

# Körperschall-Monitoring von Flüssigwasserstoffspeichern

## Kurzbeschreibung

Projektziel ist die Entwicklung des äußeren, echtzeitbasierten Monitorings des inneren Strukturzustandes von kryogenen Wasserstoffspeichern aus Faserverbundkunststoffen. Basis bildet die Analyse von Körperschallsignalen, die während Schädigungsprozessen emittiert werden. Als Projektergebnis liegt eine nicht-invasiv und ohne Vakuumintegritätsbeeinträchtigung arbeitende Überwachung für den Kontakt mit Flüssigwasserstoff vor. Die innere Bauteilintegration und der Bedarf von Körperschallsensoren für den Einsatz unter kryogenen Bedingungen wird vermieden.

## Motivation

Wasserstoff wird als einer der zentralen Bausteine für eine nachhaltige Energieversorgung der Zukunft betrachtet. Eine Schlüsselrolle spielt dabei der Mobilitätsbereich. Zum einen wird Wasserstoff als ein von klima- und umweltschädlichen Emissionen freier Energieträger eingesetzt (keine Kohlenstoff- und Stickstoffoxide). Zum anderen wird gespeicherte Energie transportiert. Jedoch ist die volumetrische Energiedichte in Drucktanks (5 MJ/L bei 700 bar) gegenüber gängigen Treibstoffen (z. B. Diesel 40 MJ/L) nachteilig. Somit sind die Verflüssigung unter kryogenen Bedingungen (9 MJ/L bei 20 K) und der Leichtbau für einen effizienten Einsatz notwendig.

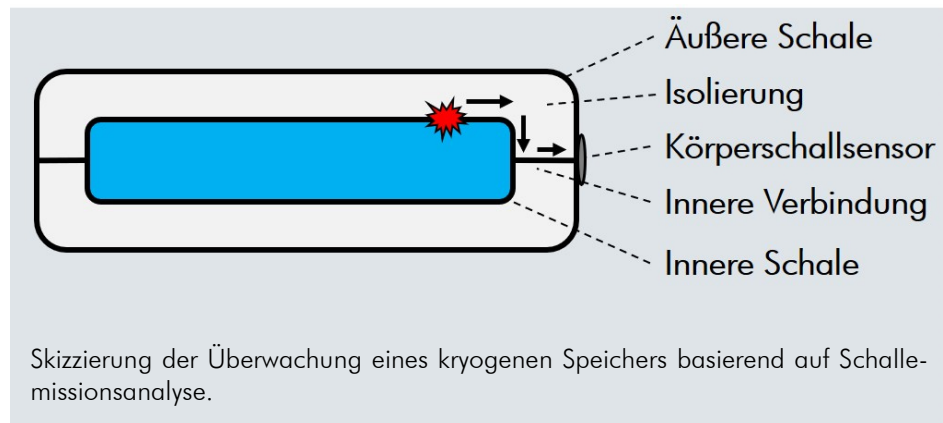
Die kryogenen Speicher bestehen aus einer doppelwandigen Struktur, getrennt durch eine Vakuum-Isolierschicht. Für die Aufgabe als Wandmaterial sind Faserverbundkunststoffe hervorragend geeignet aufgrund ihrer einzigartigen mechanischen Eigenschaften. Jedoch sind die Verbundmaterialien infolge thermischer Beanspruchungen anfällig für Materialermüdungen (z. B. Mikrorissausbildung, Risswachstum). Für einen sicheren und wirtschaftlichen Einsatz muss daher der Strukturzustand zu jedem Zeitpunkt bekannt sein. Dies hindert den Einsatz von Faserverbundkunststoffen. Dabei bestehen für die praxistaugliche Etablierung einer Strukturzustandsüberwachung verschiedene Herausforderungen, gegeben durch die kryogenen Bedingungen und Vakuumisolierung: geeignete Sensoren und Positionierung, Durchführungen für Signal- und Datenübertragung, Zugang zu Sensoren für Reparaturarbeiten und deren Austausch, fachliche Anforderungen an Fertigungs- und Wartungspersonal oder Integrierbarkeit in den Fertigungsprozess.

## Ansatz

Zur kontinuierlichen Strukturzustandsüberwachung der Innenwand wird die Schallemissionsanalyse mit an der Speicheraußenhaut applizierten Körperschallsensoren entwickelt. Dabei wird genutzt, dass während der Entstehung von Schädigungen charakteristische Körperschallwellen emittiert werden, die sich über die Struktur ausbreiten. Dies erlaubt die Vermeidung unterschiedlicher messtechnischer als auch fertigungstechnischer Hausforderungen (keine kryogenen Speziialsensoren, keine innere Bauteilintegration, keine zusätzlichen Durchführungen, keine zusätzlichen Anforderungen an den Fertigungsprozess) sowie Anforderungen für den späteren Betriebseinsatz (leichter

Zugang zu defekten Sensoren, kein speziell geschultes Personal für Reparatur und Austauscharbeiten).

Die Entwicklungsarbeiten erfolgen unter dem Einsatz kryogener Prüfanlagen zur wohldefinierten thermischen und mechanischen Materialbelastung. Die Schadeninduzierungen reichen bis zu Flüssigwasserstoffbedingungen. Die Anlagegegebenheiten werden zur Nachbildung der Signalübertragung genutzt. Von Schädigungsereignissen stammende Transiente werden in störbehafteten Umgebungen erkannt und spezifische Signaleigenschaften ermittelt. Mit Hilfe bildgebender Befundungen und Methoden der künstlichen Intelligenz werden die Charakteristika mit einzelnen Schadensklassen korreliert.



#### Ansprechpartner

Dr. Björn Maack · Telefon: +49 (0)421 218 59661 · maack@faserinstitut.de

#### Förderer

Das Forschungsprojekt 49VF220025 wird im Rahmen der „FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen – Innovationskonzept“ INNO-KOM Modul „Vorlauftorschung“ gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

#### Faserinstitut Bremen e. V.

Das Faserinstitut Bremen e.V. nimmt Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf den Gebieten der Prüfung, Weiterentwicklung und Verarbeitung von Fasern, textilen Halbzeugen und Faserverbundwerkstoffen wahr. Das Kompetenzfeld **Messsysteme und Monitoring** beschäftigt sich mit der Entwicklung von Messsystemen zur Qualitätssicherung von Gewebhalbzeugen bis hin zum finalen Produkt Faserverbundkunststoff. Zusätzlich werden Methoden entwickelt um das Materialverhalten besser verstehen zu können.

Faserinstitut Bremen e.V. · Am Biologischen Garten 2 (IW3) · 28359 Bremen · Germany · Telefon +49 (0)421 218 587 00 · Fax +49 (0)421 218 587 10 · www.faserinstitut.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages