



Schwere elektrische Nutzfahrzeuge

Bis 2045 soll Deutschland klimaneutral sein. Das stellt nicht zuletzt den expandierenden Verkehrssektor vor enorme Herausforderungen. Die Umstellung auf alternative Antriebstechnologien ist eines der drängendsten Zukunftsthemen der Branche. Gerade auf schweren Nutzfahrzeugen lastet ein hoher Druck, denn sie verursachen derzeit 6 % der Gesamtemissionen in der Europäischen Union. Erforderlich sind neue und klimafreundliche Antriebskonzepte mit kurzen Ladezeiten und hohen Reichweiten. Der Faktencheck „Schwere elektrische Nutzfahrzeuge“ gibt einen Überblick über den Stand der Technik, aktuelle Herausforderungen und die begleitende Normungsarbeit in diesem Bereich.

■ Gürkan Balcioglu

Projektmanager Mobilität DKE

Guerkan.Balcioglu@vde.com

■ Andrea Appel

Projektmanagerin Wasserstoffentwicklung

Neue Technologien und Services, VDE

Andrea.Appel@vde.com

■ Dr. Ralf Petri

Geschäftsbereichsleiter Mobility, VDE

■ Dr. Thomas Benz

Geschäftsführer VDE ETG

■ Ninmar Lahdo, Dennis Heusser

Projektmanager Mobilität DKE

■ Hannah Pontzen

Werkstudentin Mobility DKE

Der Countdown für die Antriebswende läuft

Insbesondere die Pandemiebedingungen der letzten zwei Jahre haben gezeigt: Unsere Gesellschaft ist mehr denn je abhängig vom Personen-, Waren- und Güterverkehr, der die Ver- und Entsorgung mit lebensnotwendigen Gütern gewährleistet. Schwere Nutzfahrzeuge sind damit kaum noch von den Straßen wegzu-denken. Doch sie sind auch für 6 % der CO₂-Gesamtemissionen und für 25 % der CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs in der EU verantwortlich. Für die Zukunft rechnen Hersteller durch den Corona-bedingten Wandel des Konsumverhaltens (Online-Handel) mit einem weiteren deutlichen Anstieg der Warenströme und damit des Verkehrsaufkommens. Alternative Antriebslösungen für schwere Nutzfahrzeuge sind daher

unverzichtbar, um den Logistiksektor sowie den öffentlichen Personenverkehr klimaneutral zu gestalten und die Klimaschutzziele einzuhalten.

In der Verordnung 2019/1242 legt die EU fest, dass die Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge bis 2025 um 15 % (zum Bezugsjahr Mitte 2019 bis Mitte 2020) zu verringern sind. Bis 2030 sind es 30 %. Die deutsche Regierung geht mit der Anpassung des Klimaschutzgesetzes noch einen Schritt weiter. Es sieht bis 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um ca. 56 % im Vergleich zu 2020 vor. Bis 2045 soll Deutschland klimaneutral sein.

Allein für schwere Nutzfahrzeuge heißt das: Um die CO₂-Ziele der EU zu erreichen, müssen bis 2030 der Kurzstudie „[Klimafreundliche Nutzfahrzeuge](#)“ von VDI

und VDE zufolge rund 200.000 emissionsfreie Lastkraftwagen (Lkw) im Einsatz sein. Die Umstellung auf klimaneutrale Antriebstechnologien stellt die gesamte Branche vor enorme Herausforderungen: Im Gegensatz zu Pkw bestehen die meisten schweren Nutzfahrzeuge aus speziellen Einzelkomponenten mit einem hohen Anteil an Sonderanfertigungen. Der nutzerfreundliche und kompatible Einsatz von neuen Tank- und Ladesystemen erfordert jedoch einen einheitlichen technischen Standard.

Hinzu kommt, dass schwere Nutzfahrzeuge eine längere Nutzung und teilweise höhere Ladeleistung als Personenkraftwagen (Pkw) erfordern. Daher entsprechen auf Pkw ausgelegte Ladestationen und auch Wasserstoff-Tankstellen nicht den Ansprüchen schwerer Nutzfahrzeuge. Ihre Betankungszeit bzw. vorzuhaltenden Wasserstoffmengen reichen bislang nicht aus.

Eine weitere Herausforderung stellen Unsicherheiten in Bezug auf die Rahmenbedingungen für CO₂-freie Antriebe dar. Sie hemmen die Investitionsbereitschaft und verlangsamen den Transformationsprozess. Für die Antriebswende im Bereich schwerer Nutzfahrzeuge müssen daher die Entwicklung alternativer Antriebstechnologien bzw. entsprechender Ladeinfrastrukturen sowie die begleitenden Normen und Standards unterstützt werden. Politische Förderung, etwa in Form von Kaufprämien, Zuschüssen oder regulatorische Maßnahmen, schaffen sichere Rahmenbedingungen.

Schwere Nutzfahrzeuge als besondere Herausforderung

Die Verordnungen der europäischen Kommission zur Senkung der CO₂-Emissionen und die Diskussion um schärfere Regeln stellen die gesamte Industrie vor enorme Herausforderungen. Fakt ist, dass eine Verschärfung der Vorgaben eine noch schnellere Transformation des Verkehrssektors erforderlich macht und das Thema „Emissionsfreie Nutzfahrzeuge“ durch alternative Antriebstechnologien immer mehr in den Fokus rückt.

Bei der Umstellung auf alternative Antriebstechnologien weisen Nutzfahrzeuge besondere technologische Herausforderungen auf. Sie werden sowohl für den Personen- als auch den Gütertransport eingesetzt und müssen täglich lange Strecken zurücklegen. Ladevolumen und Gesamtgewicht der Nutzfahrzeuge sind gesetzlich begrenzt. Die Komponenten eines elektrischen Antriebssystems, wie z. B. die Batterien, sind jedoch groß und schwer. Die Optimierung des Antriebsstrangs hinsichtlich des Gewichts und der Größe stellen für die

Ingenieure somit eine äußerst große Herausforderung dar. Sowohl das Gewicht als auch der für den elektrischen Antriebsstrang notwendige Bauraum soll möglichst klein gehalten werden, um Energieeinsparungen erzielen und den Unternehmen viel nutzbares Ladevolumen anbieten zu können.

Nutzfahrzeuge werden anders als Pkw vor allem für wirtschaftliche Zwecke genutzt. Da Standzeiten, wie z. B. für das Be- und Entladen, aber auch das Betanken oder Laden keine Umsätze generieren, gilt es, diese zu minimieren. Außerdem zeichnet sich der Nutzfahrzeugsektor durch eine hohe Variantenvielfalt und zugleich ein breites Spektrum an Einsatzgebieten aus. Ob in der Landwirtschaft, der Lastenbeförderung oder als Einsatzfahrzeuge der Polizei oder Feuerwehr – sie sind vielseitig einsetzbar. Je nach Einsatzgebiet müssen Nutzfahrzeuge des Weiteren spezielle Funktionen ermöglichen. Für den Lebensmitteltransport ist es bspw. von sehr großer Bedeutung, dass die Nutzfahrzeuge mit einem Kühlaggregat ausgestattet sind, um die Kühlung der Lebensmittel sicherstellen zu können. Die Nutzfahrzeughersteller haben dafür sogenannte Baukastensysteme entwickelt, womit sich Fahrzeuge je nach Anforderungen der Kunden*innen individuell konzipieren lassen.

Eine Studie des Dachverbands der europäischen Fahrzeughersteller (ACEA) aus dem Jahr 2020 zeigt, dass schwere Nutzfahrzeuge in der EU mit rund 98 % fast ausschließlich mit Dieselmotoren betrieben werden. Dieses Ergebnis verdeutlicht, wie groß der Aufwand für den Wandel zur klimaneutralen Ausstattung der Fahrzeuge ist.

Die Alternativen im Überblick

Wie erläutert, erfordert die Einhaltung der CO₂-Vorgaben für schwere Nutzfahrzeuge alternative Antriebskonzepte, die erneuerbare Energiequellen verwenden. Möglich sind hier rein batterieelektrische Nutzfahrzeuge, Oberleitungs-Lkw, Brennstoffzellensysteme sowie synthetische Energieträger oder Wasserstoff für konventionelle Verbrennungsmotoren.

Für batterieelektrische Nutzfahrzeuge spricht vor allem ihre hohe Effizienz, da die elektrische Energie direkt in mechanische umgewandelt werden kann. Allerdings sind Reichweiten von über 300 km bisher nur mit speziell ausgelegten Batteriesystemen möglich. Die Weiterentwicklung der Batterietechnologie hin zu Feststoffbatterien verspricht mit dem Verbrennungsmotor vergleichbare Reichweiten und auch die Ladezeit gestaltet sich weniger zeitintensiv.

Theoretisch ließe sich die Herausforderung einer möglichst kurzen Ladezeit auch durch Batteriewechselsysteme lösen, aber das vor allem im asiatischen Raum relevante Konzept spielt u. a. aufgrund der notwendigen Infrastruktur sowie ungeklärten organisatorischen Fragen bislang in Europa eine eher untergeordnete Rolle.

Oberleitungs-Lkw weisen sogar einen noch höheren Gesamtnutzungsgrad als rein batterieelektrische Nutzfahrzeuge auf und sind somit besonders energieeffizient. Nachteilig ist allerdings, dass sie den kostenintensiven Aufbau einer neuen Oberleitungsinfrastruktur sowie deren Wartung erfordern und daher bislang keine wesentliche Rolle spielen.

Der Einsatz von Wasserstoff in Brennstoffzellensystemen ermöglicht hohe Reichweiten und kurze Betankungszeiten. Da jedoch für die Wasserstoffherstellung große Strommengen benötigt werden, fällt der Gesamtnutzungsgrad der Energie im Vergleich zur Direktelektifizierung niedrig aus. Der Wirkungsgrad wird durch die Nutzung der Abwärme der Brennstoffzelle verbessert. Auch hybride Lösungen mit Batterie und Brennstoffzelle steigern die Effizienz. Besonderes Augenmerk liegt wie bei allen neuen Technologien auf den Sicherheitsaspekten. Zahlreiche Tests, Genehmungsverfahren und praktische Erfahrungen zeigen, dass das Gefährdungspotenzial von Wasserstoff nicht höher als bei konventionellen Kraftstoffen ist.

Der Vorteil der Nutzung von synthetischen Kraftstoffen ist, dass bereits bestehende Antriebssysteme und deren Infrastrukturen weiterverwendet werden können. Daher wird diese Option auch als eine langfristige Lösung gehandelt. Die Herstellung der meisten synthetischen Kraftstoffe ist sehr energieaufwendig und der Gesamtwirkungsgrad leidet selbst bei Einsatz in hoch-effizienten Verbrennungsmotoren erheblich darunter. Zudem verursachen sie nach wie vor lokal Emissionen. Für Bestandsfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren könnten sie dennoch eine ökonomisch sinnvolle Möglichkeit zur Dekarbonisierung sein.

Der Busbereich zeigt: Am ausgereiftesten sind batterieelektrische Antriebe als auch Antriebssysteme mit Brennstoffzellen. In der bereits erwähnten Kurzstudie „Klimafreundliche Nutzfahrzeuge“ von VDI und VDE fallen die prognostizierten Gesamtkosten dieser Konzepte verglichen mit Oberleitungs-Lkw und synthetischen Kraftstoffen betriebenen Nutzfahrzeugen niedriger aus. In Zukunft werden diese voraussichtlich durch Massenfertigung weiter sinken. Für beide Technologien ist die Tank- bzw. Ladeinfrastruktur jedoch noch

unzureichend ausgebaut. Sowohl das Ladesäulen- als auch das Wasserstoff-Tankstellennetzwerk entsprechen nicht den Ansprüchen schwerer Nutzfahrzeuge, die höhere Energiemengen und mehr Platz für die Anfahrt der Infrastruktur benötigen.

Für batterieelektrisch betriebene schwere Nutzfahrzeuge wird daher an einer neuen Betankungstechnologie gearbeitet. Das Megawatt Charging System (MCS) wurde speziell für das schnelle Laden schwerer Nutzfahrzeuge entwickelt. Es ist technisch an das für Pkw konzipierte Combined Charging System (CCS) angelehnt und ergänzt die bereits vorhandenen Ladesysteme für batterieelektrische Straßenfahrzeuge. Mit der neuen Technologie kann mit knapp vier Megawatt geladen werden – anstelle der bisher möglichen 500 Kilowatt mit CCS.

„Schätzungsweise bis 2030, wird sich der Markt in Europa gebildet haben, sodass das Megawatt Charging System für schwere elektrifizierte Nutzfahrzeuge zum Alltagsbild gehört“, konstatiert der Normungsexperte Bernd Hormmeyer im [Interview](#) mit der DKE. Auf dem Weg dorthin stünden vor allem die Normung der Ladesysteme auf Fahrzeug- sowie Ladestationsseite und der Ausbau der Infrastruktur im Fokus. Entsprechende Normen sind derzeit bereits bei der DKE und auf europäischer sowie internationaler Ebene in Erarbeitung.

Im Bereich Oberleitungs-Lkw und batterieelektrische Nutzfahrzeuge ist hingegen bereits ein umfangreiches Normenwerk vorhanden, auf das aufgebaut werden kann. So kann für Oberleitungs-Lkw auf die bewährte Technologie und Normung aus der Bahnindustrie zurückgegriffen werden.

Im Bereich Brennstoffzellensysteme ist abhängig von der Speicherung an Bord entweder in gasförmiger oder flüssiger Form, die Standardisierung der Betankung sowie der Wasserstoffspeicherung notwendig.

Aktivitäten im VDE

Die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (DKE) ist für die infrastrukturseitige Normung und Standardisierung verantwortlich. Der Arbeitskreis DKE/AK 351.1.13 „Elektrische Straßensysteme“ beschäftigt sich mit dem Fahren von Nutzfahrzeugen auf Straßen unter Oberleitungen. Hier sollen u.a. die Schnittstellen zwischen den Komitees DKE/K 351 „Elektrische Ausrüstungen für Bahnen“ und DKE/K 353 „Elektrostraßenfahrzeuge“ präzisiert bzw. verschiedene Schutzkonzepte geprüft werden. Darüber hinaus sind resultierend aus einer

[strategischen Partnerschaft](#) zwischen VDE DKE und VDA mehrere Grundlagennormen für MCS auf den Weg gebracht worden: für das neue Ladesystem ist die IEC 61851-23-3 als infrastrukturseitige Systemnorm vorgesehen – hierfür war auf nationaler Ebene der Gemeinschaftsarbeitskreis DKE/GAK 353.0.106 „Laden von schweren elektrischen Nutzfahrzeugen“ zuständig; nach Einreichung des Normungsantrags auf internationaler Ebene werden die weiterführenden Arbeiten nun in den DKE/GAK 353.0.2 „DC-Ladung von Elektrofahrzeugen“ verlagert. Die Normung des neuen MCS-Stecksystems erfolgt im Rahmen der IEC TS 63379 bzw. national im AK 542.4.3 „DC-Steckvorrichtungen zur leitungsgebundenen Netzanbindung von Fahrzeugen“, wobei ein enger Austausch zwischen beiden Arbeitskreisen sowie dem VDA besteht – hier befindet sich u. a. die ISO 5474-3 als fahrzeugseitige Systemnorm bzw. Nachfolger der ISO 17409 in Erarbeitung; diese beinhaltet sowohl CCS- als auch MCS-Anforderungen. Zurzeit ist davon auszugehen, dass die Grundlagennormung für MCS bis 2025 abgeschlossen sein wird. Weiterführende Informationen sind in dem [Zwischenbericht](#) der NPM AG 6 zu schweren Nutzfahrzeugen bzw. Standards und Normen für alternative Antriebe zu finden.

Ausblick

Zukünftig werden klimafreundliche alternative Antriebstechnologien bei schweren Nutzfahrzeugen aufgrund von EU-Regularien, -Klimazielen und gesellschaftlichem Konsens an Bedeutung gewinnen.

Im Bereich Oberleitungs-Lkw und batterieelektrische Nutzfahrzeuge existiert zwar ein umfassendes Normenwerk, dennoch werden die bereits bestehenden Normen und Standards auf den neuesten Stand der Technik hin geprüft und ggf. angepasst.

Im Gebiet der mit Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen betriebenen Nutzfahrzeuge herrscht ebenfalls Handlungsbedarf. Hier müssen neue Normen und Standards in Gremien erarbeitet werden, die sich z. B. intensiver mit der Betankung von Wasserstoff oder auch mit der Kraftstoffqualität und den dazugehörigen Prüfkriterien bei synthetischen Kraftstoffen beschäftigen.

Neue Antriebstechnologien im Bereich schwere Nutzfahrzeuge helfen dabei, unsere Zukunft klimafreundlich gestalten zu können und leisten einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige Mobilität der Zukunft.