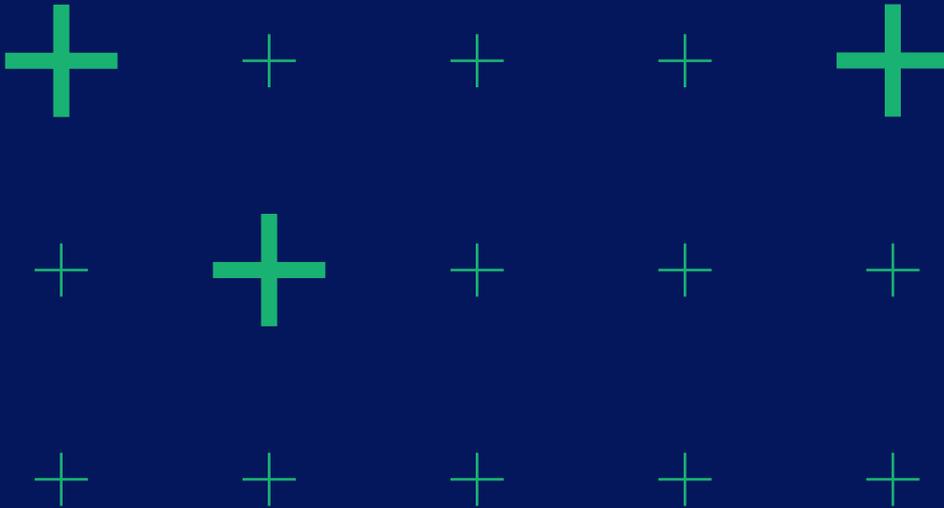


**MARKTENTWICKLUNG
KLIMAFREUNDLICHER
TECHNOLOGIEN IM
SCHWEREN STRASSEN-
GÜTERVERKEHR**

Auswertung der
Cleanroom-Gespräche 2022
mit Nutzfahrzeugherstellern



Inhalt



now-gmbh.de



IMPRESSUM

Erstellt durch

NOW GmbH
Nationale Organisation Wasserstoff-
und Brennstoffzellentechnologie

Fasanenstraße 5 | 10623 Berlin
T. 030 · 311 61 16-100
E. kontakt@now-gmbh.de

Unter Beteiligung von

BBG und Partner
bbgundpartner.de

Nationale Leitstelle
Ladeinfrastruktur
nationale-leitstelle.de

Im Auftrag des

Bundesministeriums für
Digitales und Verkehr (BMDV)
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

Gestaltung und Realisation
waf.berlin

Erscheinungsdatum

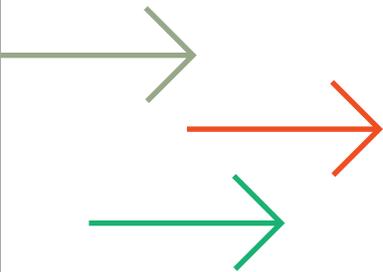
02.2023

Copyright

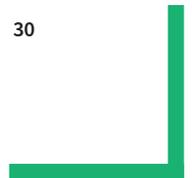
Die Nutzungsrechte liegen
– soweit nicht explizit genannt –
bei der NOW GmbH.

Haftungshinweis

Die NOW GmbH über-
nimmt keine Haftung für
die Vollständigkeit und
Richtigkeit der dem Bericht
zugrundeliegenden und
veröffentlichten Daten.



Zusammenfassung	4
Einleitung	6
+ ¹ Unternehmerische Strategien für den Markthochlauf klimafreundlicher Lkw	8
+ ² Anforderungen der Hersteller an die künftigen Rahmenbedingungen	14
+ ³ Herausforderungen der verschiedenen technologischen Pfade	20
Batterie/Ladeinfrastruktur	20
Brennstoffzelle/ Wasserstoffbetankungsinfrastruktur	24
Oberleitung	28
+ ⁴ Ausblick	30



Zusammenfassung

Für den schnellen Markthochlauf von schweren Nutzfahrzeugen (>12t) mit klimafreundlichen alternativen Antrieben ist der bedarfsgerechte und zeitlich mit dem Hochlauf der Fahrzeuge abgestimmte Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur ein entscheidender Erfolgsfaktor. Informationen über den Hochlauf der Fahrzeuge in den kommenden Jahren lassen sich aus den geplanten Absatzzahlen der Nutzfahrzeughersteller gewinnen. Diese Absatzzahlen sowie die dahinterliegende strategische Ausrichtung können im Rahmen kartellrechtskonformer vertraulicher Gespräche ermittelt werden. Solche sogenannten Cleanroom-Gespräche führten das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) und die NOW GmbH im Sommer 2022 mit mehreren Nutzfahrzeugherstellern durch. Die vorliegende Auswertung fasst die Ergebnisse zusammen.

Von den drei im „Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge“ des BMDV betrachteten emissionsfreien Antriebsoptionen (Batterie, Wasserstoff-Brennstoffzelle, Oberleitung) stehen elektrische Antriebe mit Batterie und Brennstoffzelle im Mittelpunkt der Antriebsstrategien der Hersteller. Eine Gruppe der Hersteller konzentriert ihre Planungen auf die Etablierung ausschließlich eines emissionsfreien Antriebes („Ein-Säulen-Strategie“). Dabei liegt der Schwerpunkt bei der fokussierten Strategie auf dem batterieelektrischen Lkw. Eine andere Strategie verfolgt eine Gruppe von Nutzfahrzeugherstellern, die Batterie- und Brennstoffzellenantrieb parallel vorantreiben („Zwei-Säulen-Strategie“). Von den Vertreterinnen und Vertretern der Ein-Säulen-Strategie wird argumentiert, dass die niedrigen Betriebskosten beim Batterie-Lkw zu einer besseren Gesamtkostenrechnung („Total Cost of Ownership“ (TCO)) als bei Wasserstoff und Brennstoffzelle führten. Zudem würde der Einsatz von Batterie-Lkw in einem relativ kurzen Zeitraum Kostenparität mit dem konventionellen Diesel-Lkw erreichen. Vertreterinnen und Vertreter der Zwei-Säulen-Strategie verweisen auf die Vielzahl von Einsatzzwecken und Nutzungsszenarien im Straßengüterverkehr. Besonders für den Fernverkehr und den internationalen, grenzüberschreitenden Verkehr brauche es mit Wasserstoff und Brennstoffzelle eine passende Antriebsoption.

Trotz dieser unterschiedlichen Antriebsstrategien steht mit Blick auf die EU-Flottenzielwerte für neue schwere Nutzfahrzeuge für das Jahr 2025 bei beiden Gruppen aufgrund der technologischen Verfügbarkeit zunächst der batterieelektrische Lkw im Fokus. Beim Batterie-Lkw wird bereits eine ausreichende Technologie- und Serienreife für den Regional- und Verteilerverkehr gesehen. Die Vertreterinnen und Vertreter der auf den Batterie-Lkw fokussierten Strategie sehen auch den technologischen Entwicklungspfad für den Fernverkehr durch den MCS-Standard^[1] hinreichend definiert und es stünden Entwicklungssprünge bei der Standfestigkeit und Lebensdauer der Batterie in Aussicht.

Die Technologie- und Serienreife für den Brennstoffzellen-Lkw wird von den meisten Herstellern, die diese Antriebstechnologie verfolgen, erst in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts gesehen. Der Einsatzbereich des Brennstoffzellen-Lkw sei im Wesentlichen der Fern- und Schwerlastverkehr. Entwicklungsbedarf liege insbesondere bei der Robustheit und dem Systemwirkungsgrad der Brennstoffzelle. Zudem gebe es Entwicklungs- und Standardisierungsbedarf bei der Wasserstoff-Speichertechnologie, bei der mehrere technologische Pfade verfolgt werden (350 bar, 700 bar, Flüssigwasserstoff (LH₂)). Als zentrale Herausforderung wird von den Herstellern die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff zu wettbewerbsfähigen Preisen genannt.

Die Rückmeldungen zur Oberleitungstechnologie ergeben ein gemischtes Bild. Kein Hersteller legt seine strategische Priorität auf die Oberleitungstechnologie. Einige Hersteller formulieren grundsätzlich eine ablehnende Haltung einer weiteren Technologie gegenüber. Andere sehen im Falle einer erfolgreichen Etablierung der Oberleitungstechnologie – insbesondere bei einer ausreichenden Oberleitungsinfrastruktur – nur wenig Probleme darin, eine zusätzliche Ladeschnittstelle in einen Batterie-Lkw zu integrieren.

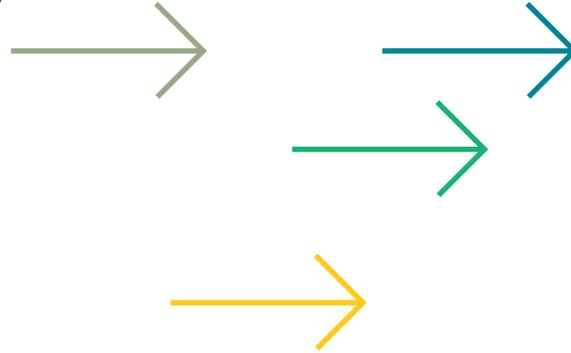
Unabhängig von der gewählten Antriebsstrategie besteht Einigkeit bei den Nutzfahrzeugherstellern, dass der Infrastrukturaufbau der wichtigste Baustein für die Etablierung von klimafreundlichen Nutzfahrzeugen sei – ihr Aufbau müsse äußerst zeitnah erfolgen. Angesichts der europäischen CO₂-Flottenzielwerte für 2025 und der ambitionierten Klimaschutzziele für 2030 sei ein rascher Markthochlauf in sehr kurzer Zeit erforderlich. Als besonders wichtig für die beginnende Marktentwicklung werden von den Herstellern zudem verlässliche und langfristig transparente finanzielle Anreize für den Wechsel in Richtung klimafreundlicher Nutzfahrzeuge gesehen. In Bezug auf die geplante CO₂-Maut wird eine deutliche Differenzierung der Mauttarife zwischen konventionellen und emissionsfreien Nutzfahrzeugen gefordert.

Die europäischen CO₂-Flottenzielwerte werden als entscheidender Treiber für das Engagement der Nutzfahrzeughersteller im Bereich klimafreundliche Nutzfahrzeuge angegeben. Die Nutzfahrzeughersteller haben ihre bisherige Antriebsstrategie und Produktpolitik an den aktuellen europäischen Vorgaben ausgerichtet. Eine moderate Anhebung der Flottenzielwerte für 2030 wird bei den Überlegungen der Nutzfahrzeughersteller schon heute berücksichtigt. Eine zu starke Verschärfung der Vorgaben für 2030 wird als existenzbedrohend eingestuft. Die Analyse der in den Cleanroom-Gesprächen genannten Absatzzahlen sowie die unternehmensspezifischen und öffentlich kommunizierten Klimaschutzziele Einzelner belegen jedoch, dass die Hersteller bereits heute mit sehr hohen Anteilen alternativer Antriebe bis zum Jahr 2030 rechnen. Diese Zahlen gehen über die bestehenden Vorgaben der EU zum Teil deutlich hinaus. So sollen 2030 laut Angaben der Hersteller bei den schweren Nutzfahrzeugen bereits rund 75% der Neuzulassungen in Deutschland und rund 60% in Europa emissionsfrei sein.

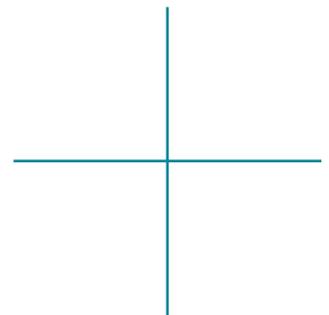
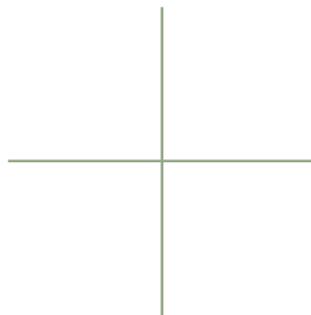
[1] MCS = Megawatt Charging System
(deutsch: Megawatt-Ladesystem).



Einleitung



Für den schnellen Markthochlauf von Nutzfahrzeugen mit klimafreundlichen alternativen Antrieben ist der bedarfsgerechte und mit dem Hochlauf der Fahrzeuge zeitlich abgestimmte Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur ein entscheidender Erfolgsfaktor. Die Steuerung zwischen Infrastrukturaufbau und Markthochlauf der Fahrzeuge ist eine der zentralen Aufgaben, die das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) sich im Kontext des im November 2020 veröffentlichten „Gesamtkonzeptes klimafreundliche Nutzfahrzeuge“ gegeben hat. Das Gesamtkonzept zeigt als zentraler Fahrplan des BMDV auf, wie das ambitionierte Klimaschutzziel im Straßengüterverkehr erreicht werden soll: Ein Drittel der Fahrleistung im schweren Straßengüterverkehr soll bis 2030 elektrisch erbracht werden.



Für einen koordinierten und abgestimmten Infrastrukturaufbau und die dafür notwendige Bedarfsplanung braucht es neben anderen Parametern auch Informationen zu den geplanten Absatzzahlen der Nutzfahrzeughersteller in den kommenden Jahren. Diese Informationen können im Rahmen von kartellrechtskonform gestalteten Cleanroom-Gesprächen ermittelt werden.

Von Juni bis August 2022 haben Vertreterinnen und Vertreter des BMDV, der NOW GmbH sowie einer zur Einhaltung des Kartellrechts beauftragten Kanzlei mit mehreren Nutzfahrzeugherstellern erstmals solche Cleanroom-Gespräche geführt. Die beteiligten Hersteller repräsentieren 95% des Marktes für schwere Nutzfahrzeuge der EG-Fahrzeugklasse N3 (>12t) in Deutschland.

In diesem Rahmen haben die Hersteller zum einen Daten zu den von ihnen in den nächsten Jahren geplanten Absatzzahlen von schweren Lkw (>12t) sowie zu den künftigen technischen Eigenschaften der Fahrzeuge (bspw. Reichweiten) zur Verfügung gestellt. Zum anderen sind mit den Herstellern Einzelgespräche geführt worden. Im Rahmen eines strukturierten Interviews wurden u. a. die strategische Bewertung der Technologieoptionen, eine Einschätzung zu regulativen Rahmenbedingungen sowie der Infrastrukturbedarf abgefragt. Die von der Kanzlei anonymisierten und aggregierten quantitativen Daten sowie die in den Gesprächen gewonnenen qualitativen Aussagen, die ebenfalls anonymisiert wurden, sind vom BMDV und von der NOW GmbH ausgewertet worden.

Die vorliegende Auswertung fasst die Ergebnisse dieser Cleanroom-Gespräche zusammen. Die Ergebnisse der Auswertung der quantitativen Daten werden überwiegend in Grafiken dargestellt. Die Auswertung der qualitativen Aussagen aus den Gesprächen erfolgt zusammengefasst im Text.

Besonders in der derzeitigen frühen Marktphase kann die Umrüstung von Dieselfahrzeugen einen wichtigen Beitrag für den Hochlauf klimafreundlicher Nutzfahrzeuge leisten. Die Umrüstung von Nutzfahrzeugen war jedoch kein Gegenstand der Cleanroom-Gespräche und wird in diesem Bericht daher nicht berücksichtigt.

Die Auswertungen liefern wichtige Erkenntnisse für die Planung des Aufbaus von Tank- und Ladeinfrastruktur für emissionsfreie schwere Nutzfahrzeuge. Daneben stellen sie auch Informationen bereit, die als Grundlage für die Entscheidungen anderer für den Markthochlauf zentraler Akteure und Stakeholder dienen können. Dies sind neben Infrastrukturbereitstellenden und Energiewirtschaft insbesondere auch Anwender wie Transport-, Speditions- und Logistikunternehmen.

Das BMDV wird im Rahmen der Umsetzung des Gesamtkonzeptes klimafreundliche Nutzfahrzeuge voraussichtlich jährlich Cleanroom-Gespräche mit den Nutzfahrzeugherstellern durchführen.

Sämtliche in dieser Auswertung enthaltenen Angaben und Aussagen basieren auf den Informationen aus den Cleanroom-Gesprächen. Aus kartellrechtlichen Gründen wurden die Angaben anonymisiert und aggregiert. Der Bericht enthält keine Wertungen oder Einschätzungen des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr. Das BMDV macht sich die Aussagen der Hersteller nicht zu eigen.



Unternehmerische Strategien für den Markthochlauf klimafreundlicher Lkw

Hersteller verfolgen unterschiedliche Strategien, der Batterie-Lkw steht aber bei allen im Mittelpunkt

Für das Erreichen der Klimaschutzziele im Straßengüterverkehr ist von zentraler Bedeutung, dass Nutzfahrzeughersteller den Markthochlauf der alternativen Antriebstechnologien für schwere Nutzfahrzeuge vorantreiben. Technologische Fortschritte in den vergangenen Jahren und Änderungen der Rahmenbedingungen haben bereits ein hohes Interesse und Engagement der Hersteller bewirkt.

Insbesondere mit dem Blick auf den Infrastrukturaufbau stellt sich die wichtige Frage, wie die drei emissionsfreien Antriebsalternativen (Batterie, Wasserstoff-Brennstoffzelle, Oberleitung) von den Herstellern grundsätzlich strategisch bewertet werden und welche Konsequenzen die Bewertung auf die Modellpolitik und Absatzzahlen hat.





Von den drei möglichen emissionsfreien Antriebsoptionen spielen bei den Strategien der Hersteller elektrische Antriebe mit Batterie und Brennstoffzelle die zentrale Rolle. Insgesamt lassen sich die strategischen Ansätze der Hersteller im Wesentlichen in zwei Kategorien unterteilen:

- Eine Gruppe der Hersteller konzentriert ihre Anstrengungen auf die Etablierung eines emissionsfreien Antriebes („Ein-Säulen-Strategie“). Dabei liegt der Schwerpunkt bei der fokussierten Strategie auf dem batterieelektrischen Lkw.
- Eine andere Strategie verfolgen Nutzfahrzeughersteller, die Batterie- und Brennstoffzellenantrieb parallel vorantreiben („Zwei-Säulen-Strategie“).

Den beiden strategischen Ansätzen liegen, bei ähnlicher Wahrnehmung und Bewertung der zukünftigen Kundenanforderungen an die alternativen Antriebe, unterschiedliche Erwartungen an die Kosten und die Leistungsfähigkeit der Technologien zugrunde. So wird von Vertreterinnen und Vertretern der Ein-Säulen-Strategie argumentiert, dass die niedrigen Betriebskosten beim Batterie-Lkw zu einer besseren Gesamtkostenrechnung („Total Cost of Ownership“ (TCO)) als bei Wasserstoff und Brennstoffzelle führten. Zudem würde der Einsatz von Batterie-Lkw in einem relativ kurzen Zeitraum Kostenparität mit dem konventionellen Diesel-Lkw erreichen. Wegen der Dominanz der Betriebskosten bei einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung wird diesem Argument von den Vertreterinnen und Vertretern dieser Strategie ein hoher Stellenwert beigemessen. Die Leistungsfähigkeit der Technologie (im Sinne einer Einsetzbarkeit wie ein Diesel-Lkw) sei unter der Annahme einer ausreichenden Ladeinfrastruktur mittlerweile gegeben. Vertreterinnen und Vertreter der Zwei-Säulen-Strategie verweisen auf die Vielzahl von Einsatzzwecken und Nutzungsszenarien im Straßengüterverkehr. Besonders für den Fernverkehr und den internationalen, grenzüberschreitenden Verkehr brauche es mit Wasserstoff und Brennstoffzelle eine zweite Antriebsoption. Die Kundinnen und Kunden würden eine Auswahlmöglichkeit, wie und für welche Einsatzzwecke und Fahrleistungen er welche Technologie einsetzt, benötigen.

**BATTERIE UND/ODER
BRENNSTOFFZELLE
STEHEN IM MITTELPUNKT
DER ANTRIEBSSTRATEGIEN
DER UNTERNEHMEN.
DIE NUTZFAHRZEUG-
HERSTELLER VERFOLGEN
ENTWEDER EINE EIN-SÄULEN-
ODER EINE ZWEI-SÄULEN-
STRATEGIE.**



Neben diesen Überlegungen sei für die strategische Bewertung der Antriebsoptionen zentral, ob mit einer Antriebsoption die regulativen Vorgaben in den für den Hersteller relevanten Kernmärkten erfüllt werden können.

Auch wenn Hersteller sich strategisch auf einen oder zwei alternative Antriebe festgelegt haben, bedeutet dies nicht, dass andere Antriebs- und Kraftstoffoptionen vollkommen aus dem Blick geraten. So werden im Rahmen des unternehmerischen Technologiemonitorings von den Herstellern auch andere Optionen beobachtet, auf Prüfständen getestet oder in Forschungsprojekten erprobt.

In den Gesprächen haben einzelne Hersteller ferner betont, dass für ihr Unternehmen auch Erdgas (CNG/LNG) bzw. Biogas eine wichtige Rolle beim Erreichen der sich vom Unternehmen selbst gesetzten Klimaschutzziele spielen.^[2]

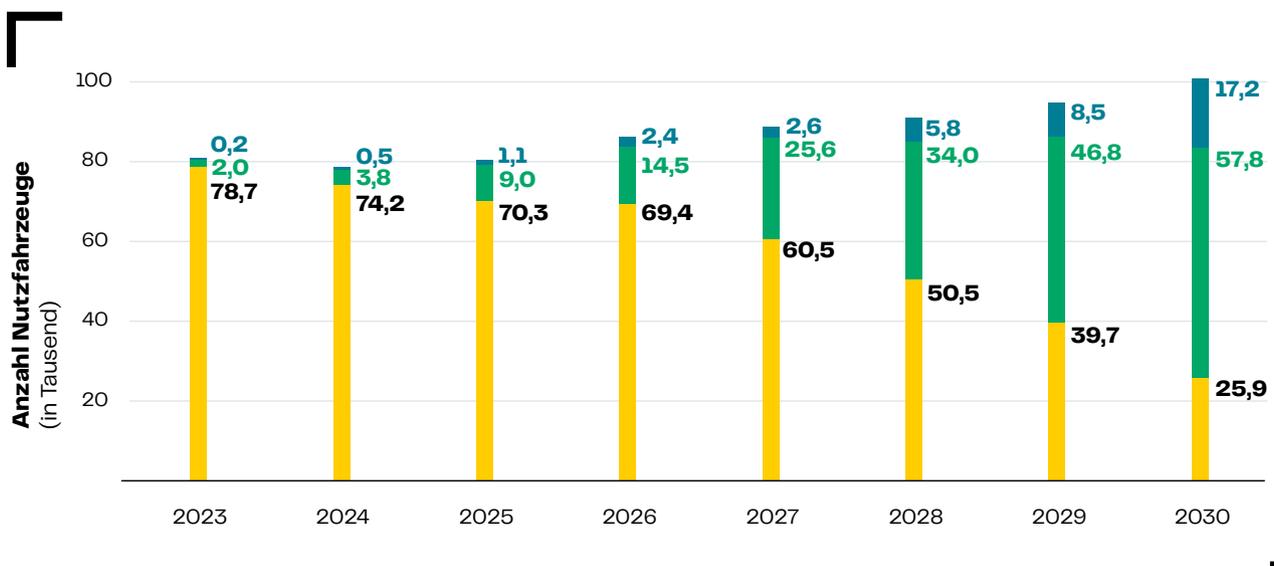
Im Hinblick auf die EU-Flottenzielwerte für das Jahr 2025 fokussieren sich die Nutzfahrzeughersteller trotz unterschiedlicher Antriebsstrategien auf den batterieelektrischen Lkw, da hier die technologische Reife und die Verfügbarkeit am Markt gegeben sei. Entsprechend hätten die Unternehmen Investitionsentscheidungen für die Produktion von Batterie-Lkw getroffen.

UM DIE VORGABEN DER AKTUELLEN EU-FLOTTENZIELWERTE FÜR 2025 ZU ERFÜLLEN, SETZEN ALLE HERSTELLER AUF DEN BATTERIE-LKW.

Abbildung 1

Prognostizierte Absatzzahlen schwerer Nutzfahrzeuge (N3/> 12 t)

In Deutschland laut Herstellerangaben



Hinweise zur Unsicherheit durch unvollständige Marktabdeckung:

- Angaben liegen nicht für alle Antriebsarten, Hersteller und Jahre vor.
- Für die zweite Hälfte des Jahrzehnts liegt die Rückmeldungsquote bezogen auf die aktuellen Marktanteile bei 95%.
- Für die fossilen Antriebe lag die Rückmeldungsquote bis 2025 zwischen 70% und 90%.

■ H₂-Brennstoffzelle
■ Batterie
■ Diesel

Zur besseren Lesbarkeit sind die niedrigen Absatzzahlen zu PHEV, H₂-Verbrennungsmotor und Erdgas (CNG/LNG) nicht aufgeführt.

[2] Bei den Absatzzahlen haben Hersteller auch Nutzfahrzeuge mit Erdgasantrieb (CNG/LNG) angegeben. Die prognostizierten Absatzzahlen für Deutschland liegen in den Jahren zwischen 2026 und 2030 im mittleren dreistelligen Bereich pro Jahr. In Europa bewegen sich diese von 2023 und 2025 im dreistelligen Bereich, um in den Jahren zwischen 2026 und 2030 auf eine mittlere vierstellige Fahrzeuganzahl pro Jahr zu wachsen.



ES FEHLT AN UNTERSTÜTZUNG AUS DER NUTZFAHRZEUGINDUSTRIE FÜR DIE OBERLEITUNG.

Die Technologie- und Serienreife für den Brennstoffzellen-Lkw wird von den meisten Herstellern, die in diese Antriebstechnologie investieren, erst in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts gesehen. Hersteller, die mit der Wasserstoff-Brennstoffzelle eine zweite Antriebsoption verfolgen, sehen in dem batterieelektrischen Lkw die technische Basis für den Brennstoffzellen-Lkw, denn wichtige technische Komponenten des Batterie-Lkw würden ebenfalls zukünftig beim Brennstoffzellen-Lkw genutzt werden.

Die Rückmeldungen aus den Cleanroom-Gesprächen ergeben ein gemischtes Bild in Bezug auf die Unterstützung der Nutzfahrzeughersteller für die Oberleitungsoption. Kein Hersteller legt seine strategische Priorität auf die Oberleitungstechnologie. Es gibt Hersteller, die eine klar ablehnende Haltung gegenüber einer weiteren Technologie formulieren. Andere sehen im Falle einer erfolgreichen Etablierung der Oberleitungstechnologie wenig Probleme darin, eine zusätzliche Ladeschnittstelle in einen Batterie-Lkw zu integrieren. Allerdings sind selbst bei ambitionierten hypothetischen Ausbauszenarien (bis 2030 Aufbau von 2.000 km und bis 2035 Ausbau auf 3.000 bis 4.000 km Oberleitung) in den Absatzzahlen keine grundlegend anderen strategischen Bewertungen der Oberleitungsoption zu erkennen.

Zwei Hersteller arbeiten aktuell aktiv an dem Thema und planen, im Falle einer umfassenden Erprobung des dynamischen Ladens mit Hilfe der Oberleitung Kleinserien von Oberleitungs-Lkw zu bauen. Selbst bei dem in den Gesprächen vorgegebenen hypothetischen ambitionierten Ausbauszenario geben die Hersteller Absatzzahlen von Oberleitungs-Lkw im unteren vierstelligen Bereich an. Einigkeit besteht bei allen Herstellern, dass beim Verfolgen dieser Option eine Kombination aus Batterie- und Oberleitung zielführend wäre.

In den Gesprächen werden Vorteile der Oberleitungstechnologie benannt: ein höherer Wirkungsgrad bzw. eine höhere Energieeffizienz, geringerer Flächenbedarf, Zeiterparnis durch das Wegfallen von Lade- bzw. Tankvorgängen. Für den überwiegenden Teil der Hersteller wiegen aber die Gegenargumente schwerer. Als zentrales Gegenargument wird die Einschätzung angeführt, dass der Aufbau der Oberleitungsinfrastruktur in größerem Maßstab vermutlich mehr Zeit benötige als der Infrastrukturaufbau von anderen Technologien. Verwiesen wird auch auf die Notwendigkeit, bei Oberleitungsinfrastruktur stärker finanziell in Vorleistung gehen zu müssen. Während ein Business-Case für die Lade- und H₂-Tankinfrastruktur ab einer relativ geringen Anzahl von Fahrzeugen gegeben sei, müsse bei der Oberleitungsinfrastruktur aufgrund der hohen sprungfixen Kosten mit erheblichen Investitionen in Vorleistung gegangen werden. Dies müsse darüber hinaus europaweit geschehen.

Obleich dies gleichfalls für Tank- und Ladeinfrastruktur gilt, wird in den Gesprächen besonders auf die Notwendigkeit eines europaweiten Aufbaus hingewiesen. Dies sei nicht nur für die grenzüberschreitenden Verkehre notwendig, sondern auch für hohe Absatzzahlen und die Wirtschaftlichkeit dieser technologischen Option sowie für die Zweitverwertung der Fahrzeuge.



Maßgeblicher Faktor für strategische Bewertung: die technologische Reife

Für die strategische Bewertung der Antriebsoptionen, den Markthochlauf sowie den Zeitpunkt des Infrastrukturaufbaus spielt die Beurteilung der Technologiereife im Vergleich zum konventionellen Dieselantrieb eine zentrale Rolle.

In den Cleanroom-Gesprächen bescheinigen alle Hersteller, die im Rahmen ihrer Ein-Säulen- oder Zwei-Säulen-Strategie auf den batterieelektrischen Antrieb setzen, dem batterieelektrischen Lkw in Bezug auf den Nah- und Regionalverkehr Serienreife. Beim Blick auf den Fernverkehr (über 500 km) kommt es zu unterschiedlichen Bewertungen. Einzelne Hersteller sehen beim Batterie-Lkw alle grundsätzlichen technologischen Fragen geklärt. Auch der für den Einsatz im Fernverkehr entscheidende MCS-Ladestandard sei auf einem guten Wege. Für andere Hersteller gibt es noch erheblichen Entwicklungsbedarf beim Batterie-Lkw in Bezug auf den Fernverkehr. Als Benchmark werden die Eigenschaften einer Sattelzugmaschine mit Dieselmotor gesehen. Entwicklungsbedarf wird insbesondere bei der Standfestigkeit und Lebensdauer der Batterie sowie der Stabilität des gesamten elektrischen Antriebsstranges festgestellt (vgl. Kapitel 3).

BEIM BATTERIE-LKW WIRD DIE TECHNOLOGIE- UND SERIENREIFE FÜR DEN REGIONAL- UND VERTEILERVERKEHR ALS GEGEBEN GESEHEN. DER TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNGSPFAD FÜR DEN FERNVERKEHR SEI DEFINIERT. UM ROBUSTHEIT UND EIGENSCHAFTEN EINES DIESEL-LKWS ZU ERREICHEN, BRAUCHE ES ABER NOCH EINIGE WEITERE ENTWICKLUNGSSCHRITTE.

EINE TECHNOLOGIEREIFE DER BRENNSTOFFZELLEN-LKW FÜR DIE LANGSTRECKE WIRD IN DER ZWEITEN HÄLFTE DES JAHRZEHNTS GESEHEN. NEBEN DEM TECHNISCHEM ENTWICKLUNGSBEDARF WÜRDEN STANDARDISIERUNGSFRAGEN RUND UM DIE SPEICHER- UND TANKTECHNOLOGIE BESTEHEN.

Die Technologie- und Serienreife für den Brennstoffzellen-Lkw wird von den Vertreterinnen und Vertretern einer Zwei-Säulen-Strategie erst in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts gesehen. Neben den noch zu erfolgenden technologischen Entwicklungsschritten hat dies auch damit zu tun, dass für die meisten Hersteller der Einsatzbereich des Brennstoffzellen-Lkws im Wesentlichen der Fern- und Schwerlastverkehr sei. Gerade für die Langstrecke fehle es noch an der dafür erforderlichen Stabilität und Standfestigkeit bei der Technologie, insbesondere bei der Brennstoffzelle selbst. Zudem gebe es Entwicklungsbedarf bei der Wasserstoff-Speichertechnologie, bei der zurzeit noch mehrere technologische Pfade verfolgt werden (350 bar, 700 bar, LH₂). Hier seien noch Standardisierungsfragen ungeklärt. Dies gelte auch in Bezug auf die Tankinfrastruktur, bei der neue Tankprotokolle benötigt würden.

Trotz des Fokus auf den Fernverkehr gibt es auch im Brennstoffzellenbereich schon vereinzelte Serienfahrzeuge für den Regionalverkehr. Diese setzen im Wesentlichen auf die 350-bar-Speichertechnologie.

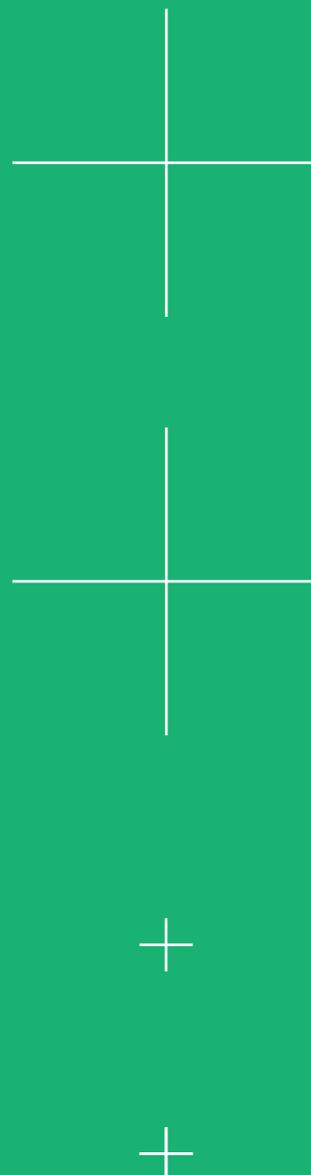
Kostenparität sei entscheidend im kostensensitiven Straßengüterverkehr

Aus Herstellersicht sind – neben der weiteren technischen Entwicklung und zukünftigen Skaleneffekten – im Wesentlichen drei Einflussgrößen entscheidend für die Kostenparität zum konventionellen Diesel-Lkw in Bezug auf die Gesamtkosten.

Zum Ersten werden finanzielle Anreize durch Förderprogramme oder eine CO₂-differenzierte Maut genannt, zum Zweiten regulative Rahmenbedingungen wie die CO₂-Flottenzielwerte der EU und zum Dritten die Energiekosten bzw. deren Entwicklung. Diese würden bei schweren Nutzfahrzeugen eine zentrale Rolle spielen, da hier die Betriebskosten besonders entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Fahrzeugeinsatzes seien. Verwiesen wird in diesem Zusammenhang auf die in Deutschland im europäischen Vergleich besonders hohen Strompreise.

In Bezug auf das Erreichen der Kostenparität der alternativen Antriebsoptionen im Einzelnen unterscheiden sich die Einschätzungen der Hersteller deutlich. Während einzelne Hersteller die Kostenparität beim Batterie-Lkw gegenüber dem Diesel-Lkw schon Mitte dieses Jahrzehnts sehen, sind laut Einschätzung anderer Hersteller noch bis Ende des Jahrzehnts Förderungen und deutliche finanzielle Anreize (z. B. eine stark gespreizte CO₂-Maut) erforderlich. Auch beim Brennstoffzellen-Lkw unterscheiden sich die Einschätzungen erheblich. Während für die einen die Kostenparität gegenüber dem konventionellen Lkw beim Thema Wasserstoff aufgrund der Energieeffizienznachteile und der daraus resultierenden Kosten nicht darstellbar ist, sehen andere durch Skaleneffekte bei der Fahrzeugproduktion und insbesondere bei einem wirtschaftlichen Hochlauf der Wasserstoffproduktion die Kostenparität als realistisch an.

REGULATIVE RAHMENBEDINGUNGEN UND ENERGIEKOSTEN SEIEN ENTSCHEIDEND FÜR DIE KOSTENPARITÄT DER EMISSIONSFREIEN ANTRIEBE MIT DEM KONVENTIONELLEN DIESEL-LKW.





Anforderungen der Hersteller an die künftigen Rahmen- bedingungen

**DER SCHNELLE UND ZUVER-
LÄSSIGE AUFBAU DER TANK-
UND LADEINFRASTRUKTUR
WIRD ALS SCHLÜSSEL ZUM
ERFOLG FÜR DEN MARKT-
HOCHLAUF VON NUTZFAHR-
ZEUGEN MIT ALTERNATIVEN
ANTRIEBEN GESEHEN.**

Der Hochlauf kann nur mit ambitionierten politischen Rahmenbedingungen gelingen – sie müssen die Hersteller gleichzeitig antreiben und unterstützen

Neuere Technologien wie klimafreundliche Antriebe brauchen politische und regulatorische Rahmenbedingungen, die Anreize für den technologischen Umstieg setzen. Dies gilt auch für den Wechsel vom emissionsintensiven, konventionellen Diesel-Lkw zu klimafreundlichen Nutzfahrzeugen mit alternativen Antrieben. Mit dem Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge hat das BMDV seine Absicht bekräftigt, ein zielgerichtetes regulatorisches Umfeld zu schaffen, das die Konkurrenzfähigkeit der Produkte und die Investitionssicherheit gewährleistet. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwiefern die Nutzfahrzeughersteller bestehende und geplante politische und regulatorische Rahmenbedingungen mit Hinblick auf den Markthochlauf als förderlich bewerten.

Unabhängig von der gewählten Antriebsstrategie besteht Einigkeit bei den Nutzfahrzeugherstellern, dass der Infrastrukturaufbau der wichtigste Baustein für die Etablierung von klimafreundlichen Nutzfahrzeugen sei. Im Fokus ist dabei besonders die öffentliche Tank- und Ladeinfrastruktur. Ihr Aufbau müsse schnell erfolgen, denn angesichts der europäischen CO₂-Flottenzielwerte für 2025 und der ambitionierten Klimaschutzziele für 2030 sei ein rascher Markthochlauf in kurzer Zeit erforderlich und zu erwarten. Mit dem Blick auf ihre Kunden und die für sie benötigte Planungssicherheit beim Wechsel zu einem neuen Fahrzeugantrieb fordern die Hersteller eine hohe Zuverlässigkeit in Bezug auf den Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur. Kunden müssten wissen, wie bis Mitte des Jahrzehnts und darüber hinaus Infrastrukturen aufgebaut werden. Dies müsse auch gemeinsam von Industrie und Politik kommuniziert werden. Die Gründung eines Joint Ventures mehrerer Hersteller zum Ladeinfrastrukturaufbau sei auch als ein Signal an die Kundinnen und Kunden zu verstehen, dass die großen Nutzfahrzeughersteller ein langfristiges Interesse verfolgen.

Mit Blick auf die Bedeutung des Infrastrukturaufbaus wird eine ambitionierte Ausgestaltung der „Alternative Fuels Infrastructure Regulation“ (AFIR) von der EU gefordert, denn der AFIR wird eine zentrale Bedeutung für den notwendigen europaweiten Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur zugemessen.

**BESONDERS IN DEN ANFANGSJAHREN
SEIEN PLANBARE UND DEUTLICHE
FINANZIELLE ANREIZE VON WESENT-
LICHER BEDEUTUNG FÜR EINEN
SCHNELLEN MARKTHOCHLAUF.**

Mit dem Hinweis auf die geringen Gewinnmargen in der Logistik seien für die Nutzfahrzeughersteller Kaufanreize und die Einführung einer CO₂-Maut besonders wichtig für den Wechsel zu klimafreundlichen Nutzfahrzeugen. Dabei komme es, so der Hinweis der Hersteller, insbesondere in den ersten Jahren bei der gerade beginnenden Marktentwicklung auf eine attraktive Kaufförderung und deutliche Anreize in Bezug auf die Betriebskosten an. Dies könne die wesentliche Motivation für den Umstieg sein. Zentral sei bei den finanziellen Anreizen ebenfalls die langfristige Planbarkeit (4 bis 5 Jahre).

Der Differenzierung der Lkw-Maut nach dem CO₂-Ausstoß der Fahrzeuge stehen alle Hersteller positiv gegenüber. Gefordert werden eine deutliche Differenzierung der Mauttarife zwischen konventionellen und emissionsfreien Nutzfahrzeugen und ein Start der CO₂-Maut im Jahr 2023.

Was die BMDV-Richtlinie zur Förderung von Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur (KsNI) angeht, wird darauf hingewiesen, dass eine Transparenz bezüglich der Förderung in den nächsten Jahren Sicherheit und Planbarkeit am Markt schaffen würde. Zudem wird insbesondere von den Vertreterinnen und Vertretern der Zwei-Säulen-Strategie betont, dass es auch nach 2024 noch Bedarf für eine Kaufförderung gebe und die Förderrichtlinie KsNI über die aktuelle Laufzeit bis Ende 2024 verlängert werden solle.

Bestehende CO₂-Flottenzielwerte sind für 2025 von großer Bedeutung, mit Blick auf 2030 ist die Novellierung entscheidend

Die beschlossenen europäischen CO₂-Flottenzielwerte für neue schwere Nutzfahrzeuge sind für die Nutzfahrzeughersteller ein zentraler Anreiz, klimafreundliche Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben auf den Markt zu bringen. Wichtig ist, mit welchen Technologien die Hersteller die bestehenden Vorgaben für 2025 und für 2030 erfüllen werden. Die EU-Kommission hat zudem eine Novellierung der Mitte 2019 erstmals beschlossenen Regulierung angekündigt. Mit welcher Verschärfung der CO₂-Flottenzielwerte rechnen die Nutzfahrzeughersteller und welche Konsequenzen hätte diese für sie?

Die europäischen CO₂-Flottenzielwerte seien ein entscheidender Treiber für das Engagement der Nutzfahrzeughersteller im Bereich klimafreundliche Nutzfahrzeuge. Die drohenden Strafen bei der Nichteinhaltung der Flottenzielwerte können nach eigenen Aussagen existenzbedrohend für die Unternehmen sein.

Die Nutzfahrzeughersteller haben ihre Antriebsstrategie und Produktpolitik an den aktuellen europäischen Vorgaben ausgerichtet. Das Erreichen der bestehenden CO₂-Flottenzielwerte wurde in den Cleanroom-Gesprächen nicht problematisiert. Einzelne Hersteller gehen mit ihren Planungen und mit ihren selbstgesteckten unternehmensspezifischen und öffentlich kommunizierten Klimaschutzzielen über die bestehenden Vorgaben der EU zum Teil deutlich hinaus.

DIE BESTEHENDEN EU-CO₂-FLOTTENZIELWERTE SIND EIN STARKER ANREIZ FÜR INVESTITIONEN IN KLIMAFREUNDLICHE ANTRIEBE UND FÜR DIE NUTZFAHRZEUGHERSTELLER ERREICHBAR – 2025 MIT EFFIZIENTEREN DIESELMOTOREN UND BATTERIE-LKW, 2030 MIT BATTERIE- UND BRENNSTOFFZELLEN-LKW.

Die CO₂-Flottenzielwerte für schwere Nutzfahrzeuge ab 2025, bei denen die Hersteller die durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen pro Kilometer um mindestens 15% im Vergleich zu 2019/20 reduzieren müssen, seien sowohl mit Effizienzmaßnahmen beim konventionellen Dieselmotor als auch mit dem Absatz von batterieelektrischen Lkw erfüllbar. Brennstoffzellen-Lkw spielen bei den Herstellern für das Erreichen der 2025er-Vorgaben keine Rolle. Während die Bedeutung von Effizienzmaßnahmen beim konventionellen Diesel-Lkw (effizientere Motoren, verbesserte Rollwiderstände und Aerodynamik) von den Herstellern unterschiedlich bewertet wird, planen alle Hersteller, die auch Diesel-Lkw anbieten, schon für 2025 hohe Absatzzahlen bei batterieelektrischen Lkw. Schwere Batterie-Lkw sollen dabei zum größten Teil bereits im Fernverkehr eingesetzt werden.



Für das Erreichen der CO₂-Flottenzielwerte ab 2030, bei denen als Richtwert eine Verringerung um mindestens 30% im Vergleich zu 2019/20 vorgegeben ist, sind klimafreundliche Nutzfahrzeuge von entscheidender Bedeutung. Während der überwiegende Anteil der Vertreterinnen und Vertreter der Ein-Säulen-Strategie dabei voll auf den Batterie-Lkw setzt und entsprechende Absatzzahlen plant, wird bei den Herstellern, die eine Zwei-Säulen-Strategie bevorzugen, der Brennstoffzellen-Lkw bis 2030 eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Wie die Verteilung 2030 zwischen Batterie- und Brennstoffzellen-Lkw bei diesen Herstellern aussieht, ist noch unklar. Dies hängt von vorhandenen Infrastrukturen, Energiepreisen und technischen Entwicklungen ab.

In den Gesprächen machen die Nutzfahrzeughersteller deutlich, dass Deutschland für den Markthochlauf klimafreundlicher Nutzfahrzeuge und das Erreichen der CO₂-Flottenzielwerte ein entscheidender Markt sei. Diese Einschätzung zeigt sich auch beim Vergleich der angegebenen Absatzzahlen für Deutschland (vgl. Abbildung 1) und für Europa (vgl. Abbildung 2). Die Anteile der beiden emissionsfreien Antriebsoptionen liegen in Deutschland höher als die in Gesamteuropa. Deutschland ist einer der absatzstärksten Märkte für schwere Nutzfahrzeuge in Europa. Darüber hinaus gibt es die Erwartung, dass Deutschland als Automobilstandort und mit seinen ambitionierten Klimaschutzziele durch einen frühzeitigen Aufbau von Infrastrukturen und die Schaffung von entsprechenden Rahmenbedingungen Vorreiter bei der Etablierung von klimafreundlichen Nutzfahrzeugen wird.



DEUTSCHLAND IST FÜR DAS ERREICHEN DER EU-CO₂-FLOTTENZIELWERTE EIN ENTSCHEIDENDER ABSATZMARKT FÜR DIE NUTZFAHRZEUGHERSTELLER.

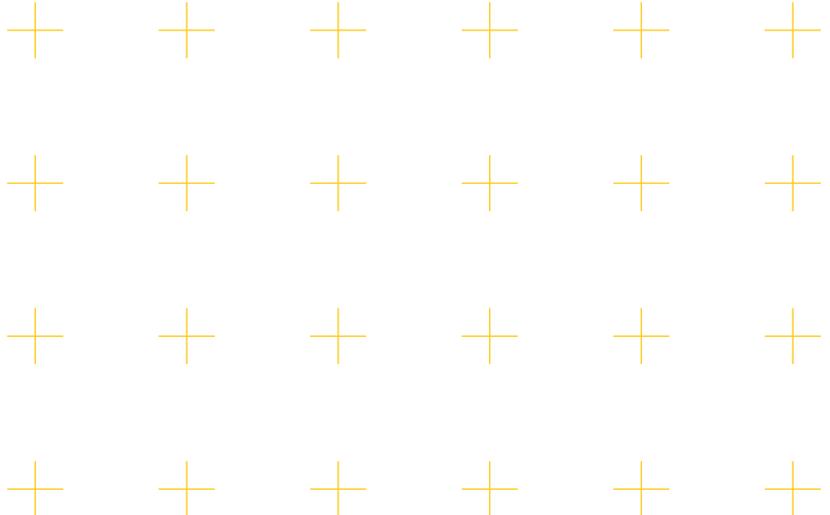
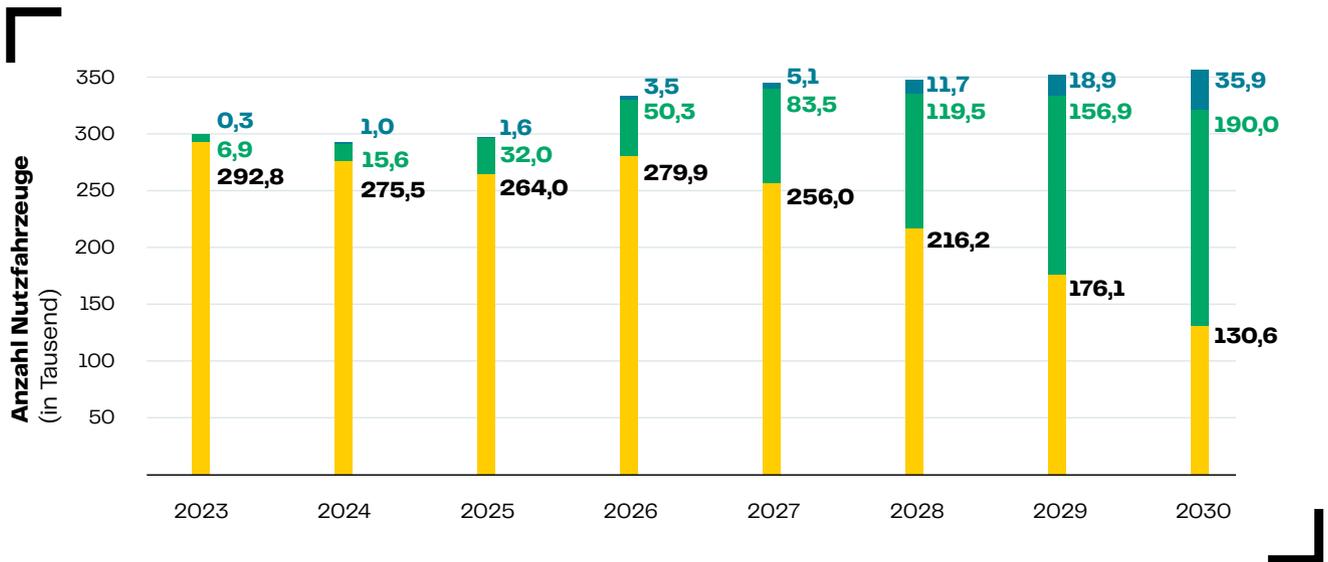


Abbildung 2

Prognostizierte Absatzzahlen schwerer Nutzfahrzeuge (> 12 t)

In Europa nach Herstellerangaben



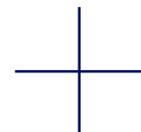
Hinweise zur Unsicherheit durch unvollständige Marktabdeckung:

- Angaben liegen nicht für alle Antriebsarten, Hersteller und Jahre vor.
- Für die zweite Hälfte des Jahrzehnts liegt die Rückmeldungsquote bezogen auf die aktuellen Marktanteile bei 90%.
- Für die fossilen Antriebe lag die Rückmeldungsquote bis 2025 zwischen 70% und 90%.

■ H₂-Brennstoffzelle
■ Batterie
■ Diesel

Zur besseren Lesbarkeit sind die niedrigen Absatzzahlen zu PHEV, H₂-Verbrennungsmotor und Erdgas (CNG/LNG) nicht aufgeführt.

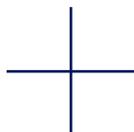
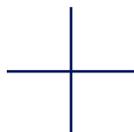
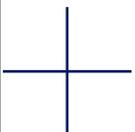
Mit Blick auf die von der EU-Kommission im Rahmen des „Fit for 55“-Programms angekündigte Verschärfung der seit 2019 bestehenden CO₂-Flottenzielwerte erwarten die Hersteller fast durchgängig eine moderate Anhebung in Richtung 40% Reduktion für das Jahr 2030. Diese Anhebung der Zielwerte wird von den Herstellern bei ihren Überlegungen bereits berücksichtigt. Es wird darauf hingewiesen, dass eine Verschärfung der Flottenzielwerte immer zusammen mit dem Aufbau der für die Nutzung der Fahrzeuge benötigten Tank- und Ladeinfrastruktur diskutiert werden müsse.





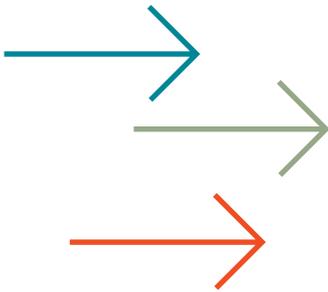
EINE MODERATE ANHEBUNG DER EU-CO₂-FLOTTENZIELWERTE FÜR 2030 WIRD BEI DEN ÜBERLEGUNGEN DER NUTZFAHRZEUGHERSTELLER SCHON HEUTE BERÜCKSICHTIGT. EINE ZU STARKE VERSCHÄRFUNG DER VORGABEN FÜR 2030 WIRD KRITISCH GESEHEN, DENN SIE HABE DAS POTENZIAL, DIE INDUSTRIE ZU GEFÄHRDEN. DER BLICK AUF DIE GEPLANTEN ABSATZZAHLEN SCHWÄCHT DIESE EINSCHÄTZUNG JEDOCH AB.

Eine starke Verschärfung der Flottenzielwerte für 2030 in Richtung einer Verdoppelung der Reduktionsvorgaben wird von den Herstellern kritisch gesehen. Eine solche Regulierung könne die Existenz der europäischen Nutzfahrzeugindustrie bedrohen, wenn die Hochläufe nicht realisierbar seien und es zu hohen Strafzahlungen komme. Es seien womöglich auch nicht genug Kundinnen und Kunden in der margenschwachen Logistikbranche zu finden, die bis zum Ende des Jahrzehnts die geforderte Anzahl emissionsfreier schwerer Nutzfahrzeuge anschaffen würden. Relativiert werden die in den Gesprächen geäußerten Bedenken durch die aggregierten Absatzzahlen der Hersteller für das Jahr 2030 (vgl. Abbildung 2). Laut den Planungen der Hersteller wird im Jahr 2030 bereits ein Großteil der auf den Markt kommenden schweren Nutzfahrzeuge aus Batterie- oder Brennstoffzellen-Lkw bestehen. Es ist zu vermuten, dass dieser Anteil von Hersteller zu Hersteller variieren wird und höhere Flottenzielwerte daher unterschiedliche Auswirkungen auf einzelne Nutzfahrzeughersteller haben.





Herausforderungen der verschiedenen technologischen Pfade



**DIE BATTERIE SEI
SERIENREIF FÜR DEN LKW-
EINSATZ IM REGIONAL- UND
VERTEILERVERKEHR.**

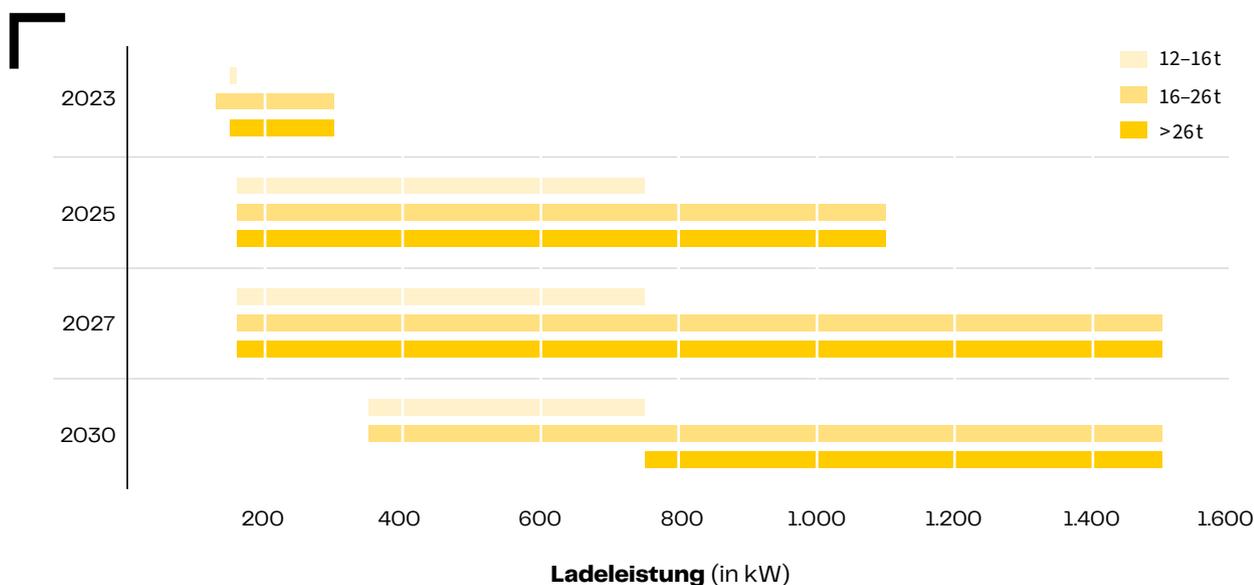
Ziel der Cleanroom-Gespräche war es auch, aktuelle Informationen zum Stand der Technologie, zu notwendigen Entwicklungsschritten und zum konkreten Infrastrukturbedarf zu generieren. Diese Informationen sind für die Ausgestaltung des Infrastrukturaufbaus und der Rahmenbedingungen von hoher Relevanz.

Batterie / Ladeinfrastruktur

Die Batterietechnologie ist laut den befragten Nutzfahrzeugherstellern für den Einsatz im Batterie-Lkw auf Kurz- und Mittelstrecken ausgereift. Mit den bestehenden Reichweiten der Fahrzeuge ließen sich leichte und mittelschwere Lastverkehre bedienen. Für diese Anwendungen werden keine grundsätzlichen Herausforderungen mehr gesehen. Alle Hersteller haben auch bereits erste Modelle schwerer elektrischer Nutzfahrzeuge auf dem Markt. Weitere sind angekündigt. Der rapide Fortschritt bei der Entwicklung der Batterietechnologie (Energiedichte, Ladegeschwindigkeit) in den letzten Jahren habe diese Entwicklung möglich gemacht.

Abbildung 3

Prognostizierte Entwicklung der Ladeleistung von Batterie-LKW (> 12 t) nach zulässigem Gesamtgewicht (2023–2030)



WESENTLICHE TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNGSFELDER FÜR DEN EINSATZ VON BATTERIE-LKW IM FERNVERKEHR: ROBUSTHEIT, LEBENSDAUER, ENERGIEDICHTE UND ZYKLENFESTIGKEIT.

Für die Langstreckentauglichkeit (über 500 km) fehle es dem Batterie-Lkw neben dem MCS-Ladestandard (s. u.) auch noch an Robustheit und Lebensdauer. Zu dieser Einschätzung kommen mehrere Nutzfahrzeughersteller. Ihnen dienen die Eigenschaften einer Sattelzugmaschine mit Dieselmotor als Benchmark. Die im Fernverkehr typischerweise eingesetzten konventionellen Sattelzugmaschinen (4×2) zeichnen sich durch hohe Laufleistungen (1 Mio. km und mehr über den Lebenszyklus), eine hohe jährliche Fahrleistung (200.000 km und mehr) und einen Einsatz im Mehrschichtbetrieb aus. Entwicklungsbedarf wird insbesondere bei der dauerhaften Standfestigkeit der Batterie gesehen, deren Lebenszyklus momentan beim Einsatz im

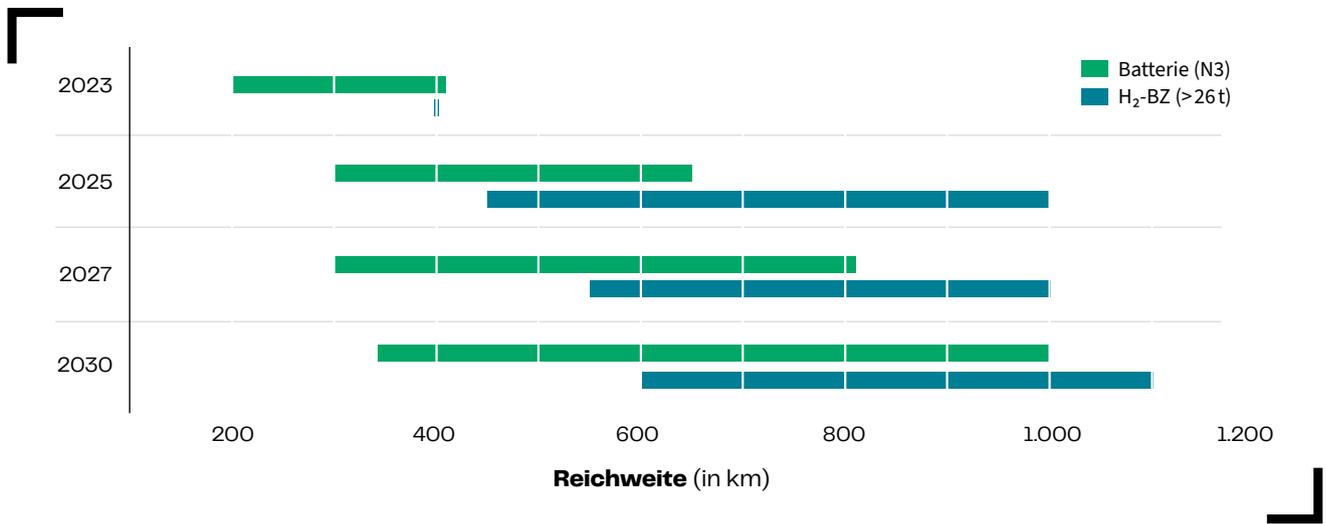
Fernverkehr kürzer sei als die Lebensdauer des Fahrzeuges. Ein Batteriewechsel in der Laufzeit des Fahrzeuges würde nicht nur das Geschäftsmodell stören, eine geringe Lebensdauer der Batterie hätte auch Einfluss auf den Wiederverkaufswert des Fahrzeuges. Einzelne Hersteller setzen ihre Erwartung deswegen auf neue Batterietechnologien, die besser für den Einsatz im Lkw geeignet seien. Neben der Standfestigkeit und Lebensdauer werden mit gravimetrischer Energiedichte und Zyklenfestigkeit weitere zentrale Optimierungspfade für die Batterie benannt. Auch die Batteriekapazität solle bei einzelnen Herstellern zukünftig wachsen. 600 kWh Batteriekapazität seien derzeit vorgesehen, um etwa 500 km Reichweite zu erreichen. Geplant sei es mittelfristig, auf Batteriekapazitäten von 800 bis 1.000 kWh zu kommen. Andere Hersteller setzen auch mittelfristig auf geringere Batteriekapazitäten in Verbindung mit einem häufigeren Megawattladen.

Neben der Batterie wird noch erheblicher Entwicklungsbedarf bei der Stabilität von vollintegrierten elektrischen Achsen und Leistungselektronik gesehen. Bei der Leistungselektronik setzen die Hersteller auf die 800-Volt-Technologie. Eine wichtige Entwicklungsaufgabe sei ferner die Elektrifizierung der Nebenaggregate.



Abbildung 4

Prognostizierte Entwicklung der Reichweitenspanne von Batterie- und Brennstoffzellen-LKW (2023–2030)



LITHIUM-IONEN-TECHNOLOGIE BLEIBE MITTELFRISTIG DIE BASIS DER BATTERIETECHNOLOGIE. DAS POTENZIAL DER FESTSTOFF-BATTERIE WIRD ALS HOCH ANGESEHEN.

Aktuell nutzen die befragten Nutzfahrzeughersteller Lithium-Ionen-Batterien mit unterschiedlichen Zellchemien (u. a. Nickel-Ferrum-Kobalt, Nickel-Mangan-Kobalt, Lithium-Nickel-Kobalt-Aluminium-Oxid). In den nächsten Jahren würden sogenannte Lithium-Eisenphosphat-Batterien (LFP) eine größere Rolle spielen. Der von den Herstellern genannte Grund hierfür ist die bessere Umweltverträglichkeit der LFP-Batterie. Diese komme ohne die giftigen Schwermetalle Kobalt und Nickel aus. Zudem seien LFP-Batterien eine kostengünstigere Alternative mit einer höheren Lebensdauer. Diese höhere Lebensdauer sei wegen der hohen Fahrleistungen von wesentlicher Bedeutung. Dem gegenüber stünden allerdings geringere Reichweiten und ein höheres Gewicht.

Grundsätzlich werde es in den nächsten Jahren zu einer weiteren Verbesserung der Lithium-Ionen-Batterietechnologie kommen. Es wird von einer Leistungssteigerung bei den Batterien von etwa 30% bis zum Jahr 2030 ausgegangen. Bei der Entwicklung der gravimetrischen Energiedichte wird ebenfalls Entwicklungspotenzial gesehen. Auch wenn mit keiner „Wunder-Batterie“ zu rechnen sei, könne die Feststoffbatterie ein entscheidender technologischer Sprung werden. Unter den Nutzfahrzeugherstellern herrscht jedoch keine einheitliche Meinung, ob und wann eine markttaugliche Feststoffbatterie verfügbar sei. Dies könne bereits 2030 sein, aber auch bis über 2035 hinaus dauern. Der Vorteil der Feststoffbatterie liege bei der Aufnahme größerer Energiemengen, den damit verbundenen deutlich höheren Reichweiten, kürzeren Ladezeiten sowie einer höheren Temperaturunempfindlichkeit bei niedrigeren Kosten.

Das Megawatt-Ladesystem (im Englischen „Megawatt Charging System“ (MCS)) sei der Schlüssel zur Langstreckentauglichkeit des Batterie-Lkw. Hiermit seien Ladeleistungen von 1 MW und mehr möglich. Anfänglich werde mit einer Ladeleistung zwischen 800 kW und 1.200 kW gerechnet. Solche hohen Ladeleistungen reichten aus, um einen Batterie-Lkw in der gesetzlich vorgeschriebenen Ruhezeit hinreichend zwischenzuladen. Mit einer flächendeckend verfügbaren MCS-Ladeinfrastruktur könne auch die Batteriekapazität im Fahrzeug deutlich kleiner dimensioniert werden. Dies ergebe laut einzelnen Herstellern einen besseren Business-Case als mit größeren Batteriekapazitäten.

Einige Nutzfahrzeughersteller arbeiten aktiv an der Standardisierungsinitiative CharIN („Charging Interface Initiative e.V.“) mit, um den MCS-Stecker als globalen Standard zu etablieren. Mit der Veröffentlichung des MCS-Standards rechnen die meisten Nutzfahrzeughersteller im Jahr 2024. Einzelne Hersteller wollen MCS-fähige Batterie-Lkw schon 2024 auf den Markt bringen. Ein Großteil der Hersteller wird ab 2025 mit größeren Volumina folgen.

DAS MEGAWATTLADEN SEI ENTSCHEIDEND FÜR DIE LANGSTRECKENTAUGLICHKEIT DES BATTERIE-LKWS. ERSTE MCS-FÄHIGE BATTERIE-LKW SOLLEN SCHON 2024 AUF DEN MARKT KOMMEN.

DIE HERSTELLER SEHEN DEN BEDARF FÜR EINEN VORAUSSCHAUENDEN UND FLÄCHENDECKENDEN (EUROPAWEITEN) AUFBAU DER ÖFFENTLICHEN LADEINFRASTRUKTUR, OBWOHL EIN GROSSTEIL DER LADEVORGÄNGE AN NICHTÖFFENTLICHER LADEINFRASTRUKTUR IM DEPOT STATTFINDEN WERDE.

Ob in die Batterie-Lkw MCS-Lade-Inlets verbaut werden sollten oder nicht, ist zwischen den Herstellern umstritten. Einzelne Hersteller wollen grundsätzlich beide Lademöglichkeiten (CCS und MCS) bei ihren Fahrzeugen anbieten. Andere beabsichtigen, über den Einbau abhängig von Einsatzkontexten und Kundenanforderungen zu entscheiden. Aus Kostengründen begrüßen andere Hersteller, wenn nur ein Lade-Inlet im Fahrzeug verbaut wird. Da mit dem MCS-Stecker auch mit niedrigen Leistungen geladen werden könne, sei ein CCS-Inlet prinzipiell nicht zwingend nötig.

Für den mit dem Blick auf die EU-CO₂-Flottenzielwerte notwendigen schnellen Markthochlauf der Batterie-Lkw sei aus Sicht der befragten Nutzfahrzeughersteller ein zeitnahe Aufbau eines initialen Netzes an öffentlicher Lkw-Ladeinfrastruktur wesentlich. Die Ladeinfrastruktur sei das entscheidende Nadelöhr. Insbesondere für diese Anfangsphase fordern die Hersteller staatliche Unterstützung (vgl. Kapitel 2). In dieser Phase werde die Auslastung noch gering und der Aufbau für private Investoren finanziell unattraktiv und risikobehaftet sein. Beim Staat solle auch die Koordination des Ladeinfrastrukturaufbaus liegen. Dies sei ein wichtiges Signal für zukünftige Anwenderinnen und Anwender und baue grundlegendes Vertrauen auf.

Grundsätzlich wird der Business-Case für Lkw-Ladeinfrastruktur positiv betrachtet. Da der überwiegende Teil der Lkw sich auf sich wiederholenden Routen bewege, sei der Bedarf leichter zu berechnen und zu lokalisieren als beim Pkw. Verbunden damit sei potenziell auch eine stärkere Auslastung der Ladeinfrastruktur.

Bei der Größe des Ladeinfrastrukturnetzes für Batterie-Lkw verweisen die meisten Hersteller auf Berechnungen des europäischen Fahrzeugherstellerverbandes ACEA. Der Verband fordert in einer Stellungnahme zur Novellierung der AFIR den EU-weiten Aufbau von 11.000 Ladepunkten für schwere Nutzfahrzeuge bis 2025 und von 42.000 Ladepunkten bis 2030.^[3] Die Hersteller weisen darauf hin, dass bei einer Anhebung der EU-CO₂-Flottenzielwerte die Anzahl der benötigten Ladepunkte entsprechend steigen würde.

In Bezug auf das Verhältnis von öffentlichem Laden und Depotladen wird von einer Mehrheit der Nutzfahrzeughersteller damit gerechnet, dass das Verhältnis von Depotladen zu öffentlichem Laden über alle Anwendungsfälle gesehen bei 80 % zu 20 % liegen wird, d. h., etwa 80 % der Energiemenge werde im Depot geladen. Besonders in den Anfangsjahren wird dem Depotladen eine wichtige Rolle zugesprochen. Grund hierfür sei auch, dass das Laden im Depot kostengünstiger möglich und kalkulierbarer sei als beim öffentlichen Laden. Je nach Logistiksektor ergibt sich aber ein differenziertes Bild. Im Verteilerverkehr wird damit gerechnet, dass bis zu 100 % in Depots geladen werden kann. Im Fernverkehr gehen mehrere Hersteller von einem Verhältnis von etwa 50:50 aus. Für den Regionalverkehr sei das Verhältnis aufgrund der Heterogenität und der unzureichenden Daten derzeit nicht spezifizierbar.

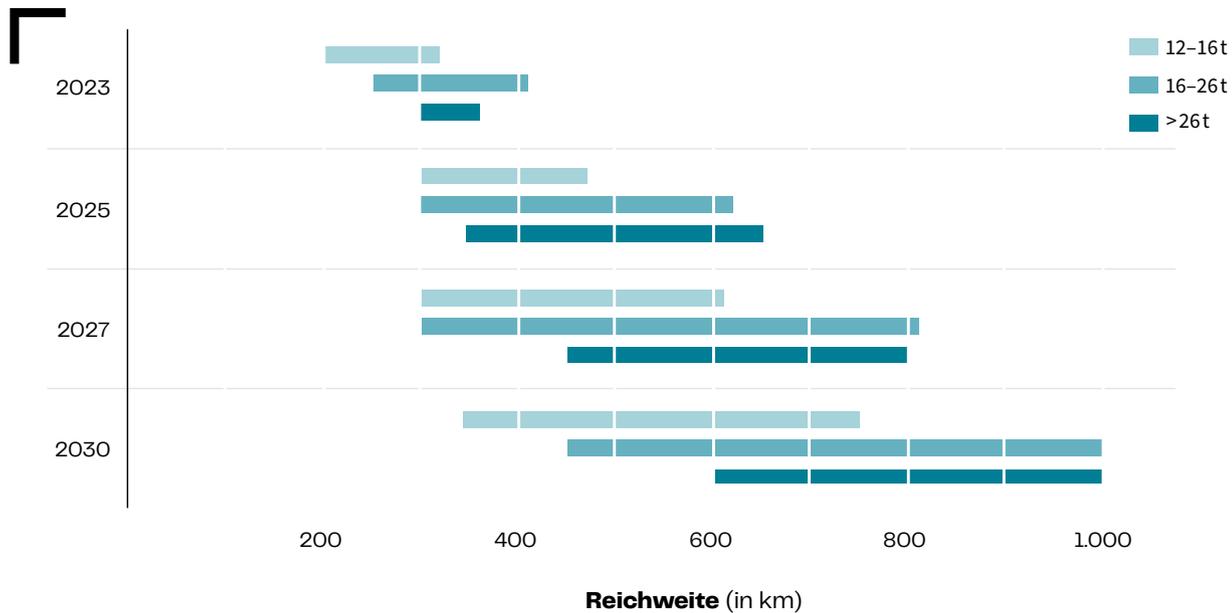
[3] Diese Werte beinhalten dabei öffentliche Ladeinfrastruktur sowie halböffentliche Ladeinfrastruktur an Zielorten (Logistik-Hubs, Verteilzentren etc.). Nicht in die Vorgaben mit einbezogen wird Ladeinfrastruktur für öffentliches Übernachten. Auf Deutschland heruntergebrochen müssten bis 2025 3.750 Ladepunkte aufgebaut werden, bis 2030 wären es 14.350 Ladepunkte (vgl. www.acea.auto/uploads/press_releases_files/ACEA_TE_letter-Making_AFID_fit_for_zero-emission_heavy-duty_vehicles.pdf).

Brennstoffzelle/Wasserstoffbetankungsinfrastruktur

Die Cleanroom-Gespräche bringen zum Ausdruck, dass der Entwicklungspfad beim Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb nicht so klar definiert ist wie beim batterieelektrischen Antrieb. Dies wird besonders bei der Wasserstoffspeichertechnologie deutlich. Je nach Hersteller soll der Wasserstoff an Bord des Nutzfahrzeugs mit 350 bar, 700 bar oder flüssig (LH₂) gespeichert werden. Ein Großteil der Hersteller, die Brennstoffzellen-Lkw im Portfolio anbieten werden, will so viel Wasserstoff im Lkw mitführen, dass übliche Reichweiten von Diesel-Sattelzugmaschinen von rund 1.000 km erreicht werden. Andere Hersteller wollen Eigenschaften des konventionellen Diesel-Lkws nicht zur Benchmark machen. Denn auch der Brennstoffzellen-Lkw könne in den gesetzlich vorgeschriebenen Ruhezeiten tanken und so mit geringerer Energiemenge an Bord im Fernverkehr eingesetzt werden. Hohe Reichweiten seien demnach nicht erforderlich, was auch technologische Hürden senken würde. Einigkeit bei den Herstellern besteht darüber, dass die Brennstoffzelle in schweren Nutzfahrzeugen bzw. Sattelzügen ab 26 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht (zGG) eingesetzt werden soll.

Abbildung 5

Prognostizierte Entwicklung der Reichweitemspanne von Batterie-Lkw (> 12 t) 2023–2030 nach zulässigem Gesamtgewicht



BRENNSTOFFZELLEN-LKW HÄTTE IM VERGLEICH ZUM BATTERIE-LKW NOCH HÖHEREN ENTWICKLUNGSBEDARF. MIT DER SERIENREIFE WIRD ERST IN DER ZWEITEN HÄLFTE DIESES JAHRZEHNTS GERECHNET.

Während Kleinserien von Brennstoffzellen-Lkw mit 350-bar-Speichertechnologie inzwischen am Markt verfügbar sind, sieht ein Großteil der Hersteller die Großserienreife mit hohen Stückzahlen erst in der zweiten Hälfte dieses Jahrzehnts. Dies spiegeln auch die prognostizierten Absatzzahlen wider, die erst gegen Ende des Jahrzehnts einen signifikanten Anstieg der abgesetzten Brennstoffzellen-Lkw zeigen (vgl. Abbildung 1).

Für den Brennstoffzellen-Lkw gelte hinsichtlich des technologischen Entwicklungsbedarfs grundsätzlich Ähnliches wie für den Batterie-Lkw. Entwicklungsbedarf bestehe insbesondere bei der Standfestigkeit und Lebensdauer des Antriebsstrangs. Während vom Batterie-Lkw wichtige Komponenten des Antriebsstranges übernommen werden könnten, liege der zusätzliche Entwicklungsbedarf beim Brennstoffzellen-Lkw bei der Brennstoffzelle und der Wasserstoffspeichertechnologie. Bei der Brennstoffzelle bestehe Entwicklungsbedarf neben der Robustheit unter anderem bei der Optimierung der Kühlung und dem Systemwirkungsgrad. Von zentraler Bedeutung sei aber auch das Aufsetzen einer Brennstoffzellenproduktion in großem Maßstab.



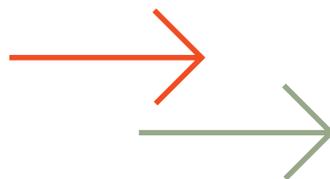
Wasserstoff kann nicht nur in einer Brennstoffzelle eingesetzt werden, sondern auch in einem dafür modifizierten Verbrennungsmotor.^[4] Damit könne eine grundsätzlich etablierte Technologie verwendet werden. Der überwiegende Teil der Hersteller hat sich auf Prüfständen oder in Forschungsaktivitäten mit dem Thema beschäftigt, sieht aber beim Wasserstoffverbrenner eher Nach- als Vorteile. Genannt werden der schlechtere Wirkungsgrad gegenüber der Brennstoffzelle, der verbleibende Ausstoß von Schadstoffen (NO_x, PM) und in geringem Maße von CO₂-Emissionen sowie die fehlende Anerkennung als Null-Emissions-Technologie im regulativen Kontext (u. a. USA, UK).

Im Hinblick auf den Aufbau einer Wasserstoffbetankungsinfrastruktur stellt sich die Vielfalt an Speichertechnologien als besondere Aufgabe heraus. Die Hersteller verfolgen die druckförmige Speicherung (350 bar, 700 bar) und die Speicherung von flüssigem Wasserstoff (LH₂). Die kryokomprimierte Speicherung (CCH₂) als weitere Option spiele aktuell keine praktische Rolle. Für alle drei Speicheroptionen werden von den jeweiligen Herstellern Vorteile genannt. Für 350 bar sprächen die geringeren Kosten und der niedrigere Energiebedarf. Eine höhere Druckstufe oder die Verflüssigung des Wasserstoffs sei mit einem erheblich höheren Energieaufwand verbunden und damit mit einem höheren Wasserstoffpreis an der Tankstelle. Die Langstreckentauglichkeit und die Flexibilität sind hingegen wesentliche Argumente der Hersteller, die auf 700 bar und LH₂ setzen. Hier liege eine eigentliche Stärke des Brennstoffzellen-Lkws gerade im Vergleich zum Batterie-Lkw. Tiefkalter Flüssigwasserstoff verspreche eine noch höhere Reichweite bei den Brennstoffzellen-Lkw. Argumentiert wird hier ebenfalls mit der Wasserstoffanlieferung an die Tankstelle, da Wasserstoff hoher volumetrischer Dichte an die Tankstellen geliefert werde. Bei Flüssigwasserstoff seien bei längeren Standzeiten der Fahrzeuge Abdampfverluste nicht zu vermeiden.

DIE VIELFALT DER WASSERSTOFFSPEICHERTECHNOLOGIEN ERWEIST SICH ALS HERAUSFORDERUNG BEIM ZUKÜNFTIGEN AUFBAU EINER TANKSTELLENINFRASTRUKTUR.

Da drei verschiedene technologische Pfade verfolgt werden, brauche es für alle drei Speicheroptionen jeweils eine eigene Infrastruktur mit eigenen technologischen Standards. Dazu würden auch Tankprotokolle bzw. eine Normierung der Tankinfrastruktur gehören. Die Hersteller zeigen sich jedoch zuversichtlich, dass die Standardisierungsfragen für die jeweiligen Speicheroptionen bis Mitte des Jahrzehnts gelöst werden können.

Eine Grundvoraussetzung für den Betrieb von Brennstoffzellen-Lkw sind Wasserstofftankstellen. Die Hersteller haben unterschiedliche Ansichten, bis wann und wie groß ein Netz an Wasserstofftankstellen aufgebaut werden sollte. Einig sind sich alle, dass der Aufbau zeitnah zu beginnen sei. Wichtig sei es, ein Grundnetz bereitzustellen, um das Henne-Ei-Problem zu umgehen und Kunden der Nutzfahrzeughersteller eine Betankungsinfrastruktur zur Verfügung zu stellen.



DER AUFBAU EINES VOM STAAT GEFÖRDERTEN GRUNDNETZES AN WASSERSTOFFTANKSTELLEN SOLLE DAS HENNE-EI-PROBLEM LÖSEN. DER BETRIEB VON WASSERSTOFFTANKSTELLEN FÜR BRENNSTOFFZELLEN-LKW KÖNNE SICH WIRTSCHAFTLICH RECHNEN.

[4] Bei den Absatzzahlen haben Hersteller auch Nutzfahrzeuge mit Wasserstoffverbrenner angegeben. Die genannten Zahlen steigen beginnend mit einer zweistelligen Anzahl von Fahrzeugen in den Jahren 2027 und 2028 auf 1.250 Fahrzeuge im Jahr 2030 an.

Je nach Speichertechnologie, Zeitpunkt der Serieneinführung der eigenen Brennstoffzellen-Lkw und Vorstellungen über die Größe einer Wasserstofftankstelle gibt es auch zum Infrastrukturaufbau unterschiedliche Ansichten. Eine ist, dass bis Mitte des Jahrzehnts ein Grundnetz von ungefähr 50 Tankstellen aufgebaut sein sollte. Dieses Netz solle dann bis Ende des Jahrzehnts auf mehr als 100 Wasserstofftankstellen anwachsen. Es gibt aber auch die Auffassung, dass bis 2025 schon mehr als 150 Tankstellen in Betrieb sein sollten. Von allen Herstellern wird darauf verwiesen, dass ein europaweiter Aufbau der Tankinfrastruktur grundsätzlich notwendig sei.

Mit Bezug auf erste Erfahrungen im Tankstellenbetrieb wird angeführt, dass sich der Betrieb von Wasserstofftankstellen bei einer festen Anzahl von Brennstoffzellen-Lkw im niedrigen zweistelligen Bereich, die regelmäßig Wasserstoff tanken, bereits rechne. Die Gründung von privaten Joint Ventures zum Aufbau von Wasserstofftankstellen unterstreiche diese Einschätzung.

Von entscheidender Bedeutung für den Markthochlauf und die Wettbewerbsfähigkeit von Brennstoffzellen-Lkw sei die Bereitstellung von grünem Wasserstoff zu einem wettbewerbsfähigen Preis. Da es in Deutschland nach heutigem Stand nicht genügend Strom aus erneuerbaren Energien für die Wasserstoffproduktion gebe, sei Deutschland auf importierten grünen Wasserstoff angewiesen.

Für die kostengünstige Produktion von Wasserstoff brauche es zudem sehr große Produktionsstätten. Auf regulatorischer Seite bestehe allerdings Rechtsunsicherheit aufgrund ausstehender Rechtsakte der Europäischen Kommission, welche die Anfor-



derungen für grünen Wasserstoff definieren. Im Rahmen der Revision der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) der EU hat das Europäische Parlament (EP) am 14.09.2022 vorgeschlagen, die Anforderungen nicht durch einen delegierten Rechtsakt festzulegen, sondern direkt in die RED II aufzunehmen. Der Vorschlag des EP enthält zudem geringere Anforderungen als von der Europäischen Kommission vorgesehen. Die EP-Entscheidung werde mit großer Wahrscheinlichkeit zu weiteren zeitlichen Verzögerungen in Bezug auf Rechtssicherheit für die Produktion von grünem Wasserstoff führen. Der aktuelle Entwurf würde den Aufbau einer europäischen Wasserstoffproduktion erheblich verlangsamen.

Die RED II verpflichtet die Inverkehrbringer von Kraftstoffen zur Treibhausgaseinsparung. Grüner Wasserstoff ist eine Erfüllungsoption. In den Verhandlungen zur Revision der RED II wird auch über eine mögliche verpflichtende Unterquote für Wasserstoff- und dessen Folgeprodukte im Jahr 2030 diskutiert. Zur Erfüllung dieser Unterquote müssten die Inverkehrbringer grünen Wasserstoff kostengünstig an den Tankstellen bereitstellen, damit dieser auch genutzt werde.

Um einen wettbewerbsfähigen Preis für Wasserstoff zu erreichen, der nach Einschätzung der Hersteller von Brennstoffzellen-Lkw bei 4 bis 5€ pro Kilogramm Wasserstoff liegen müsse, brauche es auch im Jahr 2030 noch staatliche Subventionen.

VERFÜGBARKEIT VON GRÜNEM WASSERSTOFF ZU WETTBEWERBSFÄHIGEN PREISEN SEI DIE ZENTRALE HERAUSFORDERUNG.

Oberleitung

Die Bewertungen und Einschätzungen zum Oberleitungs-Lkw und zu dessen Technologiereife bzw. Entwicklungsbedarf variieren zwischen den Nutzfahrzeugherstellern erheblich, da nur einzelne Hersteller die Oberleitungstechnologie strategisch verfolgen.

Jene Hersteller, für die die Oberleitung eine Option ist, benennen verschiedene Vorteile des Oberleitungs-Lkws. So wird darauf verwiesen, dass die Technologie bereits vorhanden sei und die Oberleitung einen besonders guten Wirkungsgrad habe. Als Vorteil wird auch gesehen, dass für das dynamische Laden weniger Flächen entlang der Autobahnen notwendig und durch das Laden während der Fahrt Unterbrechungen für das stationäre Laden in geringerem Ausmaß oder gar nicht erforderlich seien. Zudem könne die Batteriekapazität geringer ausgelegt werden.

In den Gesprächen wird beim technologischen Entwicklungsbedarf insbesondere auf den Pantographen verwiesen. Genannt wird der Entwicklungsbedarf bei der Standfestigkeit des Pantographen, dem Preis und der Aerodynamik, insbesondere wenn die Wind- und Wetterverhältnisse auf den ausgefahrenen Pantographen einwirken. Als offene Frage wird die Wirkung des ständigen Nachladens mit hohen Ladungsströmen auf die Batterie genannt.

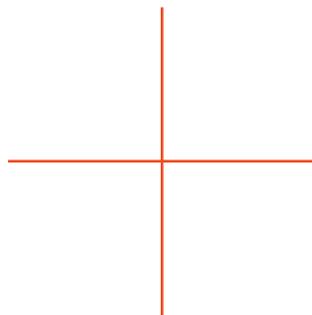
DAS DYNAMISCHE LADEN MIT OBERLEITUNG HABE VORTEILE, ABER ES GEBE NOCH ENTWICKLUNGSBEDARF.

Ein Teil der Hersteller bewertet die aktuellen technologischen Herausforderungen, wie z. B. das parallele Laden größerer Flotten an der Oberleitung, mangelnde Erfahrungen auf der Langstrecke sowie den Umgang mit schwierigen Witterungsbedingungen (z. B. Vereisung der Oberleitung), als lösbare technologische Hemmnisse. Auf der anderen Seite gibt es Nutzfahrzeughersteller, welche die Oberleitungstechnologie als noch nicht einsatzreif einschätzen.

Auf die Frage, mit welcher alternativen Antriebstechnologie die Oberleitung kombiniert werden sollte, sind sich die befragten Hersteller einig. Falls es zu einer Kombination komme, dann mit dem batterieelektrischen Lkw. Der Pantograph würde dann als eine weitere Ladeschnittstelle verstanden.

**DER INFRASTRUKTURAUFBAU SEI
DER KRITISCHE FAKTOR BEI DER
OBERLEITUNG. DER STAAT MÜSSE
HIER IN VORLEISTUNG GEHEN.**

Die fehlende Unterstützung der Nutzfahrzeughersteller für die Oberleitung macht sich speziell am Infrastrukturaufbau fest (vgl. Kapitel 2). Ein europaweiter Aufbau der Oberleitungsinfrastruktur sei für viele Hersteller Grundbedingung für einen erfolgreichen Hochlauf des Oberleitungs-Lkws. Erst so würde eine wirtschaftlich lohnende Nachfrage nach Oberleitungs-Lkw angestoßen werden. Dies gelte grundsätzlich zwar auch für die anderen Technologien. Im Gegensatz zu Ladeinfrastruktur und Wasserstofftankstellen für Lkw fehle es dazu aber an privatwirtschaftlichen Anreizen für den Aufbau von Oberleitungsinfrastruktur, vor allem aufgrund der hohen sprungfixen Kosten. Hier müsse daher der Staat mit erheblichen Investitionen in Vorleistung gehen. Aufgrund der langen zeitlichen Vorläufe für Planung und Umsetzung des Infrastrukturaufbaus wird der Aufbau einer ausreichenden Oberleitungsinfrastruktur überwiegend als unwahrscheinlich eingeschätzt. Der Aufbau der Oberleitung dauere zu lange im Hinblick auf die drängenden Klimaschutzziele. Diese ließen sich nur mit Batterie und/oder Brennstoffzelle in der vorgegebenen Frist erreichen.



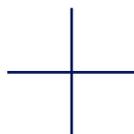


Ausblick



Dynamische Marktentwicklung und ambitionierte Klimaschutzziele

Die Auswertung zeigt, dass die Transformation des Straßengüterverkehrs hin zu klimafreundlichen Antrieben womöglich deutlich dynamischer erfolgen könnte, als es bislang von vielen angenommen wurde. Als Basis für alle drei emissionsfreien Antriebe ermöglicht der starke technologische Fortschritt bei der Batterie einen sehr schnellen Wandel. Nach den leichten Nutzfahrzeugen wächst seit Kurzem auch das Angebot von schweren Nutzfahrzeugen mit klimafreundlichen Antrieben. Diese Entwicklung wird sich verstetigen. Das zeigen die prognostizierten Absatzzahlen aus den Cleanroom-Gesprächen des Jahres 2022 deutlich. Die zunehmende Geschwindigkeit bei der Transformation des Straßengüterverkehrs ist mit Blick auf die ambitionierten Klimaschutzziele der Bundesregierung bis 2030 auch dringend erforderlich. Der Wechsel hin zu emissionsfreien Antrieben beim Straßengüterverkehr kann und muss zu einem wichtigen Hebel für die Klimaschutzziele im Verkehrssektor werden.



Ergebnisnutzung

Damit die Transformation gelingt, braucht es einen bedarfsgerechten und mit dem Hochlauf der Fahrzeuge zeitlich abgestimmten Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur. Hierzu sind Informationen über die Marktentwicklung unverzichtbar. Die Ergebnisse der Cleanroom-Gespräche sind daher ein wichtiger Impuls für die weitere Umsetzung des Gesamtkonzeptes klimafreundliche Nutzfahrzeuge. Dies betrifft die Gestaltung der regulativen Rahmenbedingungen, aber auch das koordinierte und gemeinsame Handeln aller beteiligten Akteure.

Besondere Bedeutung haben die Ergebnisse in Bezug auf die Planung und den Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur. Die Ergebnisse der Gespräche werden besonders für die im Masterplan Ladeinfrastruktur II vorgesehene Bedarfsanalyse, für die Ausbauplanung und für die Ausschreibung eines initialen öffentlichen Ladenetzes für Batterie-Lkw verwendet.^[5] Auch für die zeitnahe Notwendigkeit der im Masterplan Ladeinfrastruktur II angelegten Finanzierungs- und Fördermaßnahmen für Ladeinfrastruktur auf Betriebsgeländen, Umschlagplätzen und in Gewerbegebieten sind die Ergebnisse von Bedeutung. Denn das nichtöffentliche Laden wird für den Betrieb der Batterie-Lkw insbesondere im Verteilerverkehr eine zentrale Rolle spielen. Beim koordinierten Aufbau eines Grundnetzes an Wasserstoff-tankstellen für Lkw sind die Ergebnisse der Cleanroom-Gespräche von großem Wert für alle beteiligten Akteure sowie das BMDV, das die Ausgestaltung von Fördermöglichkeiten besser planen kann.

Regelmäßige Gespräche mit Herstellern

Die Potenziale zur Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs können nur durch Dialog und gemeinsames Handeln aller beteiligten Akteure gehoben werden. In diesem Sinne ist die Beteiligung der Nutzfahrzeughersteller an den Cleanroom-Gesprächen hilfreich für Politik, Infrastrukturanbieter sowie Anwenderinnen und Anwender.

Vor dem Hintergrund sich nach und nach weiter konkretisierender Planungen der Hersteller sowie technologischer Entwicklungen plant das BMDV, im Rahmen der Umsetzung des Gesamtkonzeptes klimafreundliche Nutzfahrzeuge künftig voraussichtlich jährlich Cleanroom-Gespräche mit den Nutzfahrzeugherstellern durchzuführen.

[5] Vgl. https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/masterplan-ladeinfrastruktur-2.pdf?__blob=publicationFile

