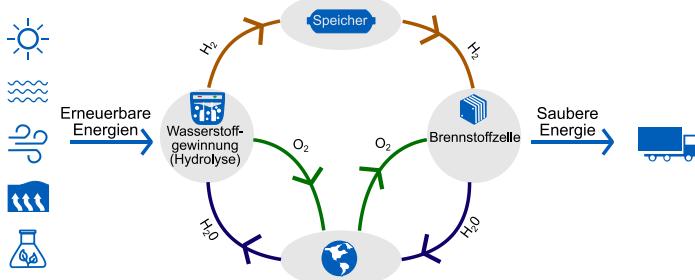


Auslegung und Entwicklung der Fertigungstechnologie eines Wasserstoffgasdruckbehälters für kryogenen Anwendungen

Motivation

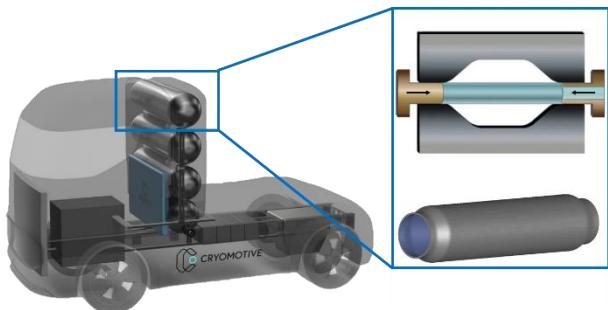
In Deutschland konnten im Jahr 2020 ca. 20 % der Treibhausgasemissionen dem Verkehr zu geordnet werden. Um den festgelegten Zielen des Pariser Klimaabkommens gerecht zu werden, ist eine drastische Dekarbonisierung notwendig, die den Wandel des Nutzfahrzeugsektors hin zu emissionsfreien Antrieben einschließt.



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 Ziel dieses Forschungsvorhabens ist zunächst die Qualifizierung einer umformtechnischen Prozessroute, die es ermöglicht, die geforderten großvolumigen Wasserstoffgasdruckbehälter aus Aluminium herzustellen. Hierbei stehen verschiedene Fertigungsprozesse, wie z.B. das Abstreckgleitziehen, das Napfrückwärtsfließpressen und das (Heiß-) Spinnen sowie Kombinationen dieser Verfahren zur Auswahl. Ein weiteres im Zusammenhang mit der Liner-Dimensionierung vielversprechendes Verfahren ist das Innenhochdruckumformen mit 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 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.