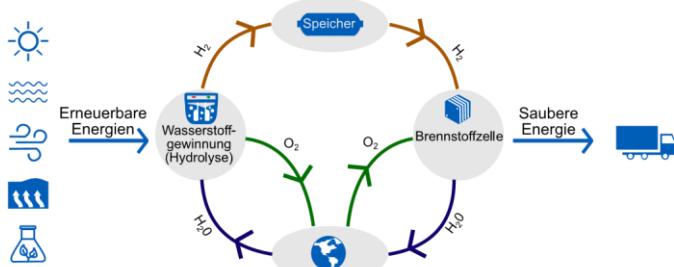


Auslegung und Entwicklung der Fertigungstechnologie eines Wasserstoffgasdruckbehälters für kryogenen Anwendungen

Motivation

In Deutschland konnten im Jahr 2020 ca. 20 % der Treibhausgasemissionen dem Verkehr zugeordnet werden. Um den festgelegten Zielen des Pariser Klimaabkommens gerecht zu werden, ist eine drastische Dekarbonisierung notwendig, die den Wandel des Nutzfahrzeugsektors hin zu emissionsfreien Antrieben einschließt.

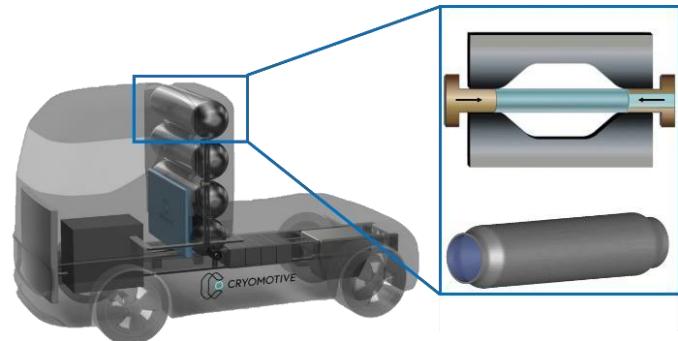


Hierzu wird die Umsetzung einer kryogenen Speicher- und Betankungstechnologie im Verkehrssektor zum Betreiben von Brennstoffzellen-LKWs weiter vorangetrieben. Eine anforderungsgerechte Auslegung und Fertigung der benötigten Komponenten ist in diesem Zusammenhang unerlässlich. Dies schließt auch den mobilen Wasserstoffgasdrucktank ein, dabei handelt es sich um einen Aluminiumliner, dessen Außenhaut vollständig mit carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) umwickelt ist. Als besondere Herausforderungen des Forschungsvorhabens erweisen sich zum einen die umformtechnische Realisierung der geforderten Drucktankvolumina und zum anderen die Auswirkungen der thermo-mechanischen Belastungen auf die verwendeten Werkstoffe (Aluminiumlegierung/CFK) sowie deren Interaktion insbesondere in Hinblick auf die kryogenen Temperaturbedingungen.

Lösungsansatz

Ein erstes Hauptziel dieses Forschungsvorhabens ist zunächst die Qualifizierung einer umformtechnischen

Prozessroute, die es ermöglicht, die geforderten großvolumigen Wasserstoffgasdruckbehälter aus Aluminium herzustellen. Hierbei sind verschiedene Fertigungsprozesse denkbar, wie z.B. das Abstreckgleitziehen, das Napfrückwärtsfließpressen und das (Hot-) Metal Spinning sowie Kombinationen dieser Verfahren. Ein weiteres vielversprechendes Verfahren zur Herstellung der geforderten Liner-Dimensionen ist das Innenhochdruckumformen von nahtlosen Rohren als Halbzeug.



Da es sich bei dem Wasserstoffgasdruckbehälter um ein sicherheitsrelevantes Bauteil handelt, muss ein Versagen unter den vorgegebenen Nutzungsbedingungen unbedingt ausgeschlossen werden. Dies stellt besondere Herausforderungen an die Werkstoffe, die Drücken von bis zu 450 bar und Temperaturen zwischen -150 °C und -230 °C standhalten müssen. Um eine anwendungsgerechte Materialauswahl treffen zu können, steht daher der Aufbau eines kryogenen Materialprüfstands zur Ermittlung relevanter Materialparameter ebenfalls im Fokus des Forschungsprojekts.

Begleitend sollen darüber hinaus Finite Elemente-Modelle erstellt werden, die einerseits der Prozessauslegung dienen und anderseits die auf den Typ III-Zylinder unter Nutzung einwirkenden thermischen und mechanischen Belastungen abbilden.