HyPolyTest

Advanced In-Situ Testing Methodologies for Polymeric Materials in High-Pressure Hydrogen Environments

Programm / Ausschreibung	FORPA, Forschungspartnerschaften NATS/Ö-Fonds, InDiss FZOE 2022	**Status**	laufend
Projektstart	01.04.2026	**Projektende**	31.03.2029
Zeitraum	2026 - 2029	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 109.783		
Keywords	Sustainability, Climate Neutral Energy, Green Hydrogen, Hydrogen Energy Infrastructure, Material-hydrogen Compatibility, Polymers, In-situ Characterization, Energy Efficiency		

Projektbeschreibung

Grüner Wasserstoff entwickelt sich zu einem wichtigen Vektor für die Speicherung und Verteilung sauberer Energie und treibt die weltweiten Bemühungen zur Reduzierung der CO2-Emissionen und zum Übergang zu klimaneutralen Volkswirtschaften voran. Allerdings hängt die sichere und effiziente Umsetzung von Wasserstoff (H_2) -Technologien entscheidend von der Zuverlässigkeit polymerer Werkstoffe ab, die in Hochdruckspeichern, Verteilern und Abdichtungssystemen eingesetzt werden. Bestehende Normen und Methoden zur Prüfung der Polymerverträglichkeit in H_2-Umgebungen sind begrenzt und stützen sich häufig auf ex-situ-Analysen, die reale Betriebsbedingungen nicht vollständig widerspiegeln. Dieses Projekt zielt darauf ab, diese Lücken zu schließen, indem neuartige in-situ-Prüfmethoden für Polymerkomponenten unter Hochdruck-H_2-Atmosphäre entwickelt werden. Zwei sich ergänzende Ansätze – auf Autoklavtests basierende Verfahren und sogenannte „Hohlproben-Konfigurationen“ – werden systematisch weiterentwickelt, um mechanische und bruchmechanische Eigenschaften unter nahezu realen Einsatzbedingungen zu erfassen. Der Autoklavansatz ermöglicht ganzheitliche Systemprüfungen in einer kontrollierten Hochdruckumgebung, während die Hohlprobenmethode ein ressourcenschonendes, flexibles Testen mit geringem H_2-Verbrauch erlaubt. Beide Strategien werden durch fortgeschrittene Modellierung und Simulation unterstützt, um die Probengeometrie zu optimieren und den Aufwand durch Trial-and-Error-Verfahren zu minimieren. Als erwartete Ergebnisse entstehen validierte Standards und Protokolle, ein vertieftes Verständnis des Materialabbauverhaltens sowie neue Konstruktionsrichtlinien für polymerbasierte H_2-Infrastrukturkomponenten.

Abstract

Green hydrogen is emerging as a key vector for clean energy storage and distribution, driving global efforts to reduce carbon emissions and transition to climate-neutral economies. However, the safe and efficient implementation of hydrogen (H_2) technologies critically depends on the reliability of polymeric materials used in high-pressure storage, distribution, and sealing applications. Existing standards and methods for testing polymer compatibility in H_2 environments are limited, often relying on ex-situ analyses that do not fully capture real-life conditions. This project aims to address these gaps by

developing novel in-situ testing methodologies for polymeric components subjected to high-pressure H_2 atmospheres. Two complementary approaches, autoclave-based tests and hollow-specimen configurations, will be systematically refined to measure mechanical and fracture-mechanical properties under near-service-level conditions. The autoclave approach captures full-system testing in a controlled, high-pressure enclosure, while the hollow-specimen technique enables resource-saving, flexible testing with minimized H_2 usage. Both strategies will be supported by advanced modeling and simulation to optimize specimen design and reduce trial-and-error iterations. The anticipated outcomes include validated standards and protocols, enhanced understanding of material degradation, and new design guidelines for polymeric H_2 infrastructure components.

Projektpartner

- SCIOFLEX Hydrogen GmbH