

## PRESSURE

Predictive Reliability and Evaluation of Sealing Systems for sustainable use in Renewable hydrogen Energy applications

|                                 |  |                        |            |
|---------------------------------|--|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | EW 24/26, EW 24/26, Energieforschung 2025 FTI - Fokusinitiativen   | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.01.2026   | <b>Projektende</b>     | 31.12.2028 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2026 - 2028  | <b>Projektlaufzeit</b> | 36 Monate  |
| <b>Projektförderung</b>         | € 411.110  |                        |            |
| <b>Keywords</b>                 | Erneuerbare Energien, Hochdruck-Wasserstoff, Wasserstoffspeicherung und -transport, Energieeffizienz, Dichtungen, elastomere Werkstoffe, In-situ-Prüfung, physikalische Alterung, Lebensdauer von Dichtungselementen |                        |            |

### Projektbeschreibung

Wasserstoffenergiesysteme hängen entscheidend von der Zuverlässigkeit elastomerer Dichtungskomponenten ab, jedoch führen derzeitige ex-situ-Testmethoden aufgrund von Restspannungen, Gasdesorption und Abbaueffekten zu inkonsistenten Ergebnissen. Das PRESSURE-Projekt adressiert diese Einschränkungen durch die Entwicklung einer neuartigen In-situ-Testmethode, die das physikalische Altern und den Materialabbau elastomerer Komponenten unter zyklischer Hochdruck-Wasserstoffexposition in Echtzeit erfasst.

Hierfür wird ein hochmodernes Autoklaven-Testsystem eingesetzt, das Drücke bis zu 40 MPa (mit zukünftiger Erweiterung auf 100 MPa) standhält und mit einem servo-hydraulischen Prüfstand ausgestattet ist. Das System integriert fortschrittliche Sensortechnologien, darunter Clip-on-Extensometer, Spektral- und Infrarotkameras sowie ein duales Lastzellensystem, um Phänomene wie Volumenausdehnung, Rissinitiierung und Spannungsverteilung direkt zu überwachen.

Die experimentellen Daten werden kontinuierlich in fortschrittliche rechnergestützte Modelle eingespeist, die mithilfe von Zeit-Temperatur-Superposition (TTS) und der neuartigen Zeit-Druck-Superposition (TPS) zuverlässige Wöhler-Kurven und prädiktive Lebensdauermodelle erstellen. Dieser integrierte Ansatz verspricht, die Sicherheit, Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit elastomerer Dichtungskomponenten erheblich zu verbessern – was zu einer geschätzten Reduktion von Wartungszyklen um 20–30 % sowie einer Verringerung unerwarteter Ausfälle um bis zu 50 % im Vergleich zu herkömmlichen Methoden führt.

Das Konsortium wird von der SCIOFLEX Hydrogen GmbH geleitet, einem Zentrum der Exzellenz in der Wasserstoffmaterialprüfung, und wird durch das Institut für Polymerproduktentwicklung (IPPE) an der Johannes Kepler Universität Linz unterstützt. Diese Kombination aus industrieller Expertise und akademischer Forschung gewährleistet die wissenschaftliche und technische Basis, die notwendig ist, um die Herausforderungen im Bereich der Hochdruck-Wasserstoffprüfungen zu meistern.

Mit einem besonderen Fokus auf Nachhaltigkeit und Klimaneutralität zielt das Projekt darauf ab, den Übergang zu einer dekarbonisierten Energiezukunft zu erleichtern, indem die Zuverlässigkeit und Effizienz von Wasserstoffsystemen verbessert

wird. PRESSURE ist somit darauf ausgerichtet, neue Standards in der Wasserstoffmaterialprüfung zu etablieren und signifikante technische, wirtschaftliche sowie ökologische Vorteile zu bieten, während zugleich die Position Österreichs als führender Standort für nachhaltige Energietechnologien gestärkt wird.

## **Abstract**

Hydrogen energy systems critically depend on the reliability of elastomeric sealing components, yet current ex-situ testing methods yield inconsistent results due to residual stresses, gas desorption, and degradation effects. The PRESSURE project addresses these limitations by developing a novel in-situ testing methodology that captures real-time physical aging and degradation of elastomeric materials under cyclic high-pressure hydrogen exposure. Utilizing a state-of-the-art autoclave test system, capable of operating at pressures up to 40 MPa and equipped with a servo-hydraulic test stand, the project integrates advanced sensor technologies, including clip-on extensometers, spectral and infrared cameras, and a dual load cell setup, to directly monitor phenomena such as volumetric expansion, crack initiation, and stress distribution.

Experimental data will be continuously fed into advanced computational models, employing Time-Temperature and the novel Time-Pressure Superposition techniques to generate reliable Wöhler curves and predictive lifetime models. This integrated approach promises to significantly enhance the safety, durability, and performance of elastomeric sealing components, reducing maintenance costs and operational failures in hydrogen systems by an estimated 20–30% and up to 50% reduction in unexpected failures compared to traditional methods.

The consortium is led by SCIOFLEX Hydrogen GmbH, a center of excellence in hydrogen materials testing, and supported by the Institute of Polymer Product Engineering (IPPE) at Johannes Kepler University Linz, ensuring a robust blend of industrial expertise and academic research. Emphasizing sustainability and climate neutrality, the project aims to facilitate the transition to a decarbonized energy future by improving hydrogen system reliability and efficiency. PRESSURE is poised to establish new standards in hydrogen material testing, offering significant technical, economic, and environmental benefits while bolstering Austria's position as a leader in sustainable energy technologies.

## **Projektkoordinator**

- SCIOFLEX Hydrogen GmbH

## **Projektpartner**

- Universität Linz