



# Versorgung des Verkehrssektors mit grünem Wasserstoff und seinen Derivaten

## 1 VERSORGUNG DES VERKEHRSSSEKTORS

**Wie kann die Versorgung des Verkehrssektors mit grünem Wasserstoff und seinen Derivaten – unter Berücksichtigung der ermittelten Bedarfsentwicklung (auf Basis der Berechnungen des NWR) – sichergestellt werden? Welche Maßnahmen sind erforderlich, welche Konsequenzen ergeben sich aus der sequenziellen Bedarfsentwicklung der Sektoren?**

Viele verschiedene Entwicklungen sind im Gange, um die einzelnen Verkehrsträger im Verkehrssektor klimaneutral betreiben zu können. Kriterien wie Reichweite, Bauraum, Betankungszeit, Effizienz, Lebensdauer bestimmen die Lösungswege und sind nicht nur in den einzelnen Segmenten (Straße, Schiene, Off-Road, Wasser, Luft), sondern auf Applikationsebene (z. B. im maritimen Bereich: Fracht-, Binnen-, Kreuzfahrtschiffahrt) unterschiedlich. Grüner Wasserstoff und seine Derivate werden benötigt. Unter Wasserstoffderivaten verstehen wir u. a. Ammoniak, Methanol und E-Fuels. Ein erheblicher Anteil wird nach Deutschland importiert werden müssen. Die Tabelle im Anhang gibt einen Überblick, welche Energieträger heute im Verkehrssektor in welchem Segment/welcher Applikation in welcher Höhe zum Einsatz kommen.

### SCHIFFSVERKEHR

Betrachtet man den Schiffsverkehr und hier insbesondere den Überseebereich, so werden zurzeit Ammoniak, Methanol und auch Synthesekraftstoffe (E-Fuels) als Zielenergieträger diskutiert, wobei davon auszugehen ist, dass ein erheblicher Anteil hiervon nach Deutschland importiert werden muss. Alle diese Energieträger lassen sich relativ leicht in größerer Menge preiswert transportieren, sodass Standorte mit geringen Produktionskosten bevorzugt sein werden. Die Schiffsmotoren können den Energieträger direkt verbrennen, sodass keine weiteren Umwandlungsverluste jenseits der Erzeugung der Energieträger entstehen. Insbesondere aufgrund seiner geringeren Umweltschädlichkeit bzw. Toxizität wird Methanol von einigen Reedereien aktuell favorisiert. Andererseits wird in aktuellen Betrachtungen Ammoniak insbesondere in Teilen der Frachtschiffahrt als Option gesehen, sei es aus antizipierten Kostengründen, sei es, weil die Chemikalie „Ammoniak“ kohlenstofffrei (nicht nur CO<sub>2</sub>-neutral) und zudem bereits weltweit in der Industrie und als Handelsware etabliert ist. Ferner sprechen die höheren Energiedichten im Vergleich zum Methanol für diesen Energieträger. Letztendlich ist hier aber noch keine endgültige Entscheidung getroffen, die Diskussionen in der Schifffahrtsbranche sind weltweit recht intensiv. Eine dritte Option ist synthetisches Gas („SNG“ in Anlehnung an LNG), da dies zumindest

für eine Übergangszeit trotz höherer Kosten eine Alternative sein kann. Inwieweit andere Synthesekraftstoffe für Schiffsanwendungen großtechnisch angewandt werden, hängt vom Aufbau entsprechend großer Anlagenkomplexe sowie von deren Wettbewerbsfähigkeit gegenüber einer Methanol- bzw. Ammoniakproduktion ab. Deren Vorteile sind die direkte Kompatibilität mit heutigen Schiffskraftstoffen und die somit unmittelbar mögliche Einführung auch in der bestehenden Flotte.

Binnenschiffe benötigen wesentlich weniger Kraftstoff an Bord, sodass hier neben batterieelektrifizierten Antrieben auch reiner Wasserstoff in ersten Schiffen bereits heute zum Einsatz kommt.

### FLUGVERKEHR

Auch im Flugverkehr muss zwischen den Langstrecken Anwendungen und Kurz- bzw. Mittelstrecken unterschieden werden. Zum heutigen Zeitpunkt sind für die letzteren Einsatzbereiche umfangreiche Entwicklungen im Gange, um fossiles Kerosin zu ersetzen. Kurzfristig werden hier verstärkt Kraftstoffe auf der Basis von hydrierten Ölen zum Einsatz kommen, mittelfristig kann es bis zum Mittelstreckenverkehr auch flüssiger Wasserstoff sein. Die Versorgung der Flughäfen mit diesem Energieträger preiswert darzustellen, ist gegenwärtig Inhalt umfangreicher Arbeiten. Hier könnten sich Synergien mit dem Straßengüterverkehr ergeben, der, so wird erwartet, ebenfalls diese Form des Wasserstoffs zum Teil einsetzen wird.

Aufgrund des Bedarfs an mitgeführter Energiemenge für Non-Stop-Verbindungen mit einer Reichweite von bis zu 14.000 km erscheinen gegenwärtig nur synthetische Kraftstoffe geeignet, Langstreckenflüge mittel- bis langfristig dekarbonisieren zu können.

In Deutschland werden heute bis zu 10 Mio. t Kerosin dem internationalen Flugverkehr zugerechnet. Zwar hat Deutschland durchaus umfangreiche Biomassepotenziale, allerdings erscheint es unwahrscheinlich, dass ein nennenswerter Bedarf des erforderlichen Kerosins national gedeckt werden könnte. Damit spielen auch in diesem Bereich Importe primär von Wasserstoffderivaten als auch von Wasserstoff eine zentrale Rolle.

### BAHNVERKEHR

Auch wenn die Bahn heute noch umfangreich Diesellokomotiven einsetzt (ca. 40 % der Strecken sind nicht elektrifiziert), sind deren Energiebedarf und damit die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen relativ gering. Insbesondere im Regionalverkehr werden in ersten Projekten gegenwärtig bereits aufgrund der gegenüber einer vollständigen Streckenelektrifizierung geringeren Infrastrukturaufwendungen je nach lokaler Gegebenheit Batterieantriebe oder Brennstoffzellenzüge eingesetzt, wobei Letztere gasförmigen Wasserstoff nutzen.

Dieser wird heute lokal in Elektrolyseanlagen produziert und mit leistungsfähigen Tankstellen vertankt.

### PERSONENKRAFTWAGEN

Der Pkw-Verkehr fokussiert sich heute hauptsächlich auf batterieelektrische Antriebsstränge, um seine CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele zu erfüllen. Sofern der Ausbau der notwendigen Ladeinfrastruktur einschließlich der zugehörigen Stromnetze gelingt und die notwendigen kritischen Rohstoffe für die Batterie bereitgestellt werden, dürfte ein weitgehender Marktanteil erreicht werden. Einige Hersteller, teilweise mit dem Fokus außerhalb der EU, sind auch dabei, wasserstoffelektrische Fahrzeuge als ein ergänzendes Marktsegment

weiterzuentwickeln. Hierbei ist darauf zu verweisen, dass diese Entwicklungen zum großen Teil außerhalb Deutschlands unter anderen politischen und geografischen Rahmenbedingungen erfolgen und von dort wirtschaftlich wettbewerbsfähige Alternativen zum batterieelektrischen Pkw zu erwarten sind. Der prognostizierte Wasserstoffbedarf für Pkw-Anwendungen ist zumindest für 2030 relativ gering.

### NUTZFAHRZEUGE

Wasserstoff wird neben der direkten Nutzung von Strom zur zweiten großen Säule des Einsatzes klimaneutraler Nutzfahrzeuge werden (Lkw, leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t und Busse). Wir haben in den letzten Jahren gesehen, wie dynamisch und schnell sich der Hochlauf von Elektroautos und -nutzfahrzeugen entwickelt hat. Vergleichbare Entwicklungen werden wir in wenigen Jahren auch beim Lkw sehen und sind in der zweiten Hälfte dieses Jahrzehntes ebenso beim Wasserstoff möglich.

Die Anwendung von H<sub>2</sub> im Lkw und perspektivisch auch im Reisebus hat für den Wasserstoffbedarf eine zentrale Rolle. Lkw werden weitaus intensiver eingesetzt als Pkw (10-fache Jahresfahrleistung, 50-facher Jahresenergieverbrauch je Fahrzeug), sodass – anders als im Pkw-Segment – der batterieelektrische Antrieb voraussichtlich weniger klar dominieren wird. Die H<sub>2</sub>-Bedarfe im Verkehr werden daher wesentlich durch die Nachfrage des Nutzfahrzeugmarktes bestimmt werden.

Das Informations- und Grundlagenpapier des NWR zu den Treibhausgaseinsparungen und dem damit verbundenen Wasserstoffbedarf in Deutschland<sup>1</sup> gibt die Bandbreite der erwarteten Bedarfe wieder, zeigt über die Varianz der Ergebnisse aber auch, wie groß die Herausforderung ist, die Nachfrage in den nächsten Jahren belastbar abzuschätzen. Die Resultate der Cleanroom-Gespräche des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr<sup>2</sup> liefern hier wertvolle zusätzliche Erkenntnisse und schaffen für die nächsten zehn Jahre eine zunehmend belastbarere Datengrundlage.

Nach aktuellem Kenntnisstand geht der NWR von einem H<sub>2</sub>-Bedarf im Verkehrssektor von 30 bis 32 TWh in 2030 aus<sup>3</sup>. Das entspricht knapp 1 Mio. t H<sub>2</sub> und stellt für alle Akteure eine enorme Anstrengung dar – ganz besonders mit Blick auf den extrem kurzen Vorlauf. Erschwerend kommt hinzu, dass danach aufgrund des breiten Ausrollens der Wasserstofffahrzeuge der Bedarf an Wasserstoff von Jahr zu Jahr stark zunimmt.

Wir sehen vier maßgebliche Anforderungen, die erfüllt sein müssen, damit die H<sub>2</sub>-Versorgung und -Nachfrage gesichert ist: Qualität, Preisniveau, Distribution und Verfügbarkeit.

- ◆ **Qualität:** Der Einsatz in Brennstoffzellenfahrzeugen erfordert qualitativ hochwertigen Wasserstoff, der hohe Reinheitsanforderungen erfüllt. Dies lässt die Verwendung von H<sub>2</sub>-Derivaten als Wasserstoffquelle unattraktiv werden, da sie wieder zu Wasserstoff rück-umgewandelt werden müssen – mit den entsprechenden aufwendigen Reinigungsprozessen.
- ◆ **Preisniveau:** Wasserstoff muss bereits in der Hochlaufphase ein preiswerter Energieträger sein und darf in 2030 nicht mehr als 5–6 Euro/kg an der Tankstelle für den Endkunden kosten. Höhere Preise wirken prohibitiv.

<sup>1</sup> Siehe [https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-02-01\\_NWR\\_Grundlagenpapier\\_H2-Bedarf\\_2.pdf](https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-02-01_NWR_Grundlagenpapier_H2-Bedarf_2.pdf)

<sup>2</sup> Siehe <https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2023/03/Marktentwicklung-klimafreundlicher-Techn.-im-schweren-Strassengueterverkehr-BARRIEREFREI.pdf>

<sup>3</sup> Siehe Fußnote 1.

- ◆ **Distribution:** Die heutigen Wasserstofftankstellen richten sich im Wesentlichen nach einem relativ geringen H<sub>2</sub>-Bedarf (< 1 t H<sub>2</sub>/Tag für Pkw-Tankstellen). Sobald sich die Abnahme pro Tag in Richtung 4 t H<sub>2</sub> (für Lkw-Tankstellen) und mehr entwickelt, ist eine Verteilung in gasförmiger Form weitgehend unwirtschaftlich. Damit gewinnen verflüssigter Wasserstoff und Onsite-Elektrolyse an Bedeutung. Sofern preiswerter Wasserstoff auch lokal produziert werden kann – hier spielen entsprechende Regulierungen sowie Kostenumlagen auf den Elektrolyseur eine entscheidende Rolle – oder eine Pipelineanbindung möglich ist, kann allerdings auch gasförmiger Wasserstoff eine wichtige Rolle spielen. Diesbezüglich ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der pipelinegebundene Wasserstoff nach der Entnahme aus der Pipeline die Reinheit für den Einsatz im Fahrzeug aufweisen bzw. aufgereinigt werden muss und damit zusätzlicher technischer Aufwand entsteht, wodurch sich auch die Preise ändern. So können mit Grünstrom vor Ort erzeugte Wasserstoffbedarfe in Wettbewerb treten und konkurrenzfähig sein.
- ◆ **Verfügbarkeit:** H<sub>2</sub> muss entlang der für den Wasserstoffeinsatz relevanten Verkehrsinfrastrukturen flächendeckend zur Verfügung stehen. Das bedeutet, einem initialen Tankstellennetz ab 2025 muss bis 2030 ein Netz folgen, das eine breite regionale Abdeckung sicherstellt und zügig weiter verdichtet wird. Das setzt entweder ein Pipelineverteilnetz voraus, das Tankstellen mit zum Teil heimisch produziertem Wasserstoff oder aber importiertem Wasserstoff versorgt. Letzteres erfordert Infrastrukturmaßnahmen für den Bezug von Importwasserstoff (z. B. Flüssig-H<sub>2</sub>-Routen aus der MENA-Region oder Übersee, Pipeline-H<sub>2</sub> aus Norwegen sowie der Nord- und Ostsee, Spanien/Frankreich, Nordafrika könnte sich hier auch zu einem pipelinegebundenen Anbieter entwickeln). Wir sehen sowohl den Bedarf als auch ein sich ergänzendes Marktangebot von heimischem sowie importiertem H<sub>2</sub>. Heimische lokale Produktionsanlagen werden sich über diverse Geschäftsmodelle (z. B. ppa, nachfragegeführte Elektrolyseure etc.) etablieren können. Flüssiger und gasförmiger Wasserstoff als Importprodukt kann über seine Kostenvorteile aber an Bedeutung gewinnen und insbesondere für die Verteilung in der Fläche geeignet sein (Transportdistanz weniger kostensensitiv). Ist eine Nutzung der abgeführten Kälte möglich, verbessern sich die systemischen Energieausbeuten noch einmal.

Auch wenn es sich nur um einen sehr kleinen Anwendungsbereich handelt, der dennoch von zentraler Bedeutung ist, so sollte nochmals auf die Sicherstellung einer robusten Energieversorgung der nationalen Sicherheitseinrichtungen hingewiesen werden. Zentrale Herausforderung für die Bundespolizei/Bundeswehr/Sicherheitseinrichtungen (u. a. THW) ist daher die Sicherstellung der Einsatzbereitschaft unter Beachtung des Klimaschutzes. Synthetische Kraftstoffe bieten in diesem Kontext aktuell die einzige Option, die uneingeschränkte Operabilität der Systeme zu gewährleisten – unter den besonderen Einsatzbedingungen im Auftrag der nationalen Sicherheit. Ähnliches gilt im Übrigen auch für eine Vielzahl mobiler Arbeitsmaschinen, die aufgrund technischer Anforderungen nur bedingt elektrifiziert werden können.

Wie beschrieben, wird der Großteil des Wasserstoffbedarfs bzw. der Derivate importiert werden. Die hierfür notwendige Infrastruktur fehlt weitestgehend. Entsprechend müssen die Pipelineanbindungen mit dem Ausland, die notwendigen Importterminals sowohl für die grünen Wasserstoffderivate als auch für flüssigen Wasserstoff sowie die Pipelineinfrastruktur noch vor Ende des Jahrzehnts in Deutschland in Betrieb gehen. Die dafür notwendige Versorgungsstruktur muss mit den Exportländern vertraglich festgelegt werden. Ebenso sind großskalige Speichermöglichkeiten z. B. in Salzkavernen zu erschließen und in Regionen, in denen derartige natürliche Optionen nicht erschließbar sind, sollten Röhrenspeicher als Option für eine resiliente Versorgung aufgebaut werden. Aufgrund des langen Vorlaufs im straßengebundenen sowie im Flugverkehr müssen diese Prozesse umgehend begonnen werden, um die notwendige Planungssicherheit geben zu können. Bezüglich des reinen Wasserstofftransports lohnt

hier ein Blick auf Japan, denn das Land plant bereits für 2026 eine entsprechende Belieferung mit flüssigem Wasserstoff aus Australien.

Neben importiertem Wasserstoff bzw. seinen Derivaten sollte die heimische dezentrale Produktion nicht außer Acht gelassen werden. Die netzdienliche Onsite-Elektrolyse, die entweder regional als Mother-Daughter-System oder ab 2 t Wasserstoffbedarf nahe an den Verbrauchsstellen entsteht, vermeidet den teuren Transport und den zusätzlichen Energieaufwand des Verflüssigens. Neben der Resilienz und damit internationaler Unabhängigkeit zeigen auch internationale Märkte, wie mit unzureichender Pipelineinfrastruktur, hohem Grünstromanteil oder problematischer Anbindung erneuerbarer Energien hochreiner Wasserstoff als Energieträger lokal erzeugt werden und ein schneller flächendeckender Hochlauf gelingen kann.

## 2 POLITISCHE MASSNAHMEN

**Mit welchen Maßnahmen (beispielsweise regulativer Natur: Abbau von bestehenden Hemmnissen und/oder neuen Maßnahmen) kann vonseiten der Politik die Erreichung eines Marktmechanismus für die Wasserstoffversorgung des Verkehrssektors – sowohl aus heimischen erneuerbaren Energiequellen als auch über Importe grünen Wasserstoffs – weiter unterstützt werden?**

Bei der Frage und Wahl der begleitenden Maßnahmen und deren Wirkung ist es wesentlich, die Sicht jener Zielgruppe einzunehmen, die den Wasserstoff im Verkehrssektor nachfragen wird: die der Endkunden. Und das sind – neben den privaten Pkw-Nutzern – vor allem die Logistikunternehmen und Spediteure. Sie müssen mit Wasserstoff-Lkw künftig mindestens genauso erfolgreich tätig sein können wie heute mit Diesel-Lkw. Das bedeutet, die Gesamtkosten (Total Cost of Ownership) müssen für die Alternative (BZ/H<sub>2</sub>) gleich oder sogar günstiger ausfallen als für die bisherige Lösung (Diesel). Da die Kosten, sowohl bei den Fahrzeugen als auch beim Wasserstoff, mittelfristig noch eine enorme Herausforderung darstellen, gilt es, die bestehenden Rahmenbedingungen so zu verändern, dass Dieselnutzung sukzessive teurer und H<sub>2</sub>-Nutzung günstiger wird.

Die wirkmächtigsten marktregulatorischen Maßnahmen sind bekannt und in Deutschland teilweise auch schon auf den Weg gebracht. Dies sind eine stärkere und vor allem langfristig ansteigende CO<sub>2</sub>-Bepreisung, die europaweit eingeführt wird. Die Einigung für einen ETS II für Kraftstoffe und auf einen europäischen CO<sub>2</sub>-Preis von 45 Euro/t im ETS II im Jahr 2030 geht in die richtige Richtung, bleibt aber leider weit hinter den erforderlichen Preisen zurück, die es braucht, um in dem anvisierten extremen Tempo die Transformation voranzubringen. Eine klare Kostendifferenzierung bedarf es in der Lkw-Maut (CO<sub>2</sub>-Komponente von 200 Euro/t CO<sub>2</sub> und maximale Absenkung der Infrastrukturkomponente für emissionsfreie Fahrzeuge), die für Nullemissionsfahrzeuge bei einem Kostenvorteil zur Einführung mindestens in Höhe der heutigen Maut (ca. 19 ct/km) und mittelfristig bei 30 ct/km gegenüber einem Dieselfahrzeug liegen sollte.

Energiesteuern sollten auf H<sub>2</sub> erst dann erhoben werden, wenn eine robuste Marktrelevanz erreicht ist und der Hochlauf unumkehrbar weit fortgeschritten ist.

In Europa und den EU-Mitgliedsstaaten ist für einen Markthochlauf an H<sub>2</sub>-Produktionskapazitäten und die Stimulation eines entsprechenden Bedarfs von ganz zentraler Bedeutung, dass die Definition von grünem Wasserstoff Investitionen begünstigt und nicht prohibitiv wirkt. Dies gilt vor allem mit Blick auf die Nutzung erneuerbaren Stroms, hier darf es keine nachteiligen – etwa restriktiveren – Vorgaben für

Wasserstoff gegenüber anderen Anwendern und Verbrauchern geben. Dies geschieht mit der Überarbeitung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED).

Diese EU-Richtlinie und deren delegierte Rechtsakte sind zudem für die folgenden Aspekte das zentrale regulative Instrument: Die RED definiert nicht nur, welcher Wasserstoff grün ist, sie fördert über Zielvorgaben zu erneuerbaren Anteilen in der Kraftstoffversorgung und möglichen Unterquoten auch maßgeblich den Absatz.

Zwar besteht in der RED einerseits keine Notwendigkeit von verpflichtenden Unterquoten für diese Kraftstoffe, da sie neben der Anrechnung von THG-Emissionsminderungen aus der Stromnutzung im Verkehrssektor die einzigen beiden Erfüllungsoptionen ohne Anrechnungsbegrenzung sind. Aufgrund des hohen Ambitionsniveaus werden sie daher bei ausreichender Verfügbarkeit als Zielerfüllungsoptionen in einem gegenseitigen Technologiewettbewerb für die Zielerfüllung genutzt werden. Andererseits führen Unterquoten im Verkehrssektor zu einer Fokussierung auf die jeweils zu erreichenden Ziele. Insbesondere eine ambitionierte Unterquote für RFNBO würde zu einer deutlichen Ausrichtung auf den für den Verkehr so notwendigen frühen Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur führen und zusätzlich Mittel für das Inverkehrbringen von Wasserstoff freisetzen.

Regulative Hemmnisse müssen, wann immer sie als solche identifiziert sind, beseitigt werden. Hier ist insbesondere auch der Aufbau an Transport- und Verteilnetzen ins Blickfeld zu rücken, da solche Vorhaben bislang einen großen Vorlauf haben.

### 3 ROLLE DER WASSERSTOFFDERIVATE

#### **Welche Rolle spielen Wasserstoffderivate (z. B. Ammoniak, Methanol) für die Versorgung des Verkehrssektors, insbesondere mit Blick auf den Import von grünem Wasserstoff?**

Wie oben beschrieben, werden Wasserstoffderivate (Ammoniak, Methanol, synthetische Kraftstoffe) im Wesentlichen im Schiffs- und Flugverkehr eingesetzt werden, sind jedoch darüber hinaus auch für Bestandsflotten sowie spezifische Anwendungen (beispielsweise mobile Arbeitsmaschinen) und nicht zuletzt die nationale Sicherheit von besonderer Bedeutung. Die dortigen Mengen sind weltweit erheblich, sodass eine entsprechend leistungsfähige Industrie entstehen muss, um bis 2050 Hunderte von Mio. t an Derivaten produzieren zu können.

Mit Bezug auf den Straßenverkehr können wir schon heute absehen, dass der Bedarf für H<sub>2</sub> groß sein wird und schnell wachsen muss, wenn die Klimaziele eingehalten werden sollen. H<sub>2</sub> im Verkehr muss für die Nutzung in Brennstoffzellen hohe Reinheitsgrade erfüllen und in der Fläche des Landes verfügbar gemacht werden (siehe erste Frage).

Sofern in der Endanwendung reiner Wasserstoff benötigt wird, wie es für die Nutzung in Brennstoffzellen der Fall ist, sind Derivate als Transportvektoren voraussichtlich keine dauerhafte Lösung. Denn nachteilig sind hierbei die Kosten, die auch langfristig über den reinen Wasserstoffrouten (Pipeline-gas, Flüssig-H<sub>2</sub>) liegen dürften. Der Grund ist einfach: Die Umwandlung von H<sub>2</sub> in Derivate erleichtert den Transport bzw. ermöglicht ihn überhaupt erst dort, wo heute noch keine Infrastrukturen existieren (Pipeline, Schiffe, Terminals). Jedoch sind dadurch weitere Konversionsschritte und damit Umwandlungsverluste verbunden (Ammoniak-Synthese, Ammoniak-Cracking, H<sub>2</sub>-Reinigung), ohne dass andere Prozessschritte wegfallen: Für die Distribution bis zum Endverbraucher, der im Verkehrssektor entweder

reinen flüssigen H<sub>2</sub> oder reinen Druckwasserstoff tankt, wäre eine Verflüssigung oder Verdichtung nach wie vor notwendig. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Gewinnung von Wasserstoff aus Methanol im Vergleich zum Ammoniak technisch einfacher zu realisieren ist, da das wasserstoffhaltige Produktgas einfacher von Nebenprodukten gereinigt werden kann.

Für eine schnelle Verfügbarkeit brauchen wir solche Derivate in der Anfangsphase und müssen gegebenenfalls höhere Kosten durch Fördermechanismen in den frühen Jahren für Anwendungen außerhalb der Schiff- und Luftfahrt ausgleichen. Bei Letzteren steht der gleichzeitige Einsatz als Energieträger mit im Fokus. Langfristig sind jene Routen erfolgreich, die die niedrigsten Kosten versprechen.

## 4 VOLKSWIRTSCHAFTLICHE CHANCEN

**Welche volkswirtschaftlichen Chancen ergeben sich für den Industriestandort Deutschland im internationalen Vergleich durch Investitionen in die Wasserstoff- und Brennstoffzellenindustrie im Verkehrssektor (z. B. für die Automobil-Zulieferindustrie) und wie können diese Potenziale bestmöglich erschlossen werden?**

In die Brennstoffzellenentwicklung sind bereits zahlreiche Unternehmen, die das Potenzial erkannt haben, eingestiegen. Hinzu kommen viele Zulieferer in der Branche, die Komponenten zum BZ-System, aber auch fahrzeugseitig liefern. Es entsteht ein enormes Innovationsfeld und dies nimmt mit hoher Dynamik nicht nur Gestalt an, sondern gewinnt vor allem an Vielfalt. Unternehmen haben zudem den Forschungs- und Entwicklungsbedarf in der Flüssigwasserstoffroute erkannt und ihre Chancen identifiziert (Terminals, Schiffe, Verflüssigung etc.). Gleiches gilt für die Transport- und Distributionstechnologien gasförmiger Wasserstoffnutzung und andere vermeintlich bekannte Technologien, wo jede zusätzliche Innovation und Effizienzsteigerung den Markthochlauf begünstigt.

Leistungsfähige und robuste Kompressoren sowie die entsprechende Tankstellentechnologie sind weiter zu optimieren, um die notwendige Tankstellenverfügbarkeit darzustellen.

Der Verkehr kann für den gesamten Sektor als Initialabsatzmarkt diesen gewaltigen Innovationsprozess verstärken und beschleunigen sowie dabei helfen, globale Strukturen aufzubauen und Wasserstoff den Weg zur international gehandelten, preisgünstigen Commodity zu ebnen. Wie nur wenige andere denkt und agiert die Fahrzeugindustrie in Skaleneffekten, wodurch großtechnische Produktionstechnologien mit vielen neuen Innovationen entwickelt werden.

Der Import und die Nutzung von Wasserstoff sowie seiner Derivate im Verkehrssektor werden langfristig und insbesondere global betrachtet neben dem batterieelektrischen Antrieb eine wichtige Rolle spielen.

Diese Potenziale sind für den Industriestandort Deutschland eine zusätzliche gewaltige Chance. Die Unterstützung und Beschleunigung von internationalen Wasserstofflieferketten und Produktionsstandorten in sonnen- und windreichen Ländern ermöglicht nicht nur die Verfügbarkeit von H<sub>2</sub> in Europa, sondern auch einen schnelleren Technologietransfer und die Anwendung in den Produktionsländern.

**Bei Interesse oder Rückfragen wenden Sie sich bitte an:**

Leitstelle Wasserstoff

E-Mail: [info@leitstelle-nws.de](mailto:info@leitstelle-nws.de)

Internet: [www.wasserstoffrat.de](http://www.wasserstoffrat.de)



ANHANG

**Tabelle 1:** Einsatz von Energieträgern im Verkehrsbereich im Jahr 2021  
(in Petajoule [PJ]/Megatonnen Öleinheiten [Mtoe])

Transporttyp	Verbrauch		Fahrzeug	Verbrauch		Kraftstoff	Verbrauch	
	PJ	Mtoe		PJ	Mtoe		PJ	Mtoe
Straße	2.033	48,6	Pkw	1.348	32,2	Benzin	644	15,4
						Diesel	619	14,8
						Biokraftstoffe/Sonstige <sup>4</sup>	85	2,0
			Bus	30	0,7	Diesel	26	0,7
						Biokraftstoffe/Sonstige <sup>4</sup>	4	0,0
			Van/Lkw	655	15,6	Diesel	609	14,6
Biokraftstoffe/Sonstige <sup>4</sup>	46	1,0						
Schiene	51	1,2			Strom	39	0,9	
					Diesel (inkl. Biodiesel)	11	0,3	
Luft	258	6,2	national			Flugkraftstoff	10	0,2
			international			Flugkraftstoff	248	5,9
Schiff	65	1,6	ationale Bebungung			Diesel/siehe Heizöl	10	0,2
			internationale Bebungung			Diesel/siehe Heizöl	55	1,3

Quellen: BMDV [2022]: Verkehr in Zahlen 2022/2023; Eur'ObservER [2022]: RES in Transport; DTAG [2023]: eigene Schätzung

<sup>4</sup> Erdgas und Strom



**DER NATIONALE WASSERSTOFFRAT**

Mit der Verabschiedung der Nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung am 10. Juni 2020 den Nationalen Wasserstoffrat berufen. Der Rat besteht aus 26 hochrangigen Expertinnen und Experten der Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft, die nicht Teil der öffentlichen Verwaltung sind. Die Mitglieder des Wasserstoffrats verfügen über Expertise in den Bereichen Erzeugung, Forschung und Innovation, Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Gebäude/Wärme, Infrastruktur, internationale Partnerschaften sowie Klima und Nachhaltigkeit. Der Nationale Wasserstoffrat wird geleitet durch Katherina Reiche, Parlamentarische Staatssekretärin a. D.

Aufgabe des Nationalen Wasserstoffrats ist es, den Staatssekretärsausschuss für Wasserstoff durch Vorschläge und Handlungsempfehlungen bei der Umsetzung und Weiterentwicklung der Wasserstoffstrategie zu beraten und zu unterstützen.

◆ **Kontakt:** [info@leitstelle-nws.de](mailto:info@leitstelle-nws.de), [www.wasserstoffrat.de](http://www.wasserstoffrat.de)