

LHYTAMAN

Liquid Hydrogen Tanksystem Demonstrator 4.0

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2021	Status	laufend
Projektstart	01.09.2022	Projektende	28.02.2026
Zeitraum	2022 - 2026	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	LH2 Tanksystem Flüssig Wasserstoff Digitaler Zwilling Industrie 4.0		

Projektbeschreibung

LHYTAMAN - Liquid Hydrogen Tank Management 4.0

In der Luftfahrt zeichnet sich die Verwendung von Flüssig-Wasserstoff (Liquid Hydrogen LH2) als zukünftiger, nachhaltiger Energieträger ab. Flugzeughersteller sowie Zulieferer von Komponenten intensivieren aktuell ihre Forschungstätigkeiten auf diesem Gebiet. Da die Speicherung von LH2 externe Komponenten und Regelungssysteme benötigt, wird hier von einem „Tank-System“ gesprochen. Ein Drucktank um den Wasserstoff gasförmig zu speichern, ist in der Luftfahrt aus Gründen der Energiedichte und des Gewichts nicht sinnvoll. Weder im Automotive-Bereich noch in der Luftfahrt gibt es echte Erfahrungen mit LH2 auf die man aufbauen könnte. Flüssig-Wasserstoff wird aktuell in keinem Serienfahrzeug verwendet und kommt lediglich in der Raumfahrt zur Anwendung.

TEST-FUCHS hat bereits seit 20 Jahren LH2 Komponenten im kryogenen (tiefkalten) Bereich im Portfolio und ebenso lange Erfahrung in der Entwicklung von Luftfahrt Komponenten. Die Firma SAG entwickelt Tanksysteme im LKW-Bereich basierend auf LN2 und forscht bereits an LH2. Beide Kompetenzen ergänzen sich perfekt für die Entwicklung eines Flüssig-Wasserstoff Tanksystems. Aktuell fehlen noch konkrete spezifizierte Anforderungen an ein LH2-Tanksystem für eine Endanwendung. Daher muss in einem Zwischenschritt durch einem Demonstrator sowohl die Machbarkeit, aber auch die Möglichkeiten und Probleme aufgezeigt werden. Dieser Tanksystem-Demonstrator soll anschließend zur weiteren Vermarktung, sowie für Tests und zur weiteren Forschung im Labor verwendet werden können.

Moderne Luftfahrt-Systeme haben hohe Ansprüche an Funktionskontrolle und Betriebssicherheit. Daher sollen für den Demonstrator von Beginn an konzeptionell intelligente Komponenten (z.B. Tank, Ventile) entwickelt und eingesetzt werden. Die dafür notwendige Sensorik und Intelligenz soll inhärenter Bestandteil des Gesamtsystems sein und die erzeugten Daten über ein Gateway in eine Cloud übertragen werden. Die Daten bilden die Grundlagen zum Echtzeit Digitalen Zwilling des gesamten Tanksystems. Aufbauend auf diesen, sollen Applikationen Auswertungen durchführen und Informationen bereitstellen um das Verhalten im laufenden Betrieb zu analysieren und zu verbessern. Die Testmöglichkeit ist somit im Demonstrator bereits integriert.

Abstract

LHYTAMAN - Liquid Hydrogen Tank Management 4.0

In aviation, the use of liquid hydrogen (LH2) will be the future sustainable energy source. All European aircraft manufacturers and suppliers are starting research activities in this field. Since the storage of LH2 requires some external components, this is also referred to as "tank system". A high pressure gas-tank is not practical for aviation due to weight and energy-density. Neither in the automotive sector nor in aviation is much experience with LH2 existent. There is practically no series vehicle that uses liquid hydrogen, with the exception of aerospace. TEST-FUCHS has been using LH2 components in cryogenic applications for about 20 years. In addition, the company has just as much experience in the development of aerospace components. SAG already has experience with LN2 and researches already on an LH2 tank system developments in the truck sector. These two competences complement each other ideally for the development of a liquid-hydrogen tank system. However, today there are no clear specific requirements for the development of such a system for a future aircraft. Therefore, in an intermediate step, a test object should already be available to show the possibilities but also the problems. A tank system demonstrator shall be developed that can be used for tests and research in the laboratory. Modern aviation systems have a high demand for function control and operational safety. Therefore, conceptually intelligent components (e.g. tank, valves) are to be developed for the demonstrator right from the start. These should contain all the necessary sensors and intelligence so that the component, and in sum the entire system, can manage itself. The data generated by the intelligent components will be transferred to a cloud via a gateway. This data is the basis for feeding a real-time digital twin of the entire tank system. Software applications that use the interface to the digital twin should evaluate the data and provide information to analyse and improve the behaviour during operation. The test option is already integrated part of the demonstrator.

Endberichtkurzfassung

Im Projekt LHYTAMAN wurde ein innovativer Demonstrator für Flüssigwasserstoff-Tanksysteme entwickelt und erfolgreich in Betrieb genommen. Ziel war es, zentrale Technologien für den zukünftigen Einsatz von klimaneutralen Wasserstoffantrieben in der Luftfahrt zu erforschen und zu validieren.

Ein wesentliches Ergebnis des Projekts ist die Realisierung eines mobilen, modular aufgebauten LH2-Tank-Demonstrators, der umfassende experimentelle Untersuchungen unter realitätsnahen Bedingungen ermöglicht. Das System integriert Tank, Steuerung, Mess- und Regeltechnik sowie eine benutzerfreundliche Bedienoberfläche und wurde erfolgreich mit kryogenen Medien betrieben.

Darüber hinaus wurde mit „CryoSense“ ein neuartiges Sensorsystem zur Messung von Druck, Temperatur und insbesondere Massenfluss bei extrem tiefen Temperaturen entwickelt. Die Kombination aus Simulation, Hardwareentwicklung und praktischen Testläufen zeigte die grundsätzliche Eignung des thermischen Messprinzips für kryogene Anwendungen und liefert wertvolle Ansätze für zukünftige Optimierungen.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Entwicklung und Erprobung zentraler Wasserstoffkomponenten. Hierbei konnte unter anderem ein kryogenes Absperrventil erfolgreich konzipiert, gefertigt und getestet werden. Parallel dazu wurden wichtige Erkenntnisse hinsichtlich Materialverhalten und Dichtheit unter Wasserstoffbedingungen gewonnen.

Im Bereich der Digitalisierung wurde ein hochgenauer digitaler Zwilling des Tanksystems entwickelt. Dieser bildet das physikalische Verhalten des Systems zuverlässig ab und ermöglicht detaillierte Simulationen von Betriebszuständen. Ergänzend wurden KI-basierte virtuelle Sensoren implementiert, die eine Reduktion physischer Sensorik sowie neue Ansätze für Monitoring und Zustandsüberwachung eröffnen.

Die im Projekt erzielten Ergebnisse leisten einen wesentlichen Beitrag zur technologischen Weiterentwicklung von LH2-Systemen und stärken die Grundlage für deren zukünftigen Einsatz in der klimaneutralen Luftfahrt. Gleichzeitig liefert das Projekt wichtige Erkenntnisse für Industrie und Forschung, insbesondere in den Bereichen kryogene Messtechnik, Systemintegration und digitale Modellierung.

Projektkoordinator

- TEST-FUCHS GmbH

Projektpartner

- FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH
- Silicon Austria Labs GmbH
- Dr. Ryll Lab GmbH
- SAG New Technologies GmbH
- TEST-FUCHS Aerospace Systems GmbH