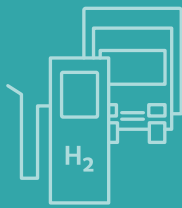
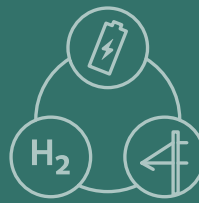
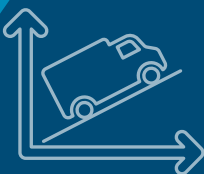


2022

Fortschritts- bericht zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge



Mit alternativen Antrieben auf
dem Weg zur Nullemissionslogistik
auf der Straße



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Inhalt

Status quo und nächste Schritte	4
1. Einführung: Motivation und Ziel des Fortschrittsberichts	7
2. Aktivitäten des BMDV und aktuelle Entwicklungen	8
2.1 Cleanroom-Gespräche	9
2.2 Förderung alternativer, klimafreundlicher Nutzfahrzeuge	10
2.3 Task-Forces, Use Cases und Studien	12
2.4 Innovationscluster	14
2.5 Masterplan Ladeinfrastruktur II	15
2.6 Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie:	
Fahrzeuge und Infrastruktur	16
2.7 Differenzierung der Lkw-Maut nach CO ₂ -Emissionen	17
2.8 Mindestziele für europäische Tank- und Ladeinfrastruktur ..	17
2.9 Weitere regulatorische Entwicklungen	18
3. Ausblick	20

Status quo und nächste Schritte

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) hat Ende 2020 das „Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge – Mit alternativen Antrieben auf dem Weg zur Nullemissionslogistik auf der Straße“ veröffentlicht. Das Gesamtkonzept enthält ein integriertes Maßnahmenpaket bestehend aus Fahrzeugförderung, Steuerung des Infrastrukturaufbaus sowie Schaffung eines zielgerichteten regulatorischen Rahmens. Die Umsetzung erfolgt gemeinsam mit den beteiligten Akteuren.

Der vorliegende Fortschrittsbericht gibt einen Überblick über die Aktivitäten des BMDV und aktuelle Entwicklungen seit Veröffentlichung des Gesamtkonzepts. Er liefert zudem einen Ausblick auf die weiteren Aufgaben. Die nachfolgenden zentralen Botschaften zeigen den aktuellen Stand und wesentliche nächste Schritte auf:



Cleanroom-Gespräche

Die Daten der Fahrzeughersteller zeigen erstmalig, dass die prognostizierten Absatzzahlen schwerer Nutzfahrzeuge über 12 Tonnen mit Batterie- und Brennstoffzelle sehr stark ansteigen werden. In 2030 sollen demnach bereits rund 3/4 der Neuzulassungen emissionsfrei sein. Deshalb wird das BMDV den Infrastrukturaufbau entschieden voranbringen.



Förderung alternativer, klimaschonender Nutzfahrzeuge

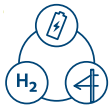
Im Jahr 2021 hat das BMDV als eine Kernmaßnahme die Richtlinie über die Förderung von Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur (KsNI) veröffentlicht. Europa-weit erstmalig werden 80 Prozent der Investitionsmehrausgaben klimafreundlicher Nutzfahrzeuge und dazugehörige Infrastruktur gefördert. Das Programm wirkt: Im zweiten Förderaufruf haben sich die Antragszahlen vervierfacht.



Task-Forces, Use Cases und Studien

Das BMDV denkt in Task-Forces mit relevanten Akteuren den Infrastrukturaufbau vor und identifiziert Herausforderungen sowie erste Lösungsansätze.

Mit den Use Cases wurden geeignete Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- und Ladeinfrastruktur erarbeitet. Diese zeigen, dass für jeden Nutzenden individuell passende Lösungen für den Einsatz klimafreundlicher Nutzfahrzeuge existieren.



Innovationscluster

Das zentrale Innovationscluster zum Hochleistungsladen für batterieelektrische Lkw entlang der Autobahn A 2 („HoLa“) ist gestartet. Die Projektergebnisse werden für die Planungen für einen Roll-Out der Ladeinfrastruktur schwerer elektrischer Nutzfahrzeuge genutzt.



Masterplan Ladeinfrastruktur II

Der Masterplan Ladeinfrastruktur II benennt erstmals konkrete Maßnahmen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge mit Zeitpunkten und Zuständigkeiten. Damit trägt er zur Planungssicherheit für die Branche bei. Eine Kernmaßnahme ist die beabsichtigte Ausschreibung eines initialen Ladenetzes für batterieelektrische Lkw.



Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie: Fahrzeuge und Infrastruktur

Das BMDV unterstützt neben F&E-Aktivitäten für die fahrzeug- und infrastrukturseitige Technologieentwicklung und der Etablierung von Wasserstoffregionen den Ausbau der Wasserstoffbetankungsinfrastruktur für Nutzfahrzeuge.



Regulatorischer Rahmen

Das BMDV wird 2023 eine CO₂-differenzierte Lkw-Maut einführen. Die Einführung ist eine wesentliche regulatorische Maßnahme, um Nullemissionsfahrzeuge anzureizen.



Der EU-Verordnungsentwurf über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) schafft erstmalig einen Rahmen für Mindestausbauziele für die Infrastruktur elektrischer Nutzfahrzeuge. Die Mitgliedstaaten werden verpflichtet, den Aufbau eines Grundnetzes an Lade- und Wasserstofftankinfrastruktur sicherzustellen. Zukünftig können Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben grenzüberschreitend eingesetzt und geladen bzw. betankt werden.



Ausblick

Das integrierte Maßnahmenpaket aus Fahrzeugförderung, Steuerung des Infrastrukturaufbaus sowie Schaffung eines zielgerichteten regulatorischen Rahmens wird grundsätzlich weiterverfolgt. Die Umsetzung der Maßnahmen wird auch zukünftig unter Einbindung der relevanten Akteure erfolgen.

Aufgrund der Marktentwicklung, der Ergebnisse aus den Cleanroom-Gesprächen und der Anforderungen aus dem Entwurf der AFIR bereitet das BMDV als zentrales Element des Masterplans Ladeinfrastruktur II die Ausschreibung eines initialen Ladenetzes für Lkw im dritten Quartal 2023 vor. Zudem erfolgt der Aufbau eines Grundnetzes an öffentlich zugänglicher Wasserstofftankinfrastruktur für Nutzfahrzeuge in Deutschland.



1. Einführung: Motivation und Ziel des Fort- schrittsberichts

Im November 2020 hat das BMDV das „Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge – Mit alternativen Antrieben auf dem Weg zur Null-emissionslogistik auf der Straße“ veröffentlicht. Ausgangspunkt ist das Klimaschutzprogramm 2030. Ziel ist, dass bis 2030 ein Drittel der Fahrleistung im schweren Straßengüterverkehr elektrisch erfolgen soll. Im Gesamtkonzept wurden die zentralen Anforderungen von Fahrzeugnutzenden und -anbietern an alternative Antriebe und die dazugehörigen Infrastrukturen für klimafreundliche Nutzfahrzeuge betrachtet. Darüber hinaus wurde ein integriertes Maßnahmenpaket bestehend aus Fahrzeugförderung, der Steuerung des Aufbaus von Tank- und Ladeinfrastruktur sowie der Schaffung eines zielgerichteten regulatorischen Rahmens vorgestellt. Damit sollen insbesondere Investitions- und Planungssicherheit für die Fahrzeughersteller und -nutzende geschaffen werden, die sich mit Marktrisiken und erhöhten Investitionsbedarfen konfrontiert sehen. Insgesamt zielt das Gesamtkonzept darauf ab, Wege für einen zügigen Markthochlauf klimafreundlicher Nutzfahrzeuge aufzuzeigen.

Aktuell steigt das Marktangebot an klimafreundlichen Nutzfahrzeugen stark an. Initiierte Maß-

nahmen wie die Investitionszuschüsse für die Beschaffung von Nutzfahrzeugen mit alternativen Antrieben sorgen für einen beschleunigten Markthochlauf dieser Fahrzeuge. Unterstützt wird diese Entwicklung durch regulatorische Rahmenbedingungen, wie die CO₂-Flottenzielwerte auf europäischer Ebene. Die perspektivisch steigende Anzahl an klimafreundlichen Nutzfahrzeugen setzt eine ausreichende Infrastruktur voraus. Der Verordnungsentwurf über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe enthält erstmals verbindliche Mindestziele für einen flächendeckenden Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur auch für Nutzfahrzeuge in den EU-Mitgliedstaaten. Diese Vielzahl an dynamischen Entwicklungen erfordert ein zielgerichtetes Handeln aller Akteure. Mit diesem Fortschrittsbericht möchte das BMDV über den Stand der Umsetzung der Maßnahmen sowie aktuelle Entwicklungen und die kommenden Aufgaben informieren.

Detaillierte Informationen zur Umsetzung des Gesamtkonzepts finden sich auf der Website www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de.

2. Aktivitäten des BMDV und aktuelle Entwicklungen

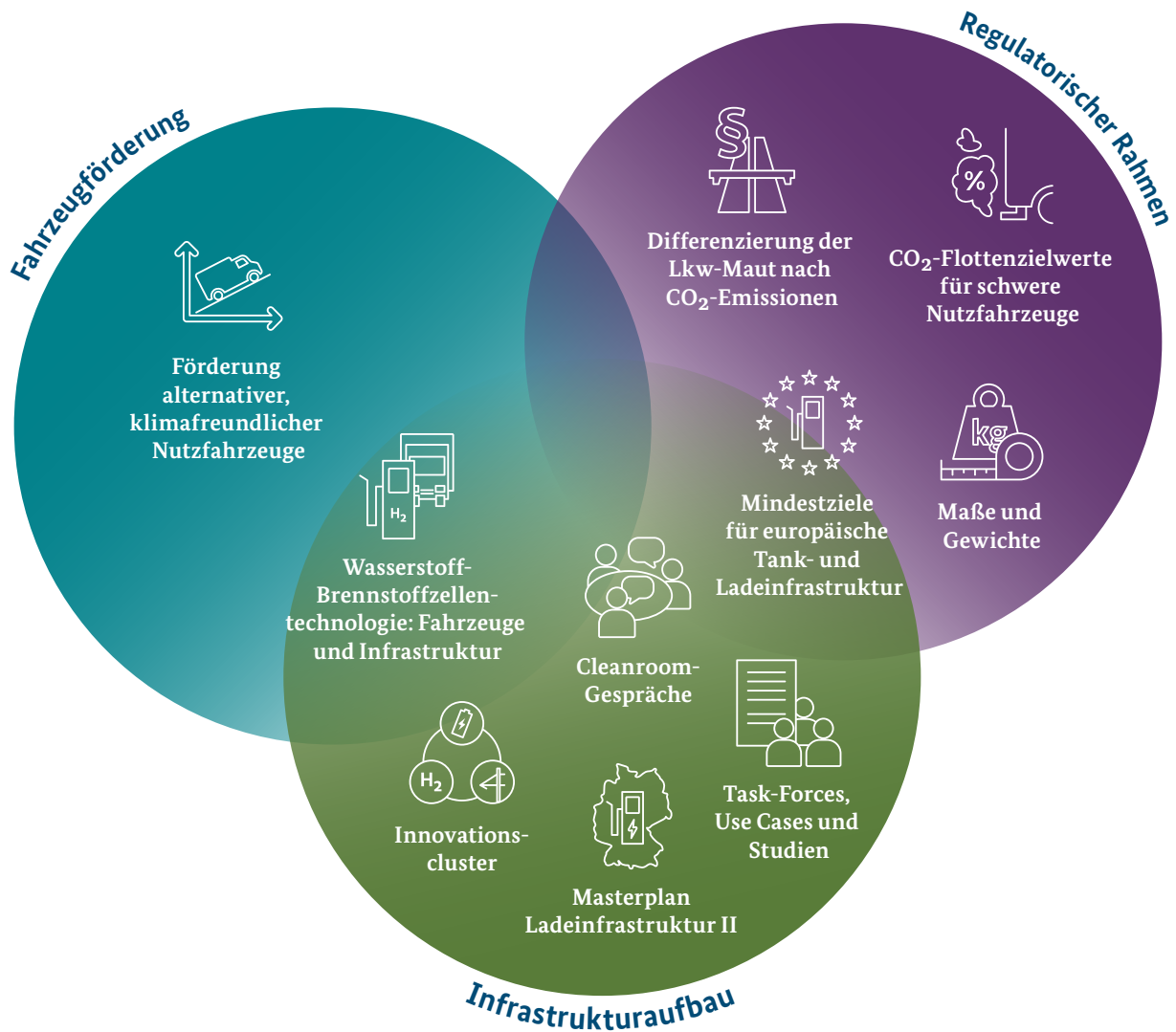


Abbildung 1: Aktivitäten des BMDV und aktuelle Entwicklungen

Das BMDV setzt das Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge um. Die drei Maßnahmenbereiche Fahrzeugförderung, Steuerung des Aufbaus von Tank- und Ladeinfrastruktur sowie Schaffung eines zielgerichteten regulatorischen Rahmens beinhalten diverse Aktivitäten. Diese sind in Abbildung 1 im Überblick dargestellt und werden im Folgenden kurz beschrieben.

2.1 Cleanroom-Gespräche

Verlässliche Informationen über die geplante Anzahl an batterie- und brennstoffzellenelektrischen Nutzfahrzeugen sind erforderlich, um Lade- und Tankinfrastruktur vorausschauend und bedarfsgerecht aufbauen zu können. Daher hat das BMDV mit verschiedenen Nutzfahrzeugherstellern in einem kartellrechtskonformen Format Einzelgespräche (sogenannte Cleanroom-Gespräche) geführt, um Kenntnisse über geplante Absatzzahlen sowie Einschätzungen zu Treibern und Hemmnissen der verschiedenen Technologien zu erlangen.



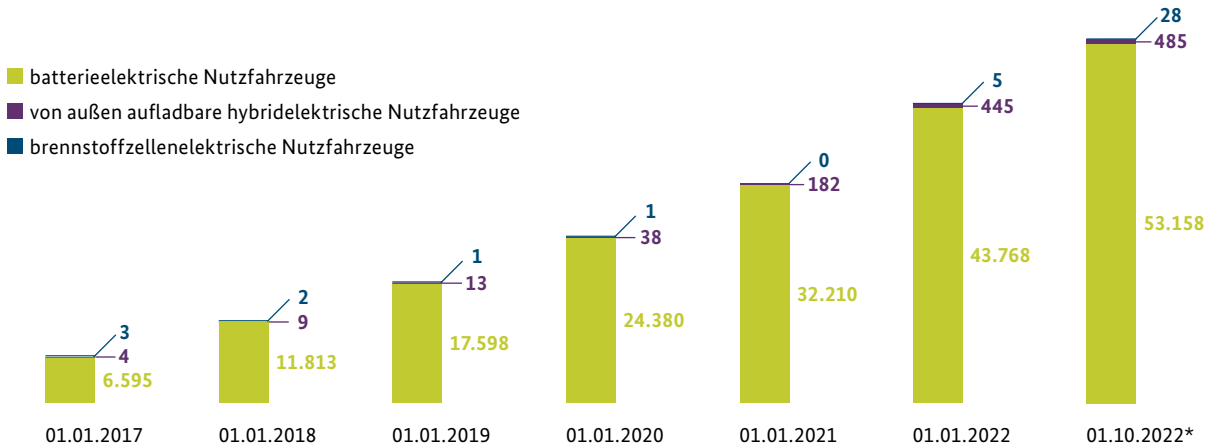
Die Daten der Fahrzeughersteller zeigen erstmalig, dass die prognostizierten Absatzzahlen schwerer Nutzfahrzeuge über 12 Tonnen mit Batterie- und Brennstoffzelle sehr stark ansteigen werden. Im Jahr 2030 sollen demnach bereits rund 3/4 der Neuzulassungen emissionsfrei sein. Deshalb wird das BMDV den Infrastrukturaufbau entschieden voranbringen.

Die beteiligten Nutzfahrzeughersteller repräsentieren über 90 Prozent des aktuellen Marktanteils in Deutschland bei schweren Nutzfahrzeugen mit mehr als 12 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht. Für das Jahr 2030 hat ein Großteil der Nutzfahrzeughersteller Angaben zu den geplanten Absatz-

zahlen gemacht. Im Jahr 2030 liegt demnach der Anteil an batterieelektrischen schweren Nutzfahrzeugen in Deutschland bei 56 Prozent (57.800 Neuzulassungen), an brennstoffzellenelektrischen schweren Nutzfahrzeugen bei 17 Prozent (17.200 Neuzulassungen), an schweren Nutzfahrzeugen mit Wasserstoff-Verbrennungsmotor bei 1 Prozent (1.250 Neuzulassungen) und an mit fossilen Kraftstoffen betriebenen schweren Nutzfahrzeugen bei 26 Prozent (26.500 Neuzulassungen). Die Ergebnisse der Cleanroom-Gespräche werden Ende des Jahres 2022 veröffentlicht.

Die aktuelle Entwicklung am Markt unterstützt die Erkenntnis aus den Cleanroom-Gesprächen: Die Fahrzeughersteller haben den Transformationspfad im Bereich der emissionsfreien Nutzfahrzeuge eingeschlagen. Gegenüber 2021 sind die Bestandszahlen klimafreundlicher Nutzfahrzeuge um rund 18 Prozent gestiegen. Neu ist, dass auch erste schwere Nutzfahrzeuge mit klimafreundlichen Antrieben auf den Markt kommen. Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Bestandszahlen von elektrischen Fahrzeugen der EG-Fahrzeugklassen N1 bis N3 in den Jahren 2017 bis 2022. Die Bestandszahlen befinden sich aktuell allerdings noch auf einem niedrigen Niveau. Aufgrund der prognostizierten Absatzzahlen werden sie jedoch weiter ansteigen.

Entwicklung der Bestandszahlen von Nutzfahrzeugen mit klimafreundlichen Antrieben der EG-Fahrzeugklassen N1 bis N3 von 2017 bis 2022



* Daten nicht bereinigt.

Abbildung 2: Entwicklung der Bestandszahlen von Nutzfahrzeugen der EG-Fahrzeugklassen N1 bis N3 von 2017 bis 2022

2.2 Förderung alternativer, klimafreundlicher Nutzfahrzeuge

Aktuell noch hohe Investitionsausgaben für klimafreundliche Fahrzeuge im Vergleich zum Diesel-Lkw stellen für Unternehmen ein Hemmnis zur Anschaffung dar. Durch die Richtlinie über die Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Infrastruktur (KsNI) wird die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit alternativer Antriebe verbessert. Gleichzeitig werden Unternehmen bei der Anschaffung klimafreundlicher Fahrzeuge unterstützt.



Im Jahr 2021 hat das BMDV als eine Kernmaßnahme die Richtlinie über die Förderung von Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur (KsNI) veröffentlicht. Europaweit erstmalig werden 80 Prozent der Investitionsmehrausgaben klimafreundlicher Nutzfahrzeuge sowie dazugehörige Infrastruktur gefördert. Das Programm wirkt: Im zweiten Förderaufruf haben sich die Antragszahlen vervierfacht.

Die Nachfrage nach klimafreundlichen Nutzfahrzeugen ist hoch: Die bewilligten Fördermittel im ersten Förderaufruf liegen bei rund 180 Millionen Euro, davon rund 150 Millionen Euro für Nutzfahrzeuge. Die Auswertungen zeigen, dass ca. zwei Drittel der bewilligten Fahrzeuge einen

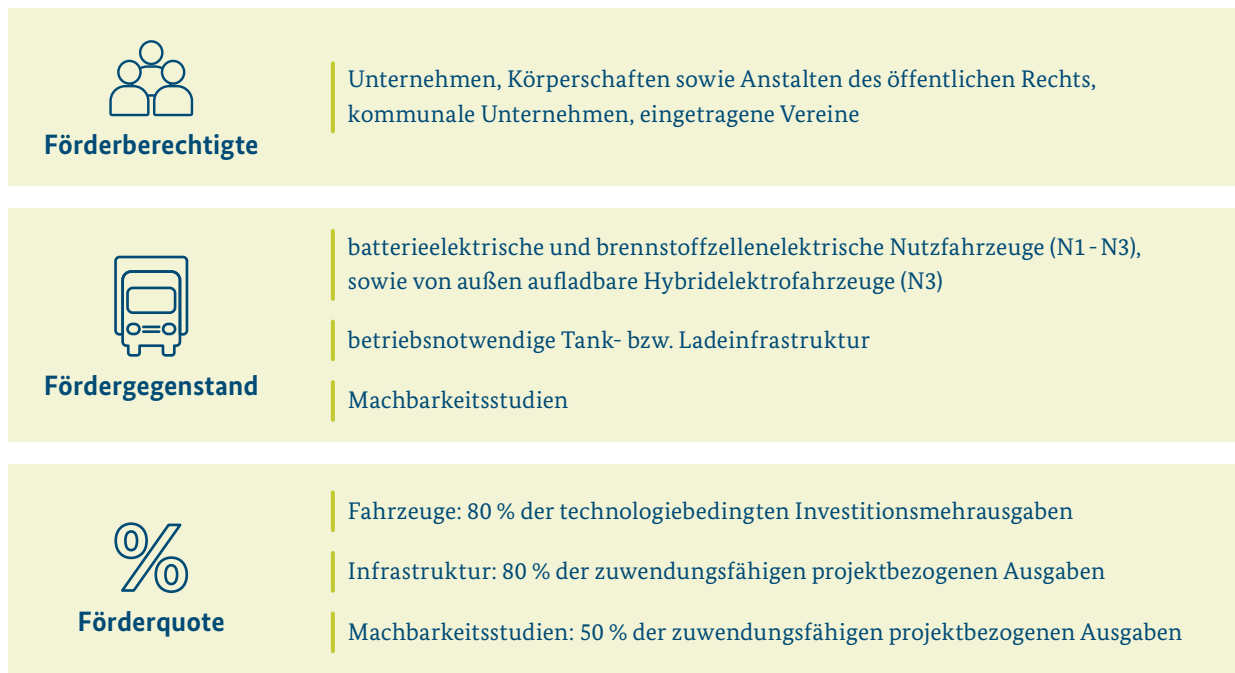


Abbildung 3: Übersicht der KsNI-Förderrichtlinie

batterieelektrischen und knapp ein Drittel einen brennstoffzellenelektrischen Antrieb aufweisen. Bemerkenswert ist zudem, dass der Großteil der bewilligten Fahrzeuge in der EG-Fahrzeugklasse N3 liegt. Insbesondere Fahrzeuge der EG-Fahrzeugklasse N2 sind seltener beantragt und demnach auch bewilligt worden. Damit wird deutlich, dass nicht nur bei leichten und mittelschweren, sondern auch im Segment der schweren elektrischen Nutzfahrzeuge Angebot und vor allem Nachfrage bestehen.

Gegenüber dem ersten Förderaufruf aus 2021 haben sich die Antragszahlen im zweiten Förderaufruf deutlich erhöht: Im zweiten KsNI-Förderaufruf und dem parallelen Sonderaufruf für Sonderfahrzeuge sind bis zum 24.08.2022 rund 1.670 Anträge für Nutzfahrzeuge und rund 1.090 Anträge für Tank- und Ladeinfrastruktur eingegangen.

Anzahl der bewilligten Nutzfahrzeuge im ersten KsNI-Förderaufruf

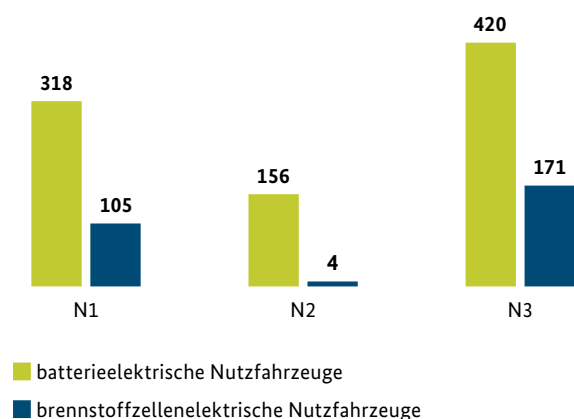


Abbildung 4: Anzahl der bewilligten Nutzfahrzeuge im ersten KsNI-Förderaufruf

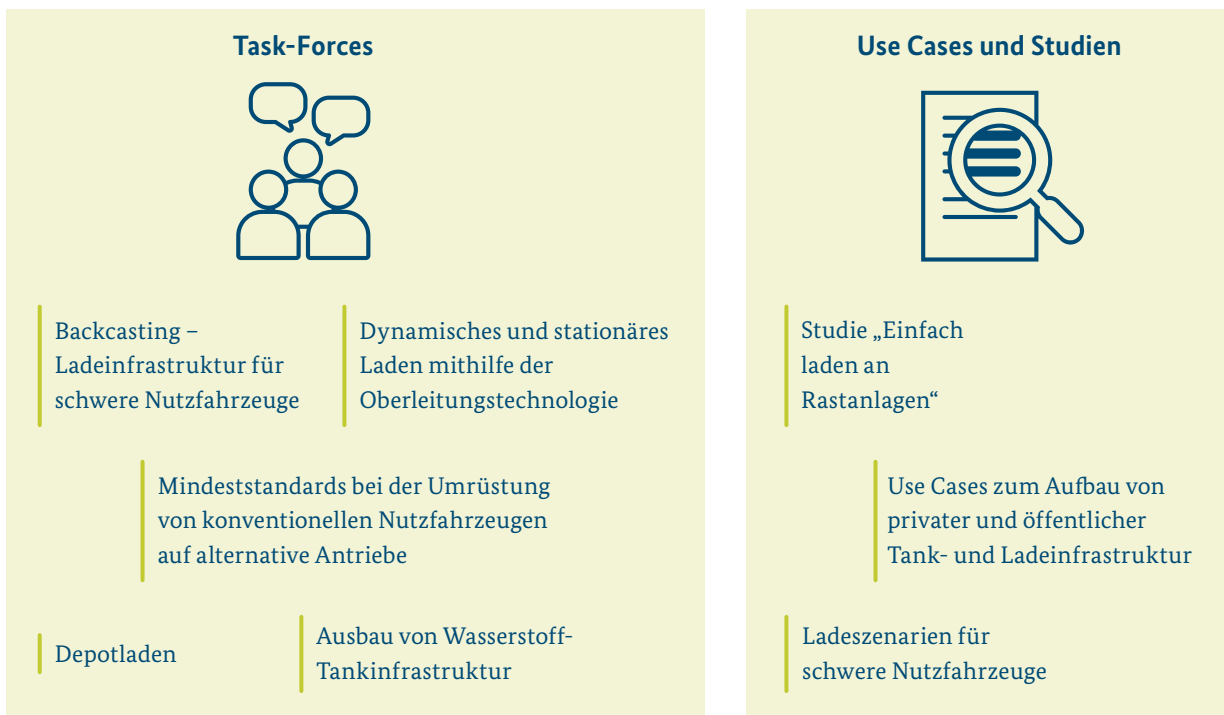


Abbildung 5: Übersicht der Task-Forces, Use Cases und Studien

2.3 Task-Forces, Use Cases und Studien

Um offene Handlungsfelder, insbesondere zur Vorbereitung des Infrastrukturaufbaus für batterieelektrische Antriebe, brennstoffzellenelektrische Antriebe und hybride Oberleitungsantriebe zu identifizieren, wurden temporäre Ad-Hoc-Task-Forces vom BMDV initiiert. Neben den Task-Forces sind Use Cases erarbeitet und weitere Studien durchgeführt worden, die sich mit spezifischen Fragen für die Planungen zu Art und Umfang des Aufbaus der alternativen Infrastrukturen beschäftigen haben. Fünf Task-Forces sowie diverse Studien sind seit Veröffentlichung des Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge durchgeführt worden oder aktuell in Bearbeitung.



Das BMDV denkt in Task-Forces mit relevanten Akteuren den Infrastrukturaufbau vor und identifiziert Herausforderungen sowie erste Lösungsansätze.

In den Task-Forces werden die jeweils relevanten Akteure wie Fahrzeughersteller, Anwendende, Infrastrukturbetreiber und Energieunternehmen zur Erarbeitung der Themen eingeladen. Die Task-Forces unterstützen darüber hinaus die Vernetzung interessierter Akteure.

In einer ersten Task-Force zu „**Mindeststandards bei der Umrüstung von konventionellen Nutzfahrzeugen auf alternative Antriebe**“ hat das BMDV die relevanten Akteure der Umrüstungsbranche zusammengebracht. Die Erkenntnisse mit Blick auf die Förderung der Umrüstung von

Nutzfahrzeugen sind im Ergebnisbericht mit Handlungsempfehlungen veröffentlicht.

Alle weiteren Task-Forces befassen sich mit dem Aufbau von Infrastrukturen für schwere Nutzfahrzeuge. Die Erkenntnisse fließen in die Maßnahmen zum Wasserstofftankstellennetz sowie zur Ladeinfrastruktur (Masterplan Ladeinfrastruktur II) ein. In der Task-Force **„Backcasting – Ladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge“** wurden zentrale Aufgaben für den Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur von schweren batterieelektrischen Lkw analysiert. Gemeinsam mit den Akteuren wurden Planungs-, Genehmigungs- und Umsetzungsvorläufe sowie mögliche kritische Pfade und Umsetzungshemmnisse identifiziert. Herausforderungen bestehen beispielweise darin, dass bei der Planung des Aufbaus von Ladeinfrastruktur die mangelnde Flächenverfügbarkeit an privaten und öffentlichen Ladeorten sowie der zusätzliche Strombedarf berücksichtigt werden müssen. Insgesamt sind über 30 Handlungsbedarfe in den verschiedenen Themenfeldern abgeleitet worden. Sie sind Ausgangspunkt für die weitere Bearbeitung durch das BMDV zusammen mit der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur (NLL) und der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW). Einige Vorhaben, wie beispielsweise die Bedarfsermittlung zur Bestimmung der Standortgrößen, sind im Masterplan Ladeinfrastruktur II aufgenommen.

Im Rahmen der Task-Force zum **„dynamischen und stationären Laden mithilfe der Oberleitungstechnologie“** wurde zusammen mit den Teilnehmenden ein Zielbild entwickelt, das einen technisch-, umwelt- und kostenseitig optimalen Einsatz der Oberleitungstechnologie darstellt und für zukünftig geplante Aktivitäten als Leitbild dienen kann. Das interaktive Zielbild konsolidiert in den vier Themenbereichen Strecken-

netz, Ladeoptionen, Energienetz sowie Betrieb und weitere Potenziale die vorliegenden Informationen. Auf dieser Basis wurden in einem zweiten Schritt Handlungsbedarfe identifiziert und Leitfragen formuliert, die für eine Umsetzung dieses Zielbilds notwendig sind und als Orientierung für weitere Schritte dienen können.

Die Task-Force **„Ausbau von Wasserstoff-Tankinfrastruktur“** hat die Identifikation zentraler Aufgaben für einen mit dem Fahrzeughochlauf abgestimmten Aufbau von Wasserstofftankinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb zum Ziel. Die erforderlichen Planungsvorläufe, mögliche kritische Pfade sowie Umsetzungshemmnisse werden analysiert. Bereits erarbeitet wurde eine interaktive Grafik mit den wesentlichen Prozessen zum Aufbau einer Wasserstofftankstelle: Planung, Genehmigung, Errichtung, Abnahme und Betrieb. Dafür wurden die identifizierten Hemmnisse sowie dazu erarbeitete Lösungsansätze zusammengetragen.

Mit den Herausforderungen beim Aufbau von Ladeinfrastruktur an Depots und an nicht-öffentlichen Umschlagsplätzen befasst sich die Task-Force **„Depotladen“**. Es wird ein „Leitfaden Depotladen“ erstellt, welcher perspektivisch Anwendenden als Unterstützung und Informationsquelle beim Aufbau von Ladeinfrastruktur an Depots im nicht-öffentlichen Umfeld dienen soll. Basierend auf den in der Task-Force gewonnenen Erkenntnissen können zudem Förderprogramme für den Aufbau von Ladeinfrastruktur an Depots und im nicht-öffentlichen Umfeld entwickelt werden. Die Ergebnisse werden voraussichtlich noch in 2022 veröffentlicht.

Use Cases zum Aufbau von privater und öffentlicher Tank- und Ladeinfrastruktur

Ein weiterer wichtiger Teil der Umsetzung des

Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge ist die Identifikation geeigneter Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- und Ladeinfrastruktur, sogenannten Use Cases. Ziel der entwickelten Use Cases ist es, Erkenntnisse darüber zu generieren, in welchem Umfang, in welcher Form und an welchen Standorten Tank- und Ladeinfrastruktur für die betrachteten Technologien aufgebaut werden soll.



Mit den Use Cases wurden geeignete Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- und Ladeinfrastruktur erarbeitet. Diese zeigen, dass für jeden Nutzenden individuell passende Lösungen für den Einsatz klimafreundlicher Nutzfahrzeuge existieren.

Im Ergebnis hat die Analyse gezeigt, dass für jedes Unternehmen individuell passende Lösungen für den Einsatz klimafreundlicher, alternativer Antriebstechnologien bestehen. Unternehmen können mithilfe von Machbarkeitsstudien im Rahmen der KsNI-Richtlinie ihre Use Cases identifizieren, auf ihren betrieblichen Einsatz übertragen und damit konkrete Beschaffungsoptionen bestimmen.

Ladeszenarien für schwere Nutzfahrzeuge

Darüber hinaus hat die NLL eine Übersichtsgrafik zu typischen Ladeszenarien für batterieelektrische Nutzfahrzeuge erarbeitet. Diese stellt die Unterteilung der Ladeszenarien abhängig von den Zugangsmöglichkeiten des Fahrzeugs dar. So lässt sich in öffentlich und nicht-öffentlich zugängliche Ladestandorte unterscheiden. Im letzteren Fall können stationäre sowie mobile Ladepunkte auf dem eigenen bzw. fremden Betriebsgelände, im Gegensatz zu öffentlich erreichbaren Umschlagpunkten oder unterschied-

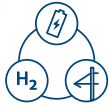
lichen Arten von öffentlichen Lade-Hubs, nur von einem eingeschränkten Personenkreis angefahren werden. Die Ladeszenarien sind eine Grundlage für die weiteren Planungen zum Aufbau der Ladeinfrastruktur.

Studie „Einfach laden an Rastanlagen – Auslegung des Netzanschlusses für E-Lkw-Lade-Hubs“

Die durch die NLL durchgeführte Netzstudie „Einfach laden an Rastanlagen“ zielt auf die Erarbeitung der wesentlichen Kriterien und Aspekte ab, die mit Blick auf das Netz bei der Auswahl, Bewertung und Planung von Lade-Hubs entlang des Autobahnnetzes berücksichtigt werden müssen. Abhängig von den erforderlichen Ladeleistungen sind unterschiedlich hohe Netzanschlüsse (Mittelspannungsnetz, Hochspannungsnetz) erforderlich, welche bei der Planung eines hohen zeitlichen Vorlaufs bedürfen und aufgrund ihrer Langlebigkeit vorausschauend ausgewählt werden sollten. Eine wesentliche Erkenntnis aus der Studie lautet, dass für einen rechtzeitigen Infrastrukturaufbau eines öffentlichen Ladenetzes entlang der Autobahnen in Deutschland eine Einbindung vor allem der Hochspannungsnetzbetreiber in den Planungsprozess für Ladeinfrastruktur erforderlich ist.

2.4 Innovationscluster

Innovationscluster sollen dazu dienen, offene technologische Fragestellungen zu klären. Außerdem werden die klimafreundlichen Nutzfahrzeuge mit der dafür erforderlichen Infrastruktur im realen Logistikbetrieb auf einem größeren Korridor erprobt.



Das zentrale Innovationscluster zum Hochleistungsladen für batterieelektrische Lkw entlang der Autobahn A 2 („HoLa“) ist gestartet. Die Projektergebnisse werden für die Planungen für einen Roll-Out der Ladeinfrastruktur schwerer elektrischer Nutzfahrzeuge genutzt.

Ein bedeutsames Technologie- und Erprobungsprojekt des BMDV im Rahmen der Umsetzung des Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge ist das „HoLa“-Projekt. Es soll wesentliche Erkenntnisse zum Einsatz von elektrischen Nutzfahrzeugen im Fernverkehr liefern. Die Transportprofile schwerer batterieelektrischer Lkw im Langstreckentransport bringen besondere Herausforderungen mit sich. So stellen sich unter anderem folgende Fragen: Welche Ladesysteme sind geeignet? Wie kann die Energieversorgung der Standorte gewährleistet werden und wie können batterieelektrische Lkw innerhalb der gesetzlichen Pausenzeiten von 45 Minuten zwischen zwei Fahreinsätzen ausreichend schnell geladen werden? Ziele des „HoLa“-Projektes sind die Planung, die Errichtung und der Betrieb von Hochleistungsladeinfrastruktur im Leistungsbereich von bis zu einem Megawatt entlang einer Demonstrationsstrecke auf der Autobahn A 2 zwischen Berlin und dem Ruhrgebiet. Des Weiteren sollen Forschungsfragen hinsichtlich des flächendeckenden Ausbaus von Hochleistungs-Lkw-Ladeparks in Deutschland beantwortet werden.

Die Durchführung weiterer Innovationscluster zur Erprobung der Kombination des dynamischen und stationären Ladens und eines ergänzenden Netzes an Wasserstofftankstellen wird derzeit geprüft.

2.5 Masterplan Ladeinfrastruktur II

Für den steigenden Anteil batterieelektrischer Nutzfahrzeuge ist ein dem Fahrzeughochlauf vorauslaufendes, bedarfsgerechtes Netz an Ladeinfrastruktur erforderlich. Der Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung definiert Maßnahmen sowie das Zielbild bis 2030 für den Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur. Einen Schwerpunkt bilden die Maßnahmen für schwere Nutzfahrzeuge. Batterieelektrische Lkw für den Fernverkehr benötigen eine spezifische Ladeinfrastruktur mit besonders hohen Ladeleistungen. Die Ergebnisse der Task-Force „Backcasting – Ladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge“ sind in die Definition der Maßnahmen eingeflossen.



Der Masterplan Ladeinfrastruktur II benennt erstmals konkrete Maßnahmen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge mit Zeitpunkten und Zuständigkeiten. Damit trägt er zur Planungssicherheit für die Branche bei. Eine Kernmaßnahme ist die beabsichtigte Ausschreibung eines initialen Ladenetzes für batterieelektrische Lkw.

Der Ausschreibung des initialen Ladenetzes ist die Entwicklung einer User Journey vorangestellt. Basierend auf den bereits erstellten Use Cases entwickelt die NLL im Rahmen der User Journey gemeinsam mit Akteuren aus Industrie und Wissenschaft ein nutzungsorientiertes Zielbild zum Laden schwerer Nutzfahrzeuge. Ebenfalls vorab durchgeführt werden die Bedarfsanalyse und Ausbauplanung der Ladeinfrastruktur. Hierbei soll der perspektivische Strombedarf bis mindestens 2035 ermittelt werden. Eine weitere

Maßnahme im Rahmen des Masterplans Ladeinfrastruktur II ist die Entwicklung geeigneter Finanzierungs- und Fördermaßnahmen für die Ladeinfrastruktur von Nutzfahrzeugen außerhalb des initialen Netzes.

Zudem sind diverse Maßnahmen aus dem Masterplan, die für den Aufbau der Pkw-Ladeinfrastruktur wichtig sind, ebenfalls für die Lkw-Ladeinfrastruktur von zentraler Bedeutung. Hierzu zählen unter anderem die Weiterentwicklung des „StandortTOOLS“, und die Durchführung der Cleanroom-Gespräche mit der Industrie. Auch die Erarbeitung eines Konzepts für die Deckung des Flächenbedarfs entlang der Autobahnen, die Ermöglichung eines vorausschauenden Stromnetzausbaus durch die Netzbetreiber und die Beschleunigung von Antragsverfahren für Netzanschlüsse zählen zu den Maßnahmen.

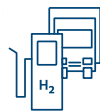
Im Oktober 2022 wurde eine „Interministerielle Steuerungsgruppe Ladeinfrastruktur“ („ISLa“) eingesetzt. Sie soll die Umsetzung der Maßnahmen aus dem Masterplan Ladeinfrastruktur II ressortübergreifend koordinieren.

2.6 Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie: Fahrzeuge und Infrastruktur

Aktuell sind zwölf öffentliche Wasserstofftankstellen für schwere Nutzfahrzeuge und Busse in Betrieb. Im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) des BMDV war ein Förderauftrag mit Fokus auf den Ausbau des öffentlichen Tankstellennetzes für schwere Nutzfahrzeuge und Busse bis Anfang 2022 geöffnet. In diesem Auftrag wird mit einem Budget von 60 Millionen Euro der Aufbau von Wasserstofftankstellen

genau dort, wo die ersten Brennstoffzellen-Lkw zum Einsatz kommen, gefördert. Die Antragszahlen zeigen eine hohe Nachfrage nach weiteren Tankstellen für Nutzfahrzeuge. Derzeit erfolgt die Bewilligung der im Zuge des Aufrufs ausgewählten 15 Tankstellen. Weitere Aufrufe werden folgen.

Mit dem Aufruf für die Förderung von Abfallsammel- und Kehrfahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb im Rahmen des NIP wurden 2021 bis 2022 insgesamt 168 Fahrzeuge für den Einsatz in Kommunalbetrieben bewilligt und befinden sich dort teils schon im Einsatz. Seit Veröffentlichung der KsNI-Förderrichtlinie können hierüber Anträge für brennstoffzellen-elektrische Lkw gestellt werden. Ab Ende 2022 werden erste schwere Nutzfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb mit 350 bzw. 700 bar in Deutschland im Einsatz sein.



Das BMDV unterstützt neben F&E-Aktivitäten für die fahrzeug- und infrastrukturseitige Technologieentwicklung und der Etablierung von Wasserstoffregionen den Ausbau der Wasserstoffbetankungsinfrastruktur für Nutzfahrzeuge.

Aus einem in 2021 gemeinsam durchgeführten Interessensbekundungsverfahren für das Wasserstoff-IPCEI (Important Project of Common European Interest) haben das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und das BMDV mehrere Wasserstoff-Großprojekte ausgewählt. Ein Projekt aus dem Verkehrsbereich umfasst die Entwicklung, Fertigung und Erprobung von schweren Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw. Es schafft wichtige Grundlagen für den europäischen Markthochlauf der Wasserstoffmobilität. Die Besonderheit ist die Wasserstoffspeicherung an Bord in flüssiger Form (LH₂). Das Projekt wurde

als Teil der IPCEI-Welle „Hy2Tech“ im Juli 2022 beihilferechtlich von der EU-Kommission genehmigt. Weitere Projekte haben die Errichtung von ca. 60 Wasserstofftankstellen entlang von Transeuropäischen Verkehrsnetze (TEN-V) - Korridoren und die Erweiterung von 20 bestehenden Wasserstofftankstellen für eine Nutzung durch leichte und mittelschwere Nutzfahrzeuge zum Ziel. Diese Standorte werden Teil eines ersten Grundnetzes öffentlicher Wasserstofftankinfrastruktur für Nutzfahrzeuge in Deutschland.

Um vor allem im Bereich der Standardisierung von Bauteilen und Prozessen den Markthochlauf der Wasserstofftechnologie zu unterstützen, plant das BMDV ein Innovations- und Technologiezentrum Wasserstoff. Mit einem solchen Zentrum soll Unternehmen über alle Verkehrsträger hinweg eine bisher am Markt fehlende Prüf-, Test- und Entwicklungsumgebung bereitgestellt werden. Ein thematischer Fokus werden leichte und schwere Nutzfahrzeuge sowie Betankungstechnologien sein.

2.7 Differenzierung der Lkw-Maut nach CO₂-Emissionen

Eine CO₂-differenzierte Lkw-Maut wird einen zentralen Anreiz für den Umstieg auf klimaschonende Nutzfahrzeuge setzen. Die Einführung einer CO₂-basierten Lkw-Maut ist damit eine wesentliche Maßnahme zur Erreichung des Klimaschutzziels im Verkehr. Dabei ist das Instrument technologieneutral, da es die Emissionsreduktion unabhängig vom Antrieb in den Blick nimmt. Am 24.03.2022 ist die Richtlinie (EU) 2022/362 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG (sogenannte Eurovignetten- oder Wegekosten-Richtlinie), die unter anderem die Erhebung von

Straßenbenutzungsgebühren regelt, in Kraft getreten. Die geänderte Eurovignetten-Richtlinie sieht eine CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut bis zum 25.03.2024 und die Einbeziehung aller Lkw über 3,5 Tonnen technisch zulässige Gesamtmasse in die Gebührenerhebung bis zum 25.03.2027 vor. Derzeit werden im BMDV verschiedene Optionen für die konkrete Ausgestaltung der CO₂-Differenzierung auf Basis der Eurovignetten-Richtlinie geprüft. Gemäß Koalitionsvertrag wird die Bundesregierung ab 2023 eine CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut vornehmen, den gewerblichen Güterkraftverkehr ab 3,5 Tonnen einbeziehen und einen CO₂-Zuschlag einführen unter der Bedingung, dass eine Doppelbelastung durch den CO₂-Preis ausgeschlossen wird. Entsprechende Instrumente werden aktuell geprüft.



Das BMDV wird 2023 eine CO₂-differenzierte Lkw-Maut einführen. Die Einführung ist eine wesentliche regulatorische Maßnahme, um Nullemissionsfahrzeuge anzureizen.

2.8 Mindestziele für europäische Tank- und Ladeinfrastruktur

Um den Markthochlauf von emissionsarmen oder -freien Nutzfahrzeugen zu ermöglichen, ist eine bedarfsgerechte Infrastruktur erforderlich. Verbindliche Ziele für den Infrastrukturaufbau werden aus der EU-Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe – Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) resultieren. Das Rechtssetzungsverfahren wird voraussichtlich im ersten Halbjahr 2023 abgeschlossen. Der Verordnungsentwurf enthält unter anderem distanzbasierte Ziele für Ladeinfrastruktur

für leichte und schwere Nutzfahrzeuge. Die Mitgliedstaaten werden verpflichtet, bis Ende 2030 entlang des TEN-Verkehrsnetzes den Aufbau von Ladepools für schwere Nutzfahrzeuge sicherzustellen. Es werden die maximalen Abstände zwischen den Standorten sowie die Mindestladeleistung festgelegt. Verbindliche Vorgaben sind auch zur Errichtung von Wasserstofftankstellen für die Betankung schwerer Nutzfahrzeuge vorgesehen. Die Regelungen der AFIR werden darüber hinaus technische Normen und Standards für die jeweiligen Technologieoptionen umfassen. Nach Inkrafttreten der Verordnung ist diese unmittelbar in allen EU-Mitgliedstaaten anwendbar. Damit wird ein europaweiter, verlässlicher regulativer Rahmen gesetzt, um grenzüberschreitenden Verkehr mit alternativen Antrieben zu ermöglichen. Die AFIR ergänzt damit die Novellierung der Verordnung zur Festlegung von CO₂-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge.



Der EU-Verordnungsentwurf über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) schafft erstmalig einen Rahmen für Mindestausbauziele für die Infrastruktur elektrischer Nutzfahrzeuge. Die Mitgliedstaaten werden verpflichtet, den Aufbau eines Grundnetzes an Lade- und Wasserstofftankinfrastruktur sicherzustellen. Zukünftig können Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben grenzüberschreitend eingesetzt und geladen bzw. getankt werden.

2.9 Weitere regulatorische Entwicklungen

Mit einem zielgerichteten regulatorischen Rahmen sollen Investitionssicherheit und Konkurrenzfähigkeit der klimafreundlichen Fahrzeuge für die Akteure gewährleistet werden. Neben den zuvor genannten Initiativen unterliegen weitere für den Markthochlauf emissionsfreier bzw. -armer Nutzfahrzeuge wichtige Rechtsakte der europäischen Rechtsetzung.

CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge

Die Verordnung (EU) 2019/1242 zur Festlegung von CO₂-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge setzt fahrzeugseitig einen Anreiz, entsprechende emissionsfreie oder -arme Nutzfahrzeuge in den Verkehr zu bringen. Sie richtet sich an die Fahrzeughersteller. Ihr Geltungsbereich erstreckt sich derzeit auf neue schwere Nutzfahrzeuge der EG-Fahrzeugklassen N2 und N3. Die aktuelle EU-Verordnung sieht vor, dass ab dem Jahr 2025 die CO₂-Emissionen für die unionsweite Flotte neuer schwerer Nutzfahrzeuge um 15 Prozent ab dem Jahr 2025 und um 30 Prozent ab dem Jahr 2030 gesenkt werden. Bei Verfehlung der Zielwerte sind Strafzahlungen durch die Fahrzeughersteller zu leisten. Eine Novellierung dieser Verordnung wurde für Ende 2022 von der EU-Kommission angekündigt. Angesichts inzwischen verschärfter Klimaziele ist davon auszugehen, dass der Vorschlag eine Erhöhung des Ambitionsniveaus beinhaltet.

Maße und Gewichte

Mehrlängen und -gewichte, die durch den batterie- und brennstoffzellenelektrischen Antrieb bei

Nutzfahrzeugen entstehen, können zu Einschränkungen bei der Ladungskapazität im Vergleich zu Diesel-Lkw führen. Die Änderungen in der Richtlinie 96/53/EG bilden die Grundlage für höhere Massen und Abmessungen bei energieoptimierten Fahrzeugen und bedurften einer nationalen Umsetzung. Die entsprechenden Vorgaben wurden mit einer Änderungsverordnung der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) umgesetzt.

Für die Erhöhung der höchstzulässigen Massen von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit alternativen bzw. emissionsfreien Antrieben gilt, dass die allgemein geltenden Höchstmassen um das zusätzliche Gewicht der alternativen bzw. emissionsfreien Antriebstechnologie, jedoch höchstens um 1 bzw. 2 Tonnen überschritten werden dürfen. Für Fahrten im Kombinierten Verkehr ist dies auch möglich, sofern die Randbedingungen der Richtlinie 96/53/EG erfüllt werden (unter anderem Container- oder Wechselbrückentransport, Achskonfiguration der Fahrzeugkombination).

Bei der anstehenden Überarbeitung der Richtlinie 96/53/EG werden Diskussionen zu möglichen weiteren Erhöhungen erwartet, die insbesondere den notwendigen Raumbedarf von Wasserstoff-tanks bei der Fahrzeuglänge berücksichtigen.

3. Ausblick

Bis zum Jahr 2030 soll im schweren Straßengüterverkehr etwa ein Drittel der Fahrleistung elektrisch erbracht werden. Für die Erreichung dieses Ziels ist die Transformation von Fahrzeug- und Infrastrukturbranche in einer erheblichen Geschwindigkeit notwendig.

Der Überblick über die Aktivitäten des BMDV und der beteiligten Akteure zeigt, dass bereits wichtige Schritte zur Umsetzung der Maßnahmen des Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge und somit zur Erreichung des Ziels für 2030 gegangen worden sind. Hier ist insbesondere die Richtlinie zur Förderung alternativer, klimaschonender Nutzfahrzeuge und Infrastruktur ein wichtiger Hebel. Durch die Zuschüsse werden die Investitionsmehrausgaben bei alternativen Antrieben verringert. Diese Maßnahme zielt in der Anfangsphase auf eine Unterstützung des Markthochlaufs von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben durch eine Annäherung der Total Cost of Ownership (TCO)-Kosten an den Diesel-Lkw ab.

Die Einführung einer CO₂-basierten Lkw-Maut ist eine wesentliche regulatorische Maßnahme, um Nullemissionsfahrzeuge anzureizen. Sie ist damit auch eine wesentliche Maßnahme zur Erreichung des Klimaschutzziels im Verkehr.

Dennoch besteht weiter dringender Handlungsbedarf, der verstärkt wird durch eine sich aktuell abzeichnende beschleunigte Entwicklung. Zum einen verdeutlichen die Ergebnisse der zwischen-

zeitlich geführten Cleanroom-Gespräche mit Lkw-Herstellern, dass das Modellangebot an Nutzfahrzeugen mit alternativen Antrieben deutlich steigen wird. In 2030 sollen emissionsfreie schwere Nutzfahrzeuge über 12 Tonnen gemäß den Erwartungen der Hersteller bereits rund 3/4 der Neuzulassungen am Markt ausmachen. Vor dem Hintergrund sich weiter konkretisierender Planungen der Hersteller sowie technologischer Entwicklungen plant das BMDV im Rahmen der Umsetzung des Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge künftig voraussichtlich jährlich Cleanroom-Gespräche mit den Nutzfahrzeugherstellern durchzuführen.

Zum anderen werden durch den regulatorischen Rahmen auf EU-Ebene Anreize für das Inverkehrbringen und Betreiben klimafreundlicher Nutzfahrzeuge durch ambitionierte Flottenzielwerte für Nutzfahrzeughersteller gesetzt. Der Verordnungsentwurf zur AFIR setzt verbindliche Mindestziele für den Aufbau von alternativer Infrastruktur für Nutzfahrzeuge. Diese Entwicklungen machen deutlich, dass ein vorausschauender und bedarfsgerechter, grenzüberschreitend abgestimmter Infrastrukturaufbau für eine breite Etablierung emissionsfreier Lkw dringend notwendig ist.

Im Jahr 2023 wird das BMDV daher folgerichtig gemeinsam mit der NLL und der NOW wesentliche Aufgaben für den Aufbau von Infrastruktur für batterieelektrische Lkw erarbeiten und umsetzen. Die wichtigsten Maßnahmen werden im Master-

plan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung definiert. So ist ein wesentliches Ziel die Ausschreibung eines initialen deutschlandweiten Ladenetzes möglichst im dritten Quartal 2023.

Erprobungsprojekte wie das Hochleistungsladen elektrischer Nutzfahrzeuge an der Autobahn A 2 im Rahmen des „HoLa“-Projekts werden parallel durchgeführt. Dieses wird wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der Planung und des Aufbaus des Megawattladens liefern. Über die Durchführung weiterer Innovationscluster zur Erprobung der Kombination des dynamischen und stationären Ladens und eines ergänzenden Netzes an Wasserstofftankstellen wird zeitnah entschieden.

Zudem wird mit dem Aufbau erster öffentlicher und privater Tankstellen mit den aktuell verfügbaren Technologieoptionen dezidiert für die Erprobung schwerer Wasserstoff-Brennstoffzellen-Nutzfahrzeuge begonnen. Darüber hinaus ist der Ausbau eines Grundnetzes an öffentlicher Wasserstoffbetankungsinfrastruktur für Nutzfahrzeuge vorgesehen.

Gleichzeitig wird das Thema Standardisierung herstellerseitig vorangetrieben. So sollen bis zum Ende des Jahres 2023 Standards für alle wesentlichen Schritte entlang des Ladeprozesses von batterieelektrischen Lkw entwickelt werden. Bei brennstoffzellenelektrischen Nutzfahrzeugen sind vor allem im Bereich der Standardisierung und der Produktionsprozesse des Brennstoffzellensystems weitere Entwicklungsfortschritte notwendig. Eine zentrale Rolle wird zudem die Technologieentscheidung zur Art der Wasserstoffspeicherung einnehmen. Um fahrzeug- und infrastrukturseitige Standardisierungsprozesse zu beschleunigen, ist eine technologische Festlegung der Akteure erforderlich. Beim dynamischen und stationären Laden mittels der Oberleitungstechnologie liegen wichtige Standards aus dem Be-

reich der Schiene bereits vor und können angewendet werden.

Der Dreiklang aus Fahrzeugförderung, Steuerung des Infrastrukturaufbaus und Schaffung eines zielgerichteten regulatorischen Rahmens hat sich als geeignet herausgestellt. Auch die Organisation der Umsetzung mit den relevanten Akteuren beispielsweise über die Zusammenarbeit in Task-Forces oder in Technologieerprobungsprojekten ist ein erfolgversprechender Weg. Aufgrund der vorab skizzierten Entwicklungen und der bisher gewonnenen Erkenntnisse und mit Blick auf die notwendige Transformation des schweren Straßengüterverkehrs zur Erreichung der Klimaziele im Verkehr ist jedoch ein verstärkt paralleles Arbeiten erforderlich. So wird beispielsweise der bedarfsgerechte Aufbau von Schnellladeinfrastruktur parallel zu Erprobungsprojekten wie dem „HoLa“-Projekt durchgeführt.



Das integrierte Maßnahmenpaket aus Fahrzeugförderung, Steuerung des Infrastrukturaufbaus sowie Schaffung eines zielgerichteten regulatorischen Rahmens wird grundsätzlich weiterverfolgt. Die Umsetzung der Maßnahmen wird auch zukünftig unter Einbindung der relevanten Akteure erfolgen.

Aufgrund der Marktentwicklung, der Ergebnisse aus den Cleanroom-Gesprächen und der Anforderungen aus dem Entwurf der AFIR bereitet das BMDV als zentrales Element des Masterplans Ladeinfrastruktur II die Ausschreibung eines initialen Ladenetzes für Lkw im dritten Quartal 2023 vor. Zudem erfolgt der Aufbau eines Grundnetzes an öffentlich zugänglicher Wasserstofftankinfrastruktur für Nutzfahrzeuge in Deutschland.

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)
Referat G22 – Klimafreundliche Nutzfahrzeuge
und Infrastruktur
Invalidenstraße 44
D-10115 Berlin

Stand

November 2022





Gestaltung

ifok GmbH

Diese Publikation wird von der Bundesregierung im Rahmen ihrer Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.



www.bundesregierung.de

-  facebook.com/Bundesregierung
-  twitter.com/RegSprecher
-  youtube.com/bundesregierung
-  instagram.com/bundeskanzlerin