

Im Klimaschutzprogramm hat die Bundesregierung das Ziel gesetzt, ein Drittel der Fahrleistung im schweren Straßengüterverkehr bis 2030 zu elektrifizieren. Bis 2050 soll der europäische Transportmarkt befördert durch den European Green Deal weitestgehende Klimaneutralität erreichen. In den letzten 30 Jahren konnten durch eine steigende Nachfrage im Straßengüterverkehr trotz Effizienzfortschritten in Summe bisher keine THG-Einsparungen erzielt werden. In Anbetracht der nahezu vollständig durch Diesel-Verbrennungsmotoren angetriebenen Nutzfahrzeugflotten, ist der Handlungsdruck für die kommenden Jahre enorm. Mit den EU-weiten CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge wurde ein zentraler Treiber für Hersteller geschaffen, einen Wechsel zu alternativen Antriebstechnologien umzusetzen. Im Rahmen des Forschungs- und Dialogvorhabens „StratES“ wurde unterstützt durch Expertengespräche mit namhaften Herstellern der Entwicklungsstand und die Perspektiven der elektrischen Antriebsoptionen für schwere Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen auf Basis von (1) Batteriesystemen, (2) Oberleitungen und (3) Wasserstoff-Brennstoffzellen diskutiert.

EU CO₂-Emissionsstandards als Treiber für Antriebstransformationen

Während sich die Bundesregierung bislang nicht auf eine Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs mittels elektrischer Antriebe oder alternativer Kraftstoffe festlegt, zielen die EU-weiten CO₂-Emissionsstandards in der aktuellen Fassung über die Regulierung des betriebsbedingten CO₂-Ausstoßes auf einen Wechsel des Antriebsstranges. Hersteller regulierter Nutzfahrzeuge (über 16 Tonnen) werden verpflichtet die CO₂-Emissionen ihrer neuzugelassenen Flotten ab dem Jahr 2025 um 15 % und ab dem Jahr 2030 auf 30 % zu senken. Der Referenzwert wird in den Jahren 2019/2020 im EU-Durchschnitt ermittelt.

Der über ein hierfür entwickeltes Tool (VECTO) erfasste CO₂-Ausstoß der Flotte wird gemäß der Regulierung über Gewichtungsfaktoren für verschiedene Fahrzeuggruppen, Einsatzprofile und Nutzlasten bestimmt. Auf Basis veröffentlichter Werte der ACEA (Europäischer Automobilherstellerverband), beträgt dieser Referenzwert im EU-Durchschnitt vorläufig 52 Gramm CO₂ pro Tonnenkilometer (Bild 1). Eine gewisse Streuung um diesen Wert deutet daraufhin, dass einige Hersteller ihre Ziele zum Teil über eine Ansammlung von Emissionsguthaben erfüllen können.

Im EU-Durchschnitt ist eine Zielerfüllung über Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch möglich, über

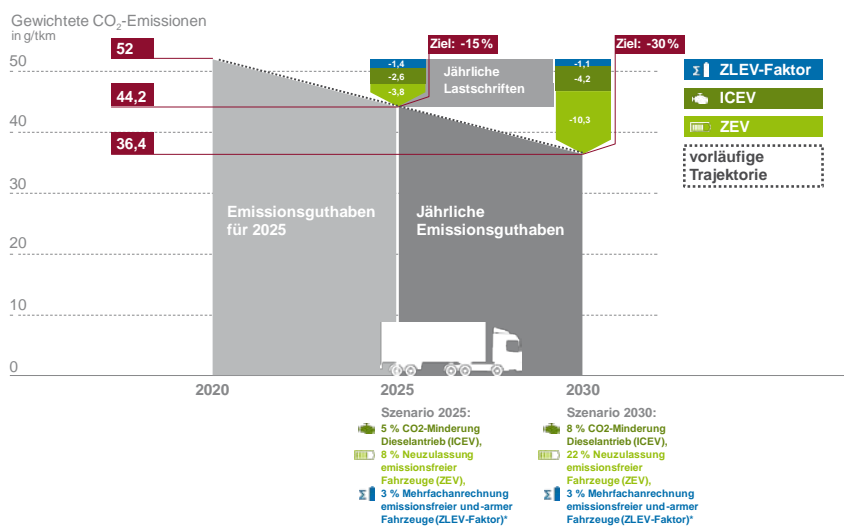


Bild 1: EU CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge und mögliche Szenarien der Zielerfüllung im EU-Durchschnitt. Für Hersteller regulierter Fahrzeuge gilt ab 2025 ein Zielwert von vorläufig 44 g CO₂/tkm. Wird dieses Ziel nicht erreicht entstehen monetäre Lasten, Herstellern können allerdings für einen gewichteten CO₂-Ausstoß unterhalb der linearen Trajektorie auch Emissionsguthaben angerechnet werden.

Quelle: ACEA 2020 (Position Paper "CO₂ emissions from heavy-duty vehicles") und eigene Berechnungen









	 Batterieelektrischer-Lkw	 Oberleitungs-Lkw	 Brennstoffzellen-Lkw
 OEM-Hersteller	Daimler Trucks, MAN Truck and Bus, Volvo Trucks, DAF, Renault Trucks, Scania	Scania (und Siemens)	Scania, Hyundai Truck and Bus
 Fahrzeug-einsatz	Vor-Serienmodelle	Prototypen	Prototypen, Vor-Serienmodelle
 Technische Spezifikationen	Gewicht: bis 26 t E-Motor: bis 250 kW Batterie: bis 240 kWh Reichweite: bis 200 km	Gewicht: bis 40 t E-Motor: 130 kW Diesel-Hybrid Ausfahrbare Stromabnehmer	Gewicht: bis 36 t E-Motor: bis 350 kW Batterie: bis 73 kWh H2-Tank: 32 kg, 350 bar Reichweite: 400 km
 Derzeitige Einsatzgebiete	Nah- und Regionalverkehr	Pendelverkehr	Nah- und Regionalverkehr In der Schweiz und Norwegen
 Energieinfrastruktur	Depotladen bei unter 150 kW	3 Teststrecken á 4-5 km auf Bundesautobahnen und -fernstraßen	Bislang keine Lkw-H ₂ -Tankstelle in Deutschland

Bild 2: Übersicht zu laufenden Praxiseinsätzen elektrischer schwerer Lkw in Deutschland (Stand: 09/2020). Neben den aufgeführten OEMs sind einige Unternehmen bereits seit Jahren auf die Umrüstung von konventionellen Lkw auf elektrische Antriebe spezialisiert. Für die kommenden Jahre wird herstellerübergreifend zunächst ein Markthochlauf von Batterie-Lkw im regionalen Verteilerverkehr erwartet.

Neuzulassungen emissionsfreier und -armer Antriebe (ZLEV) sowie bis zu 3 % über den sogenannten ZLEV-Faktor, der über Mehrfachanrechnungen zusätzlich die Neuzulassung emissionsfreier und -armer regulierter als auch einiger nicht-regulierter Fahrzeuge anreizt.

Mögliche Effizienzsteigerungen beim Diesel-Antrieb beziffern die Hersteller in den Gesprächen mit etwa 5-8 % bis 2030. Wird der übrige Anteil über Neuzulassungen von Nullemissionsfahrzeugen in gleichmäßiger Verteilung über die regulierten Untergruppen gedeckt, ergibt sich daraus rechnerisch im Mittel ein Bedarf von 8 % Nullemissionsfahrzeugen für 2025 und 22 % für das Jahr 2030 (Bild 1). Ein Beitrag von potenziell emissionsmindernden Technologien (z.B. Plug-in Hybride) wäre mit einem entsprechend höheren Zulassungsanteil verknüpft. Durch die höhere Gewichtung von Einsatzprofilen im Fernverkehr ergibt sich zudem eine Notwendigkeit langstreckenfähiger Lkw mit elektrischem Antrieb zuzulassen.

Technologievorsprung für Batterie-Lkw

Im regionalen Verteilerverkehr werden bereits vermehrt elektrische schwere Nutzfahrzeuge in der Praxis eingesetzt (Bild 2). Insbesondere für den batterieelektrischen Lkw existieren Vor-Serienmodelle diverser OEM-Marken mit einem zulässigen Gesamtgewicht von bis zu 26 t und einer Reichweite von ca. 200 km. Die Batteriesysteme weisen bei Kapazitäten bis 300 kWh Gewichte unterhalb der zusätzlich zulässigen 2 t für elektrische Antriebe auf. Technische Entwicklungen zielen auf eine weitere Steigerung der Energiespeicherdichte zur Abdeckung höherer Reichweitenanforderungen sowie auf eine langlebige Robustheit gegenüber täglichen Ladeprofilen.

Herstellerübergreifend wird in den kommenden Jahren ein Markthochlauf batterieelektrischer Lkw für den regionalen Verteilerverkehr verfolgt. Gleichzeitig

bestehen branchenweite Initiativen zur Entwicklung und Standardisierung von Schnellladesystemen für Nutzfahrzeuge (z.B. CharIn).

Die Problematik der limitierten elektrischen Reichweite und der Zeitverluste beim stationären Laden wird beim Oberleitungs-Lkw durch eine direkte Stromversorgung aus einer elektrischen Oberleitung gelöst. Auf drei Teststrecken in Deutschland von je 4-5 km Länge pro Fahrtrichtung (ELISA, FESH, eWayBW) wird die Technologie mit Diesel-Hybridfahrzeugen von Scania erprobt, die mit einem ausfahrbaren Stromabnehmer ausgerüstet sind. Perspektivisch könnten Oberleitungs-Lkw auf einem 4.000 km langen Autobahn-Kernnetz rund ein Drittel der Gesamtfahrleistung schwerer Lkw in Deutschland übernehmen. Die Entwicklung der Technologie ist bislang auf wenige Akteure fokussiert.

Schwere Brennstoffzellen-Lkw erzielen bereits Reichweiten von 400 km, darunter auch ein Vor-Serienmodell von Hyundai. Bei einer nachhaltigen Produktion von Wasserstoff auf Basis erneuerbaren Stroms wird der Gesamtwirkungsgrad gegenüber den rein elektrischen Antrieben allerdings halbiert. Bislang sind Praxiseinsätze von OEMs im europäischen Ausland angesiedelt (z.B. Norwegen, Schweiz), Ankündigungen von Daimler Trucks und Iveco (Nikola) deuten auf zunehmende Aktivitäten in den kommenden Jahren. Mit einem Markthochlauf rechnen die Interviewpartner in der zweiten Hälfte dieses Jahrzehnts.

Kontakt

Dr. Katharina Göckeler
k.goeckeler@oeko.de
 Öko-Institut e.V.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Prof. Dr. Tobias Bernecker
 Hochschule Heilbronn