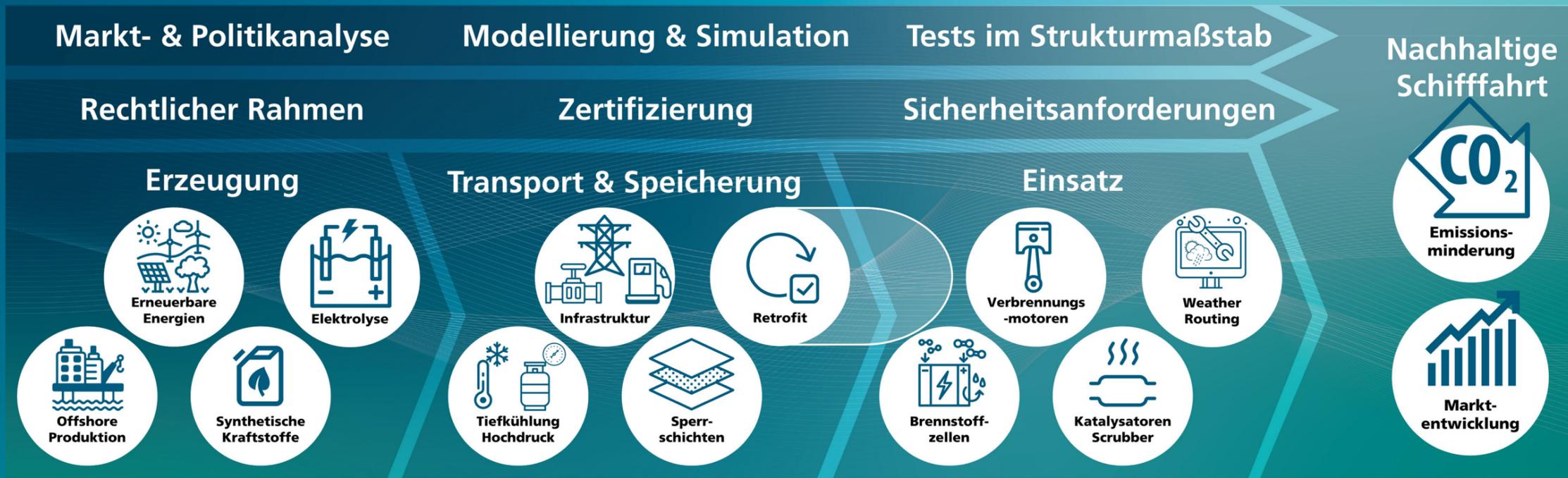


Wasserstoffanwendungen in der maritimen Forschung

Fraunhofer-Waterborne





©Fraunhofer IGP

Einleitung

Der Schifffahrt steht eine Transformation der Antriebstechnik und der Energiesysteme bevor. Die »IMO Emission Control Areas« (IMO), welche die Emissionsgrenzwerte für Schwefeloxide, Stickstoffoxide und Feinstaubpartikel sowie den globalen Grenzwert von 0,5 Prozent Schwefelanteil im Treibstoff für alle Schiffe über 100 BRT festsetzen, verlangen neue Antriebssysteme. Die maritime Industrie erwartet innerhalb der nächsten Jahre die Einführung wirkungsvoller Maßnahmen für die Minderung von Treibhausgasemissionen, sowohl von Seiten der IMO als auch von Seiten der EU. Fraunhofer-Waterborne analysiert die Auswirkung der maritimen Umweltpolitik und entwickelt Technologien, mit welchen die gesetzten Emissionsgrenzen erreicht werden können.

Die Reduzierung von Treibhausgas- und anderen Emissionen benötigt klimaneutrale und saubere Antriebe. Kraftstoffe wie LNG und Wasserstoff brauchen komplexe kryogene Systeme und eine neue Bunkerinfrastruktur. Katalysatoren oder Scrubber können die Emissionen durch Schwefeloxide, Stickstoffoxide und Feinstaubpartikel mindern. Fraunhofer-Waterborne erforscht neue Technologien und Energieketten, mit denen erneuerbare Energien produziert und synthetische Kraftstoffe hergestellt werden können. Systeme und Werkstoffe für Wasserstoffanwendungen in Motoren und Brennstoffzellen werden entworfen und Technologien für Sicherheit und Zuverlässigkeit hergestellt. Betrachtet werden auch Windantriebe, welche ein großes Potential für die Minderung von Treibhausgasemissionen haben.

Innovative Ansätze für die Einsparung von Emissionen können erweitert werden, wenn z.B. der Betrieb von Schiffen neu gedacht wird. Auch die Entwicklung von Software für Weather Routing und Geschwindigkeitsoptimierung steht im Fokus. Des Weiteren werden das Marktpotential und die Transitionsfade für eine nachhaltige Schifffahrt erarbeitet und analysiert.

Wasserstofflogistik und Supply Chains

Transport und Umschlag von „grünem“ Wasserstoff, hergestellt mit Hilfe von regenerativen Energien bspw. in Offshore-Windparks, stellt Planer, Entwickler und Betreiber von Wasserstoff-Transportketten vor neue Herausforderungen.

Das Medium selbst muss in unter hohem Druck verflüssigtem oder tiefgekühltem Zustand gelagert und transportiert werden und stellt so neue Anforderungen an Transporteinheiten. Beim gasförmigen Umschlag und Transport treten hohe Permeationsverluste auf, so dass für diese Form neue Materialien und Werkstoffe entwickelt werden müssen. Alternativ werden deshalb auch die weniger flüchtigen Derivate Ammoniak und Methanol eingesetzt. Fraunhofer-Waterborne entwickelt neuartige Materialien und Wasserstoff-Sperrschichten für Gasleitungen, Tanks und Druckkörper, die auch nachträglich in bestehende Systeme eingebracht werden können.

Die Besonderheit des Energieträgers Wasserstoff und die großformatige Umstellung der Industrie erfordert die Entwicklung neuer durchgängiger Transportketten, die die Produktionsquellen, bspw. auf See, mit den Verbrauchern verbinden. Für die Versorgung industrieller Großbetriebe werden mögliche Konfigurationen mithilfe von Simulation entwickelt und validiert. Für die Planung und Steuerung kleinerer Verteilsysteme, bspw. in Häfen, werden Algorithmen eingesetzt.

Die Umsetzung von Wasserstoff in Antriebsenergie erfolgt in Brennstoffzellen. Der Einsatz dieser Technologie im Hafenumfeld wird bspw. im Hamburger Hafen verfolgt. Dort werden Umschlaggeräte und Zugmaschinen sowie die erforderliche Tankstelleninfrastruktur für den Einsatz von Wasserstoff und seinen Derivaten erprobt und vorbereitet.

Wasserstofferzeugung

Fraunhofer-Waterborne untersucht technologieoffen die Erzeugung von grünem Wasserstoff im Bereich der maritimen Schifffahrt mittels Elektrolyse.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei im dynamischen Betrieb von Elektrolyseuren bei der Verwendung von fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen, wie es für Wind- oder Solarenergie charakteristisch ist. Dazu wird eine skalenbergreifende, umfassende Test-Infrastruktur aufgebaut, um den Markthochlauf der grünen Wasserstofftechnologien von der Mikrostruktur über Komponenten bis hin zu Komplettsystemen im Industriemaßstab zu begleiten. Effekte im großen Maßstab sollen auf Effekte im Strukturmaßstab zurückgeführt werden und umgekehrt.

Der Forschungsfokus liegt unter anderem auf der Entwicklung von standardisierten Tests für Elektrolyseure, die das Verhalten unter realistisch auftretenden Belastungsprofilen untersuchen und Lebensdauerprognosen erlauben. Daneben verfolgen wir das Ziel, die Voraussetzungen für die praktische Umsetzung der offshore Wasserstoffproduktion zu schaffen, indem wir die Themen Wasseraufbereitung, Wärmemanagement, Inselbetrieb und Grid-Forming, Wasserstofflogistik und Speicherung ganzheitlich betrachten.

Sicherheit, Zuverlässigkeit, Lebensdauer

Um eine breite Akzeptanz von Wasserstoff im maritimen Bereich zu verankern, muss die Betriebssicherheit bei der Speicherung, der Zuführung sowie der Nutzung von grünem Wasserstoff garantiert sein. Von der gesamten Infrastruktur dürfen keine Sicherheitsrisiken und Unfallgefahren ausgehen und eine lange Lebensdauer und hohe Zuverlässigkeit der Anlagen muss gewährleistet sein.

Die Sicherheit, Funktion, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Komponenten und Systemen werden stets durch H₂ spezifische Werkstoffschädigungen infolge mechanischer, thermischer, chemischer und elektromagnetischer Lasten im Betrieb begrenzt. Dem kann einerseits durch die Auswahl von qualifizierten Werkstoffen mit hoher H₂-Korrosionsresistenz, aber auch durch ein systematisches und geplantes Monitoring aller sicherheitsrelevanten Komponenten und Bauteile begegnet werden. Im Vordergrund stehen Fragen zur Werkstoffschädigung und Schädigungsdetektion durch den Einsatz maßgeschneiderter zerstörungsfreier Prüfmethode, zum Monitoring von Wasserstoff-führenden Komponenten, zur Erfassung von Zustands- und Prozessdaten, sowie der Modellierung und Simulation von Sicherheits- oder Zuverlässigkeitsszenarien. Dabei bezieht man sich bewusst auf die Sicherheit, Auslegung und Optimierung von Prozessen und Komponenten wie H₂-Antriebssystemen, Brennstoffzellen und Speichern. Es werden intelligente Sensorsysteme zur zerstörungsfreien Prüfung sowie Lebensdauermodelle und -methoden erarbeitet, die eine effektive ganzheitliche Systembewertung und -überwachung ermöglichen und das Systemverhalten bis auf die Werkstoffebene mittels digitaler Sensorik und Sensormaterialien bewerten. Dies sichert eine hohe Verfügbarkeit von Anlagen und Mobilitätsanwendungen.

Wasserstoffantriebe

Im Bereich der H₂ basierten Antriebe bietet Fraunhofer-Waterborne umfangreiches Know-how, spezialisierte Infrastruktur sowie eine breite Palette an Dienstleistungen an. Die analytische Entwicklung von Innovationen für H₂-Antriebe in der Schifffahrt sowie unterschiedlicher technologischer Alternativen im Bereich der Brennstoffzellen- und Internal Combustion Engine-Technologie bilden hier ein zentrales Themenfeld. Die FuE-Aktivitäten decken dabei auch Wasserstoffderivate wie Ammoniak und Methanol ab.



Zum Leistungsportfolio zählen Simulationen zur Evaluierung der Performance und der Emissionen von H₂-Verbrennungsmotoren sowie die Entwicklung und Auslegung von Brennverfahren und -komponenten. Hierfür stehen Einzylinder-Motoren und perspektivisch auch maritime Vollmotoren inkl. leistungsfähiger Messtechnik zur Verfügung. Auch die Durchführung von Packaging-Studien und energetische Bilanzierungen von Hauptantrieben und den zugehörigen Teilsystemen können durch Fraunhofer-Waterborne realisiert werden. Darüber hinaus bildet die simulative und betriebswirtschaftliche Bewertung von Szenarien gleichermaßen ein Tätigkeitsfeld wie die durch Simulationen begleitete Bewertung von H₂-Technologien bzgl. deren Auswirkungen auf die Umwelt. Ein weiteres Handlungsfeld stellt zudem die Umrüstung der Bestandsflotte auf wasserstoffbasierte Antriebslösungen durch geeignete Retrofitstrategien dar.

Marktanalyse und Politik

Fraunhofer-Waterborne bietet umfangreiche Kompetenzen und Aktivitäten in der Marktanalyse von maritimen H₂-Systemen und Technologien sowie die Analyse der Einsatzmöglichkeiten.

Die Transformation der maritimen Industrie hin zu einem nachhaltigen Sektor wird von der Gesellschaft und der Politik getrieben. Fraunhofer-Waterborne kann einen Überblick der deutschen, europäischen und weiteren nationalen Politikausrichtungen sowie einen Einblick in die Politik der IMO und der maritimen Forschung und Entwicklung zur Verfügung stellen. Beziehungen zu den Classification Societies ermöglichen eine detaillierte Kenntnis und Mitwirkung in der Regulierung von H₂-Systemen an Bord, beim Bunkern und in den Häfen. Sowohl durch gemeinsame Projekte als auch durch Beteiligung an Industrie-Netzwerken sowie der »Waterborne Technology Platform« und der »Maritimen Plattform e. V.« werden die Umsetzungen gefördert.

Fraunhofer-Waterborne bietet branchenführende Analysen der zukünftigen Märkte für alternative Kraftstoffe in der Schifffahrt und Binnenschifffahrt durch Computer Simulationen (u.a. das MATISSE-SHIP Modell). Szenarien der Industrieentwicklung werden durch Stakeholder-Prozesse und ihre Anwendung in kombinierten qualitativen und quantitativen Analysen gemeinsam mit der Industrie entwickelt. Die Treiber und Barrieren der Marktentwicklung werden identifiziert und für die Entwicklungen von Politikideen, sowohl für die Emissionsminderung als auch für die Innovationspolitik der Marktentwicklung, verwendet.

Die Markt- und Politikanalyse schließt die gesamte nachhaltige Lieferkette von H₂-und synthetischen Kraftstoffen ein. Die Analyse der bedarfsgerechten, dezentralen, modularen Lösung zur Produktion und Verteilung von grünem H₂ und die biologische H₂-Erzeugung sind ein Teil der Entwicklung von H₂-Systemen in der Schifffahrt und der Maritimen Industrie.

Kontakt

Dr. Jonathan Köhler
Fraunhofer-Waterborne
Tel. +49 721 6809-377
jonathan.koehler@
isi.fraunhofer.de

Christiane Kraas
Fraunhofer-Waterborne
Tel. +49 231 9743-371
christiane.kraas@
iml.fraunhofer.de

Fraunhofer ISI
Breslauer Str. 48
76139 Karlsruhe

Fraunhofer-Allianz Verkehr
Joseph-von-Fraunhofer Str. 2-4
44227 Dortmund

www.waterborne.fraunhofer.de