



# **Versorgungssicher in Deutschland unterwegs**

## **Handlungsempfehlungen für eine zukunftsweisende Brennstoffzellen- Mobilität**

### **2. Eckpunktepapier der DWV-Fachkommission HyMobility**

**Januar 2024**

# Inhaltsverzeichnis

1.	Hintergrund und Zielsetzung .....	1
1.1.	Grüner Wasserstoff: Die Wasserstoffrevolution im Verkehrssektor.....	1
1.2.	Fachkommission HyMobility .....	3
	Über Uns .....	3
	Projektzeit .....	4
2.	Arbeitsgruppen und Handlungsempfehlungen .....	5
2.1.	H <sub>2</sub> Produktion: Erzeugung von grünem H <sub>2</sub> ambitioniert und sicher ausbauen .....	5
	Handlungsempfehlungen H <sub>2</sub> -Produktion .....	6
2.2.	Betankungsinfrastruktur: Aufbau einer Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur sicher und schnell umsetzen .....	10
	Handlungsempfehlungen Betankungsinfrastruktur .....	10
2.3.	Fahrzeughersteller: Brennstoffzellen Mobilität hochfahren .....	15
	Handlungsempfehlungen Fahrzeughersteller .....	19
2.4.	Nutzer – Versorgungssichere Logistik in Aktion .....	21
	Handlungsempfehlungen Nutzer .....	22
3.	Der Einfluss der Skaleneffekte auf die Brennstoffzellenmobilität .....	24
4.	Vorschlag eines Betriebskostenförderprogramm (OPEX-Förderprogramm) .....	28
5.	Fazit und Ausblick .....	33

# 1. Hintergrund und Zielsetzung

## 1.1. Grüner Wasserstoff: Die Wasserstoffrevolution im Verkehrssektor

Zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 ist es ohne Frage notwendig, sämtliche Sektoren auf erneuerbare Energien umzustellen. Dies stellt nicht nur die Wirtschaft, sondern insbesondere den Verkehrssektor vor immense Herausforderungen.

Besonders im Verkehrssektor konnten bislang prozentual am wenigsten CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden. Die Klimaziele für die Jahre 2021 und 2022 wurden bereits zweimal in Folge verfehlt. Um das Klimaziel mit einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von max. 84 Mio. Tonnen für den Verkehr bis 2030 zu erreichen, sind circa 70 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Einsparungen erforderlich.<sup>1</sup> Gleichzeitig wird ein Anstieg des straßenbezogenen Transports um etwa 18 % bis 2030 prognostiziert<sup>2</sup>, was die Zielerreichung noch herausfordernder macht. Es gilt daher, jetzt zu handeln und die Voraussetzungen für die Transformation der Antriebstechnologien und der Energieversorgung des Verkehrs hin zu einer witterungsunabhängigen versorgungssicheren erneuerbaren Verkehrswirtschaft zu schaffen. Dieses Eckpunktepapier zeigt einen Fahrplan für eine effiziente und zielorientierte Transformation des Verkehrssektors auf

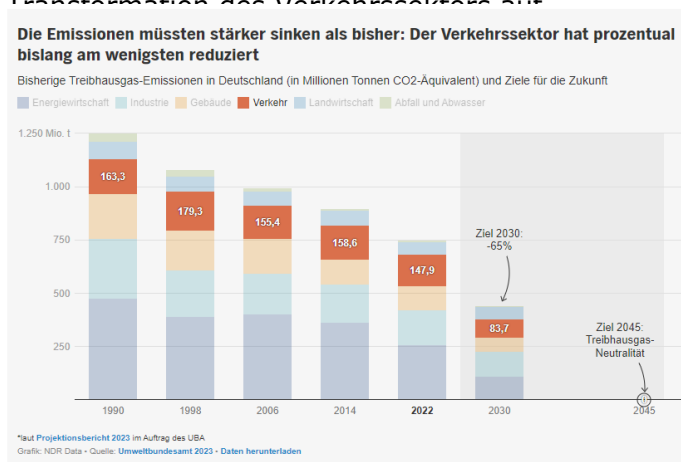


Abbildung 1: Entwicklung und Prognose der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor

Ein Drittel aller CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor entfallen auf den Nutzfahrzeugbereich, wovon wiederum zwei Drittel auf Fahrzeuge mit über 12 Tonnen Gewicht (N3-Segment) entfallen. Dies ergibt ein CO<sub>2</sub>-Einsparungspotential von 18 bis 20 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>, wenn entsprechende Maßnahmen in diesem Segment ergriffen werden. Um die Emissionen des Verkehrssektors zu reduzieren und

die Klimaschutzziele zu erreichen, ist eine umfassende technologische Transformation sowohl der generellen Mobilität als auch der Schwerlastmobilität unumgänglich.

Gemäß den Plänen der Europäischen Kommission sollen ab dem Jahr 2030 neu zugelassene schwere Nutzfahrzeuge eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 45 % gegenüber dem Jahre

<sup>1</sup> Quelle: Technologiestudie – Kurzstudie zur Analyse der Potenziale der Brennstoffzellen-Mobilität

Skaleneffekte im Massenmarkt des emissionsfreien Verkehrssektors auf Basis von grünem Wasserstoff in Deutschland (LBST, 2023)

<sup>2</sup> Quelle: EU Kommission - [https://germany.representation.ec.europa.eu/news/kommissions-vorschlag-neue-co2-standards-fur-lkw-emissionsfreie-stadtbusse-ab-2030-2023-02-14\\_de](https://germany.representation.ec.europa.eu/news/kommissions-vorschlag-neue-co2-standards-fur-lkw-emissionsfreie-stadtbusse-ab-2030-2023-02-14_de) (13.12.2023)

2019 aufweisen.<sup>3</sup> Gleichzeitig sind für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge im gleichen Zeitraum Reduktionsziele von 55 % bzw. 50 % festgelegt. Ab dem Jahr 2035 dürfen neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge überhaupt keine CO<sub>2</sub>-Emissionen mehr verursachen. Diese ambitionierten Pläne unterstreichen die Notwendigkeit, effektive Maßnahmen zu ergreifen. Schwere Nutzfahrzeuge stoßen gegenüber Pkw rund 50 mal mehr CO<sub>2</sub> aus. Dieses große Potential verdeutlicht den großen Hebel für eine schnelle Defossilisierung von Schwerlastfahrzeugen.<sup>4</sup>

Die Verwirklichung dieser ehrgeizigen Ziele - ebenso wie die allgemeinen Klimaschutzziele - erfordern einen umfassenden Transformationsprozess, der bislang nur zögerlich in Gang kommt. Der Expertenrat der Bundesregierung bezeichnet diesen Zustand als erhebliche "Klimaschutzlücke", die durch geeignete Maßnahmen geschlossen werden muss. Entschlossene Schritte sind notwendig, um die Weichen für eine nachhaltige und klimafreundliche Zukunft im Verkehrssektor zu stellen.<sup>5</sup>

Die Technologie der Brennstoffzelle (BZ) spielt eine entscheidende Rolle für den Erfolg dieses Transformationsprozesses. Insbesondere im Nutzfahrzeugsegment bietet die BZ-Technologie signifikante Vorteile gegenüber der batterieelektrischen Mobilität, wie in Abbildung 2 dargestellt.

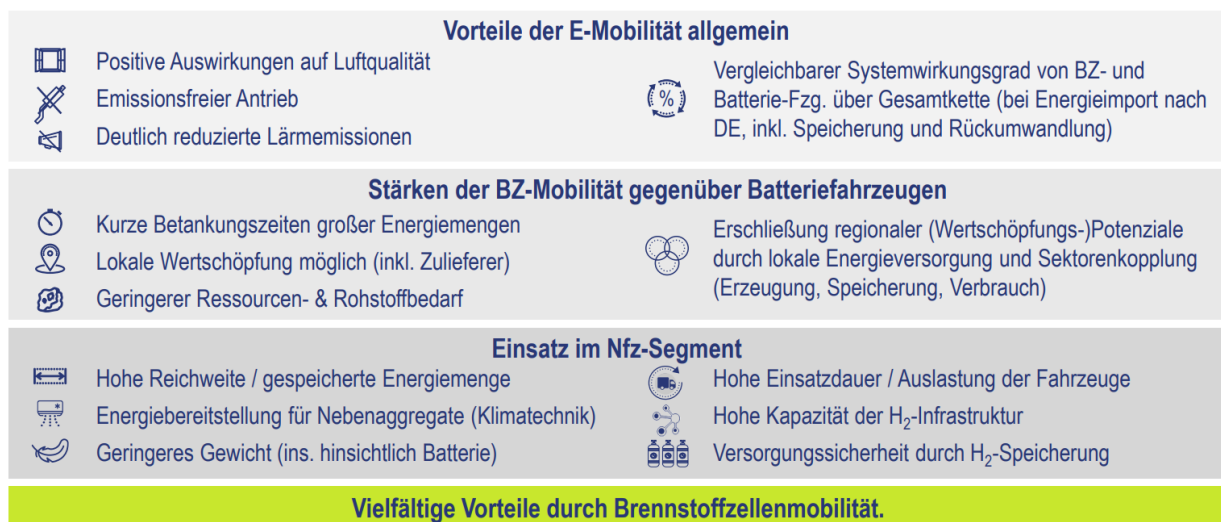


Abbildung 2: Vorteile der BZ-Mobilität

Quelle: Wasserstoffmobilität in Deutschland: Verkehrsstudie (LBST, 2023)

Neben der höheren Reichweite, dem geringeren Gewicht und kürzeren Betankungszeiten bietet die Brennstoffzellenmobilität Versorgungssicherheit der Transporte, da die erneuerbare

<sup>2</sup> Quelle: BMDV - <https://bmdv.bund.de/ShaafirDocs/DE/Pressemitteilungen/2023/017-wissing-pk-verkehrsentwicklung-deutschland.html> (18.12.2023)

<sup>4</sup> Quelle: Wasserstoffmobilität in Deutschland: Umweltanalyse (LBST, 2023)

<sup>5</sup> Quelle: NDR (<https://www.ndr.de/nachrichten/ndrdata/Klimaschutz-Deutschland-verfehlt-laut-Expertenrat-Klimaziele,emissionen126.html>) (14.12.2023)

Stromerzeugung und die Betankung der Fahrzeuge zeitlich versetzt und damit unabhängig von dem aktuellen Dargebot der erneuerbaren Energien erfolgen kann. Auch die Begrenzungen von Netzanschlusskapazitäten entlang vieler Bundesautobahnen und in Stadtzentren beeinträchtigen die Versorgung der Brennstoffzellenmobilität nicht. BZ-Fahrzeuge müssen daher einen signifikanten Marktanteil einnehmen, um einerseits die Klimaziele im Verkehrsbereich zu erreichen und andererseits die Versorgung der Bürger:innen und Industrien zu jedem Zeitpunkt sicherzustellen.

BZ-Fahrzeuge haben aktuell aufgrund ihrer höheren Anschaffungs- und Betriebskosten einen wirtschaftlichen Nachteil gegenüber fossilen oder batterieelektrischen Fahrzeugen. Die notwendige breite Markteinführung von BZ-Fahrzeugen hängt maßgeblich von einem unterstützenden regulatorischen Rahmen ab, der ein ausgewogenes, wettbewerbsfähiges und technologieoffenes Marktumfeld für die Brennstoffzellenmobilität auf Basis von grünem Wasserstoff schafft. Ein solcher Rahmen bietet Unternehmen die notwendige Planungssicherheit, um die Investitionen in einem sehr angespannten wettbewerblichen Umfeld in die Transformation ihres Fuhrparks vornehmen zu können.

## 1.2. Fachkommission HyMobility

### Über Uns

Die Fachkommission HyMobility ist ein branchenübergreifender Zusammenschluss von Unternehmen und Organisationen aus Wirtschaft und Wissenschaft, die das gemeinsame Ziel verfolgen, erforderliche regulatorische Rahmenbedingungen für die Schaffung von emissionsfreier, wasserstoffbasierter und verkehrssicherer Mobilität für Deutschland zu erarbeiten und in den politischen Raum zur Diskussion zu stellen. Zum Erreichen der Klimaziele 2030 im Verkehrssektor sind wesentliche Anteile der Fahrzeugflotten auf neue Antriebstechnologien umzustellen. Eine davon ist der elektrische Antrieb mit wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen. Diese Technologie bietet die Voraussetzung für eine witterungsunabhängige, versorgungssichere, nachhaltige und wirtschaftliche Mobilität. Für den schnellen und sicheren Aufbau der dafür notwendigen Infrastruktur bedarf es einer langfristigen und nachhaltigen Strategie. Ebenso müssen

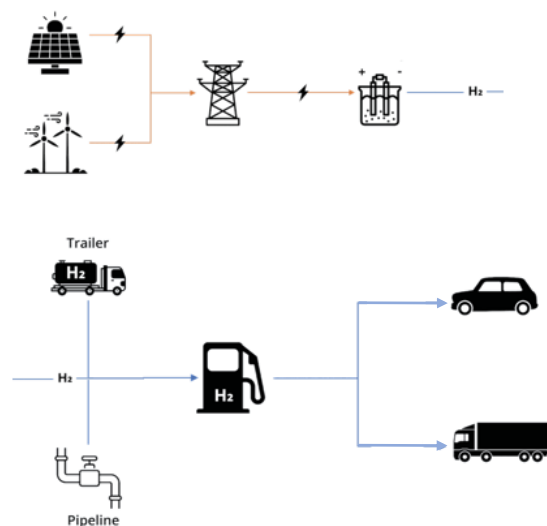


Abbildung 3: Prozess des grünen Wasserstoff

rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen die notwendigen Anreize für den schnellen Markthochlauf emissionsfreier Wasserstoffmobilität schaffen.

Die HyMobility-Fachkommission trägt mit ihrem vernetzten Austausch entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die in Abbildung 3 dargestellt ist, wesentlich zur Beschleunigung einer wirtschaftlich tragfähigen Transformation zu einer klimaneutralen Mobilität bei. Das gemeinsame Ziel ist es, dass der Verkehrssektor einen substantziellen Beitrag zur Erreichung der Ziele des Pariser Klimaabkommens und des europäischen Green Deals leisten wird.

## Projektzeit

Innerhalb der dreijährigen HyMobility Projektzeit (2022 – 2024) werden von der Fachkommission in enger Abstimmung mit den Mitgliedern Eckpunktepapier erstellt. [Das erste Eckpunktepapier](#)<sup>6</sup> gibt einen Überblick über die ersten Handlungsempfehlungen innerhalb der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette. Das vorliegende zweite Eckpunktepapier greift aktuelle Studienergebnisse auf, entwickelt bestehende Handlungsempfehlungen weiter und formuliert neue Handlungsempfehlungen.

Das Projekt HyMobility wird im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie mit insgesamt 1.438.600 Euro durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr gefördert. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PTJ) umgesetzt.



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

Koordiniert durch:



Projektträger:



Abbildung 4: DWW Fachkommission HyMobility - gefördertes Projekt

<sup>6</sup> Zu finden unter: [https://dww-info.de/wp-content/uploads/2023/05/20230331\\_HyMobility\\_1\\_Eckpunktepapier.pdf](https://dww-info.de/wp-content/uploads/2023/05/20230331_HyMobility_1_Eckpunktepapier.pdf)

## 2. Arbeitsgruppen und Handlungsempfehlungen

Die Fachkommission HyMobility und ihre Mitglieder wirken entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette aktiv mit an der Gestaltung von Vorschlägen für die erforderlichen Anpassungen rechtlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, damit eine emissionsfreie straßenbasierte Mobilität mit grünem Wasserstoff und Brennstoffzellen möglich ist. Wie in Abbildung 5 dargestellt, liegt der Fokus der Fachkommission HyMobility auf folgenden Bereichen: H<sub>2</sub>-Produktion, Betankungsinfrastruktur, Fahrzeughersteller und Nutzer.



Abbildung 5: Die vier Arbeitsgruppen von HyMobility

### 2.1. H<sub>2</sub> Produktion: Erzeugung von grünem H<sub>2</sub> ambitioniert und sicher ausbauen

In der Arbeitsgruppe H<sub>2</sub>-Produktion werden unter Berücksichtigung der Versorgungssicherheit, die Notwendigkeit und die Chancen für den schnelleren und sicheren Ausbau der erneuerbaren Energien ermittelt. Dabei werden relevante Hemmnisse und Barrieren bei der Produktion von grünem Wasserstoff identifiziert und entsprechende Lösungsansätze erarbeitet. Wasserstoff ist der entscheidende Energieträger für eine versorgungssichere, nachhaltige und wirtschaftliche Mobilität, die den Bedürfnissen der Verbraucher gerecht wird. Bereits 2030 wird der Bedarf des Mobilitätssektors (Straße, Schifffahrt, Luftfahrt, Schienenverkehr) in einem hohen TWh-Bereich an nachhaltig erzeugtem Wasserstoff oder daraus produzierter Derivate liegen, um die verbindlichen Klimaziele zu erreichen.<sup>7</sup> Daraus ergibt sich für die Produktion von grünem Wasserstoff die Notwendigkeit, den Ausbau von erneuerbaren Energie-Anlagen (EE-Anlagen) und Elektrolyseuren deutlich zu beschleunigen. Neben dem Ausbau der heimischen und europäischen Wasserstoffproduktion müssen verlässliche und nachhaltige Partnerschaften geschlossen werden.

Vor diesem Hintergrund sieht das REPowerEU-Programm der EU-Kommission bis 2030 eine Jahresproduktion von mindestens 10 Mio. Tonnen an grünem Wasserstoff in der EU vor. Dabei stammen 10 Mio. Tonnen importierter erneuerbarer Wasserstoff aus diversifizierten

<sup>7</sup> Quelle: Bundestag - <https://www.bundestag.de/resource/blob/894040/0adb222a2cbc86a20d989627a15f4bd8/WD-5-024-22-pdf-data.pdf> (19.12.2023)

internationalen Quellen und 5 Mio. Tonnen erneuerbarer Wasserstoff aus Quellen in Europa, zusätzlich zu den bereits geplanten 5 Mio. Tonnen. Insgesamt geht die EU damit von einem Gesamtbedarf von 20 Mio. Tonnen Wasserstoff bzw. 660 TWh/a aus, mit einer installierten Elektrolyseleistung von über 200 GW und einem Investitionspotenzial von über 500 Mrd. EUR für Wasserstoff und erneuerbare Energien. Die grüne Wasserstoffproduktion bildet die Grundvoraussetzung für eine klimaneutrale Mobilität. Grüner Wasserstoff ist das entscheidende Molekül für die Diversifizierung des Energiesektors.

Allein für die sichere Versorgung des emissionsfreien Schwerlastverkehrs in Deutschland müssen 2030 über 70 TWh grünen Wasserstoffs pro Jahr bereitgestellt werden.<sup>8</sup> Für dessen nachhaltige Produktion müssen 25 Gigawatt Elektrolyseleistung und entsprechend viele EE-Anlagen errichtet werden.

Wir empfehlen der Bundesregierung zum Erreichen der Klimaziele im Straßen-Güterverkehr daher unmittelbar geeignete Sofortmaßnahmen für den Aufbau einer diversifizierten, gesicherten und grünen Wasserstoffversorgung zu ergreifen. Projekte wie *H2Global* sind ein richtiger Weg. Weitere Initiativen sollten hier anknüpfen, um die grüne Wasserstoffproduktion in Deutschland, Europa und weiteren potenziellen Lieferländern (z.B. in Nordafrika) in der notwendigen Geschwindigkeit hochzufahren.

## Handlungsempfehlungen H2-Produktion

Im Folgenden werden fünf Handlungsfelder identifiziert und die entsprechenden Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppe H<sub>2</sub>-Produktion vorgestellt:

### **Ausbau der erneuerbaren Energien durch höhere Flächenziele von EE-Anlagen**

Das im Wind-an-Land-Gesetz enthaltene Windflächenbedarfsgesetz (WindBG) legt Flächenziele fest. Bis zum Jahre 2023 müssen alle Länder zwischen 1,8 % und 2,2 % ihrer jeweiligen Landesflächen zur Verfügung stellen. Die Stadtstaaten sollen bis zu diesem Zeitpunkt 0,25 % ihrer Flächen stellen. Bis zum 31. Mai 2024 müssen die Länder erste Umsetzungsschritte für die Bereitstellung der Flächen nachweisen.

In den aktuellen Flächen- und PV-Ausbauzielen ist die Produktion von grünem Wasserstoff nicht berücksichtigt. Folglich sollte das aktuelle Ausbauziel nochmals angepasst werden. Dies gilt insbesondere für jene Anlagen, die im räumlichen Zusammenhang zu EE-Anlagen errichtet werden. Neben den Flächen für Windkraftanlagen soll im Schnitt ein Prozent der Landesfläche für PV vorgesehen werden. Für die Planungssicherheit muss hier dringend aufgestockt werden.

---

<sup>8</sup> Um die verbindlichen Klimaziele des Verkehrssektors bis 2030 zu erreichen, sind allein für den Straßenverkehr 220.000 Brennstoffzellen-Lkw (N3/>12t) notwendig.



Hierzu gab es aus der **Regulatorik – Studie**<sup>9</sup> von BBH folgende Ergebnisse:

Durch die Beschließung der Renewable Energy Directive III (RED III) durch den EU-Ministerrat im Oktober 2023 wurde festgelegt, dass Mitgliedstaaten für den EE-Ausbau und zugehörige Infrastruktur (Netz und Speicher) geeignete und verfügbare Flächen ausweisen müssen. Die Umsetzung muss spätestens 18 Monate nach Inkrafttreten der RED III erfolgen. Die Gebiete müssen den Zielpfaden der nationalen Energie- und Klimaplänen entsprechen und die Auswahl anhand der Verfügbarkeit der EE-Quellen, der Energienachfrage, dem Erzeugungspotential und der bestehenden Netz-/Speicherinfrastruktur erfolgen.<sup>10</sup>

Auch müssen die Behörden der Mitgliedsstaaten sicherstellen, dass Beschleunigungsgebiete für eine oder mehrere EE-Technologien ausgewiesen werden. Die Umsetzung muss bis spätestens 27 Monate nach Inkrafttreten der REDII erfolgen und in den ausgewählten Gebieten sollen keine erheblichen Umweltauswirkungen zu erwarten sein.<sup>11</sup>

### **Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsverfahren**

Der Bundesrat hat in 2023 die Umsetzung der EU-Notfallverordnung (Verordnung EU 2022/2577) beschlossen. Damit werden die Verfahren zum Ausbau der erneuerbaren Energien und der Stromnetze weiter beschleunigt. Gemeinsam mit der Novelle des Raumordnungsgesetzes („Gesetz zur Änderung des Raumordnungsgesetzes und anderer Vorschriften“, ROGÄndG) wurden entsprechende Regelungen im Windenergieflächenbedarfsgesetz, im Windenergie-auf-See-Gesetz, im Energiewirtschaftsgesetz und im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) angepasst.

- mehr Tempo beim Ausbau der Wind- und Solarenergie
- Pflicht für UVP und artenschutzrechtlicher Prüfung kann entfallen

Aktuell (Januar 2024) liegt ein Referentenentwurf zur Änderung der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vor, der darauf abzielt, schnellere Genehmigungsverfahren für Elektrolyseanlagen zu ermöglichen.

Bisher erfolgt die Zulassung von Elektrolyseuren gemäß einer Regelung aus der IE-Richtlinie (Art. 10 i.V.m. Nr. 4.2.a) des Anhangs I der IE-Richtlinie). Diese Klassifizierung ordnet Elektrolyseanlagen der Herstellung anorganischer Chemikalien zu.

Das Europäische Parlament setzt sich aktiv dafür ein, dass die Elektrolyse weiterhin unter die IE-Richtlinie fällt. Dabei wird vorgeschlagen, Wasserstoffelektrolyseure mit einer elektrischen

---

<sup>9</sup> Link zur Regulatorik Studie: <https://dvw-info.de/wp-content/uploads/2023/10/HyMobility-Regulatorikstudie-DWV-bbh.pdf>

<sup>10</sup> in Art. 15b („EE-Gebiete“); Quelle: Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen für den Markthochlauf der Brennstoffzellenmobilität im Verkehrssektor auf Basis von grünem Wasserstoff, bbh

<sup>11</sup> Art. 15c („EE-Beschleunigungsgebiete“); Quelle: Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen für den Markthochlauf der Brennstoffzellenmobilität im Verkehrssektor auf Basis von grünem Wasserstoff, bbh

Nennleistung von weniger als 50 MW von den Anwendungsbereichen der IE-Richtlinie auszunehmen. Im Gegensatz dazu schlägt der Europäische Rat einen alternativen Ansatz vor. Hierbei soll nicht die elektrische Nennleistung als Schwellenwert dienen, sondern die Erzeugungskapazität von 60 Tonnen Wasserstoff pro Tag.

Deutschlands Bundesrat unterstützt hingegen den Ansatz des Europäischen Parlaments, welcher sich auf die elektrische Nennleistung bezieht. Die vorgeschlagenen Änderungen des Bundesrats betonen, dass die Klassifizierung der Elektrolyseure nicht von der Menge des pro Tag produzierten Wasserstoffs abhängt, sondern von der elektrischen Nennleistung der Anlage (vgl. BR-Drs. 591/23).

Elektrolyseure sollen zudem in einer eigenen Kategorie des Anhangs I der IE-Richtlinie verortet werden. Für die jeweiligen Schwellenwerte sollen die Maßgaben für Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung aus der 4. BImSchV maßgeblich sein. Danach ergäbe sich folgende Staffelung:

- Genehmigungsfreiheit bis 5 MW elektrischer Nennleistung,
- ab 5 MW elektrischer Nennleistung würde das vereinfachte Verfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung Anwendung finden und
- ab 130 MW elektrischer Nennleistung würde das förmliche Verfahren greifen.

Die Überarbeitung der IE-Richtlinie hat das Potenzial, einen maßgeblichen Beitrag zur Verbesserung des rechtlichen Rahmens für die Wasserstoffproduktion in Europa zu leisten. Dies würde sowohl den technologischen Fortschritt als auch den Schutz von Umwelt und Anlagen besser berücksichtigen.

Hierzu gab es aus der **Regulatorik – Studie** von BBH folgende Ergebnisse:

Mit der RED III können nun von Mitgliedsstaaten Beschleunigungsgebiete ausgewiesen werden, die besonders geeignet für die Errichtung von EE-Anlagen sind. Wenn bei der Umweltprüfung zur Ausweisung des Beschleunigungsgebietes keine erheblichen unvorhergesehenen nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt ermittelt wurden oder werden konnten, besteht keine Pflicht für eine Umweltverträglichkeits- oder FFH-Verträglichkeitsprüfung.<sup>12</sup>

### **Marktdesign für grünen Wasserstoff**

Zur Einspeisung von grünem Wasserstoff sollte der Gesetzgeber ein rechtlich bindendes Unterziel für erneuerbare Gase und Flüssigkeiten nicht biogener Herkunft zur THG-Minderung der in den Verkehr gebrachten Kraftstoffe verankern. Diese Forderung spielt in der REDIII

---

<sup>12</sup> Quelle: Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen für den Markthochlauf der Brennstoffzellenmobilität im Verkehrssektor auf Basis von grünem Wasserstoff, bbh

eine entscheidende Rolle. In der fortlaufenden Begleitung der 37. BImSchV wird hierbei vertieft auf die Dreifach-Anrechnung von grünem Wasserstoff als Inverkehrbringer geachtet. Am 13.12.2023 wurde die Kabinettsfassung der 37. BImSchV beschlossen und in das Bundestagsverfahren gegeben. Ein zeitnahes Inkrafttreten im 1. Halbjahr 2024 muss sichergestellt und die Umsetzung sowie Wirkung begleitet werden.

### **Steigerung der Elektrolysekapazität**

Um ein nachhaltiges, wirtschaftliches und versorgungssicheres Energiesystem zu gewährleisten, existiert in Deutschland bis 2045 ein Bedarf von mindestens 700 Terawattstunden (TWh/a) an grünem Wasserstoff vor (EU-weit 2.000 TWh/a). Um diesen Bedarf zu decken, ist ein dringender Ausbau der inländischen Produktionskapazität von grünem Wasserstoff bis 2030 auf mindestens 10 Gigawatt (GW) und bis 2035 auf 40 GW erforderlich.

Die Bundesregierung wird dazu aufgefordert, jetzt entschlossen zu handeln und Maßnahmen zu ergreifen, um einen effizienten, zügigen und sicheren Hochlauf zur Deckung dieser zukünftigen Nachfrage im Rahmen einer grünen Wasserstoff-Marktwirtschaft zu gewährleisten. Es gilt, ambitionierte Schritte zu unternehmen, um die notwendige Infrastruktur und technologischen Kapazitäten aufzubauen und so die Etablierung von grünem Wasserstoff als entscheidenden Bestandteil der Energiewende zu fördern.

### **Dezentrale Elektrolyse anreizen**

Um die Versorgung der Güter sicherzustellen, muss Wasserstoff rund um die Uhr an den Tankstellen verfügbar sein. Die Spediteure und deren Kunden erwarten, dass die Fahrzeuge im täglichen Geschäft analog zu Diesel-Trucks nutzbar sind. Hier liegt auch der große BU-Mobilitätsvorteil gegenüber batterieelektrischen Fahrzeugen. Um die Transportkosten möglichst gering zu halten, sollten Elektrolyseanlagen in höchstens 100 km Entfernung zu den zu beliefernden H<sub>2</sub>-Tankstellen stehen. Dazu ist eine wesentliche Zusammenarbeit zwischen der H<sub>2</sub>-Produktion und der H<sub>2</sub>-Versorgung erforderlich.

## 2.2. Betankungsinfrastruktur: Aufbau einer Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur sicher und schnell umsetzen

Der schnelle Aufbau einer flächendeckenden Betankungsinfrastruktur für Wasserstoff ist Voraussetzung für den Hochlauf der BZ-Mobilität und somit der Erreichung der Klimaziele. Es gilt, das H<sub>2</sub>-Tankstellennetz unter Berücksichtigung aller Tankarten (700 bar -, 350 bar - sowie LH<sub>2</sub>-Betankungen) schnell und sicher auszubauen und nachzurüsten, damit der Bedarf im wachsenden Schwerlasttransport adäquat bedient werden kann. Dementsprechend ist auch die Versorgungssicherheit mit grünem Wasserstoff im Verkehrssektor von hoher Bedeutung.

Ziel der Arbeitsgruppe Betankungsinfrastruktur ist es deshalb, vor dem Hintergrund der geplanten Entwicklung, notwendige und geeignete Bedingungen sowohl für die Belieferung als auch die Speicherung auszuarbeiten sowie mögliche Methoden der Tanktechnik zu analysieren.

### Handlungsempfehlungen Betankungsinfrastruktur

Im Folgenden werden die ersten fünf Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppe Betankungsinfrastruktur vorgestellt, welche einen ganzheitlichen Aufbau einer Betankungsinfrastruktur sicherstellen sollen:

#### Marktdesign für grünen Wasserstoff

Im Bestreben, die Betankungsinfrastruktur weiter auszubauen, ist es ratsam, dass der Gesetzgeber ein rechtlich bindendes Unterziel für erneuerbare Gase und nicht biogene Flüssigkeiten bei der Betankung mit grünem Wasserstoff festlegt. Durch die Verankerung solcher Ziele werden planbare Marktpotenziale geschaffen und somit die notwendige Investitionssicherheit gewährleistet.

Parallel dazu ist es von großer Bedeutung, weltweit anerkannte Standards für *grünen* Wasserstoff zu etablieren. Dies dient dem Ziel einheitlicher Prozesse, international regulierter Rückverfolgbarkeit und einer unabhängigen Überwachung. Nur auf diese Weise können Emissions-Reduktionsziele verifiziert und ein Vertrauen in die Klimaneutralität grünen Wasserstoffs geschaffen werden. Es geht darum, die Grundlagen zu schaffen, die notwendig sind, um eine umweltfreundliche und nachhaltige Nutzung von Wasserstoff im Verkehrssektor zu gewährleisten. Insbesondere der Aufbau eines Emissionshandelssystems für grüne Wasserstoffzertifikate ist anzustreben. Zur Etablierung des Emissionshandelssystems auf nationaler Ebene ist die Entscheidung der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) im Rahmen einer separaten Akkreditierung erforderlich; auf europäischer Ebene ist die Akzeptanz durch die EU-Kommission Voraussetzung.

## **Schnellere Planungs- und Genehmigungsverfahren**

Um die BZ-Mobilität voranzubringen, bedarf es effizienter und sicherer H<sub>2</sub>-Tankstellen, die viele Fahrzeuge betanken können. Laut dem Tankstellenbetreiber H2MOBILITY sind aktuell deutschlandweit 69 H<sub>2</sub>-Tankstellen für Nutzfahrzeuge mit 350bar in Betrieb. Weitere 74 H<sub>2</sub>-Tankstellen befinden sich in der Realisierungsphase, welche damit größtenteils in 2024 eröffnet werden. Damit würde sich das H<sub>2</sub>-Tankstellennetz für die 350bar Betankung verdoppeln. Für diesen Hochlauf ist neben dem Genehmigungsverfahren auch die erstmalige Überprüfung des Betankungsprotokolls nach DIN EN 17127 und ISO 19880 hervorzuheben. In den letzten Gesprächen mit den Mitgliedern gibt es hier ein erhebliches Defizit. Sogenannte HD-Trolleys werden für die korrekte Durchführung dieser Überprüfung zwingend benötigt. Davon gibt es derzeit allerdings zu wenige in der EU. Die Bundesregierung wird dazu aufgefordert, jetzt entschlossen zu handeln und Maßnahmen zu ergreifen, um einen zügigen Hochlauf der HD-Trolleys zu generieren und die Überprüfung der Betankungsprotokolle in einem entsprechenden Rechtsrahmen zu regeln (bspw. als Anhang zur ÜAnIV). Nur so können wir den schnellen Aufbau der Betankungsinfrastruktur sicherstellen.

Zur Einhaltung der notwendigen Sicherheitsaspekte der Betankungsinfrastruktur ist es weiterhin unabdingbar, dass eine Prüfung vor erstmaliger Wasserstoff-Inbetriebnahme durchgeführt wird.

Weiterhin sollten zur Planungs- und Errichtungsvereinfachung Modulsysteme mit immer gleicher Konfiguration angestrebt werden, da hier die Aufwendungen für die Prüfung zur Zulassung in einem überschaubaren Rahmen für seriengefertigte Produkte (Baumusterzulassung) gehalten werden können. Durch die Zusammenschaltung passender Module sind Skalierungseffekte zu erreichen, z. B. um höhere Lagerkapazitäten oder die Installation mehrerer Betankungspunkte ohne zusätzlichen Prüfaufwand zu gewährleisten.

Hierzu gab es aus der **Regulatorik – Studie** von BBH folgende Ergebnisse:

Ab Lagerkapazität von 3t H<sub>2</sub> ist eine BImSchG-Genehmigung erforderlich. Eine eigenständige Privilegierung der Wasserstofftankstellen im Außenbereich muss erfolgen (§35 Abs. 1 BauGB) und die Genehmigungsverfahren müssen im BImSchG in ein vereinfachtes Verfahren eingruppiert werden, damit der Aufbau der Betankungsinfrastruktur schnell und unter Berücksichtigung der relevanten Sicherheitsaspekte gelingt. Hierbei unterstützend sollten Sachverständige nach §29 b) BImSchG tätig werden. Nur so können Verfahrensvereinfachungen unter Beibehaltung des sicheren Betriebes realisiert werden.

## **Förderung von öffentlichen Wasserstoff-Tankstellen**

Um den Hochlauf der Wasserstoffindustrie im Mobilitätssektor zu stärken, ist ein dichtes H<sub>2</sub>-Tankstellennetz zwingend notwendig. Für den umfassenden und sicheren Ausbau eines öffentlichen H<sub>2</sub>-Tankstellennetzes müssen finanzielle Anreize gesetzt werden, da aktuell noch nicht die Fahrzeugzahlen erreicht sind, um den wirtschaftlichen Betrieb dieses H<sub>2</sub>-Tankstellennetzes zu ermöglichen. Die Bundesregierung unterstützt den Aufbau nichtöffentlicher Tankinfrastruktur durch das Förderprogramm klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur (KsNI) seit 2021. Mit ihrem Klimaschutzprogramm hat die Bundesregierung darüber hinaus die Verlängerung des KsNI-Förderprogramms bis 2028 beschlossen. Deshalb muss die Finanzierung auch nach dem Entscheid des Bundesverfassungsgerichts zum KTF das KsNI-Förderprogramm im neuen beschlossenen Haushalt für das Jahr 2024 dringend berücksichtigt werden.

Auch bei den bisherigen Förderungen hakt es. Es fehlen bisher die Bewilligungen aus dem Betankungsförderaufruf von 2023, wovon ca. 60 H<sub>2</sub>-Tankstellen betroffen sind. Wegen der abgelaufenen Allgemeine Gruppenverstellungsverordnung (AGVO) Ende 2023 können die Bewilligungen aus diesem Förderaufruf nicht mehr erteilt werden. Nun muss ein neuer Förderaufruf analog der AFIR-Richtlinien noch im Q1/2024 gestartet werden, um den weiteren Ausbau der Infrastruktur nicht zu gefährden. Diese Förderaufrufe sind für den Hochlauf der grünen Wasserstoffwirtschaft im Jahr 2024 elementar wichtig. Es ist für den Betrieb der Wasserstoff-Tankstellen essenziell, dass Infrastruktur und Fahrzeuge synchron gefördert werden, um mit dem Aufbau der Infrastruktur auch die Abnahme des Wasserstoffs zu sichern.

Der Mangel an Flächen für die Betankungsinfrastruktur entlang der Autobahnen ist ein weiteres zentrales Problem. Neben der Zurverfügungstellung neuer Flächen entlang der Ten-T-Korridore plädieren wir für eine Anpassung der Vorgaben für Stellplätze an Autohöfen, um erneuerbare Tank- und Ladeinfrastruktur zu errichten. Hier gibt es strenge Einschränkungen durch die VwV StVO, d.h. bei einer Unterschreitung von 100 Stellplätzen für schwere Nutzfahrzeuge verliert der Autohofbetreiber das Recht, den Autohof an der Autobahn zu beschildern. Damit gehen Umsatzeinbußen von 20-30% einher. und daher stehen diese Flächen demnach nicht für die Errichtung von Infrastruktur zur Verfügung.

Die Bundesregierung muss koordiniert mit der Autobahn GmbH Flächen für Wasserstoff-Tankstellen zur Verfügung stellen.

Die Nachfrage nach BZ-Fahrzeugen ist nur gegeben, wenn auch die öffentlichen Wasserstoff-Tankstellen vorhanden sind. Gleichsam muss die Nutzung durch vorhandene öffentliche H<sub>2</sub>-Tankstellen praktikabel und für die Anwender:innen sicher sein.

Im Kern regelt die „Alternative Fuels Infrastructure Regulation“ (AFIR) den Rahmen für den Aufbau einer grenzüberschreitenden und nutzerfreundlichen Ladeinfrastruktur für sämtliche straßenbasierte Verkehrsträger. Nach der AFIR-Einigung über ein grobes Wasserstoff-Tankstellennetz kann nun endlich Anfang 2024 mit der konkreten Umsetzung gestartet werden. In der AFIR ist alle 200 km eine Tankstelle für grünen Wasserstoff, mit einer Mindestkapazität von 1 t/Tag für alle Straßenverkehrsträger, vorgesehen. Diese Einigung berücksichtigt nicht die Mindestanforderungen der Industrie. Es sollte vielmehr entlang der europäischen Verkehrsnetze (TEN-T) bis Ende 2027 alle 100 km eine H<sub>2</sub>-Tankstelle errichtet werden – mit einer Mindestkapazität von 2 t/Tag und mind. einer 700-bar-Zapfsäule. Auf den TEN-T-Kernrouten sollten bis 2030 mind. 3,5 t H<sub>2</sub> vorgehalten werden. D.h. mit der AFIR-Einigung ist das EU-Wasserstoff-Tankstellennetz sehr großflächig ausgelegt und nicht ausreichend definiert für den Hochlauf der Brennstoffzellen-Mobilität.

Hierzu gab es aus der **Regulatorik – Studie** von BBH folgende Ergebnisse:

Hohe Betriebskosten und die derzeitige geringe Auslastung führen dazu, dass viele Tankstellen langfristig nicht kostendeckend betrieben werden können. Nach AGVO<sup>13/</sup> und KUEBLL<sup>14</sup> ist der beihilferechtliche Rahmen gegeben. Förderungen der Betriebs- und Investitionskosten sind nicht generell unzulässig.<sup>15</sup> Hieraus ergibt sich die rechtliche und regulatorische Möglichkeit, Betriebskostenförderungen für Tankstellen umzusetzen und den Hochlauf der H<sub>2</sub>-Infrastruktur zu unterstützen.

### **Verlässlicher Fahrplan bei bestehenden Pipelines**

Die Bundesregierung muss mit einem koordinierten Netzentwicklungsplan die Grundlage für eine effiziente flächendeckende und sichere Versorgung der BZ-Fahrzeuge schaffen.

2030: Die Entflechtungsvorgaben im EU-Gaspakets, welche die Entwicklung des H<sub>2</sub>-Netzes aus dem bestehenden Gasnetz heraus ermöglichen, statt sie zu verhindern:

- Differenzierung der Netzebenen „Fernleitung“ und „Verteilung“ analog zu Gas und Strom
- Anwendung der Entflechtungsvorschriften für Verteilnetzbetreiber auf lokale und regionale H<sub>2</sub>-Verteilnetze
- Anwendung der Entflechtungsvorschriften für Fernnetzbetreiber auf überregionale H<sub>2</sub>-Fernleitungsnetze
- Beibehaltung des anerkannten ITO-Modells für Wasserstoffnetzbetreiber auch nach 2030

---

<sup>13</sup> Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO)

<sup>14</sup> Leitlinien für Klima-, Energie- und Umweltbeihilfen (KUEBLL)

<sup>15</sup> Quelle: Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen für den Markthochlauf der Brennstoffzellenmobilität im Verkehrssektor auf Basis von grünem Wasserstoff, bbh

- Keine gesellschaftsrechtliche Entflechtung zwischen Methan- und Wasserstoffnetzen, um Synergien im Sinne der Verbraucher zu ermöglichen
- Um zur Sicherheit und Verfügbarkeit der Wasserstoffpipelineinfrastruktur auch künftig beizutragen, sollten zudem die regelmäßigen Prüfungen von Wasserstoffpipelines im zweijährigen Rhythmus verbindlich festgeschrieben werden. Eine entsprechende Regelung für Pipelines ist im Bereich industrieller Anwendungen innerhalb der Rohrfernleitungsverordnung bereits umgesetzt. Für eine nachhaltige Skalierung und den Ausbau von Wasserstoffanlagen sollten diese und die dazugehörigen Energieinfrastrukturkomponenten in die BetrSichV aufgenommen werden. Damit können bundesweit einheitliche und wiederkehrende Prüfprozesse und -Intervalle hergestellt und prüfbedingte Stillstands-Zeiten reduziert werden. Auch der Prüfbericht zur Erlaubnispflicht nach §18 BetrSichV sollte in diesem Zusammenhang beibehalten werden.

Hierzu gab es aus der **Regulatorik – Studie** von BBH folgende Ergebnisse:

Die Regelungen zum Wasserstoff-Kernnetz nach § 28r EnWG-E sind zu begrüßen. Kritisch ist, dass der Gesetzesentwurf in keiner Weise auf die Bedürfnisse im Verkehrssektor eingeht.

Der §28r Abs. 4 lit. c) EnWG-E sollte dahingehend ergänzt werden, dass als Beispiel für Projekte mit überregionalem Charakter zur Schaffung eines deutschlandweiten Wasserstoffnetzes auch der Anschluss von großen Nachfragern aus dem Verkehrssektor genannt wird.

### **Importstrategie / EU-Wasserstoffunion**

Der Aufbau einer europäischen, grünen, wettbewerbsfähigen und sicheren Wasserstoffunion muss vorangetrieben werden. Unter der Berücksichtigung der Ausgangslage, der Klimaziele und einer weiterhin starken sozialen Marktwirtschaft, muss eine deutsche Wasserstoff-Importstrategie folgende Punkte umfassen:

Die Bundesregierung sollte klare Zielsetzungen in ihrer Importstrategie formulieren, um Planungs- und Investitionssicherheit zu gewährleisten und den sicheren Hochlauf einer grünen Wasserstoff-Marktwirtschaft in Deutschland und Europa zu fördern. Dabei muss unbedingt berücksichtigt werden, welchen Einfluss die Strombezugskriterien für die Herstellung von grünem Wasserstoff auf Grundlage des delegierten Rechtsakts, auf die Importstrategie hat. Energie- und Wasserstoffpartnerschaften sollten zu verbindlichen Handelsbeziehungen ausgebaut werden, mit transparenten Vereinbarungen und Zeitplänen. Die "europäische Option" für den Wasserstoffimport sollte priorisiert werden, ergänzt durch ausgewählte außereuropäische Partner im geostrategischen Interesse. Die politische Unterstützung sollte sich auf europäische Wasserstoffprojekte konzentrieren, um den Bedarf bis 2050 zu decken.



Der Import von grünem Wasserstoff über Pipelines sollte bevorzugt werden, unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, sicherheitsrelevanter und geopolitischer Aspekte. Transport- und Infrastrukturen müssen auf nationaler und europäischer Ebene ausgebaut werden. Die Erhaltung von Wertschöpfungsketten in der EU und Deutschland ist für Souveränität und Resilienz wichtig, insbesondere bei Wasserstoff-Derivaten. Die Auswahl von Wasserstoffhandelspartnern sollte die wirtschaftliche Entwicklung in den Exportländern berücksichtigen, um neue Marktpotenziale zu erschließen. Die Importstrategie sollte auch geopolitische Stabilisierungsfaktoren an den europäischen Außengrenzen berücksichtigen.

### **2.3. Fahrzeughersteller: Brennstoffzellen-Mobilität hochfahren**

Um einen Beitrag für den umfassenden und sicheren Ausbau der erneuerbaren Energien insbesondere im Verkehrssektor leisten zu können, ist die Ermittlung der benötigten Menge an nachhaltigen und klimaneutralen Fahrzeugen entscheidend. BZ-Fahrzeuge mit grünem Wasserstoff können einen wesentlichen Beitrag zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr leisten. Das Nfz-Segment, welches verantwortlich für über 1/3 der Verkehrsemissionen ist, benötigt dabei einen glaubwürdigen und zielgerichteten Pfad zur Dekarbonisierung. Dies bietet für Deutschland die Möglichkeit, einen Leitmarkt für Wasserstoffmobilität aufzubauen und globale Standards zu setzen. Die Logistikbranche sieht für Nutzfahrzeuge mit BZ-Antrieb, speziell im Langstreckenbetrieb, eine wesentliche Lösung. Einerseits können mit BZ-Lkw im Straßengüterverkehr in Deutschland und Europa die Klimaziele für 2030 im Schwerlastverkehr effizient und nachhaltig erreicht werden<sup>16</sup>. Gleichzeitig wird durch den Einsatz von Wasserstoff, welcher witterungsunabhängig ganzjährig erneuerbare Energien verfügbar macht, die Versorgungssicherheit der Wirtschaft und der Bevölkerung gewährleistet.

Der Absatz von BZ-Lkw ist daher in den nächsten Jahren signifikant zu steigern, damit Deutschland und respektive Europa einerseits seine Klimaziele unter Berücksichtigung der Marktbedürfnisse erreicht und andererseits zu dem globalen Leitmarkt und führenden Produktionsstandort für die Wasserstoffmobilität wird. Mit einem geeigneten Anschubprogramm ist es möglich, die Produktion und den Absatz von BZ-Lkw in wenigen Jahren zu skalieren und eine Kostendegression in Produktion, Anschaffung und Instandsetzung zu realisieren.

---

<sup>16</sup> Quelle: LBST Umweltanalyse: Update der Studie Wasserstoffmobilität in Deutschland (LBST, 2023)

Anhand der prognostizierten Fahrzeugzahlen für die nächsten Jahre wurde in verschiedenen Szenarien berechnet, wie sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor voraussichtlich entwickeln werden. In folgender Tabelle 1 sind die zugrunde liegenden Annahmen aufgelistet:

Tabelle 1: Szenarien und Modellierungsansätze dieser Studie

	<b>Kurztitel</b>	<b>Kernfrage</b>	<b>Randbedingungen, Annahmen</b>
<b>Szenario A.1</b>	Erfüllungsszenario Klimaschutzziel „-48 %“	Welcher Elektrifizierungsgrad muss im gesamten Verkehr zur Erfüllung des Sektor-Zielwertes von 48 % CO <sub>2</sub> -Minderung gegenüber dem Wert von 1990 erreicht werden?	Verkehrsleistung und Flottengrößen bleiben konstant (gemäß Tabelle 6) Der anteilige CO <sub>2</sub> -Ausstoß der Sektoren am Gesamtverkehr [%] bleibt unverändert (gemäß Abbildung 1, rechtes Diagramm)
<b>Szenario A.2</b>	Erfüllungsszenario Klimaschutzziel „-65 %“	Welcher Elektrifizierungsgrad muss im gesamten Verkehr zur Erfüllung des Klimaschutzzielwertes von 65 % CO <sub>2</sub> -Minderung gegenüber dem Wert von 1990 erreicht werden?	Wie Szenario A.1
<b>Szenario B.1</b>	1/3-Elektrifizierung	Welchen CO <sub>2</sub> -Ausstoß erreicht der Straßenverkehr, wenn 1/3 der Flotte emissionsfrei sind?	Verkehrsleistung und Flottengrößen bleiben konstant (gemäß Tabelle 6) Elektrifizierungsgrad nimmt bis 2030 auf 33 % zu
<b>Szenario B.2-15</b>	Elektrifizierung: 15 Mio. E-Pkw und 45 % neue emissionsfreie Nfz	Welchen CO <sub>2</sub> -Wert erreicht der gesamte Verkehrssektor in seiner heutigen Zusammensetzung, wenn bis 2030 15 Mio. emissionsfreie Pkw und im Nfz-Segment ein Elektrifizierungsgrad von 45 % der Neuzulassungen erzielt werden?	Verkehrsleistung und Flottengrößen bleiben konstant (gemäß Tabelle 6) 15 Mio. E-Pkw im Bestand im Jahr 2030 Bei Nfz lineare Zunahme des E-Anteils der Neuzulassungen auf 45 % bis 2030
<b>Szenario B.2-10</b>	Elektrifizierung: 10 Mio. E-Pkw und 45 % neue emissionsfreie Nfz	Welchen CO <sub>2</sub> -Wert erreicht der gesamte Verkehrssektor in seiner heutigen Zusammensetzung, wenn bis 2030 10 Mio. emissionsfreie Pkw und im Nfz-Segment ein Elektrifizierungsgrad von 45 % der Neuzulassungen erzielt werden?	Verkehrsleistung und Flottengrößen bleiben konstant (gemäß Tabelle 6) 10 Mio. E-Pkw im Bestand im Jahr 2030 Bei Nfz lineare Zunahme des E-Anteils der Neuzulassungen auf 45 % bis 2030
<b>Szenario B.3-15</b>	Verkehrszunahme + Elektrifizierung: 15 Mio. E-Pkw und 45 % neue emissionsfreie Nfz	Welchen CO <sub>2</sub> -Wert erreicht der gesamte Verkehrssektor, wenn dieser gemäß BMDV-Prognose wächst und wenn bis 2030 15 Mio. emissionsfreie Pkw und im Nfz-Segment ein Elektrifizierungsgrad von 45 % der Neuzulassungen erzielt werden?	Verkehrsleistung und Flottengrößen nehmen gemäß Tabelle 7 zu 15 Mio. E-Pkw im Bestand im Jahr 2030 Bei Nfz lineare Zunahme des E-Anteils der Neuzulassungen auf 45 % bis 2030
<b>Szenario B.3-10</b>	Verkehrszunahme + Elektrifizierung: 10 Mio. E-Pkw und 45 % neue emissionsfreie Nfz	Welchen CO <sub>2</sub> -Wert erreicht der gesamte Verkehrssektor, wenn er gemäß BMDV-Prognose wächst und wenn bis 2030 10 Mio. emissionsfreie Pkw und im Nfz-Segment ein Elektrifizierungsgrad von 45 % der Neuzulassungen erzielt werden?	Verkehrsleistung und Flottengrößen nehmen gemäß Tabelle 7 zu 10 Mio. E-Pkw im Bestand im Jahr 2030 Bei Nfz lineare Zunahme des E-Anteils der Neuzulassungen auf 45 % bis 2030

In nachfolgender Abbildung 6 werden die verschiedenen Szenarien aus Tabelle 1 grafisch dargestellt. Deutlich wird, dass mit den aktuellen Maßnahmen und prognostizierten Stückzahlen an klimaneutralen Fahrzeugen keines der Klimaziele erreicht wird.

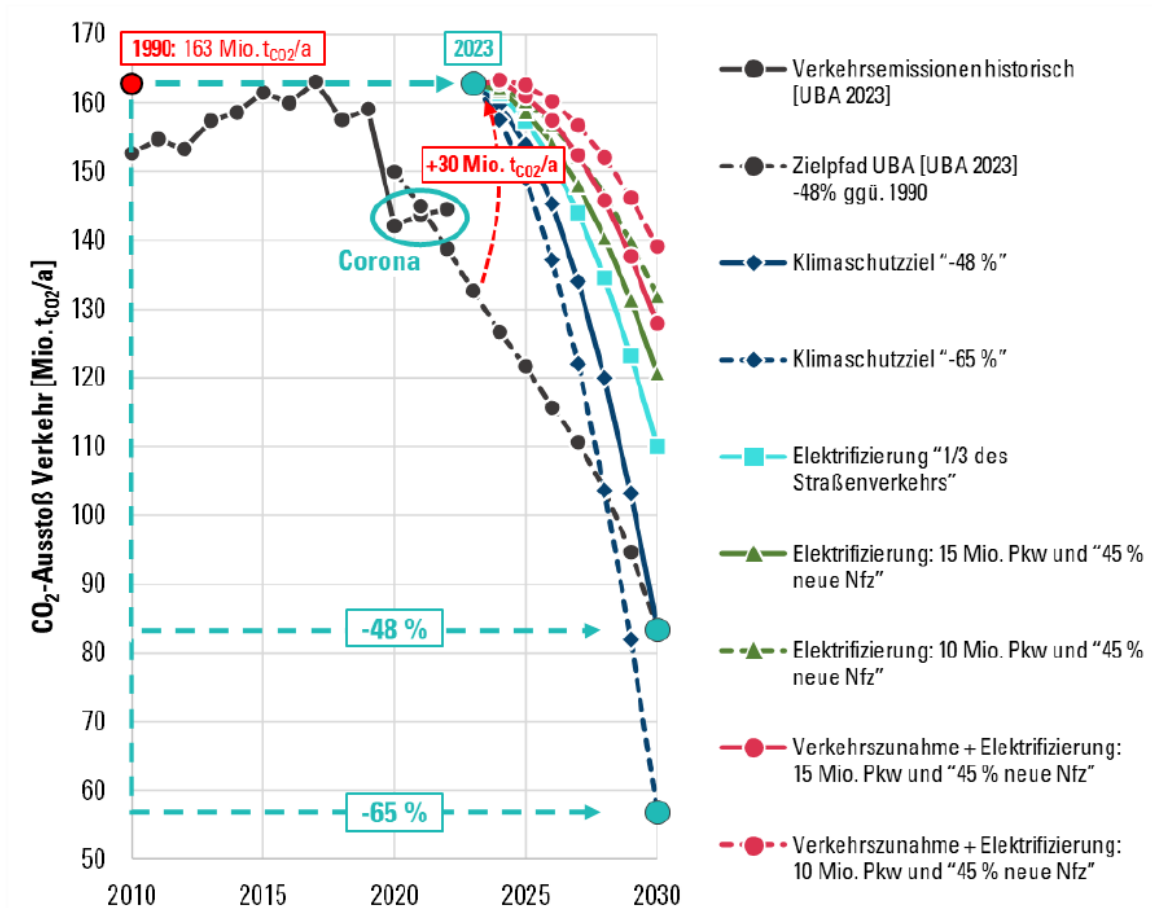


Abbildung 6: Prognostizierte CO<sub>2</sub> Emissionen des Verkehrssektors für verschiedene Szenarien  
Quelle: LBST Umweltanalyse: Update der Studie Wasserstoffmobilität in Deutschland

In Abbildung 7 wird dargestellt, wie viele ZEV-Fahrzeuge absolut sowie relativ zur Gesamtflotte nötig sind, um ausgewählte Szenarien in den Jahren 2023 bis 2030 zu erfüllen. Die Zunahme der Verkehrsleistung ist in Abbildung 7 nicht berücksichtigt.

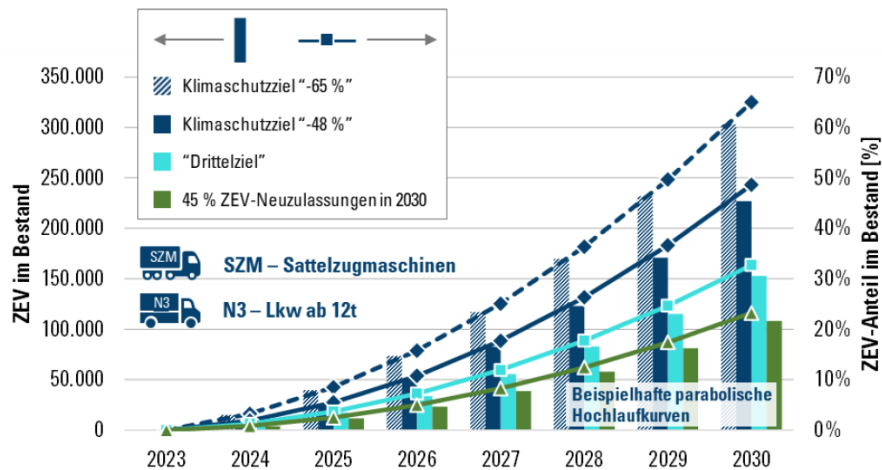


Abbildung 7: Hochlaufkurven für ZEV bei schweren Nutzfahrzeugen für verschiedene Szenarien (ohne Verkehrszunahme)  
 Quelle: LBST Umweltanalyse: Update der Studie Wasserstoffmobilität in Deutschland

Es wird deutlich, dass zur Zielerreichung jährlich stark wachsende Fahrzeugzahlen im Bestand notwendig sind. Wenn die Klimaziele im schweren Nutzfahrzeugsbereich erreicht werden sollen, müssen in den kommenden Jahren entsprechend starke Zuwächse in den Zulassungszahlen verzeichnet werden. Abbildung 8 zeigt die nötige Zunahme an ZEV im Bestand bei linear angenommenem Zuwachs zur Erreichung ausgewählter Szenarien aus der Ableitung der Graphen in Abbildung 7.

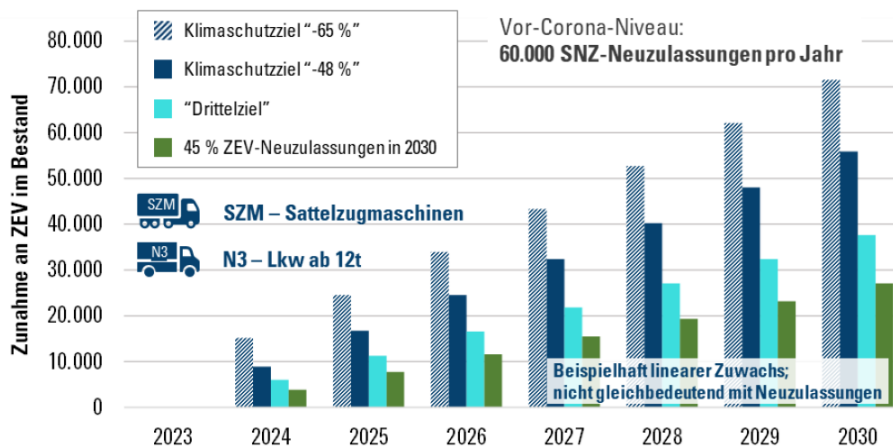


Abbildung 8: Zunahme an ZEV im Fahrzeugbestand der schweren Nutzfahrzeuge für verschiedene Szenarien (ohne Verkehrszunahme)  
 Quelle: LBST Umweltanalyse: Update der Studie Wasserstoffmobilität in Deutschland

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass von allen untersuchten Elektrifizierungsszenarien keines die politischen Klimaschutzziele erreichen konnte. Die CO<sub>2</sub>-Einsparungen fallen mit 15-33 % Reduktion deutlich geringer aus als der Zielwert von 49 % bis zum Jahr 2030. In einigen der Szenarien wurde auch der Zuwachs der Verkehrsleistung berücksichtigt, was zu weiteren Emissionen in Höhe von 7 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr führen könnte. Folglich ergibt sich ein dringender Handlungsbedarf im Straßenverkehrssektor bereits vor dem Jahr 2030.

Weitere Informationen zu den Diagrammen und Ergebnissen sind in der Studie unter folgendem Link zugänglich: [https://dwv-info.de/wp-content/uploads/2024/01/DWV-FK-HyMobility-Umweltanalyse-Update\\_Bericht\\_2024.pdf](https://dwv-info.de/wp-content/uploads/2024/01/DWV-FK-HyMobility-Umweltanalyse-Update_Bericht_2024.pdf)

## Handlungsempfehlungen Fahrzeughersteller

Im Folgenden werden die ersten sechs Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppe Fahrzeughersteller (FZG-Hersteller) vorgestellt, welche die zügige Einführung und den Hochlauf von brennstoffzellen-basierter Mobilität sicherstellen sollen:

### Anpassung der ADR für den Transport von Wasserstoff im Straßenverkehr

Die ADR<sup>17</sup> (Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) wurde in 2023 für Gefahrguttransporte mit Batterie Electric Vehicle (BEV) angepasst. Leider können bisher nur wenige Hersteller die technischen Vorgaben umsetzen. Im September 2023 gab es auf EU-Ebene ein Arbeitstreffen, wo die Grundsatzentscheidung gefallen ist, dass ab 01.01.2025 Gefahrgut mit emissionsfreien Antrieben transportiert werden kann. Damit ist die gesetzliche Grundlage gegeben, muss aber auch in 2024 mit auf EU-Ebene begleitet werden und die FZG-Hersteller der Fahrzeug Typen AT/FL müssen nun die technische Lösungen finden. Die Beförderung gefährlicher Güter mit BZ-Nutzfahrzeugen gibt Investoren für den Wasserstoff-Hochlauf Planungssicherheit und schließt so den Kreis des klimafreundlichen Verkehrssektors.

Um Prüfprozesse, wie etwa für H<sub>2</sub>-Trailer, effizienter zu gestalten und das notwendige Sicherheitsniveau zu gewährleisten, sind planungsbegleitende Sicherheitsschulungen und Beratungen für Hersteller ein zentraler Schlüssel. Eine gesetzlich verpflichtende Durchführung solcher Schulungen sollte angestrebt werden.

### Seriengenehmigungen bei Längenänderung im §70 StVZO verankern

Aktuell erhalten umgerüstete BZ-Lkws aufgrund der technisch bedingten Überschreitung der maximal zulässigen Gesamtlänge um bis zu 900 mm nur eine Einzeltypenzulassung (bei der Verwendung von Standardcontainer).

Der Gesetzgeber sollte für Längenänderungen bei der Umrüstung von fossilen Antrieben auf BZ-Lkw eine Ausnahmeregelung schaffen. Diese könnte sich bspw. an den bestehenden Ausnahmen für Windleiteinrichtungen oder den Lang-LKW orientieren.

---

<sup>17</sup> « Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route »

Um Fahrzeugeinzeltypenzulassungen unter Wahrung der notwendigen Sicherheitsaspekte zeiteffizienter zu gestalten, ist es unabdingbar, die Digitalisierung der derzeit bestehenden Vorgänge und Prozesse weiter voranzutreiben.

Für einen schnelleren Markthochlauf der Fahrzeuge ist eine Änderung des Gesetzes §32 StVZO, im Sinne der Gründe zur Verordnung EU2019/1892, in Bezug auf die Gesamtlänge erforderlich. Ein erster Schritt ist ein formeller Kriterienkatalog zur Erteilung einer Sondergenehmigung für die Überlänge für bis zu 5.000 Brennstoffzellen-Lkw als anfängliche Übergangslösung. Für eine größere Anzahl gleicher, also in Serie gefertigter Fahrzeuge, könnte damit eine Kleinseriengenehmigung mit Kriterienkatalog erwirkt werden.

Das gibt den Fahrzeugherstellern und Werkstätten Planungssicherheit für den schnelleren Wasserstoff-Hochlauf und ersetzt die zeitlich stark belasteten Begutachtungszeiten für Einzelfahrzeug-Genehmigungen.

Diese beschleunigte Wirkung entfaltet sich hiermit aber nur in Deutschland. Zusätzlich muss eine europäische Änderung der VO(EU) 2021/535 in Betracht gezogen werden. Aktuell gibt es zwar die Möglichkeit der Ausnahme nach §70 StVZO, aber hier entscheiden die Länder und es wäre nur ein Konsenses auf Länder-Ebene erreicht. Eine Anpassung des §32 ist aufgrund der EU-Gesetzgebung schwer denkbar.

### **Straßenbelastung: Zusatzförderungen von Gewichtspotenzialen des BZ-Lkw**

Die Gewichtspotenziale des Brennstoffzellen-Lkw gegenüber BEV-Lkw sollten hinsichtlich des zunehmenden Gesamtverkehrs gefördert werden.

Die aktuelle Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) kompensiert nur bei 3-achsigen BEV-Lkw das Batterie-Mehrgewicht. Damit hat der FCEV-Lkw einen entscheidenden Vorteil über alle achsigen Baufahrzeuge.

Die Bundesregierung wird dazu aufgefordert, jetzt Maßnahmen zu ergreifen, um die notwendige Infrastruktur mit BZ-Mobilität zu entlasten.

### **Zusatzförderung zur Entwicklung von Brennstoffzellen mit höheren H<sub>2</sub>-Qualitätstoleranzen**

Bei Brennstoffzellen für Fahrzeuganwendungen gibt es noch signifikanten Bedarf für weitere Verbesserungen im Hinblick auf Kostenreduktion und Verlängerung der Lebensdauer. Dazu gibt es bereits umfangreiche Förderprogramme. Das Thema Qualitätstoleranz gegenüber Verunreinigung im Wasserstoffkraftstoff ist eine sinnvolle Ergänzung zu den bestehenden Förderprojekten. Brennstoffzellen benötigen für den Betrieb aktuell eine sehr hohe H<sub>2</sub>-Qualität. Um die Toleranz zukünftiger BZ-Systeme gegenüber der H<sub>2</sub>-Qualität zu verbessern, muss deren Entwicklung weiter gefördert werden. Somit sinken die Anforderungen an den zu

tankenden Wasserstoff und z.T. kostspielige Aufreinigungen, beispielsweise beim Anschluss von H<sub>2</sub>-Tankstellen an ein H<sub>2</sub>-Pipelinennetz, können entfallen. Hierzu ist die gezielte Förderung von Forschungsvorhaben zur Weiterentwicklung der Brennstoffzelle notwendig.

### **Förderung von Wasserstoff-Speichern im Fahrzeug**

Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) als Material für die Hochdrucktanks in Fahrzeugen besitzen eine schlechte CO<sub>2</sub>-Bilanz: laut der BAM wird bei der Produktion eines CFK-Wasserstoff-Druckspeichers bis zu 2,5 Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt. Hinzukommt, dass diese CFK-Produktion der Flaschenhals für den Hochlauf der Wasserstoff-Mobilität ist. Die Forschung und Entwicklung von neuen Wasserstoff-Speichern ohne CFK-Materialien müssen daher gezielt gefördert werden.

### **Weiterentwicklung der Sicherheitsanforderungen**

Die regulativen Rahmenbedingungen gilt es auch im Hinblick auf die Sicherheitsforderungen entsprechend anzupassen. Im Fokus steht hier die Weiterentwicklung der Sicherheitsanforderungen für H<sub>2</sub>-Hochdruckspeicher und -antriebe für Transportsysteme. Wesentlich ist die Etablierung einer eigenständigen Rechtsvorschrift für die periodisch technische Überwachung von Wasserstofffahrzeugen und ihrer wasserstoffspezifischen Komponenten.

## **2.4. Nutzer – Versorgungssichere Logistik in Aktion**

Mit Blick auf die verschiedenen Nutzergruppen werden in dieser Arbeitsgruppe derzeitige und künftige Anforderungen an Infrastruktur und Brennstoffzellen-Fahrzeuge sowie weitere Anwendungs- und Einsatzbereiche erarbeitet.

In Abbildung 7 sind die Hochlaufkurven im schweren Nutzfahrzeugbereich abgebildet, die zur Erreichung der Klimaziele notwendig sind. Um diese Hochlaufkurve zu erreichen, muss der Handlungsdruck erhöht werden. Deshalb benötigt die Nutzfahrzeugbranche politische Anreize. Mit einem steilen Hochlauf der BZ-Fahrzeug-Stückzahlen könnten bis zum Jahr 2030 die benötigten Einheiten pro Jahr realisiert werden. Damit sinken die Komponentenkosten und steigt die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber konventionellen Antrieben.

Die Hersteller von Lkw und Tankstellen sowie die Anwender und Betreiber wollen in den wasserstoffbasierten Transport investieren. Die politische Flankierung ist entscheidend für den Markthochlauf und die verbundenen Kostensenkungen, die notwendig sind, damit Kunden in die Lage versetzt werden, BZ-Lkw in höherer Zahl zu kaufen.

Im Kontext der Gewährleistung von Versorgungssicherheit ist es von entscheidender Bedeutung, sicherzustellen, dass der wachsende Güterverkehr auf den Straßen zukünftig umweltfreundlicher gestaltet wird – sowohl im Hinblick auf das Klima als auch auf die Umwelt.

Und dies rund um die Uhr. Es ist zu beachten, dass die Bundesnetzagentur neue Vorschriften für den Strombezug erlassen hat. Ab 2024 dürfen private Verbraucher bei Stromknappheit die Ladeleistung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge auf bis zu 4,2 kW reduzieren. Mit der zunehmenden Umstellung von Logistikflotten auf batterieelektrische Fahrzeuge könnten auch hier Einschränkungen in der Ladeleistung auftreten. Solche Szenarien könnten die zukünftige Versorgungssicherheit beeinträchtigen und die Position der Brennstoffzellen-Mobilität deutlich stärken.

## **Handlungsempfehlungen Nutzer**

Im Folgenden werden die vier Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppe Nutzer vorgestellt, welche den Nutzern von Brennstoffzellen-Fahrzeugen den risikoarmen Einstieg in die Wasserstoffmobilität ermöglichen sollen:

### **Betriebsförderung von emissionsfreien Fahrzeugen**

Förderprogramme für den Hochlauf von BZ-Lkw sind an den realisierten Emissionsminderungen auszurichten. Wir empfehlen daher eine marktwirtschaftliche Förderung für BZ-Lkw, die von der jährlich realisierten Laufleistung abhängig ist. Die Bundesregierung sollte hierzu jährlich bis 2030 den Betrieb von BZ-Lkw über eine Nutzungsdauer von jeweils mindestens sieben Jahren ausschreiben, sodass bis 2030 der Betrieb von mindestens 220.000 BZ-Lkw (N3/>12t) angereizt wird.

Durch das marktwirtschaftliche System der Ausschreibung ergeben sich automatisch Synergieeffekte, die im volkswirtschaftlichen Interesse liegen. Die Bieter werden - um möglichst günstige Gebote abzugeben zu können - bemüht sein, die Kosten für die Anschaffung und den Betrieb der Fahrzeuge zu minimieren. Das wirkt sich wirtschaftlich ebenfalls positiv auf die Platzierung der Elektrolyseure und Tankstellen sowie deren Betrieb aus (Entfernung, Doppelnutzung, systemdienlicher Betrieb, Multi-Use etc.). Genaueres zur Ausgestaltung des Betriebsförderprogramms finden Sie im Abschnitt 4.

### **Zielorientierte Vorschläge zur EU-Maut ab 2024**

Die Lkw-Maut hat sich in der Vergangenheit bereits als wirksamer Hebel für eine Lkw-Flottenerneuerung erwiesen. Die neue Einführung der CO<sub>2</sub>-Lkw-Maut um zusätzliche 200 €/CO<sub>2</sub> t seit dem 01.12.2023 für Fahrzeuge über 7,5 Tonnen ist sehr zu begrüßen. Eine CO<sub>2</sub>-Komponente in der Lkw-Maut schafft verbesserte Anreizstrukturen für eine Flottenmodernisierung in Richtung CO<sub>2</sub>-Effizienz: Die Kostenbelastung steigt nicht wie bislang weitestgehend pauschal, sondern vielmehr möglichst präzise entlang des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.



Auch müssen die zu erwartenden Mautkosten über den gesamten Nutzungszeitraum der Fahrzeuge planbar sein, um hier Sicherheit bei den Gesamtkosten der Produkte während deren Lebenszyklus (Total Cost of Ownership – TCO) zu gewährleisten.

Emissionsfreie Nutzfahrzeuge sind 2024 und 2025 von der CO<sub>2</sub>-EU-Maut befreit. Ab dem 01.01.2026 müssen für emissionsfreie Nutzfahrzeuge ab 4,25 t nur 25 % des Mautteilsatzes entrichtet werden. Die Bundesregierung wird dazu aufgefordert, langfristige Maßnahmen für emissionsfreie Nutzfahrzeuge zu ergreifen und damit die CO<sub>2</sub>-EU-Maut Befreiung bis 2030 zu verlängern.

### **Vorgaben zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung vom Bund für Städte**

Jede Verbesserung der Luftqualität trägt dazu bei, das Gesundheitsrisiko für die Gesamtbevölkerung zu reduzieren. Die Vorteile der von der EU-Kommission vorgeschlagenen Reduktion von Schadstoffen wie Feinstaub sind klar erkennbar, auch wenn die Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in der überarbeiteten Luftqualitätsrichtlinie noch nicht erreicht werden. Zusätzlich zu den bereits bestehenden Alarmschwellen für Ozon, SO<sub>2</sub> und NO<sub>2</sub> sieht der Vorschlag der EU-Kommission nun auch Alarmschwellen für die Partikel Durchmesser PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> vor. Diese Schwellen dienen dem Schutz der gesamten Bevölkerung sowie gefährdeter und besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen vor kurzzeitig stark erhöhten Konzentrationen von Luftschadstoffen. Bei Überschreitung der Alarmschwellen wird die Öffentlichkeit über die Gesundheitsrisiken informiert und es werden gegebenenfalls kurzfristige Maßnahmen ergriffen, um die Schadstoffwerte zu senken.

Der Gesetzgeber sollte auf verschiedenen Ebenen, angefangen bei Langstrecken bis hin zum städtischen Bereich, die Verfolgung von Klimazielen für emissionsfreie Transporte fördern. Eine Möglichkeit dazu wäre die Einrichtung von speziellen Lieferzonen. Dies würde den Speditionsunternehmen eine zuverlässige Planungsgrundlage bieten und gleichzeitig die Einführung von BZ-Technologien vorantreiben.

### **Zusatzförderung von Service-Centern**

Um die spezifischen Gefährdungen beim Umgang mit BZ-Fahrzeugen im Betrieb und bei der Instandhaltung beurteilen zu können, ist es erforderlich, die Grundlagen der Wasserstofftechnik zu kennen. Dafür ist die Etablierung entsprechender Lehrgänge und die Aufnahme von BZ-Fahrzeug-Kenntnissen in die Mechatronik-Ausbildungen zu integrieren. Diese Zusatzförderungen für Service-Centern müssen vom Bund für den erhöhten Schulungshochlauf eingeplant werden. Auch Werkstätten müssen im Umgang mit BZ-Fahrzeugen geschult werden, um den Service an BZ-Fahrzeugen Reparaturen umsetzen zu können.

### 3. Der Einfluss der Skaleneffekte auf die Brennstoffzellenmobilität

Zur Erreichung der Klimaschutzziele, insbesondere im Bereich des Straßenverkehrs, kann die Implementierung von Nutzfahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb (BZ-Nfz) unter Verwendung von grünem Wasserstoff, insbesondere im Segment der schweren Nutzfahrzeuge, einen maßgeblichen Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten. Trotz der technologischen Reife stellt aktuell der hohe Kostenfaktor ein Hemmnis für eine zügige und flächendeckende Einführung von BZ-Nutzfahrzeugen mit grünem Wasserstoff dar.

Die *Technologiestudie – Kurzstudie zur Analyse der Potenziale der Brennstoffzellen-Mobilität*<sup>18</sup> verdeutlicht, dass erhebliche Skaleneffekte zur Kostensenkung von Brennstoffzellen-Nutzfahrzeugen durch den Beginn der Serienfertigung von Komponenten wie Brennstoffzellen, H<sub>2</sub>-Tanks, Elektrolyseuren sowie H<sub>2</sub>-Tankstellen realisiert werden können. Der gezielte Markthochlauf bis zum Jahr 2030 schafft nicht nur die grundlegende Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit von H<sub>2</sub>-BZ-Nfz im Vergleich zu Diesel-Fahrzeugen. Er fördert auch die Vertiefung der Wertschöpfung durch die Produktion relevanter Komponenten und Systeme am Wirtschaftsstandort Deutschland.

Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Potenziale zur Kostenreduktion durch Skaleneffekte und die breite Marktdurchdringung von BZ-Nutzfahrzeugen mit grünem Wasserstoff zusammengefasst. Zusätzliche Effekte und Hebel entstehen durch technologische Weiterentwicklungen, Designs sowie die Entwicklung des Marktes und der Regulierung für grünen Wasserstoff und Klimaschutz, die jedoch nicht im Fokus der vorliegenden Studie stehen. Ein entscheidender Schritt ist nun, die Produktion und Einführung von Brennstoffzellen-Nutzfahrzeugen in Deutschland, insbesondere im Schwerlastbereich, gezielt voranzutreiben und durch einen Hochlauf Skaleneffekte zur Kostenreduktion ab 2024/2025 zu erschließen.

---

<sup>18</sup> Vollständiger Titel der Studie: Technologiestudie – Kurzstudie zur Analyse der Potenziale der Brennstoffzellen-Mobilität. Skaleneffekte im Massenmarkt des emissionsfreien Verkehrssektors auf Basis von grünem Wasserstoff in Deutschland

Die wichtigsten Ergebnisse werden im Folgenden kurz zusammengefasst:

### Status quo & Skalierungspotenziale: H<sub>2</sub>-Brennstoffzellen-Nutzfahrzeuge

- Die BZ-Technologie ist ausgereift, erste Nutzfahrzeuge werden bereits von Kunden getestet, dennoch sind weitere Kostensenkungen möglich und notwendig.
- Durch einen Markthochlauf von BZ-Nfz in den kommenden Jahren können die Fahrzeugkosten entscheidend gesenkt werden.
- Die konsequente Serienfertigung von BZ und H<sub>2</sub>-Tank-Komponenten in den nächsten Jahren ermöglicht eine Annäherung der Wirtschaftlichkeit von BZ-Nfz an die von Diesel-Nfz.
- Bis 2030 könnten sich die Verkaufspreise für BZ-Nfz etwa halbieren und nur noch minimal von Diesel-Nfz abweichen.
- In Fahrzeugen machen insbesondere BZ-Stacks und H<sub>2</sub>-Tanks einen bedeutenden Kostenanteil aus und bieten so erhebliche Potenziale zur Kostenreduktion.

In der folgenden Abbildung 9 ist die Preisentwicklung für das Gesamtsystem BZ-Sattelzugmaschine mit Trailer dargestellt. Bis zum Jahr 2030 wird eine Kostenreduktion von über 40% gegenüber dem Jahr 2022 erwartet.

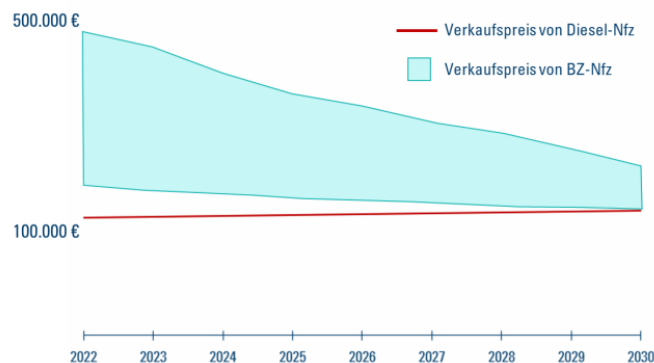


Abbildung 9: Verkaufspreisvergleich von Diesel-Nfz (rot) und BZ-Nfz (türkis)

Quelle: Technologiestudie – Kurzstudie zur Analyse der Potenziale der Brennstoffzellen-Mobilität (LBST, 2023)

Die Integration der Brennstoffzelle im Massenmarkt für Personenkraftwagen (Pkw) birgt zusätzlich erhebliche Skalierungseffekte. Dies führt zu einer nachhaltigen Reduzierung der Kosten für zukünftige Brennstoffzellensysteme. Die breite Anwendung in verschiedenen Fahrzeugbereichen wird somit unerlässlich. Die Notwendigkeit einer breiten Aufteilung in verschiedenen Fahrzeugbereichen unterstreicht die Vielseitigkeit der Brennstoffzellentechnologie. Durch ihre Anwendung in unterschiedlichen Fahrzeugtypen, wie beispielsweise Pkw, Nutzfahrzeugen oder sogar öffentlichen Verkehrsmitteln, können die Vorteile der Brennstoffzelle in verschiedenen Mobilitätskontexten maximiert werden. Diese

Entwicklung trägt nicht nur zur Verbreitung umweltfreundlicher Antriebslösungen bei, sondern unterstützt auch die Schaffung eines nachhaltigen Ökosystems für die Wasserstoffwirtschaft. Eine breite Integration der Brennstoffzellentechnologie im Massenmarkt ist somit ein entscheidender Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen und emissionsfreien Mobilität.

### Skalierungspotenziale: Elektrolyse zur Erzeugung von grünem Wasserstoff

- Neben günstigen Stromkosten ist die Senkung der Investitionskosten für Elektrolyseure (CAPEX) ein zentraler Hebel zur Kostenreduktion von H<sub>2</sub>.
- In den vergangenen Jahren war ein Anstieg der H<sub>2</sub>-Produktionskosten zu beobachten, vor allem aufgrund von Inflation, Lieferengpässen und Zinssteigerungen.
- Der internationale Wettbewerb und die steigende Nachfrage nach Elektrolyseuren bieten Chancen für Kostenreduktion und Wertschöpfung durch deutsche Technologieanbieter.
- Das bisherige Tempo beim Aufbau von H<sub>2</sub>-Elektrolyseuren reicht nicht aus, und trotz des wachsenden Interesses fehlen Investitionsentscheidungen zur Umsetzung angekündigter Projekte.
- Skaleneffekte bei der Elektrolyse durch Massenfertigung und größere Systemleistungen ermöglichen erhebliche Kostenreduktionen, sodass die Systemkosten der Elektrolyseanlagen bis 2050 um bis zu 80% gesenkt werden könnten.

Die potenzielle Reduktion der CAPEX-Kosten gegenüber der kumulierten installierten Leistung wird in folgender Abbildung 10 dargestellt:

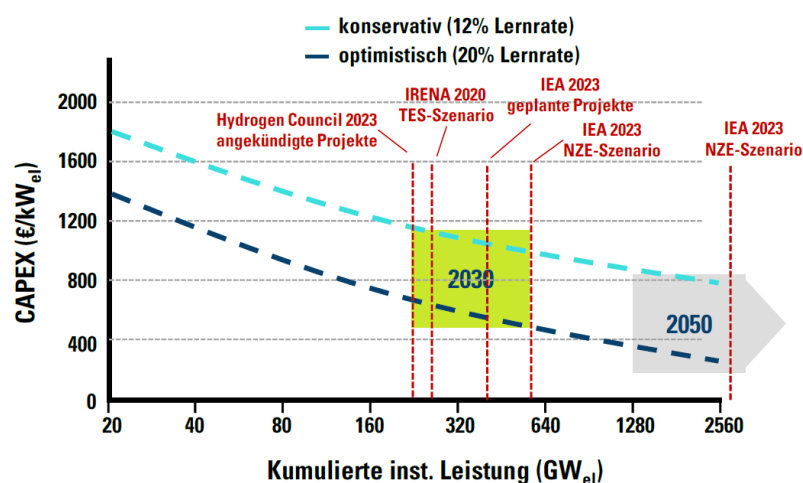


Abbildung 10: Prognostizierte Lernkurven der CAPEX-Kosten für Elektrolyseure  
 Quelle: Technologiestudie – Kurzstudie zur Analyse der Potenziale der Brennstoffzellen-Mobilität (LBST, 2023)

In Abbildung 11 wird deutlich, wie sich die gefertigten BZ-Systeme auf die Systemkosten auswirken:

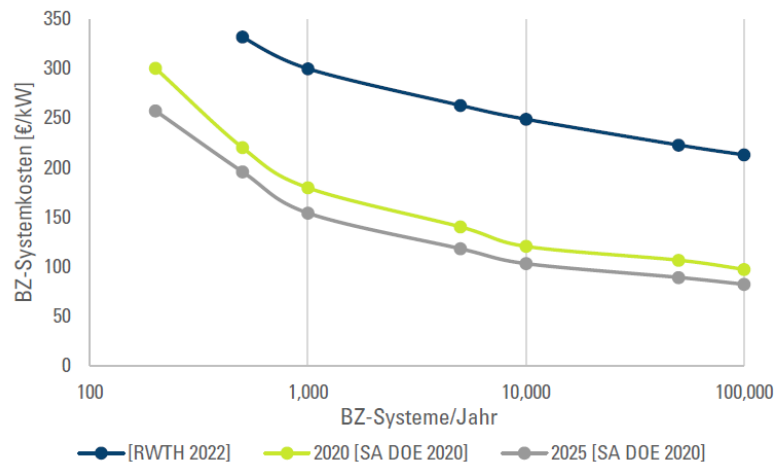


Abbildung 11: Skaleneffekte bei PEM-BZ-Systemen

Quelle: Technologiestudie – Kurzstudie zur Analyse der Potenziale der Brennstoffzellen-Mobilität

## Kostensenkungspotenziale: Wasserstoffinfrastruktur

### (H<sub>2</sub>-Tankstellen und H<sub>2</sub>-Distribution)

- Der flächendeckende Aufbau von H<sub>2</sub>-Infrastruktur für Pkw und Nutzfahrzeuge ist in Deutschland im Gange.
- Studien prognostizieren mittelfristig einen H<sub>2</sub>-Kraftstoffpreis im Bereich von 4 bis 6 €/kg H<sub>2</sub>.
- Eine passende und optimierte Distributionslogistik kann erheblich zur Kostensenkung beitragen.
- Der Ausbau von H<sub>2</sub>-Tankstellen kann wesentlich zur Senkung der H<sub>2</sub>-Kraftstoffkosten beitragen.
- Wesentliche Potenziale zur Kostensenkung bestehen in höheren Kapazitäten und Auslastungen je H<sub>2</sub>-Tankstelle, der Optimierung von Komponenten, verbesserten Betankungsprozessen sowie innovativen Betankungskonzepten.

In der folgenden Abbildung 12 sind verschiedene prognostizierte Kostenentwicklungen von H<sub>2</sub> dargestellt. Es werden deutliche Kostenreduktionen in den nächsten Jahren erwartet.

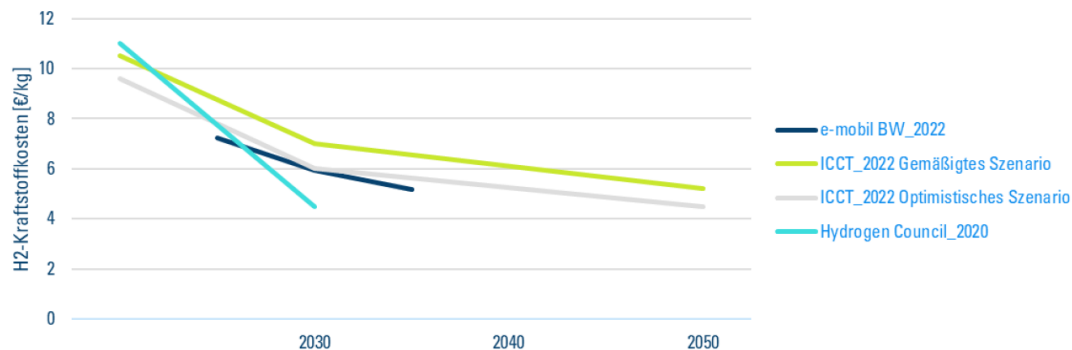


Abbildung 12: Prognostizierte Entwicklung der H<sub>2</sub>-Kraftstoffkosten bis 2050 (Szenarien aus ausgewählten Studien, Datenbasis vor der Inflation und Energiekrise)

Quelle: Technologiestudie – Kurzstudie zur Analyse der Potenziale der Brennstoffzellen-Mobilität

## 4. Vorschlag eines Betriebskostenförderprogramms (OPEX-Förderprogramm)

Unter der Prämisse der Klimaschutzziele und des Bedarfs der Nutzer müssen mindestens 220.000 BZ-Fahrzeuge im N3-Segment bis 2030 in den Markt gebracht werden.

Der Hebel für das Erreichen der Klimaschutzziele und einer Verringerung der Luftverschmutzung ist bei Nutzfahrzeugen besonders groß, da diese aufgrund ihres Gewichtes und ihrer jährlichen Fahrstrecken einen höheren Schadstoffausstoß je Fahrzeug aufweisen.

Die TCO („Total Costs of Ownership“) eines H<sub>2</sub>-Nutzfahrzeuges liegen gegenwertig deutlich über den TCO eines mit Diesel betriebenen Nutzfahrzeuges. Damit sind die betriebswirtschaftlichen Aufwendungen von klimaschädlicher Technologie aktuell immer noch wesentlich geringer als die Kosten für den Einsatz emissionsarmer Technologie.

Neben den Kosten für die Beschaffung der Fahrzeuge stellt die fehlende Kostenparität für den Betrieb der Fahrzeuge ein erhebliches Problem dar. Die existierenden Förderprogramme beschränken sich auf eine Unterstützung der CAPEX (Investitionsausgaben). Selbst mit einer CAPEX-Förderung ist ein H<sub>2</sub>-Nutzfahrzeug weiterhin um bis zu 47 % teurer als ein mit Diesel betriebenes Nutzfahrzeug. Erschwerend kommt hinzu, dass vom Bund keine neuen CAPEX-Förderungen zur Anschaffung von Brennstoffzellen-LKW ausgegeben werden sollen.

Um die Kostenlücke zu schließen und den Markthochlauf der Brennstoffzellentechnologie zu forcieren, ist eine gezielte Unterstützung erforderlich, die auf CAPEX und OPEX abzielt. Diese Förderung sollte sich an den realisierten Emissionsminderungen ausrichten und als eine von der jährlichen, kilometerbezogenen Laufleistung abhängige Förderung ausgestaltet sein. Der

Bund muss durch ein adäquates Markthochlaufprogramm sicherstellen, dass die Klimaziele im Schwerlastverkehr erreicht werden. Durch die jährlichen Ausschreibungen bis 2030 für den Betrieb von H<sub>2</sub>-Nutzfahrzeugen über eine Nutzungsdauer von 7 Jahren sollte der Gesetzgeber einen marktwirtschaftlichen Anreiz für die Verwendung von mindestens 220.000 Brennstoffzellen-Lkw Fahrzeugklasse N3, >12 Tonnen schaffen. Dadurch können bis zu 40 Mio. t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Die Umsetzung eines entsprechenden Förderprogramms kann einerseits Planungssicherheit vermitteln, sodass Investitionen in die Brennstoffzellenmobilität stattfinden. Zugleich wird mit der Durchführung von Ausschreibungen ein marktbasierter Fördermechanismus vorgeschlagen, der dafür sorgt, dass das Ziel der Förderung in angemessener Weise bei gleichzeitiger Minimierung der Verzerrungen von Wettbewerb und Handel erreicht werden kann und eine kosteneffiziente Förderung ermöglicht. Die Förderung unterstützt gezielt die Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im N3-Segment und dient damit der Erfüllung der Klimaschutzziele im Verkehrssektor.

Wir schlagen daher vor, gezielte jährliche Ausschreibung für die Anschaffung und den Betrieb emissionsfreier BZ-LKW und -Busse in den Jahren 2024 bis 2030 über die NOW GmbH durchzuführen. So kann die Bundesregierung einerseits sicherstellen, dass die Klimaziele erreicht werden und andererseits den Hochlauf von

- BZ-Bussen und -LKWs,
- Tankstelleninfrastruktur und
- Erzeugung von grünem Wasserstoff

anreizen.

Ein OPEX-Förderprogramm würde eine zusätzliche Förderung der erforderlichen Tankstelleninfrastruktur für die bezuschlagten Fahrzeuge überflüssig machen. Die Bieter könnten eventuelle Kosten, die mit dem zusätzlichen Aufbau einer Wasserstofftankstelle verbundenen sind, in ihren Gebotspreis mit einpreisen. Gleichzeitig könnten sie durch eine Betriebsoptimierung der Wasserstofferzeugung und der Tankstellen (Multi-Use) ihren Gebotspreis optimieren. Dies reizt technische und unternehmerische innovative Lösungen an, die zur Sicherung des Standortes Deutschland beitragen.

Die Attraktivität von Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Bussen und -LKWs (BZ-Fahrzeugen) ergibt sich aus dem hohen System-Wirkungsgrad der Brennstoffzelle, der deutlich über dem von Verbrennungsmotoren liegt. Auch die lokale Emissionsfreiheit bei Stickstoffoxiden, CO<sub>2</sub> und Feinstaub spricht für diese Antriebsform. Ein weiterer Vorteil von Brennstoffzellen-LKW und Bussen liegt im Vergleich zu anderen emissionsfreien Fahrzeugkonzepten in der größeren Reichweite pro Tankfüllung von bis zu 800 km. Die witterungsunabhängige Betankungsdauer

von max. 15 Minuten erlaubt zudem einen höheren flexiblen Betrieb der Fahrzeuge. Gleichzeitig erreichen BZ-Nutzfahrzeuge Nutzlasten, die sich mit konventionellen Verbrennungsfahrzeugen vergleichbar sind.

Die volkswirtschaftlichen Vorteile der gezielten Markteinführung von BZ-LKW und -Bussen müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Die Integration von Power-to-Hydrogen-Systemen kann Schwankungen in der Stromerzeugung ausgleichen und die Kosten der Energiewende senken, während die Versorgungssicherheit und der Klimaschutz gestärkt werden. Mit einem gezielten Förderprogramm für den Erwerb und der Nutzung von BZ-Fahrzeugen würden langfristig marktwirtschaftliche Anreize geschaffen werden. Ein solches Programm würde einen bedeutenden Markthochlauf stimulieren.

Das vorgeschlagene Förderprogramm könnte mit einer kurzen zeitlichen Überlappung mit einer nationalen CO<sub>2</sub>-differenzierten Maut auslaufen. Aufgrund der Kopplung der bezuschlagten Vergütungshöhe pro Kilometer und der in den einzelnen Betriebsjahren geltende Maut kann bereits während der Dauer der Förderung die Förderhöhe reduziert werden (dynamische Vergütungsanpassung).

Auf diese Weise würde die Regierung einen Beitrag zum Erreichen der neuen Klimaziele 2030 im Güter- und Busverkehr leisten.

### **Vorteil eines marktorientierten Ausschreibungsmodells für den Betrieb von BZ-LKW und Bussen ist:**

- Marktorientierte Ermittlung der Höhe einer CO<sub>2</sub> differenzierten Maut
- Markt- und nachfrageorientierter Aufbau der erforderlichen Infrastruktur für die Bereitstellung des grünen Wasserstoffs und der Wasserstofftankstellen
- Anreiz einer schnellen Kostenreduzierung der Fahrzeuge, Infrastruktur und Bereitstellung des grünen Wasserstoffs
- Frühzeitige Investitionssicherheit für die Marktakteure
- Direkte Kopplung der staatlichen Förderung mit der erreichten Reduzierung der Emissionen im Verkehr
- Erprobtes erfolgreiches Modell aus dem Stromsektor

Unter der Prämisse der Erreichung der vereinbarten Klimaziele und unter Berücksichtigung der Bedarfe der Nutzer und des erneuerbaren Energiemarktes müssen mindestens 220.000 BZ-Fahrzeuge im N3-Segment bis 2030 in den Markt gebracht werden:



- 2024 – 1.000
- 2025 – 4.000 (Bestand 5.000)
- 2026 – 10.000 (Bestand 15.000)
- 2027 – 25.000 (Bestand 40.000)
- 2028 – 40.000 (Bestand 80.000)
- 2029 – 60.000 (Bestand 140.000)
- 2030 – 80.000 (Bestand 220.000)

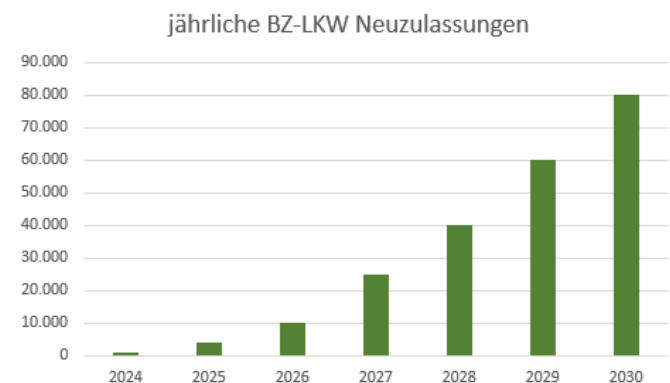


Abbildung 13: BZ-LKW Hochlauf

Zeitraum für Neuanschaffungen von 2024-2030 zuzüglich 7 Jahre Förderung des Betriebs der Fahrzeuge je angeschafftem Fahrzeug.

Über die Laufzeit von insgesamt 14 Jahren würde ein Gesamtbudget von 22,1 Mrd. EUR bereitzustellen sein. Der jährliche maximale Mittelbedarf für die Förderung beträgt je nach Jahr zwischen 40 Mio. EUR und 4,2 Mrd. EUR.

Der reale Mittelbedarf ist von den jeweils bezuschlagten Gebotspreisen und der vom Gesetzgeber festgelegten Maut abhängig. Mit zunehmendem Hochlauf der in den Markt gebrachten Stückzahlen ist von einer erheblichen Kostendegression der emissionsfreien Nutzfahrzeuge auszugehen. Demensprechend werden auch die Gebotspreise sinken. In Folge dessen würde der Mittelbedarf ebenfalls sinken. Die neue gesetzliche CO<sub>2</sub>-EU Maut ist für schwere Nutzfahrzeuge ab 2024 integriert und ab 2026 werden emissionsfreie Fahrzeuge um 75 Prozent reduzierten Mautteilsatz berücksichtigt.

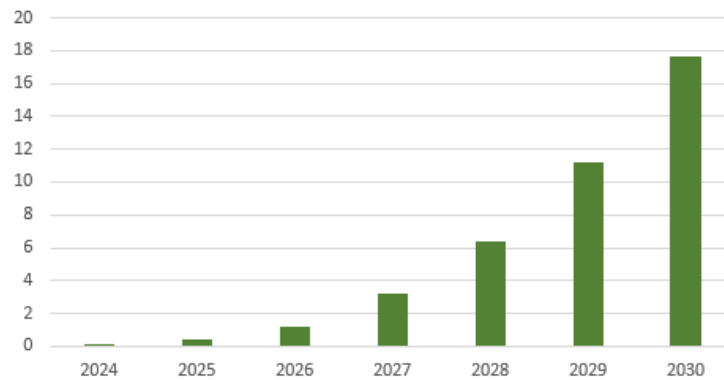
Weiterhin sind in die Budgetierung auch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung, der dynamische Wasserstoffpreis und die Skalierung der Brennstoffzellen-Produkte mit eingeflossen.

**Mit dem Betriebskostenförderprogramm würde die Bundesregierung dazu beitragen, dass**

- der Markthochlauf von Brennstoffzellenfahrzeugen im Straßengüterverkehr angereizt wird.
- Wasserstoff, der mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen produziert wird, in Verbindung mit Brennstoffzellenantrieben einen schnellen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen im Verkehr leisten kann.

- dass im Rahmen des OPEX-Förderprogramms über **40 Mio. t CO<sub>2</sub>** im Güterverkehr bis 2030 vermieden werden.

*Jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung in Mio. t*



*Abbildung 14: mögl. jährliche CO<sub>2</sub> Einsparung im Güterverkehr in Mio t*

- der Aufbau einer H<sub>2</sub>-Tankstelleninfrastruktur für den Güterverkehr marktbasierend initiiert wird. Aus diesem Grund wird auch eine Mindestanzahl von Fahrzeugen der jeweiligen Betreiber vorgegeben, um auf diese Weise einen kosteneffizienten Betrieb der Wasserstofftankstellen, die für die Versorgung der Fahrzeuge erforderlich sind, zu ermöglichen.
- durch die Ausschreibung der Nutzung der Fahrzeuge weiterhin ein marktwirtschaftlicher Wettbewerb für die Fahrzeuganbieter besteht und somit ein Anreiz zur Optimierung der Fahrzeugkosten besteht.
- eine CO<sub>2</sub>-differenzierte Maut und deren Wirkungen auf das Nutzerverhalten und auf die Verbraucherpreise der transportierten Güter als Blaupause für eine europaweite Regulierung im Markt evaluiert werden kann.
- ein planbarer Produktionshochlauf der Brennstoffzellen-LKWs für den Güterverkehr und Busse für den Personenverkehr im Interesse der Sicherung der deutschen Wertschöpfung als Schlüsseltechnologie ermöglicht wird.

## 5. Fazit und Ausblick

Die Mobilität stellt etwa 25 % der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) dar. Die Implementierung der oben genannten Empfehlung für ein OPEX-Förderprogramm ist entscheidend, um die verbindlichen Klimaziele im Verkehrsbereich bis 2030 zu erfüllen, was einer Senkung der THG-Emissionen auf maximal 85 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente entspricht.

Die Verwendung von grünem Wasserstoff als Energiequelle im Bereich Mobilität ermöglicht eine emissionsarme, wirtschaftliche und versorgungssichere Fortbewegung. Deutschland wird als Industrienation mit einem steigenden Anteil erneuerbarer Energien zunehmend auf Energieträger angewiesen sein, mit denen große Energiemengen leicht gespeichert und transportiert werden können. Vor allem, wenn die Anträge und Genehmigungen für Stromnetzanschlüsse Jahr für Jahr verschoben werden. Grüner Wasserstoff - aus erneuerbaren Energien gewonnen - wird zusammen mit Brennstoffzellen als entscheidende Antriebslösung für den Schwerlastverkehr betrachtet.

Um die ehrgeizigen Emissionsreduktionsziele im Verkehr, insbesondere im Schwerlastverkehr, zu erreichen, ist ausreichend verfügbarer erneuerbarer Strom von entscheidender Bedeutung. Neben dem Ausbau der nationalen Produktionskapazitäten für grünen Wasserstoff wird Deutschland auch auf den Import erneuerbarer Energien angewiesen sein, der in Form von grünem Wasserstoff und daraus abgeleiteten Produkten erfolgen wird.

Die systemdienliche Produktion von grünem Wasserstoff hat das Potenzial, die schwankende Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien aus Wind und Sonne auszugleichen und für den Verkehr bedarfsgerecht nutzbar zu machen. Um den Aufbau der grünen Wasserstoffwirtschaft zu fördern, benötigen die Beteiligten in der Wertschöpfungskette vor allem rechtliche und wirtschaftliche Planungssicherheit.

Im Hinblick auf die Betankung zeigt die Brennstoffzellenmobilität bereits ihr Potenzial, indem sie schnelle und sichere Betankungen ähnlich wie bei Benzin- und Dieselfahrzeugen ermöglicht. Für Nutzfahrzeuge ist die Reichweite oft entscheidend. Bereits heute erreichen Nutzfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb Reichweiten von weit über 500 km im Sommer und Winter mit einer einzigen Wasserstofftankfüllung.

Die Vorteile von Brennstoffzellenfahrzeugen sind besonders relevant im Güterverkehr, da sie kurze Betankungszeiten großer Energiemengen, hohe Einsatzdauer und Auslastung der Fahrzeuge sowie ein geringeres Gewicht im Vergleich zu Hochvolt-Batterien ermöglichen. Aspekte wie regionale Energieversorgung und Sektorenkopplung sollten bei der Betrachtung der Brennstoffzellentechnologie im Güterverkehr berücksichtigt werden.

In Bezug auf den Rohstoffbedarf für Fahrzeuge und deren Speichersysteme zeigt eine erste Analyse, dass trotz zunehmender Ressourcenknappheit in den nächsten Jahrzehnten keine Engpässe bei den benötigten Ressourcen für die Brennstoffzellentechnologie in Nutzfahrzeugen zu erwarten sind.

Um den Absatz von Brennstoffzellen-Lkw in den nächsten Jahren signifikant zu steigern, ist ein geeignetes Betriebskostenförderprogramm erforderlich. Dies trägt dazu bei, die Produktion, den Kauf und die Wartungskosten in kurzer Zeit zu skalieren und zu reduzieren.

Im Schwerlastgüterverkehr werden bis 2030 bereits über 220.000 Brennstoffzellen-Lkw benötigt, um die Klimaziele zu erreichen. Ein Nichterreichen dieses Ziels könnte die sichere Versorgung der Industrie und die Wirtschaftskraft Deutschlands gefährden, was nicht im Einklang mit einer gerechten und leistungsfähigen sozialen Marktwirtschaft stünde.

Die bestehenden und geplanten Maßnahmen im europäischen und nationalen regulatorischen Rahmen erzeugen bereits Handlungsdruck und werden voraussichtlich weiter verstärkt werden müssen.

Als deutlichen Erfolg ist der erfolgte EU-CO<sub>2</sub>-Maut Start mit 200€/CO<sub>2</sub>t hervorzuheben. Weiterhin ist die beschlossene Anhebung des CO<sub>2</sub>-Preises auf 45€/CO<sub>2</sub>t im Jahre 2024 und 55€/CO<sub>2</sub>t im Jahre 2025 zielführend. Beides sind klare Anreize für den Wechsel auf klimafreundlichen Nutzfahrzeuge. Die bisherigen Maßnahmen, wie Delegierte Rechtsakte, Flottengrenzwerte oder Förderprogramme, scheinen nicht ausreichend zu sein. Es bedarf jetzt eines verlässlichen Markthochlaufprogramms, welches sicherstellt, dass mindestens 220.000 konventionelle Nutzfahrzeuge durch Brennstoffzellen-Nutzfahrzeuge bis 2030 ersetzt werden. Daher ist eine Weiterentwicklung der bestehenden Vorschriften und Maßnahmen, insbesondere mit Fokus auf die Brennstoffzellenmobilität, dringend erforderlich, um die Klimaziele zu erreichen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fahrzeugindustrie und der grünen Wasserstoffindustrie zu erhalten.

Werner Diwald,

Berlin den 31.01.2024

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung und Prognose der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor .....	1
Abbildung 2: Vorteile der BZ-Mobilität.....	2
Abbildung 3: Prozess des grünen Wasserstoff .....	3
Abbildung 4: DWV Fachkommission HyMobility - gefördertes Projekt .....	4
Abbildung 5: Die vier Arbeitsgruppen von HyMobility .....	5
<i>Abbildung 6: Prognostizierte CO<sub>2</sub> Emissionen des Verkehrssektors für verschiedene Szenarien</i> .....	17
<i>Abbildung 7: Hochlaufkurven für ZEV bei schweren Nutzfahrzeugen für verschiedene Szenarien (ohne Verkehrszunahme) .....</i>	18
<i>Abbildung 8: Zunahme an ZEV im Fahrzeugbestand der schweren Nutzfahrzeuge für verschiedene Szenarien (ohne Verkehrszunahme) .....</i>	18
Abbildung 9: Verkaufspreisvergleich von Diesel-Nfz (rot) und BZ-Nfz (türkis) .....	25
Abbildung 10: Prognostizierte Lernkurven der CAPEX-Kosten für Elektrolyseure .....	26
Abbildung 11: Skaleneffekte bei PEM-BZ-Systemen.....	27
Abbildung 12: Prognostizierte Entwicklung der H <sub>2</sub> -Kraftstoffkosten bis 2050 (Szenarien aus ausgewählten Studien, Datenbasis vor der Inflation und Energiekrise) .....	28
Abbildung 13: BZ-LKW Hochlauf.....	31
Abbildung 14: mögl. jährliche CO <sub>2</sub> Einsparung im Güterverkehr in Mio t .....	32

## Impressum

Das vorliegende Eckpunktepapier wurde durch die **Fachkommission HyMobility** in Kooperation mit ihren Mitgliedern erstellt.

E-Mail: [mobility@dwv-info.de](mailto:mobility@dwv-info.de)

HyMobility ist eine Fachkommission des

**Deutschen Wasserstoff-Verband (DWV) e.V.**

Robert-Koch-Platz 4, 10115 Berlin

Telefon: +49 (0) 30 629 594 82

Telefax: +49 (0) 30 629 594 83

E-Mail: [h2@dwv-info.de](mailto:h2@dwv-info.de)

Internet: [www.dwv-info.de](http://www.dwv-info.de)