

# Wasserstoff im straßengebundenen Verkehr

## EXECUTIVE SUMMARY

Grüner Wasserstoff kann eine zentrale Rolle im Verkehr spielen, insbesondere im Schwerlastverkehr. Er bietet eine emissionsfreie Möglichkeit, erlaubt schnelle Betankungszeiten und trägt zur Dekarbonisierung des Transportsektors bei.

Um den Wettbewerbsvorsprung in Wasserstofftechnologien zu sichern und strategisch auszubauen, müssen heimische Innovationen in industrielle Maßstäbe skaliert, der Wachstumsmarkt frühzeitig etabliert und Abhängigkeiten verringert werden. Dazu zählt insbesondere die Förderung von Brennstoffzellen- und Cryotechnologien.

Ein zügiger, koordinierter und flächendeckender Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur ist essenziell. Dies erfordert eine gesicherte Versorgung sowie skalierbare Konzepte, die über die Ziele der Verordnung [\(EU\) 2023/1804](#) über den Aufbau der Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe (Alternative Fuels Infrastructure Regulation, AFIR) hinausgehen und einheitliche Standards für gasförmigen und flüssigen Wasserstoff berücksichtigen. Eine ganzheitliche Betrachtung ist entscheidend: Die Versorgung sollte standortabhängig über Lkw, Zug, Pipeline oder lokale Elektrolyse erfolgen.

Um Deutschland als Zukunftsstandort für Wasserstofftechnologien zu etablieren, braucht es verlässliche Rahmenbedingungen, die eine industrielle Skalierung ermöglichen, Planungssicherheit gewährleisten und Importstrategien gezielt vorantreiben.

Zur Förderung von Wasserstoff im straßengebundenen Verkehr müssen regulatorische Hürden abgebaut, die Bürokratie reduziert und der THG-Quotenmarkt stabilisiert werden. Ein ambitionierter Hochlauf kann durch gezielte Unterquoten für erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (RFNBO) zusätzlich beschleunigt werden.

## AUSGANGSLAGE

Grüner Wasserstoff im straßengebundenen Verkehr ist unverzichtbar für eine emissionsfreie Mobilität und ein Ermöglicher des Wasserstoffhochlaufs. Unter diesem Gesichtspunkt muss Deutschland Wasserstoff zielgerichtet fördern und seine Wertschöpfungskette stärken, um die nationalen Klimaziele nachhaltig zu erreichen und eine wichtige Zukunftstechnologie im Land zu etablieren. Dies sowie die folgenden wichtigsten Argumente unterstreichen die Empfehlung des NWR, dass Wasserstoff im Verkehr dringend wieder in den Fokus der politischen und wirtschaftlichen Diskussion rücken muss.

## **BEDEUTUNG VON GRÜNEM WASSERSTOFF ZUR ERREICHUNG DER NATIONALEN KLIMAZIELE UND DES 1,5-GRAD-ZIELS**

Grüner Wasserstoff in der Mobilität ist essenziell, um die internationale Verantwortung durch die Klimaziele von Paris und die nationale Treibhausgasneutralität bis 2040 zu erreichen. Als flexibler Energieträger und -speicher ist er ein zentraler Baustein der Energiewende.

## **KOMPLEMENTARITÄT VON WASSERSTOFF- ZU BATTERIETECHNOLOGIEN AUF DEM WEG ZU EINER KLIMAFREUNDLICHEN MOBILITÄT**

Wasserstofftechnologien stellen im Vergleich zur Batterietechnologie eine komplementäre Aktivität dar. Die Wasserstoffmobilität spielt ihre Vorteile u. a. durch geringere Fahrzeuggewichte und höhere Nutzlasten insbesondere auf langen Strecken aus.

Für den klimaneutralen Verkehr ist der Einsatz von Wasserstoffantriebstechnologien unerlässlich, und Synergien müssen genutzt werden – insbesondere vor dem Hintergrund der drastisch zunehmenden Netzbelastung und der knappen Zeit für die Transformation.

## **NOTWENDIGKEIT, DIE KLIMANEUTRALITÄT DES VERKEHRS VORANZUTREIBEN**

Der straßengebundene Verkehr muss zur Erreichung der Klimaziele verstärkt auch auf Wasserstofftechnologien wie Brennstoffzellen und Wasserstoffverbrennungsmotoren setzen. Bei der Traileranlieferung spielt neben gasförmigem auch der flüssige Wasserstoff eine Rolle, da er eine deutlich höhere Energiedichte bietet und sich der Transport bei größeren Mengen wesentlich kostengünstiger gestalten lässt. Schwere Nutzfahrzeuge mit Brennstoffzellen als auch mit für Wasserstoff modifizierten Verbrennungsmotoren gelten gemäß EU-Verordnung 2024/1610 als Null-Emissionsfahrzeuge, wenn sie unter 3 g CO<sub>2</sub>eq/tkm emittieren.

Fahrzeughersteller müssen ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß EU-Regularien drastisch und nachhaltig senken, um empfindliche Strafen zu vermeiden – ohne jegliche Rücksicht auf die verfügbare Infrastruktur. Allerdings sind Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff unter den aktuellen Bedingungen wirtschaftlich nicht überzeugend. Die EU-Energiesteuerrichtlinie (2003/96/EG) führt zu Ungleichbehandlungen und einer indirekten Doppelbesteuerung von Wasserstoff in Verbrennungsmotoren, was den Wasserstoffhochlauf in dieser Antriebstechnologie ausbremst.

Eine temporäre Steuererleichterung (Art. 15 EnergieStG) oder Subventionen für die Wasserstoffverbrennung sind dringend notwendig, um den Markthochlauf und den Aufbau der notwendigen Wasserstoffinfrastruktur zu fördern. Zudem verlängern bürokratische Hürden massiv die Planungs- und Bauzeiten, welche Deutschland im globalen Wettbewerb zurückwerfen.

## **POTENZIALE FÜR DEUTSCHLAND ALS TECHNOLOGIESTANDORT**

Deutschland nimmt, neben anderen Ländern der Welt, weiterhin eine führende Rolle in der Entwicklung und Forschung von Wasserstofftechnologien ein. Neue Ansätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Erzeugung über Speicherung und Transport bis hin zu Anwendungen – befinden sich in der Entwicklung. Um Innovationen schneller in industrielle Maßstäbe zu bringen, muss der Fokus stärker auf die anwendungsnahe Forschung gerichtet werden, wie es am Beispiel von neuen, leistungsstärkeren Brennstoffzellensystemen und großskaligen Verflüssigungsanlagen erkennbar ist.

Deutschland muss seine Kräfte bündeln, um die industrielle Führungsrolle zu sichern und gleichzeitig neue Arbeitsplätze zu schaffen. Dafür ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Politik notwendig, um einen erfolgreichen Markthochlauf zu realisieren. Der Marktdurchbruch wird die Kosten durch Skaleneffekte senken und eine wettbewerbsfähige, klimaneutrale Lösung schaffen, die durch differenzierte Technologien mehr Effizienz und Zukunftschancen für Deutschland bietet und die auch im Wettbewerb mit Asien Bestand hat.

### EXPORTCHANCEN DURCH TECHNOLOGIEFÜHRERSCHAFT IM GLOBAL WACHSENDEN WASSERSTOFFMARKT

Der Heimatmarkt ist ein unverzichtbarer Bestandteil für den Markthochlauf. Deutschland hat jetzt die Chance, im internationalen Wettbewerb eine führende, nachhaltige Rolle bei der Entwicklung und dem Export von Wasserstofftechnologien sowie von Brennstoffzellen entlang der gesamten Wertschöpfungskette einzunehmen – eine Gelegenheit, die im Bereich der batterieelektrischen Fahrzeuge weitgehend verpasst wurde.

Die breite deutsche Akteurslandschaft, insbesondere auch auf der Zuliefererseite, und das starke internationale Netzwerk wären ein Schlüssel für den Erfolg der hiesigen Wasserstofftechnologien. Diese böten enorme Chancen, dass sich deutsche Unternehmen auf dem Zukunftsmarkt für grünen Wasserstoff etablieren können. Der internationale Handel mit grünem Wasserstoff fördert nicht nur neue Handelsbeziehungen, sondern ermöglicht auch eine Diversifizierung der Energieträger und Transportrouten, was die Energiesicherheit stärkt.

### STATUS IM STRASSENVERKEHR IN DEUTSCHLAND UND ANDEREN LÄNDERN MIT BLICK AUF WASSERSTOFF

#### WASSERSTOFFERZEUGUNG FÜR DEN VERKEHR

In den letzten zwei Jahren konnte ein deutlicher Zuwachs an dezentralen Elektrolyseanlagen verzeichnet werden, welche zum jetzigen Zeitpunkt eine zentrale Rolle für die Umstellung auf grünen Wasserstoff bzw. mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2023/2414 (Renewable Energy Directive, RED III) konformen RFNBO-Wasserstoff spielen. Es werden elf IPCEI-geförderte, leistungsstärkere Elektrolyseanlagen für die Mobilität in Betrieb genommen und durch das dezentrale Wasserstoffkernnetz unterstützt.

Das Kernnetz ist der entscheidende Baustein für einen Wasserstoffmarkt und unterstützt sowohl die heimische Produktion als auch Importe. Die Versorgungssicherheit spielt eine entscheidende Rolle für die Steigerung der Kundenattraktivität, daher müssen parallel zum Aufbau der nationalen Wasserstoffinfrastruktur auch Importstrategien vorangetrieben werden, da der zukünftige Bedarf die heimischen Produktionskapazitäten insbesondere in der frühen Hochlaufphase übersteigt. Investitionsbereitschaften sind durch die hohen Anforderungen und Komplexitäten zur Produktion von RFNBO-konformen Wasserstoff gemindert worden, sodass es für die Frühphase einen Rahmen zu deren Vereinfachung erfordert, um Projekte zu realisieren und nicht weiter zu verteuern.

Neben der Diversifizierung der Bezugsquellen wird auch von günstigeren Produktionskosten profitiert, was die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie stärkt.

## **WACHSTUMSPOTENZIAL FÜR DIE FAHRZEUGFLOTTE**

Neben Brennstoffzellen bietet die Wasserstoffverbrennungstechnologie im Verkehr ein großes Potenzial zur Steigerung der Wasserstoffnachfrage und zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit der Tankstellen. Dies fördert den Skalierungseffekt, der auch den Einsatz von Brennstoffzellen vorantreibt und eine kritische Masse an Wasserstofftankstellen sichert, die nicht als Stranded Assets enden. Darüber hinaus eröffnet die Wasserstoffverbrennungstechnologie einen lukrativen Zweitmarkt im EU-Ausland und reduziert Ausfallrisiken teurer Schlüsselkomponenten für Zweitnutzer.

## **DYNAMISCHER AUSBAU DER TANKSTELLENINFRASTRUKTUR ERFORDERLICH**

Gerade für den Hochlauf müssen das Fahrzeug- und Tankstellenangebot sowie eine wirtschaftliche Wasserstoffversorgung engmaschig ineinandergreifen. In Deutschland gibt es heute weniger als 80 Wasserstofftankstellen, lediglich rund 40 sind für den Schwerlastverkehr bei ausschließlich 350 bar geeignet. Zusätzlich zeichnet sich ein weiterer Rückgang bei der Anzahl der Tankstellen ab. Um den Anforderungen des Schwerlastverkehrs gerecht zu werden, reichen die Vorgaben der AFIR nicht aus. Neben der Speicherkapazität müssen auch die technischen Eigenschaften der Tankstellen berücksichtigt werden. Dazu gehören höhere Wasserstoffdurchflussmengen, optimierte Betankungszeiten sowie die Fähigkeit, mehrere Fahrzeuge nacheinander innerhalb einer Stunde zu betanken. Im Vergleich zur Ladeinfrastruktur sind die Wasserstofffahrzeuge von Anfang an auf eine öffentliche Wasserstoffinfrastruktur angewiesen, da nur in wenigen Fällen die Tankstellen nicht öffentlich zugänglich sein werden. Begrenzte Speicher- und Betankungskapazitäten und hohe Transportkosten treiben die Preise und erschweren die Akzeptanz von Wasserstoff in der Mobilität.

## **CHANCEN ZUR KOSTENSENKUNG UND SKALIERUNG VON WASSERSTOFFPREISEN**

Für den Markthochlauf sind gezielte Nachfrageanreize nötig, um von Anfang an wirtschaftlich attraktive Lösungen zu bieten. Ein den Klimaschutzverträgen ähnliches Förderinstrument insbesondere im Hochlauf der Wasserstoffmobilität könnte die Mehrkosten gegenüber fossilen Kraftstoffen ausgleichen und den herrschenden Frühinvestitionsstau beenden, um langfristige Planungssicherheit entlang der Wertschöpfungskette zu schaffen.

## **INTERNATIONALER BLICK – JAPAN/KOREA/CHINA**

In den letzten Jahrzehnten sind technisch hervorragende Fahrzeuge insbesondere in Japan und Korea entstanden. Beide Länder haben schon frühzeitig die Bedeutung von Wasserstoff für den Verkehrssektor verstanden.

Seit einigen Jahren hat nun auch China Wasserstoff höher priorisiert und durch viele Projekte inzwischen im weltweiten Vergleich auch einen hohen Entwicklungsstand. Ähnlich wie bei der Batterietechnologie zielt man in der Wasserstoffwirtschaft darauf ab, die gesamte Wertschöpfungskette zu beherrschen, von der Produktion über den Transport bis zur Anwendung. Diese Entwicklungen werden durch massive Anreize seitens der chinesischen Regierung unterstützt, um in Kürze der konventionellen Technologie ebenbürtige Fahrzeuge anbieten und exportieren zu können.

## CO<sub>2</sub>-NEUTRALE WASSERSTOFFVERSORGUNG FÜR DEN VERKEHR IN DEUTSCHLAND

### OPTIMALE STANDORTFAKTOREN SCHAFFEN FÜR EINE NACHHALTIGE WASSERSTOFFVERSORGUNG

Der THG-Quotenhandel ist zentral für grünen Wasserstoff, doch hohe Anforderungen und fehlende Nachweisprozesse erschweren die Umsetzung. Standardwerte für Emissionsberechnungen, ähnlich wie bei Biokraftstoffen, könnten nach vorheriger Anpassung der RED die Anwendung der 37. BImSchV vereinfachen. Eine Preisstabilisierung des THG-Quotenhandels bis 2035 muss durch geeignete Maßnahmen gewährleistet werden. Zudem sind eine Mautbefreiung auch für Wasserstoffverbrennungsfahrzeuge und die Aussetzung der Energiesteuer entscheidend, um Kostennachteile gegenüber anderen Null-Emissions- und konventionellen Antrieben zu vermeiden und den Markthochlauf zu ermöglichen.

### POTENZIALE VON WASSERSTOFF-HUBS FÜR EINE EFFIZIENTE VERSORGUNG

Regionale Wasserstoff-Hubs sind zentrale Knotenpunkte für Produktion, Lagerung und Verteilung sowie essenziell für eine resiliente Wasserstoffmobilität. Sie bündeln erneuerbare Energiequellen, optimieren die Versorgung und stärken regionale Wirtschaftskreisläufe. Durch die Anbindung an ein flächendeckendes Tankstellennetz wird die Versorgungssicherheit erhöht und die Effizienz gesteigert. Der NWR empfiehlt daher einen koordinierten Infrastrukturausbau sowie eine gezielte Förderung der Wasserstoff-Hubs.

### ZUKUNFTSAUSSICHTEN VON GRÜNEM UND BLAUEM WASSERSTOFF

Langfristig basiert das Wasserstoffsystem auf klimaneutralem Wasserstoff, doch in der Hochlaufphase kann auch kohlenstoffarmer Wasserstoff Emissionen senken und neuartige Geschäftsmodelle fördern. Zu strikte Definitionen behindern Projekte oder verteuern sie unnötig. Daher sind technologieoffene, pragmatische Ansätze entscheidend. Perspektivisch muss ein fairer Wettbewerb mit Fokus auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung gesichert werden.

## ANFORDERUNGEN AN DIE INFRASTRUKTUR FÜR EINE BETANKUNG MIT HOHER KUNDENAKZEPTANZ

### ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN FÜR EINE ATTRAKTIVE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

Die Wasserstofftankstellen müssen sowohl für Fahrzeugbetreiber attraktiv sein, einen echten Kundennutzen bieten als auch für Investoren wirtschaftlich tragfähig sein. Entscheidend sind dabei eine gute Erreichbarkeit (gemäß AFIR und nationaler Strategie zu TEN-T-Korridoren), eine schnelle und sichere Betankung, flexible Wasserstoffangebote (gasförmig und flüssig) sowie wettbewerbsfähige Preise an der Zapfsäule.

Für Investoren ist Planbarkeit essenziell, gesichert durch

- ◆ eine stabile Grundauslastung durch Regelverkehr,
- ◆ Fördermechanismen für Aufbau und Betrieb,
- ◆ Unterstützung zur Erreichung wettbewerbsfähiger Wasserstoffkosten (z. B. H2Global).

## SICHERE UND RESILIENTE WASSERSTOFFLIEFERKETTEN FÜR EINE STABILE VERSORGUNG

Ein stabiler Mix aus lokaler, regionaler und internationaler Wasserstoffproduktion aus zuverlässig betriebenen Elektrolyseanlagen stärkt die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit. Vielfältige Technologien und Anbieter in der Distribution sowie strategische Wasserstoffreserven (analog Erdgas) sichern die Robustheit der Lieferkette.

## VERSCHIEDENE TANKSTELLENKONZEPTE MIT ON-SITE-/OFF-SITE-WASSERSTOFFVERSORGUNG

Europäische Tankstellen müssen künftig flexibel und kostengünstig verschiedene Betankungsarten (gasförmig und flüssig) zu einheitlichen Qualitätsstandards (mindestens 3.7 Wasserstoffqualität) anbieten. Die Anforderungen an die Wasserstoffinfrastruktur erfordern eine Mindestkapazität von zwei Tonnen pro Tag mit der Fähigkeit, mindestens vier Lkw pro Stunde zu betanken, um eine durchgehende Back-to-Back-Betankung sicherzustellen – und gehen damit über die AFIR-Mindestvorgaben hinaus. Stranded Assets nach wenigen Jahren Betriebszeit, weil die Tankstellen zu klein dimensioniert waren, sind unbedingt zu vermeiden. Darüber hinaus ist es wichtig, eine schnelle und skalierbare Erweiterungsmöglichkeit vorzuhalten, um bei steigender Nachfrage die Kapazität auf bis zu 5 Tonnen pro Tag erhöhen zu können. Dabei kann eine Belieferung in flüssiger Form die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Je nach Standort erfolgt die Versorgung flexibel über verschiedene Wege: per Lkw, Zug, Pipeline oder durch lokale Elektrolyse. Diese Vielfalt an Lieferoptionen gewährleistet eine zuverlässige und effiziente Versorgung, die sich an die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen anpassen lässt.



### 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)