.

Ziele

- Entwicklung, Design und Untersuchung nachhaltiger Materialien, Werkstoffe und Systeme für Wasserstofftechnologien
- Entwicklung skalierbarer Prozesstechnologien
- Überführen der Werkstoffe und Systeme in Anwendungen für eine nachhaltige Mobilität
- Ausbildung hochqualifizierter Arbeitskräfte
- Stärkung von Hessen als Hochtechnologieland

Aktuelle Forschungsprojekte



Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS

Am Fraunhofer IWKS forschen über 100 Mitarbeitende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie interdisziplinäre Fachkräfte an der Entwicklung nachhaltiger und innovativer Lösungen für die Kreislaufwirtschaft. Übergeordnetes Ziel des Fraunhofer IWKS ist der verantwortungsvolle Umgang mit den Ressourcen. Durch den Einsatz nachhaltiger Materialien und die Entwicklung effizienter Verfahren und Recyclingprozesse, soll der Einsatz kritischer Rohstoffe minimiert und diese Materialien sonst möglichst lange im Kreislauf gehalten werden.

Forschungsschwerpunkt

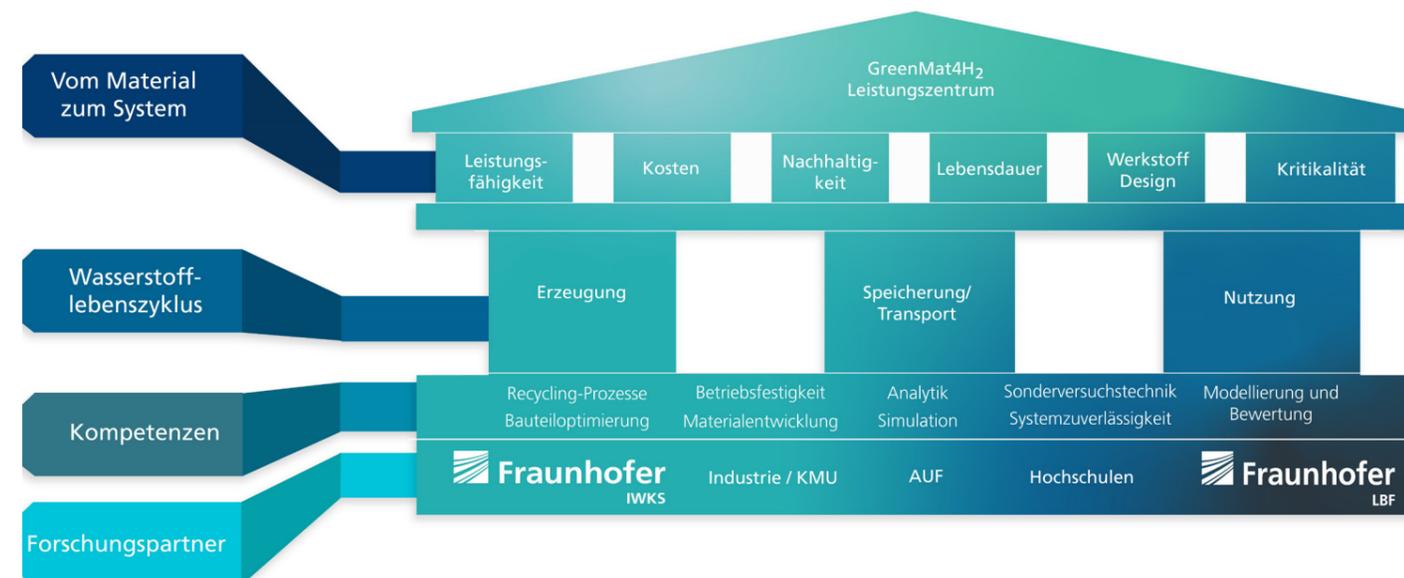
An den beiden Standorten Hanau und Alzenau arbeiten Fachteams aus der Materialwissenschaft, Chemie und Physik an Fragestellungen entlang des Wasserstoff-Lebenszyklus'. Der interdisziplinäre Ansatz ermöglicht es, nachhaltige, tragfähige und innovative Verfahren zu entwickeln und diese auch unter ökologischen und ökonomischen Kriterien zu betrachten und zu bewerten.

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Fokus der Forschungsarbeiten der rund 400 Mitarbeitenden, Expertinnen und Experten unterschiedlicher Disziplinen ist die Entwicklung zuverlässiger Methoden und Prozesse und damit die Realisierung leichter, zuverlässiger (Leichtbau-)Strukturen und Systeme für die Mobilität, den Maschinenbau oder den Energiesektor. Das Team des Fraunhofer LBF erarbeitet innovative Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, vom Werkstoff und dessen Verarbeitung, über die Realisierung des fertigen Bauteils und des komplexen Systems, bis hin zur Qualifizierung im Hinblick auf Sicherheit und Zuverlässigkeit.

Forschungsschwerpunkt

Aufgrund seiner Expertise liegt der Schwerpunkt des Fraunhofer LBF in der Bewertung der Sicherheit und Zuverlässigkeit von H₂-Systemen sowie in der Optimierung und Lebensdauerbewertung von Werkstoffen und Komponenten im Kontakt mit Wasserstoff. Darüber hinaus liegt ein Fokus in der Integration geeigneter Sensorik zur Zustandsüberwachung von H₂-Druckbehältern.



Forschungsfelder

Analytik

Eine Beaufschlagung mit Wasserstoff beeinflusst viele Werkstoffe chemisch und physikalisch. Ihre Festigkeit und Duktilität nimmt ab, es kann zu Veränderungen in der Mikrostruktur kommen, was schlimmstenfalls Risse oder Brüche verursacht. Kurz: Wasserstoff verkürzt für viele Materialien und Werkstoffe die Lebensdauer von Bauteilen empfindlich. In anderen Bereichen dagegen erweist sich die Absorption von Wasserstoff in die zu behandelnde Substanz als äußerst vorteilhaft. So kann beispielsweise Wasserstoff in Festkörpern – sogenannten Metallhydriden – gespeichert werden. Dabei spielt die Fähigkeit der Adsorption von Wasserstoff in bestimmten Legierungszusammensetzungen eine entscheidende Rolle. Eine weitere Möglichkeit des Einsatzes von Wasserstoff ist bei der Herstellung von hochwertigen seltenerdhaltigen Sintermagneten das Ausgangsmaterial in Form von Gussblöcken gezielt durch Wasserstoff in ein Magnetpulver mit verbesserter Mahlbarekeit zu überführen. Das Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen verfügt über mehrere Autoklaven, die eine Untersuchung von sehr kleinen Bauteilen mit einem Druckbereich von wenigen mbar erlauben bis hin zu Proben von 25 kg Gewicht und einem maximalen Druck von 10 bar Überdruck Wasserstoff und Temperaturen bis 500 °C.

Die begleitenden umfassenden Analyseverfahren ermöglichen ein tieferes Verständnis und somit eine aussagekräftige Bewertung der Veränderungsprozesse der Materialien.

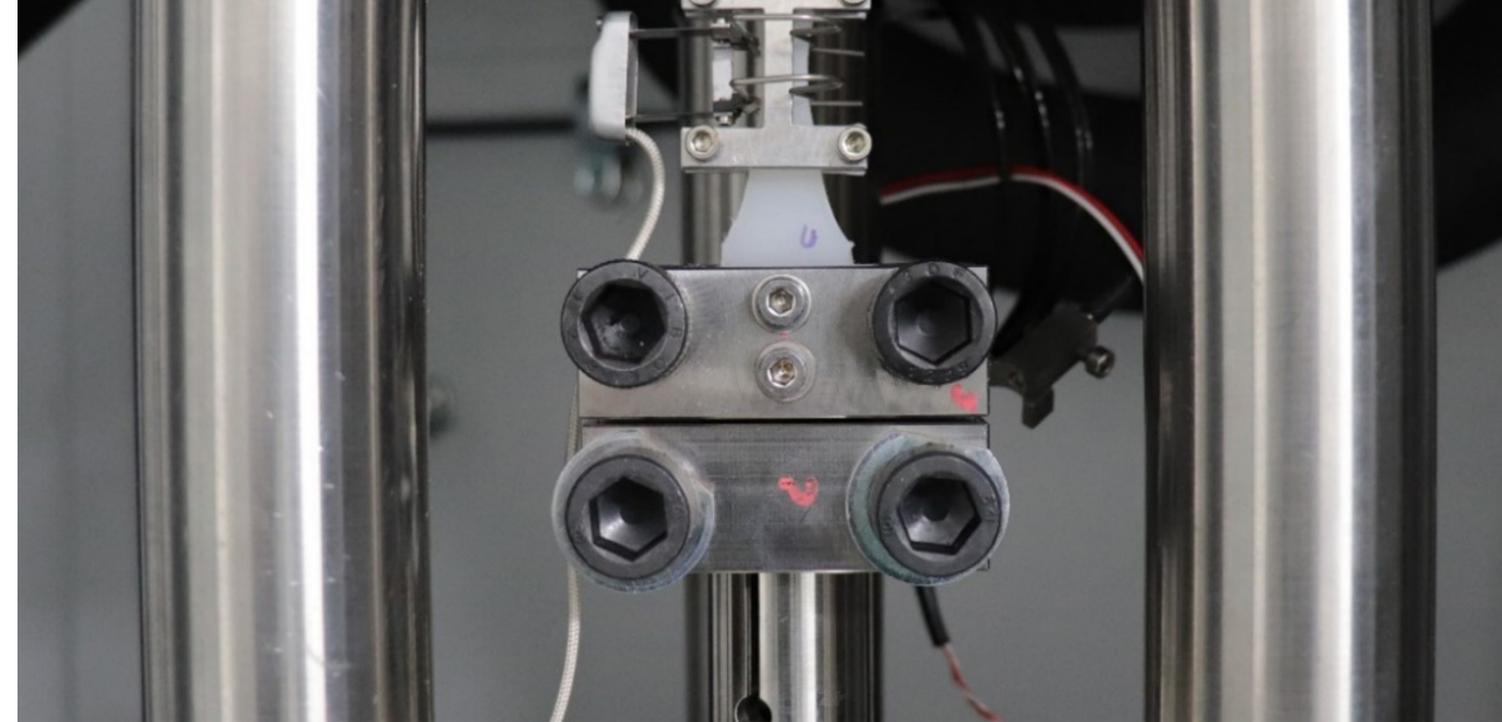
Das Portfolio des Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen wird fortlaufend erweitert und umfasst aktuell unter anderem:

- Bestimmen des Wasserstoffgehaltes in Feststoffen und Gasen
- Feststellen von makro- und mikrostrukturellen Veränderungen durch Wasserstoffbeaufschlagung
- Analyse temperaturabhängiger Effekte durch Wasserstoffbeaufschlagung

- Elektrochemische Untersuchungen von Halb- und Voll-Zellen (u.a. umfangreiche Impedanzmessungen)
- Visualisieren von Alterungseffekten in Brennstoffzellen und Elektrolyseuren (segmentweise)
- Elektrodenstabilität: Elektrolyt-Untersuchungen
- Analytik für SOFC/EC: Tests der Reaktion von katalytisch aktiven Materialien mit Verunreinigungen aus eingesetzten Gasen und weiteren Elektrolyseur- und Brennstoffzellkomponenten von Zell- bis auf Kleinstacklevel
- Zeitabhängige Messung von elektrischen Prozessen innerhalb einer SOFC/EC Zelle und Trennung von ionischem und elektronischen Ladungstransporten

Für Wasserstoff-Anwendungen wie Brennstoffzellen und Feststoffspeicher sind spezialisierte Funktionsmaterialien erforderlich. Im täglichen Einsatz können Schädigungen durch mechanische, thermische und elektrochemische Belastungen auftreten, die mittels hochauflösender Elektronenmikroskopie oder metallographischer Methoden sichtbar werden. Das Verständnis der Schädigungsprozesse unter Belastung ermöglicht eine gezielte Optimierung von Materialien, Bauteilen und Systemen.

Bei Kunststoffen im direkten Wasserstoffkontakt stehen vor allem das mechanische Verhalten, die chemische und physikalische Alterung, die Sorptions- bzw. Diffusionseigenschaften, sowie das Quellverhalten bei Medienaufnahme im Fokus. Die Fragestellung des Materialverhaltens umfasst aber nicht nur den direkten Kontakt mit Wasserstoff. Je nach Anwendung können auch besondere Anforderungen hinsichtlich des Verhaltens unter flüssigen Medien, Temperaturen oder komplexen Beanspruchungsszenarien relevant sein. Als Beispiel seien hier Brennstoffzellen genannt in welchen Kühlflüssigkeiten auf Kunststoffbauteile einwirken.



Eingespannte Kunststoffprobe im Wasserstoffprüfstand zur zyklischen mechanischen Prüfung unter Druck-Wasserstoff. © Fraunhofer LBF

Modellierung und Bewertung

Die Anforderungen an neue Wasserstofftechnologien sind vielfältig und werden sich zukünftig verschärfen.

Diese sind:

- Sicherheit
- Wirtschaftlichkeit / Kosten
- Umweltschutz und Ressourceneffizienz
- Technische Praktikabilität und Leistungsfähigkeit

Für die Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe sowie den Betrieb von Erzeugungsanlagen und Anwendungen von Wasserstoff ist es daher notwendig, dass von Anfang an alle relevanten Kriterien beachtet werden. Nur dann können sich Technologien etablieren und in großem Maßstab in die Praxis überführt werden. Dabei sind Aspekte der Nachhaltigkeit genauso relevant wie solche der technischen Leistungsfähigkeit.

Mithilfe der Ökobilanz (engl. Life Cycle Assessment – LCA) werden Produkte, Prozesse und Dienstleistungen hinsichtlich ihrer Umweltwirkung bewertet. Die Umweltwirkungen werden in einem ganzheitlichen Systemansatz entlang des gesamten Lebenszyklus bewertet. Die Ökobilanz bezieht sich dabei auf die potenziellen Auswirkungen der Rohstoffgewinnung, der Produktion, der Anwendung, der Abfallbehandlung, des Recyclings bis hin zur endgültigen Beseitigung bzw. des Wiedereinsatzes. Dabei stehen Einflüsse auf die Medien Wasser, Luft und Boden im Vordergrund. Die prozess- und produktorientierte Ökobilanzierung wird entsprechend den aktuellen Normen DIN EN ISO14040/ 44 durchgeführt.

Durch Erfahrung in der ökologischen Bewertung neuer Technologien und der Optimierung vorhandener Verfahren können die Forschenden des Fraunhofer IWKS Entscheidungsalternativen der Kunden bereits in frühen Entwicklungsstadien analysieren, Hotspots identifizieren und damit umweltbezogene Potenziale und Risiken aufzeigen. Dies bietet Kunden damit Entscheidungshilfen, um Prozesse bereits vor dem Markteintritt nachhaltig zu verbessern. Forschungsschwerpunkt ist die Bereitstellung einer aktuellen und einheitlichen Datenbasis. Durch eine eigens entwickelte Datenbank für bestimmte Technologieschwerpunkte werden strategische Marktvorteile durch Informationsvorsprung geschaffen. Die Themen umfassen u. a. Solarzellen sowie das Recycling von Batterien und Magnetmaterialien.

Zur Erstellung der Ökobilanzen arbeitet das Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen vornehmlich mit der Software openLCA sowie mit diversen Datenbanken wie ecoinvent, ELCD, ProBas, USDA oder NEEEDS. Die besondere Expertise des Forschungsteams des Fraunhofer IWKS liegt hier bei LCA von Recyclingsystemen und neuen (Material-)Technologien.

Betriebsfestigkeit

Eine wesentliche Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Nutzung von Wasserstoff ist die Sicherheit des wasserstoffbeaufschlagten Systems. Dies gilt sowohl für die Produktion von Wasserstoff in Elektrolyseuren, dessen Transport in Tanks, sowie für die Nutzung in der Mobilität, insbesondere bei Brennstoffzellensystemen zum Betrieb von Fahrzeugen zu Land, zu Wasser oder in der Luft. Die betriebsfeste Auslegung von Bauteilen und Komponenten im Kontakt mit Wasserstoff ist dabei unter Berücksichtigung von Kosten und Leichtbau von höchster Bedeutung.

Im Rahmen des Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen werden an wasserstoffbeaufschlagten Bauteilen für Antriebskomponenten, Rohrleitungen oder Speichereinheiten Last- und Beanspruchungsanalysen zur Betriebsfestigkeits- und Lebensdauerbewertung sowie zur Analyse des zyklischen Werkstoffverhaltens durchgeführt. Die Forschungsaktivitäten umfassen die Untersuchung und die Bewertung des Einflusses von Wasserstoff auf unterschiedliche metallische und polymerbasierte Werkstoffe unter Berücksichtigung von Betriebseinflüssen, zum Beispiel Druck, Reinheit und Restfeuchtegehalt des Wasserstoffs, sowie Vibrationen und Schwingungen durch den Gasstrom und Auswirkungen der Temperatur, z. B. beim Tankvorgang.

Ziel ist die Bewertung der Kette von Last-Beanspruchung-Gestalt-Werkstoff-Systemzuverlässigkeit. Zum einen um daraus Aussagen über Degradation oder Lebensdauer des Gesamtsystems und einzelner Komponenten abzuleiten und zum anderen um Optimierungspotenziale zu ermitteln hinsichtlich Zuverlässigkeit und Wirkungsgrad einzelner Komponenten, wie zum Beispiel von Elektrolysezellen.

Systemzuverlässigkeit

Die Belastungen und Beanspruchungen von Brennstoffzellen und deren Peripherie und die sich daraus ergebende Lebensdauer der Komponenten in mobilen Anwendungen sind bisher vielfach nicht hinreichend untersucht. Ein Schwerpunkt der Arbeiten im Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen bildet daher die Ermittlung entsprechender Daten und deren Interpretation für Lebensdauerabschätzungen für Brennstoffzellensysteme.

Hierfür steht den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern eine umfassende Mess-, Analyse- und Validierungsinfrastruktur zur Verfügung. In der Kombination von Modellierung und Simulation mit experimentellen Methoden der Betriebsfestigkeits- und Zuverlässigkeitsbewertung erarbeiten die Forschenden Lösungen zur betriebsnahen, multiphysikalischen (thermisch, elektrisch und mechanisch) Validierung der Lebensdauer von z. B. Brennstoffzellen- Batterie-Systemen für Anwendungen in der Mobilität.

Die Forschungsarbeiten umfassen u. a. Korrosionsuntersuchungen, Umweltsimulationen, die Entwicklung von materialspezifischen Schnellalterungsverfahren und die Analyse von Alterungseffekten und Oxidationserscheinungen sowie deren Auswirkungen auf Lebensdauer und Wirkungsgrad des Gesamtsystems. Darüber hinaus erarbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Lösungen für die quantitative Zuverlässigkeitsbewertung von Brennstoffzellen. Hierzu werden über die probabilistische und quantitative Darstellung von Wirkzusammenhängen (FMEA) Ausfallwahrscheinlichkeiten und Sicherheitszahlen ermittelt.

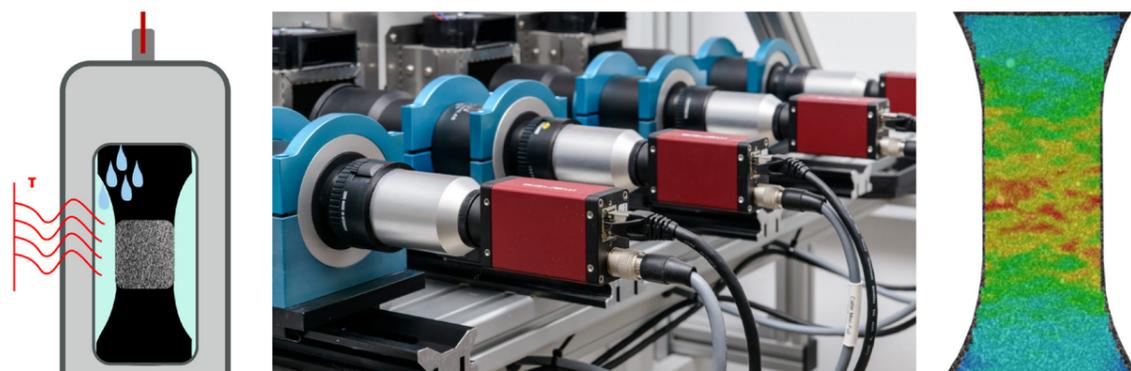
Bauteiloptimierung

Für die Erzeugung, den Transport sowie die Nutzung von Wasserstoff sind zahlreiche Komponenten und Systeme im Einsatz oder müssen noch in den Einsatz gebracht werden. Um die Wasserstoffökonomie möglichst nachhaltig zu gestalten, sind auch diese wasserstoffführenden Systeme effizient auszulegen und mit einer hohen Leistungsdichte zu versehen.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bieten hierfür, basierend auf jahrzehntelanger Erfahrung im Bereich Bauteil- und Systemoptimierung, zahlreiche Methoden und Ansätze, um einsatz- und nutzungsspezifische Komponenten im Hinblick auf Lebensdauer, Sicherheit und Beanspruchbarkeit zu optimieren.

Auf Basis experimenteller und numerischer Untersuchungen der Werkstoff- und Bauteilschwingfestigkeit sowie der Betriebsfestigkeitsanalysen von Transport- und Speicherkomponenten werden Lebensdauerbewertungen für kritische Bauteile durchgeführt und Optimierungspotenziale für die Bauteilauslegung von Infrastrukturelementen, Antriebskomponenten oder Systemen von Brennstoffzellen abgeleitet, zum Beispiel hinsichtlich Geometrie oder Materialstärke.

Mithilfe dieser Erkenntnisse kann wiederum die Lebensdauer der Komponenten und Systeme erhöht werden. Durch die optimierte Bauteilauslegung wird zudem der Einsatz neuer (optimierter) Materialien die Effizienz von Brennstoffzellen positiv beeinflussen.



Kriechprüfung unter Medieneinfluss: Skizze der Medienzelle (links), Kriechprüfstand mit Kameras zur optischen Dehnungserfassung (mitte), Flächig ausgewertetes Dehnungssignal über Digital Image Correlation (rechts). © Fraunhofer LBF



Versuchseinrichtung zur Durchführung von Ermüdungsversuchen unter Druckatmosphäre. © Fraunhofer LBF



Plasma chemischer Prozess (Plasmalyse) zur Herstellung von Wasserstoff (gasförmig) und Kohlenstoff (fest) durch die Verwertung von kohlenwasserstoffhaltiger Abfallströme. © Fraunhofer IWKS



Prallmühle/Prallbrecher zur Zerkleinerung. © Fraunhofer IWKS

Materialentwicklung

Effizienz und Leistungsfähigkeit stellen Grundanforderungen an Materialien dar, die in Wasserstofftechnologien zum Einsatz kommen. Aber wie sieht es mit deren Nachhaltigkeit und Langlebigkeit aus? Ist eine Substitution durch »grünere« Materialien ohne Performanz-Verlust möglich? Und wenn nein, kann durch eine Prozess- oder Design-Änderung zumindest der Anteil nicht-grüner Materialien gesenkt werden?

Mit diesen Fragestellungen beschäftigen sich die Forschenden entlang des gesamten Wasserstoff-Lebenszyklus'. So werden beispielsweise Katalysatoren entwickelt, die ohne oder mit geringem Einsatz kritischer Rohstoffe auskommen. Im Bereich der Wasserstoff-Speicherung forschen die wissenschaftlichen Teams an Festkörper-Speichermaterialien, die hohe Speicherkapazitäten mit ausgezeichneter Kosteneffizienz kombinieren. Das Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen greift bei der Prozessierung auf Anlagen zurück, die in dieser Form in Deutschland einzigartig sind. So kann eine große Vielfalt an Produktions- und Formgebungstechnologien zur Verfügung gestellt werden, die es erlauben, innovative Katalysatormaterialien und Elektrodenstrukturen aus selbst synthetisierten Materialien (z. B. über Induktions- oder Lichtbogenöfen) mittels Formgebungsverfahren von Spark Plasma Sintering über Meltspinning bis hin zu additiver Fertigung via Selektiven Laserschmelzens (SLM) zu verarbeiten.

Alternative Methoden werden dabei ebenfalls verfolgt, wie beispielsweise die Verwertung kohlenwasserstoffhaltiger Abfallströme zur Herstellung von technologisch wertvollem Kohlenstoffmaterial (als Feststoff) und gasförmigen Wasserstoff. Das Ausgangsmaterial wird hierbei durch einen schnell stattfindenden und dadurch energieeffizienten katalysator-gestützten plasmachemischen Prozess in seine Bestandteile Wasserstoff und Kohlenstoff aufgespalten.

Recyclingprozesse

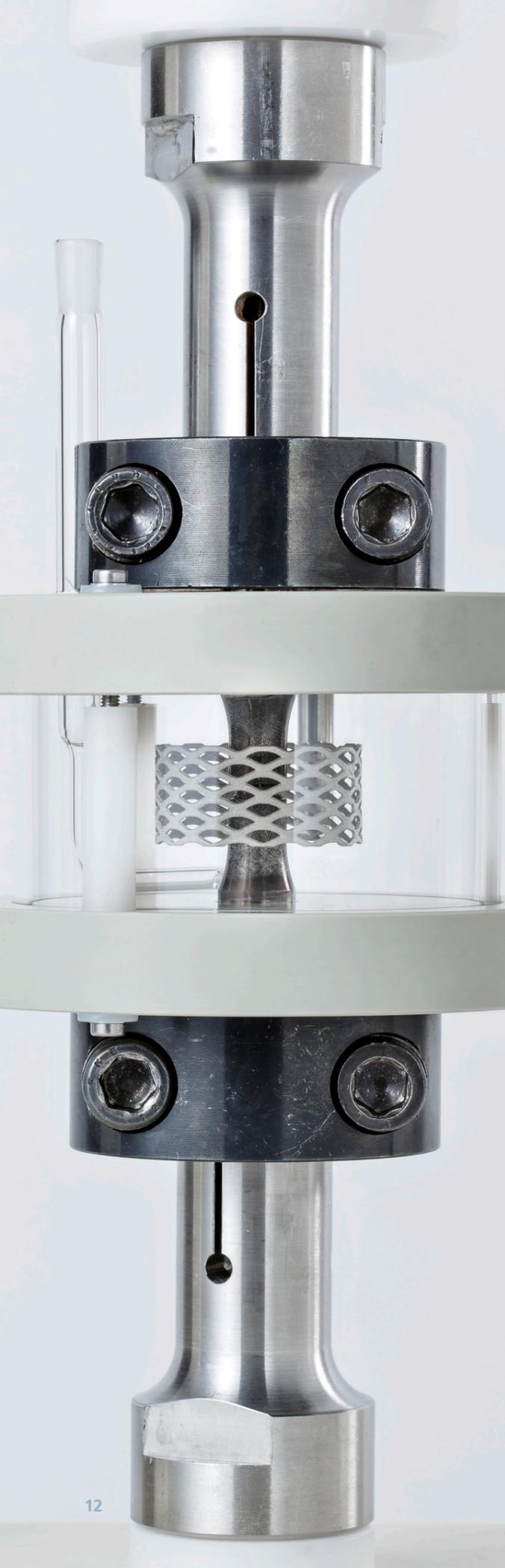
Der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft bringt derzeit einen umfassender Hochlauf der Produktion von Komponenten und Systemen mit sich. Erkenntnisse aus Recyclingprozessen fließen zunehmend ein in die Definition von Anforderungen an die Produktentwicklung kreislaufgerechter Brennstoffzellen- und Elektrolysesystemen. Diese Synergien tragen entscheidend dazu bei, die Recyclingfähigkeit schrittweise zu verbessern.

In Komponenten wie Brennstoffzellen, Elektrolyseuren und Batteriespeichern kommen wertvolle Materialien zum Einsatz, die ein effizientes Recycling erfordern. Zur praktischen Durchführung von Trenn- und Sortiersuchen steht dem Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen die erforderliche Anlagentechnik mit Schnittstellen zur detaillierten digitalen Modellierung mit KI-Unterstützung zur Verfügung. Zur Evaluierung werden verschiedene Analytikmethoden zur Materialcharakterisierung bis hin zur begleitenden Lebenszyklusanalyse genutzt. Gemeinsam mit Unternehmen der industriellen Wertschöpfungskette entwickelt das Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen maßgeschneiderte Recyclinglösungen zur Rückgewinnung dieser Technologiemaaterialien.

Die Erforschung und Bewertung nachhaltiger Aufbereitungsprozesse orientiert sich dabei an der Optimierung der Recyclingfähigkeit hochwertiger Materialfraktionen, Edelmetallen

wie Platin und Ruthenium sowie weiteren wertvollen seltenen Metallen – nach dem Prinzip der ganzheitlichen Betrachtung entlang des Produktlebenszyklus'.

Bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen für eine Kreislaufwirtschaft wird über das reine stoffliche Recycling hinaus gedacht: Es erfolgt eine Evaluierung von Optionen zur Wiederverwendung von Funktionsbaugruppen der medialen Versorgung, Elektronik sowie Schlüsselkomponenten in Elektrolyseuren und Brennstoffzellen wie bspw. Bipolarplatten oder der Membran-Elektroden-Einheit (MEA).



Sonderversuchstechnik

Die Lebensdaueranalyse für wasserstoffbeaufschlagte Werkstoffe und Systeme bedarf komplexer Analyse- und Bewertungsmethoden; sowohl auf experimenteller als auch numerischer Seite. Dabei stellt die hohe Diffusionsfähigkeit der Wasserstoffmoleküle gängige Analysemethoden und Versuchseinrichtungen vor eine enorme Herausforderung, insbesondere, wenn erhöhte Systemdrücke im Bereich der Brennstoffzelle, der Rohrleitungssysteme oder der Wasserstoffspeicher die Grundlage für den Lebensdauernachweis bilden müssen.

Hierfür entwickeln die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler neue Analysetechnologien bzw. können auf vorhandene Sonderversuchstechnik zurückgreifen:

- Eine servo-hydraulische Prüfmaschine, die, ausgerüstet mit einem Druckautoklav bis 50 bar und 100 bar und einer Temperatureinrichtung, quasi-statische sowie spannungs- und dehnungsgeregelte, zyklische Versuche unter dem Medium Wasserstoff 5.0 bzw. 6.0 und je nach Versuchsart auch bei Temperaturen von -40 °C bis +120 °C erlaubt.
- Ein Multi-Axialer-Schwingtisch (MAST) der es ermöglicht, unter kombinierten mechanischen, elektrischen und thermischen Beanspruchungen den Lebensdauernachweis etwa von Batterien oder Brennstoffzellen unter nahezu realen Einsatzbedingungen zu führen.
- Spezielle In-situ-Messaufbauten, die es erlauben das mechanische Verhalten (quasi-statisch, zyklisch, Kriechen) direkt in relevanten Medien (z.B. Kühlflüssigkeiten) zu untersuchen und simultan auch thermische Wechselwirkung zu betrachten.
- Mit einer Hochdruck-Gassorptionswaage lässt sich die Aufnahme von Wasserstoff in Elastomere und Kunststoffe bei Temperaturen bis zu 150 °C und Drücken von bis zu 350 bar analysieren. Methoden zur Bestimmung von Diffusionskoeffizienten von Wasserstoff in Abhängigkeit von Druck und Temperatur werden entwickelt.

Weitere Informationen zu den Forschungsfeldern



Simulation

Um hohen und vielfältigen Anforderungen hinsichtlich Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit an Materialien, Bauteilen und Wasserstoffsystemen gerecht zu werden, bedarf es sicherer experimenteller Entwicklungswerkzeuge und realitätsnaher digitaler Modelle. Ziel ist, durch geeignete Modellbildungen die Prognosegüte des tatsächlichen Bauteil- und Systemverhaltens so zu erhöhen, dass u. a. die Anzahl prototypischer Systeme reduziert und physische Validierungen durch Simulationen ersetzt werden können.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen entwickeln moderne experimentelle, numerische und cyberphysikalische Simulations- und Validierungsmethoden. So werden für Bauteile und Systeme

Umweltsimulationen unter elektrischer, thermischer und mechanischer Last auf teils spezifisch dafür entwickelten Systemen durchgeführt. Ebenso werden Systeme und Subsysteme, wie z. B. Brennstoffzellen, Batterien oder Elemente eines Elektromotors emuliert und als virtuelle Modelle digitalisiert. Belastungsdaten, basierend auf Fahrbetriebsmessungen, werden in digitalen Simulationsumgebungen und cyberphysikalischen Prüfständen als kombinierte mechanische und elektrische Lasten eingebracht und so die einzelnen Komponenten und Systeme möglichst realitätsnah beansprucht. So können design- und auslegungsrelevante Parametervarianten mit einer hohen Genauigkeit analysiert, bewertet und ausgewählt werden, vor der Erstellung physischer Prototypen, z. B. von Fahrzeugen.



Der Verbund eines Brennstoffzellen-Stacks wird in die einzelnen Brennstoffzellen aufgetrennt. © Fraunhofer IWKS

Wasserstoff-Stammtisch Rhein-Main

H₂



Treffpunkt für die Wasserstoff-Wirtschaft

Die Veranstaltungsreihe Wasserstoff-Stammtisch Rhein-Main hat sich etabliert als der Treffpunkt für die Wasserstoffwirtschaft in der Region und darüber hinaus. Teilnehmende aus Industrie, Politik und Forschung sowie interessierte Bürgerinnen und Bürger tauschen sich regelmäßig aus zu Trends und Entwicklungen rund um sichere und zuverlässige Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff.

An wechselnden Veranstaltungsorten geben Expertinnen und Experten in Impulsvorträgen und Führungen

durch Labore, Technika und Unternehmen Einblicke in aktuelle Projekte und Aktivitäten.

Des Weiteren bietet das Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen mit diesem Format eine bewährte Option, sich zu vernetzen und gemeinsame Projekte anzubahnen. Die Teilnahme ist kostenlos.

Alle Details, Termine und Anmeldung zu dieser und weiteren Veranstaltungen



Leistungszentrum-Wasserstoff Hessen

GreenMat4H₂



Kontakt

Dr. Sven Grieger
Leitung Innovation Transfer Office
info.lz-h2@fraunhofer.de
www.leistungszentrum-wasserstoff-hessen.de

