

Grüner Wasserstoff und daraus hergestellte Derivate werden in der Zukunft eine bedeutende Rolle als Kraftstoff und Energieträger für Mobilitätsanwendungen, der Grundstoffindustrie sowie für die Wärmeerzeugung zukommen. Die Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff sind wesentliche Elemente, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren und einen Beitrag zu Begrenzung der Erderwärmung zu leisten. Dieses ist in der nationalen Wasserstoffstrategie festgeschrieben, und die norddeutschen Bundesländer haben sich dazu abgestimmt, in Hamburg, Bremen und Stade Forschungs- und Entwicklungsbeiträge entsprechend ihrer Kompetenzen zu liefern.

Im Land Bremen werden in Bremerhaven die Erzeugung von grünem Wasserstoff mit Off-Shore-Windenergieanlagen und die Nutzung in der Schifffahrt untersucht. In Bremen selbst wird an den Materialien und der Prozesstechnik geforscht, um kryogenen Wasserstoff (LH<sub>2</sub>) in Tanks zu speichern. An diesen Forschungen sind der Bremer Airbus-Standort beteiligt und ArianeGroup, die in Bremen die Verantwortung für die Entwicklung und den Bau der Oberstufe der Ariane 6 besitzt. Eine Reihe von wissenschaftlichen Einrichtungen aus Bremen unterstützen diese Vorhaben. Das Fraunhofer-Institut IFAM liefert Beiträge zur Oberflächentechnik und dem Kleben. Das Leibniz-Institut IWT unterstützt die Materialentwicklung und -qualifizierung für metallische Werkstoffe und das Bremer Institut für angewandte Strahltechnik BIAS wird das Schweißen von metallischen Tankkomponenten untersuchen. Das DLR-Institut für Raumfahrtsysteme erforscht das Handling von Flüssigwasserstoff in Tanks und Rohrleitungen.

Die Aufgabe von Faserinstitut Bremen ist, die materialwissenschaftlichen Grundlagen zu entwickeln, um die Tank-Systeme für LH<sub>2</sub> aus Aluminium perspektivisch durch CFK zu substituieren. Die Entwicklung und Fertigung der Tank-Komponenten aus CFK soll dann unter Federführung des CTC Stade in Stade erfolgen, einem führenden Entwicklungszentrum für die Industrialisierung von CFK.

CFK ist ein besonders interessanter Werkstoff für den Leichtbau, da er eine hervorragende gewichtsspezifische Steifigkeit und Festigkeit besitzt. Weiterhin kann der Werkstoff „konstruiert“ werden, wobei besonders die Anisotropie genutzt werden kann. Die Nutzung der Anisotropie ist gerade beim Design von Tanks aufgrund des Spannungszustands im zylindrischen Teil interessant.

Um eine hohe energetische Dichte zu erreichen arbeiten die Raumfahrt und die Luftfahrt mit kryogenem Wasserstoff. Durch den vergleichsweise niedrigen Innendruck von ca. 10 bar (gegenüber 700 bar bei Drucktanks) kann die Wanddicke des Tanks und folglich das Gewichts des Tanks selbst niedrig bleiben. Allerdings führen die sehr niedrigen Temperaturen und die Abkühlung in Kombination mit den mechanischen Lasten zu erheblichen Herausforderungen. Konstruktiv sind die Isolierung, ein System zum Thermalmanagement, neue Dichtungen und die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten verschiedener Werkstoff zu beherrschen. Im Verbundwerkstoff selbst führen die thermisch und mechanisch induzierten Spannungen zur Bildung von Mikrorissen in der Kunststoff-Matrix, die schließlich die Wandung des Tanks für Wasserstoff durchlässig machen. Das Verhalten ist aktuell besonders für Flugzeugtanks ein KO-Kriterium, da die Lebensdauer 20 Jahre und mehr beträgt.

Der Mechanismus der Entstehung von transversalen Mikrorissen ist grundsätzlich erklärt, nachdem in Amerika die Entwicklung eines Tanks für einen Nachfolger des Space-Shuttles gescheitert war. Grundsätzlich lassen sich aus der Analyse auch Strategien ableiten, wie das CFK bzw. der Laminataufbau verbessert werden muss. Erste Testmaterialien werden aktuell dazu von den Carbonfaser-Herstellern erzeugt und werden in Kürze für die Untersuchung zur Verfügung stehen. Auch könnten verbesserte Kunststoffe in der Zukunft zur Lösung der Probleme beitragen.

Eine Untersuchung dieser Materialien wird ab September am Faserinstitut Bremen starten. Faserinstitut Bremen hat dazu bei ZwickRoell und einem Hersteller für tiefkalte Systeme mehrere Prüfanlagen beauftragt. Eine quasistatische Zugprüfmaschine in Flüssigstickstoff ist zwischenzeitlich in Betrieb für Voruntersuchungen und ein Materialscreening für Airbus und ArianeGroup. Ende Oktober werden eine dynamische und eine quasistatische Zugprüfmaschine geliefert, um Versuche in LH<sub>2</sub> durchzuführen. Anfang 2023 wird schließlich eine Anlage in Betrieb gehen, mit der die Mikroriss-Ausbreitung bzw. die resultierende Permeation des Gases durch die CFK-Tankwand analysiert werden wird, während sie zyklisch belastet wird. für die Untersuchungen selbst stehen Mittel aus dem Luftfahrtforschungsprogramm bzw. der nationalen Raumfahrtforschung zur Verfügung. Die Finanzierung der Prüfeinrichtungen erfolgt mit Mitteln des Bundes und des Landes Bremen