



# Maritime Wasserstoffanwender und ihr Anteil am H<sub>2</sub>-Bedarf Deutschlands

Eine Studie im Auftrag des Deutschen Maritimen Zentrums

Eine Studie im Auftrag des



**Deutsches Maritimes Zentrum e.V.**

Hermann-Blohm-Str. 3 | 20457 Hamburg | [www.dmz-maritim.de](http://www.dmz-maritim.de)

Datum:

August 2023

Autoren:

Martin Zerta (LBST)

Dr. Leo Diehl (LBST)

Hubert Landinger (LBST)

Johannes Moll (LBST)

Peter Klemm (IfS)

Gunter Sattler (IfS)

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST)  
Daimlerstr. 15 | 85521 Ottobrunn | [www.LBST.de](http://www.LBST.de)

Ingenieurbüro für Schiffstechnik – Beratende Ingenieure  
Bahnhofstr.15 | 21481 Lauenburg/Elbe

Haftungsausschluss

Der Mitarbeiterstab der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH und des Ingenieurbüros für Schiffstechnik haben diesen Bericht erstellt.

Die Sichtweisen und Schlüsse, die in diesem Bericht ausgedrückt werden, sind jene der Mitarbeitenden der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH sowie der beteiligten Partner. Alle Angaben und Daten sind sorgfältig recherchiert. Allerdings gibt weder die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH noch irgendeiner ihrer Mitarbeitenden oder Unterauftragnehmer irgendeine ausdrückliche oder implizierte Garantie oder übernimmt irgendeine rechtliche oder sonstige Verantwortung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Nutzbarkeit irgendeiner Information, eines Produktes oder eines enthaltenen Prozesses.

## KURZZUSAMMENFASSUNG

### Hintergrund und Motivation

In dieser Studie wird im Auftrag des Deutschen Maritimen Zentrums (DMZ)<sup>1</sup> die mögliche und zukünftige Rolle des grünen Wasserstoffs und seiner Derivate (z. B. Methanol, Ammoniak) in den maritimen Teilbranchen Schifffahrt, Häfen, Schiffbau und Zulieferer sowie Meerestechnik untersucht. Neben möglichen Bedarfen werden auch Synergien mit anderen Sektoren aufgezeigt und Empfehlungen abgeleitet.

Es bedarf eines gemeinsamen Verständnisses über die möglichen Lösungsansätze, der potenziellen Wasserstoffbedarfe und der relevanten Anwendungen innerhalb der maritimen Teilbranchen.

Die maritime Branche steht – wie die gesamte Gesellschaft – unter Druck, Konzepte und Strategien zur Dekarbonisierung zu entwickeln und aufzuzeigen. Insbesondere erneuerbare Wasserstoffanwendungen (und die seiner Derivate) bieten dazu einen vielversprechenden Pfad zur erfolgreichen Emissionsreduzierung.

Mithilfe robuster Abschätzungen möglicher Technologieentwicklungen, spezifischer Entwicklungsszenarien bis zum Jahr 2045, Experteninterviews und Literaturlauswertungen wird im Rahmen dieser Studie eine erste Grundlage für die weitere Strategie-, Konzept- und Umsetzungsplanung für die maritime Branche geschaffen.

### Vorgehen und Aufbau dieser Studie

Die Studie beleuchtet Perspektiven für die kurz- (bis 2025), mittel- (bis 2030) und langfristige (bis 2045) Anwendung von erneuerbarem Wasserstoff (und seiner Derivate). Grundsätzlich werden dabei unterschiedliche erneuerbare Kraftstoffe, die aus grünem Strom (e-) erzeugt werden, berücksichtigt:

- Druckwasserstoff (e-CGH<sub>2</sub>) mit 35 bis 70 MPa
- Ammoniak (e-NH<sub>3</sub>)
- Flüssigwasserstoff (e-LH<sub>2</sub>)
- Flüssigerdgas (e-LNG)
- Methanol (e-MeOH)
- Diesel (e-Diesel)

Die vorliegende Arbeit ist durch alle Kapitel so strukturiert, dass jederzeit zwischen den verschiedenen Teilbranchen differenziert werden kann.

Kapitel zur Schifffahrt umfassen dabei sowohl die Binnen- als auch die Seeschifffahrt, jedoch nicht Fischerei und militärische Seefahrt. Als wesentliche Datengrundlage dienen die Statistiken des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)<sup>2</sup> sowie der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Siehe: [www.dmz-maritim.de](http://www.dmz-maritim.de), zuletzt abgerufen am 14.07.2023.

<sup>2</sup> Siehe: [www.bsh.de](http://www.bsh.de), zuletzt abgerufen am 14.7.2023.

<sup>3</sup> Siehe: [www.gdws.wsv.bund.de](http://www.gdws.wsv.bund.de), zuletzt abgerufen am 14.7.2023.

Die deutsche Handelsflotte agiert international und bunkert nicht ausschließlich in Deutschland. Daher ermittelt diese Studie nicht allein die Wasserstoffnachfrage in Deutschland (die auch durch internationale Reeder entsteht), sondern betrachtet und diskutiert zudem die prognostizierte durch deutsche Reeder entstehende internationale Nachfrage.

Kapitel zu Häfen umfassen sowohl Binnen- als auch Seehäfen. In der Untersuchung werden die Terminals als auch die umliegende Infrastruktur, jedoch keine ansässige Industrie einbezogen.

Kapitel zum Schiffbau und seiner Zulieferindustrie betrachten prinzipiell alle Arten von Werften in Deutschland. Die Zulieferindustrie wird ohne Dienstleister und im Wesentlichen als die Betriebe aus Stahlerzeugung, Metallverarbeitung und Maschinenbau betrachtet.

Die Kapitel zur Meerestechnik betrachten eine sehr heterogene Verbrauchsstruktur und erfassen aufgrund der (noch relativ) kleinen Offshore-Industrie in Deutschland hauptsächlich Kleinanwendungen und Unterseetechnik. Auch hier sind Aquakultur und Fischerei ausgeschlossen.

Um mögliche Wasserstoffanwendungen zu identifizieren und schließlich zu quantifizieren, wurde zunächst im **Kapitel 1** für alle Teilbranchen analysiert, welche energieverbrauchenden Prozesse vorliegen und ob und wie Wasserstofflösungen diese abdecken können.

Im **Kapitel 2** wurde die technische Reife jeweils eingeordnet (Technology Readiness Level – TRL) und eine perspektivische Umsetzbarkeit entwickelt.

Im **Kapitel 3** wurden über die jeweilig robusteste Datenbasis sowie die technischen Einschätzungen Methoden zur Hochrechnung sowie spezifische Szenarien für die Wasserstoffanwendungen in den maritimen Teilbranchen entwickelt.

Schließlich erfolgten mit **Kapitel 4** eine Hochrechnung des potenziellen Wasserstoffbedarfs bzw. der Derivate je Teilbranche und eine erste Einordnung der Ergebnisse.

**Kapitel 5** fasst die Ergebnisse und wesentlichen Erkenntnisse zusammen und leitet Schlussfolgerungen bzw. Empfehlungen für die jeweilige maritime Teilbranche ab.

## Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse und Empfehlungen

Für die gesamte maritime Branche wird langfristig ein jährlicher Bedarf von über > 119 TWh (> 3,5 Mio. Tonnen) Wasserstoff bzw. Derivate erwartet (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1). Entsprechend der aktuellen Verteilung des Energiebedarfs dominiert die Schifffahrt mit ca. 95 % Anteil und dabei die internationale Seeschifffahrt im Speziellen. Sie erreicht allein etwa 114 TWh (3,4 Mio. Tonnen) pro Jahr. Wobei der Großteil des Bedarfs erst langfristig zu erwarten ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieser Bedarf durch die Handelsflotte weltweit erzeugt wird. Einschätzungen des Nationalen Wasserstoffrats lagen für die Teilbranche Schifffahrt mit bis 0,08 Mio. Tonnen (bis zum Jahr 2030) und langfristig (2040–2050) ca. 0,25 Mio. Tonnen pro Jahr deutlich darunter, betrachteten jedoch nicht die vollständige deutsche Handelsflotte, sondern nur die prognostizierten Bedarfe der deutschen Schiffe in deutschen Häfen.

Die Binnen- und Küstenschifffahrt erzeugt einen Bedarf zwischen 1 und 3,8 TWh (30.000 bis 115.000 Tonnen) Wasserstoff pro Jahr, wobei die große Bandbreite auf die Unsicherheiten bei der Umsetzung von batterie- gegenüber wasserstoffelektrischen Antrieben zurückzuführen ist.

Häfen werden in Deutschland, falls ihre Stromversorgung teilweise durch Wasserstoff gedeckt werden kann, einen Wasserstoffbedarf von bis zu 1,3 TWh/a (40.000 Tonnen) haben. Bei Umsetzung vornehmlich im Bereich der Hafenumschlaggeräte liegt der Bedarf bei deutlich geringeren ca. 0,16 TWh (5.000 Tonnen pro Jahr).

Durch Schiffbau und Zulieferindustrie wird ein Bedarf von zwischen 0,26 und 0,4 TWh (8.000 bis 12.000 Tonnen) Wasserstoff pro Jahr entstehen.

Mittelfristig, bis um 2030, sind die Vorhersagen mit großen Unsicherheiten behaftet, eine aktive Einführung von Wasserstofftechnologien ist vor allem in den Bereichen Häfen und Binnenschifffahrt wahrscheinlich, wohingegen insbesondere in der Seeschifffahrt mit einem größeren Hochlauf erst nach 2030 zu rechnen ist.

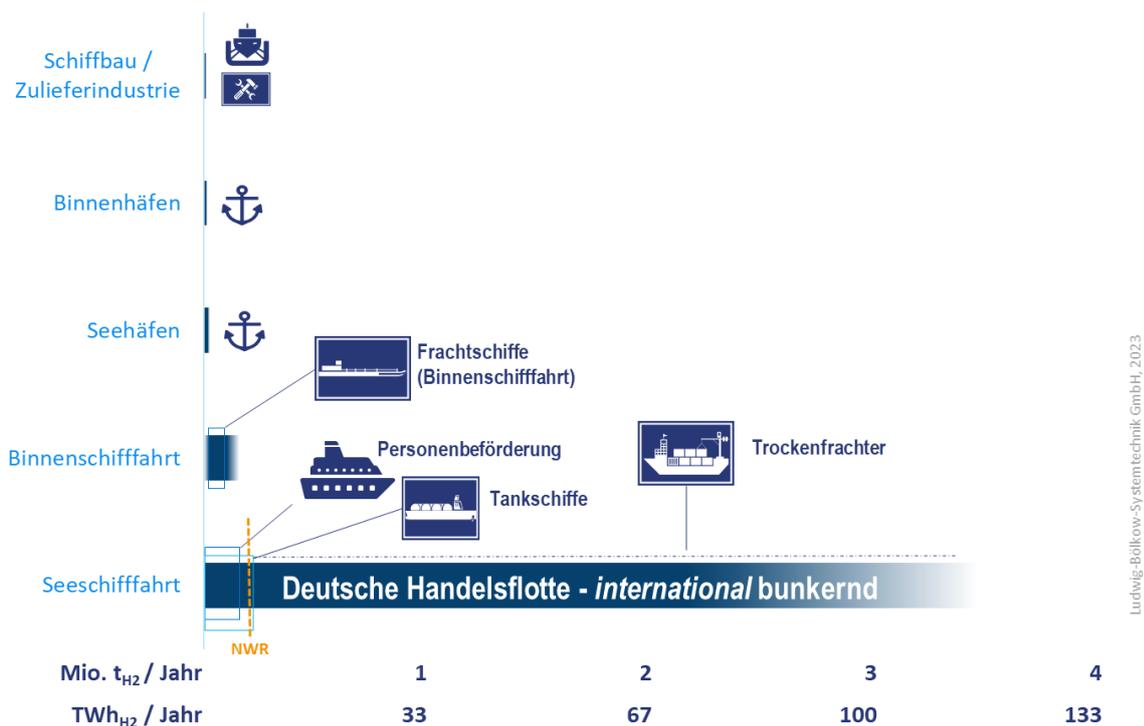


Abbildung 1: Zusammenfassung der abgeschätzten H<sub>2</sub>-Bedarfe bzw. seiner Derivate der maritimen Teilbranchen bis 2045

Tabelle 1: Mögliche Wasserstoffbedarfe der maritimen Teilbranchen

Teilbranche	H <sub>2</sub> -Bedarf in TWh pro Jahr	H <sub>2</sub> -Bedarf in Mio. Tonnen pro Jahr
Seeschifffahrt	114	3,4
Binnenschifffahrt	3,8	0,12
Seehäfen	0,8	0,03
Binnenhäfen	0,5	0,02
Schiffbau und Zulieferer	0,4	0,01
Meerestechnik	~0	~0
<b>Gesamt</b>	<b>119,5</b>	<b>3,58</b>

## Die deutsche maritime Industrie und deutsche Handelsflotte können den weltweiten Standard für erneuerbare Kraftstoffe und globalen Klimaschutz voranbringen

Die deutsche Handelsflotte besteht aus ca. 1.700 Seeschiffen; vorwiegend Containerschiffe, Stückgutfrachter, Mehrzweckfrachter und Mineralöltanker. Aufgrund ihrer weiten, interkontinentalen Fahrtrouten stellen sie ein großes Potenzial für den Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe und damit zur Erlangung der Dekarbonisierung der Branche dar. Trockenfrachter fahren vor allem auf internationalen Routen und benötigen daher eine weltweite Infrastruktur. Mit einem Bedarf von über 100 TWh/a (3 Mio. Tonnen) Wasserstoff (bzw. seiner Derivate) bildet dieses Segment einen zentralen Hebel für die Nutzung von erneuerbarem Kraftstoff. International navigierende Tankschiffe haben einen potenziellen jährlichen Bedarf von ca. 7,7 TWh (230.000 Tonnen) Wasserstoff.

Keine andere Anwendung (Ausnahme Flugverkehr) hat eine vergleichbar hohe technische Anforderung an die Energie- und Leistungsdichte für die Energieversorgung wie die Hochseeschifffahrt und erfordert daher den Aufbau einer spezifischen, weltweiten Infrastruktur zur internationalen Bunkerung erneuerbarer Kraftstoffe.

Internationale Entwicklungen (v. a. Kraftstoffpreise/-verfügbarkeiten) sind entscheidende Parameter bei der Wahl der Kraftstoffe, insbesondere für die Betreiber von internationalen Routen. Innerhalb des maritimen Sektors hat die Seeschifffahrt mit Abstand die langfristige Perspektive bzw. den längsten Entwicklungshorizont hinsichtlich einer Einführung und Umstellung auf erneuerbare Kraftstoffe.

In der Seeschifffahrt wird der Einsatz von H<sub>2</sub>-Derivaten und Verbrennungsmotoren favorisiert, insbesondere für Frachtschiffe mit langen Routen, um möglichst wenig Bunkerorte anlaufen zu müssen. Über den sogenannten „Dual-Fuel-Motoren-Ansatz“ erprobt die Branche bereits heute, in einer sogenannten „Übergangsphase“, (lokal bzw. temporär) Emissionsminderungen zu erreichen bzw. lokale regulatorische Vorgaben zu erfüllen und um Erfahrungen mit alternativen Kraftstoffen zu sammeln. Dieser Ansatz ist grundsätzlich mit mehr Aufwand und höheren Kosten gegenüber den herkömmlichen Kraftstoffen verbunden. Er ist dennoch sinnvoll, da sich so die Risiken reduzieren lassen, die mit einer technischen Umstellung, der (weltweiten) Verfügbarkeit der neuen Kraftstoffe und den erwartbaren Kostenentwicklungen der Kraftstoffe verbunden sein werden. Mittel- bis langfristig muss jedoch eine einheitliche und klare Strategie gefunden werden. Der Schiffbau und die Zulieferindustrie können hierzu mit der Entwicklung neuer Technologien und neuer Antriebssysteme einen entscheidenden Impuls für die Dekarbonisierung der Schifffahrt geben und beitragen.

Die deutsche Handelsflotte bunkert überwiegend international. Wenn sie auf einen einheitlichen erneuerbaren Kraftstoff umsteigen würde und die deutsche Industrie dazu Technologielösungen anbietet, könnte dies auch die Entwicklung eines internationalen Standards und den Aufbau einer weltweiten Infrastruktur voranbringen – insbesondere auch im Rahmen der internationalen Gremien- und Regelwerksarbeiten.

Für große Frachtschiffe mit langen Fahrtrouten, wie z. B. Containerschiffe, und von geschultem Personal werden insbesondere folgende erneuerbare Kraftstoffe favorisiert: Methanol (MeOH), Flüssigwasserstoff (LH<sub>2</sub>) und auch Ammoniak (NH<sub>3</sub>).

Eine Abstimmung der deutschen Akteure über eine gemeinsame Kraftstoffstrategie ist ein wichtiger und zentraler Schritt für die Einführung eines erneuerbaren Kraftstoffes. In enger Abstimmung mit der Politik (den Bundesländern und der Bundesregierung) sollte dazu eine gemeinsame Position Deutschlands für eine Kraftstoffstrategie für die internationalen Seeschiffe gefunden werden. Auf europäischer Ebene

sollten im Austausch mit den europäischen Nachbarn eine europäische Strategie und Roadmap gemeinsam ausgearbeitet und entwickelt werden, die in einem nächsten Schritt in internationalen Gremien von allen europäischen Delegierten gemeinsam eingebracht werden können.

Hier könnte das Deutsche Maritime Zentrum eine koordinierende Rolle einnehmen und den Prozess, beispielsweise über eine Koordinierungsplattform, u. a. mit der Industrie, den Reedereien, den Häfen, der Wissenschaft sowie der Politik verstetigen und voranbringen.

### Die deutsche und europäische Kreuz- und Fährschifffahrt können gezielt den Wasserstoff-Infrastrukturausbau in Europa unterstützen und stärken

Kreuzfahrtschiffe, mit vielen Fahrgästen und touristischen Fahrtrouten, sowie Fähren stehen unter steigendem öffentlichen Druck zur Nachhaltigkeit. Sie unterliegen aufgrund des Personentransports sehr hohen sicherheitsrelevanten und genehmigungsrechtlichen Anforderungen. Dies ist insbesondere für die Wahl der erneuerbaren Kraftstoffe von hoher Relevanz. Beispielsweise ist die Nutzung von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) aufgrund der Gefährdungsklasse hier praktisch ausgeschlossen. Auch die Nutzung von Methanol (MeOH) weist gegenüber herkömmlichem Kraftstoff ein erhöhtes Gefährdungspotenzial für Menschen auf.

Für die heute 17 deutschen Kreuzfahrtschiffe wird langfristig ein Potenzial von ca. 3,3 TWh (100.000 Tonnen) Wasserstoff pro Jahr, für die weiteren 80 Personenschiffe eines von über 4,3 TWh (130.000 Tonnen) geschätzt. Für die knapp 1.300 Fähren und Fahrgastschiffe, die zumeist international, teilweise nur national verkehren, wird von einem Verbrauch von knapp 0,1 TWh (30.000 Tonnen) pro Jahr ausgegangen.

Für Fahrtrouten entlang der Küsten, z. B. in (Nord-)Europa könnten bei der Nutzung von Druckwasserstoff (CGH<sub>2</sub>) Synergien mit beispielsweise dem Straßenverkehr genutzt bzw. erschlossen werden.

Heutige Haupt- und Hilfssysteme mit Verbrennungsmotoren könnten zukünftig auf Kreuzfahrtschiffen durch mit Wasserstoff versorgte modulare und skalierbare Brennstoffzellen (BZ) ersetzt werden.

Die Umrüstung der Fahrgast- / Personenschiffe in Europa bzw. entlang der Küsten auf Brennstoffzellensysteme sollte gezielt vorangebracht werden. Die Nutzung von Synergien beim Aufbau einer Logistik für Wasserstoff an den Küsten Europas (z. B. mit Straßenverkehr, Gasnetzen und Industriestandorten) eröffnet Verfügbarkeiten von weiteren Bunkeroptionen in Europa. Zusammen mit den Reedereien, den Werften und der Politik (Bundesland, Bund, EU) sollten dazu ein einheitliches Vorgehen und ein Zeitplan entwickelt werden.

In einer solchen Strategie sollten insbesondere die Rolle (als „First Mover“) und die Chancen für die Kreuzschifffahrt in und für Europa herausgearbeitet werden. Es müssen gezielt Synergien mit nationalen/europäischen Infrastrukturplanungen und H<sub>2</sub>-Strategien erschlossen werden, u. a. über die europäische H<sub>2</sub>-Strategie und die Rolle der europäischen Schifffahrt sowie den Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur in Europa.

Es wird empfohlen, dass Industrie, Häfen, die (norddeutschen) Länder, der Bund und die europäischen Nachbarn gemeinsam eine Strategie entwickeln, die in eine Versorgungsstrategie „grüner H<sub>2</sub> aus Offshore-Anlagen“ mündet.

Dies könnte beispielsweise unter der Koordination und Federführung des Deutschen Maritimen Zentrums erfolgen, das sowohl die maritimen Akteure als auch die politischen Vertretungen zu Abstimmungen und gemeinsamen Ausarbeitung von Strategien und Zielen zusammenbringen kann.

Mit der Entwicklung konkreter Zeitpläne bis 2030 und für 2030 bis 2045 sollten auch mögliche Beiträge aus Offshore-Anlagen in der Nordsee und der Ostsee gezielt mitgeplant werden. Darauf aufbauend können H<sub>2</sub>-Mengen und Beiträge für den European Hydrogen Backbone<sup>4</sup> und das deutsche Wasserstoffnetz<sup>5</sup> aus maritimen Anwendungen abgeleitet und geplant werden.

Die Seehäfen in Deutschland und Europa können zu Energie-Hubs und damit zu zentralen Orten für die Bebungung und Verteilung erneuerbarer Kraftstoffe werden.

### Binnenschiffe unterliegen lokalen Emissionsvorgaben und sind wichtiger Teil in regionalen Energiekonzepten und der Wasserstoff-Infrastrukturplanung

Neben der Elektrifizierung mit Batteriesystemen wird ein relevanter Teil der Binnenschiffe (v. a. Gütermotorschiffe, aber auch Fähren und größere Personenschiffe, insbesondere bei höheren Leistungsanforderungen) auf grünen Wasserstoff/Derivate umgestellt werden müssen, um die Dekarbonisierungsziele zu erreichen. Insgesamt wird für die knapp 2.900 Frachtschiffe, Bunkerboote, Schub- und Schubschleppboote langfristig ein Bedarf von knapp 2,8 TWh/a (85.000 Tonnen) Wasserstoff ermittelt. Bei Personenschiffen, inkl. Fähren und Fahrgastschiffen, gibt es ein Potenzial für die Nutzung von jährlich knapp 0,1 TWh (30.000 Tonnen) grünem Wasserstoff.

Für den Einsatz von Brennstoffzellen in der Binnenschifffahrt eröffnen sich aufgrund der Leistungsanforderungen Synergiepotenziale mit der Entwicklung und Markteinführung von Brennstoffzellen, stationärer Blockheizkraftwerke (BHKW) sowie Lkw, Bussen und Zügen. Für 2026 ist eine breite Markteinführung einer neuen Brennstoffzellentechnologie-Plattform für Nutzfahrzeuge geplant. Brennstoffzellen bieten eine skalierbare Option für Nullemissionsantriebe für kommerzielle Personen- und Frachtbinnenschifffahrt mit verschiedenen Alternativkraftstoffen.

Die langen Nutzungszyklen von Binnenschiffen erfordern eine frühe Einführung dauerhaft robuster Kraftstoff- und Antriebsoptionen (andernfalls besteht Strukturbruchrisiko). Neben Methanol (MeOH) wird hier vor allem Wasserstoff als Option betrachtet. Der Vorteil: Wasserstoff eröffnet Synergien beim Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur (insbesondere Druckwasserstoff – CGH<sub>2</sub>) für Binnenschiffe. Jedoch erfordert die geringe H<sub>2</sub>-Speicherichte (volumetrisch) eine angepasste Bunkerlogistik und -strategie. Für eine optimierte Integration von CGH<sub>2</sub>-Tanks in Binnenschiffen wird meist ein Neubau als „Future-Fuel-Ready“ (innovative Konzepte) gegenüber einem Retrofit (Integration in bestehendes Schiffsdesign, optimiert für Diesel und Verbrennungsmotor) präferiert.

Bei einer gezielten Entwicklung einer Dekarbonisierungsstrategie für die deutsche Binnenschifffahrt sollte deshalb die Umstellung auf Brennstoffzellenantriebe und die Nutzung von Wasserstoff geprüft und untersucht werden, beispielsweise im Rahmen einer spezifischen Machbarkeitsstudie in enger Einbindung der maritimen Industrie, Reedereien und Häfen. Dabei sollten die Synergien identifiziert und berücksichtigt werden, die eine Logistik und Infrastrukturplanung für CGH<sub>2</sub> in Abstimmung mit dem Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur im Straßenverkehr, der regionalen H<sub>2</sub>-Strategien und vor allem der Häfen ergeben. Es wird empfohlen, spezifische Bunkerinfrastrukturen für Binnenschiffe mit Druckwasserstoff zu entwickeln, z. B. im Rahmen einer bundesweiten Untersuchung sowie im Rahmen von regionalen H<sub>2</sub>-

<sup>4</sup> Siehe: <https://ehb.eu/>, zuletzt abgerufen am 19.07.2023.

<sup>5</sup> Siehe: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/07/20230712-planungsstand-deutschlandweites-wasserstoff-kernetzes-fuer-kuenftige-wasserstoff-infrastruktur.html>, zuletzt abgerufen am 19.07.2023.

Konzepten. Dazu sollten auch bei der weiteren Planung und dem Aufbau der Infrastruktur von Druckwasserstoff-Tankstellen gezielt Binnenseen, Flüsse und die Küstenregion mit eingeplant und geprüft werden.

Die meisten Binnenschiffe werden voraussichtlich nicht durch neue Schiffe (z. B. mit Neudesign) ersetzt werden, sondern aufgrund des langen Nutzungszeitraums nachgerüstet werden müssen (Retrofit). Für diese Schiffe sollten robuste Bunkerstrategien bzw. Bebunkerungsanlagen an den Flüssen (v. a. Rhein), Seen (z. B. Müritzer, Bodensee) und Küstenregionen angepasst und bereitgestellt werden.

### Häfen – Säulen und Energie-Hubs der Energiewende

Häfen sind attraktive Orte, um neue Infrastrukturen für grünen H<sub>2</sub> und seine Derivate aufzubauen. Häfen können als sogenannte „grüne Energie-Hubs“ die Energiewende in Deutschland und international voranbringen sowie ein Treiber für die Weiterentwicklung und Umstellung der Energieinfrastruktur sein. In vielen Häfen laufen dazu bereits Untersuchungen, Demonstrationsprojekte, Pilotvorhaben und Planungen. Aktuell wird eine nationale Hafenstrategie<sup>6</sup> entwickelt, die eine Grundlage für die weiteren Detaillierungen ab 2024 darstellen kann.

Häfen sind Umschlagplatz von Waren und Gütern, Logistikstandort mit Anbindung zum Straßen- und Schienenverkehr wie auch zu den Binnengewässern. Erneuerbare Kraftstoffe könnten hier nach Deutschland importiert und auch See- sowie Binnenschiffe bebunkert werden.

Im Hafen selbst benötigen die Umschlaggeräte aktuell die meisten Kraftstoffe und werden langfristig bis zu 0,2 TWh/a (5.000 Tonnen) Wasserstoff verbrauchen. Weitere Energiebedarfe ergeben sich durch Immobilien zur Strom- und Wärmeversorgung, dazu betreiben typischerweise Häfen auch lokale erdgasversorgte BHKW. Der steigende Bedarf an Strom (u. a. Landstromversorgung, Kühlleistung von Containern usw.) stellt die Häfen vor Herausforderungen, sie müssen ihre Energieversorgung optimieren und auf emissionsarme Kraftstoffe umstellen. Bei Umsetzung von Wasserstofflösungen auch in diesem Bereich (beispielsweise zur Abfederung von Verbrauchsspitzen) können insgesamt bis zu 0,8 TWh/a (25.000 Tonnen) Wasserstoff in den Seehäfen und einen Bedarf von ca. 0,5 TWh/a (16.000 Tonnen) in den Binnenhäfen benötigt werden.

Durch Wasserstoff (bzw. seine Derivate) ergeben sich Möglichkeiten auch für neue bzw. erweiterte Geschäftsfelder. So sind z. B. die Standorte für den Import von Wasserstoff/Derivaten noch nicht vorhanden bzw. festgelegt. Auch die Lagerung und die Distribution (z. B. auf den deutschen Wasserstraßen) und an Import-Standorten (Häfen) sind bisher nicht geplant. Häfen haben die Chance, vom Energieverbraucher zum Energiedienstleister zu werden. Auch das Bunkern erneuerbarer Kraftstoffe birgt Potenzial für sie, insbesondere in Bezug auf eine potenziell steigende Nachfrage in (Nord-)Europa bei einer Umstellung der Schifffahrt (insbesondere von Personenschiffen und Fähren) auf Druckwasserstoff.

Es wird empfohlen, gezielt die Entwicklung ganzheitlicher Konzepte zur Transformation der Häfen zu „Energie-Hubs der Energiewende“ voranzubringen (z. B. in einzelnen Bundesländern und ihren Standorten oder in einer erweiterten Perspektive in einer Untersuchung des Bundes). Neben dem Import von Energie sollten hier insbesondere die Synergie bei der Umrüstung der Umschlaggeräte, der Anbindung der Logistik (Schiene, Straße, Binnenschifffahrt), der lokalen/regionalen Strom- und Wärmeerzeugung und die

<sup>6</sup> Siehe: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Video/YouTube/einspielfilm-hafenstrategie.html>, zuletzt abgerufen am 18.07.2023.

mögliche Rolle der Häfen zur Sicherung der Energieversorgung (u. a. Netzstabilität durch Brennstoffzellen-Anlagen) herausgearbeitet werden.

### Schiffbau und Zulieferindustrie können sich mit ihrem „Know-how“ weltweit die Technologieführerschaft sichern

Im Schiffbau eröffnen Wasserstoff, wie auch H<sub>2</sub>-Derivate, für Umschlaggeräte und in der Logistik Chancen für die Substitution von fossilen Kraftstoffen. Zudem wird Wasserstoff weiterhin in existierenden Spezialanwendungen (z. B. Hydridspeicherherstellung) Anwendung finden. Ein größeres Potenzial bietet der Erdgasersatz durch grünen Wasserstoff, z. B. in den Werften für die stationäre Energieerzeugung in Blockheizkraftwerken (BZ oder Turbine). Mittel- bis langfristig bietet die Umsetzung von kombinierter Strom- und Wärmeerzeugung mit Wasserstoff Synergiepotenziale, insbesondere für Werften mit großem Wärmebedarf (Großhallen).

Die Zulieferer werden Wasserstoff aktiv und bereits mittelfristig einsetzen. Langfristig ist für den Schiffbau und die Zulieferer ein Bedarf von insgesamt ca. 0,3 TWh (10.000 Tonnen) H<sub>2</sub> pro Jahr zu erwarten – ca. 0,1 TWh/a (4.000 Tonnen) davon durch die Schiffbaubetriebe selbst. Auch wenn H<sub>2</sub> für die Dekarbonisierungsstrategien im Schiffbau und in der Zulieferindustrie keine große Rolle spielt, wird der Umbau der maritimen Branche nur mit dem Know-how zu Antriebs- und Energieerzeugung und Hilfssystemen möglich sein. Neben dem Neubau und Re-Design von Schiffen für eine optimale Auslegung und Integration erneuerbarer Antriebssysteme müssen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zahlreiche Bestandsschiffe umgerüstet werden.

### Meerestechnik stellt Offshore-Technik zur grünen Kraftstofferzeugung: Große Mengen Wasserstoff können zunehmend auf dem Meer direkt erzeugt werden und erfordern u. a. Wartung, Steuerung, Sicherheit und zuverlässige Infrastruktur

In der Meerestechnik sind Potenziale für wasserstoffbasierte Energieversorgung zur dezentralen und modularen Stromversorgung von Kleinanwendungen (z. B. Hindernisfeuer, autonome Mess- und Steuergeräte, Kommunikationssysteme) identifiziert worden. Da durch den Forschungsschwerpunkt die Wirtschaftlichkeit nicht immer im Vordergrund steht, ist über Einzelanwendungen hinaus kein relevanter „Massenmarkt“ zu erwarten. Somit ist kurz- bis mittelfristig von keinen signifikanten Wasserstoffbedarfen auszugehen. Auch langfristig ist der Verbrauch von Wasserstoff direkt auf See eher unwahrscheinlich, auch wenn über mögliche PtX-Anlagen<sup>7</sup> diskutiert wird. Die größte Rolle wird in jedem Fall die Offshore-Erzeugung von Wasserstoff spielen, die gleichzeitig Potenziale für Wartungstechnik sowie Monitoring, Steuerungs- und Sicherheitstechnik schaffen wird.

### Maritime Branche schafft Energiewende

- Heute wie in Zukunft: Die Seefahrt ist ein wichtiger und zentraler Hebel der Versorgung mit Gütern (heute werden ca. 90 % der Waren über den Seeweg transportiert).
- Für die Umstellung auf erneuerbare Energien werden auch zunehmend Energieimporte über die Seewege stattfinden, erneuerbare Energien aus Offshore-Anlagen bereitgestellt und damit wird Norddeutschland eine zunehmend wichtige Rolle in der Energiewende einnehmen.

<sup>7</sup> PtX – Power to X, mit X als Variable für die Erzeugung von H<sub>2</sub>/Derivaten aus erneuerbarem Strom.

- Die Seefahrt benötigt und bietet einen internationalen Lösungsansatz zur erfolgreichen Dekarbonisierung. Die deutsche maritime Branche kann hier auch über den großen Hebel ihrer Handelsflotte weltweit vorangehen, Allianzen suchen und international Standards setzen.
- An der Küste Deutschlands und vor allem in Nordeuropa sollten gezielt Synergien für einen Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur und Logistik im Straßenverkehr und auch der Gasinfrastruktur genutzt werden. Insbesondere Personenschiffe und Fähren bieten hier ein Potenzial zum Ausbau einer Druckwasserstoff-Infrastruktur an der Nordsee und der Ostsee/Baltischen See.
- Seehäfen können und sollten zügig zu Energie-Hubs für erneuerbare Kraftstoffe umgebaut und positioniert werden. Gemeinsam mit den Binnenhäfen können sie die regionale Entwicklung der grünen Wasserstoffnutzung und -bereitstellung vorantreiben. Neben Umschlaggeräten sind vor allem Logistikbereiche (Rangierfahrten und Lkw) Anwendungsbereiche für die Umstellung auf Wasserstoff.
- Die Binnenschifffahrt kann vor allem von Technologieentwicklungen im Bereich der Brennstoffzellen für Lkw profitieren und auch den Aufbau der Wasserstoff-Infrastruktur nutzen.
- Die Dekarbonisierung der Schifffahrt durch Wasserstoff und seine Derivate birgt ein hohes Potenzial zur Wertschöpfung innerhalb Deutschlands. Es können eine Neuausrichtung und Spezialisierung der Werften und Zulieferindustrie durch Fokussierung auf Brennstoffzellenantriebe mit Wasserstoff-Konzepten und Methanol für Binnenschiffe, Fähren und Personenschiffe durch den Aufbau und die Nutzung von Know-how und eine Vertiefung der Wertschöpfungskette erreicht werden. In Abstimmung mit der Industrie, den Schiffsbetreibern, den Häfen und der Politik sollen gezielt und frühzeitig spezifische Produkte im Markt positioniert werden und die deutsche Schiffbaubranche eine Vorreiterrolle übernehmen, Erfahrung in Projekten sammeln und so in den frühen 30er-Jahren vom erwarteten Hochlauf der erneuerbaren Antriebe profitieren.
- Die Meerestechnik kann wertvolle Beiträge für den Ausbau der Offshore-Technik hin zu grüner Kraftstofferzeugung leisten. Große Mengen Wasserstoff können auf dem Meer direkt erzeugt werden. Dafür muss Infrastruktur aufgebaut und gewartet werden (über und unter der Meeresoberfläche). Der Bau und die Wartung von Energieerzeugungsanlagen in der Nord- und Ostsee (u. a. Offshore-Anlagen, künstliche Inseln, Pipelines etc.) bieten hier neue Einsatzbereiche für die Meerestechnik. Wichtig sind dabei die Erforschung und Umsetzung der Anforderungen an Sicherheit, Überwachung, Monitoring und Steuerung von Anlagen (u. a. autonome Systeme, Fahrzeuge, Anlagen). Die Entwicklung einer abgestimmten Strategie von Anbietern von Meerestechnik und Entwicklern der (Offshore-) Wasserstoff-Infrastruktur wird empfohlen, z. B. mit dem DMZ als Ankerpunkt zwischen Offshore-Anbietern und anderen Sektoren.

### All diese Prozesse benötigen eine kontinuierliche Koordination und Moderation

Es wird empfohlen, dass das Deutsche Maritime Zentrum den weiteren Austausch innerhalb der Teilbranchen, wie auch über die ganze maritime Branche, mit der Industrie, den Reedereien, den Häfen, der Wissenschaft, den Verbänden und den politischen Institutionen (Bundesländer, Bund und Europa) weiterführt und begleitet. Hierzu könnte eine Koordinierungsplattform den passenden Rahmen geben und auch den Austausch zwischen den maritimen Teilbranchen mit den weiteren Sektoren und Akteuren der Energiewende unterstützen. Die maritime Branche kann hier wie kaum ein anderer Sektor entscheidende Rahmenbedingungen für die Energiewende schaffen – nicht nur in und für Deutschland, sondern international.



Ludwig Bolkow Systemtechnik

Ludwig-Bolkow-Systemtechnik GmbH (LBST)  
Daimlerstr. 15 | 85521 Ottobrunn | Germany [www.LBST.de](http://www.LBST.de)