E-Bus-Radar

Das Jahrzehnt des E-Busses nimmt Fahrt auf!

Der Ausbau des öffentlichen Verkehrsangebots ist eine zentrale Voraussetzung für die Erreichung der ambitionierten Klimaschutzziele im Verkehr. Durch die Umstellung der Busflotten auf emissionsfreie Antriebe wird ein ohnehin umweltfreundliches Verkehrsmittel zum Vorreiter in Sachen Klimaschutz.

Bei vielen Verkehrsunternehmen ist die Flottenumstellung in vollem Gange, viele weitere stehen mit ambitionierten Planungen in den Startlöchern. Doch wie (fast) alles hat auch dies einen Preis.

Um die Transformation erfolgreich umsetzen zu können, benötigen Kommunen und Betreiber umfassende finanzielle Unterstützung, sowohl für Investitionen als auch für den Betrieb. Doch dies ist eine Investition, die sich lohnt: in Klimaschutz und Lebensqualität!

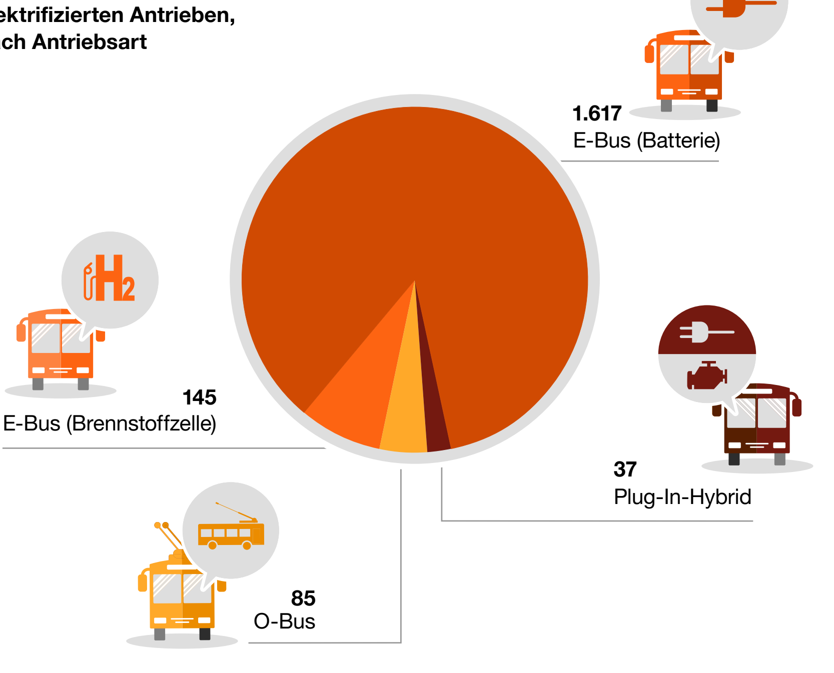
Aber wie ist die aktuelle Situation in Deutschland? Hierzu liefert der E-Bus-Radar die Antworten.

Elektrifizierte Antriebe im Busverkehr mit exponentiellem Wachstum

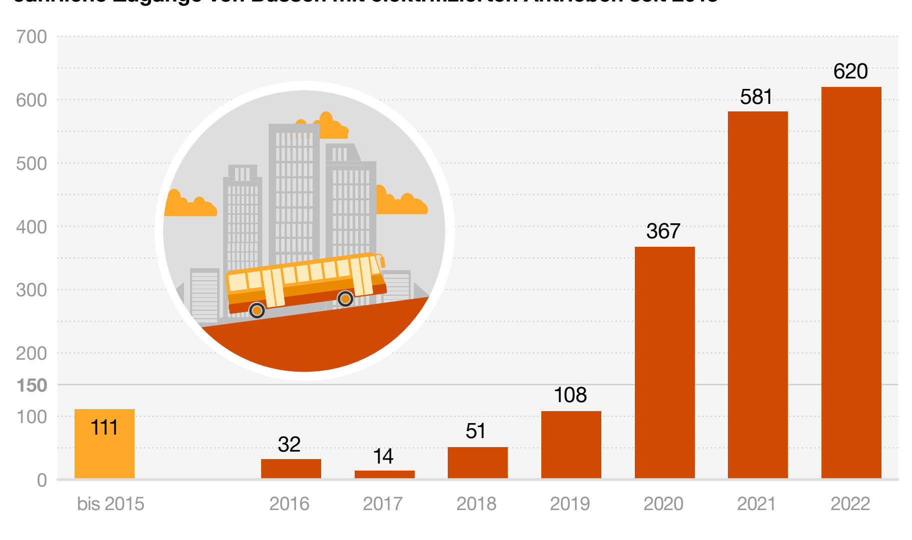
Aktuell sind 1.884 Busse mit elektrifizierten Antrieben auf Deutschlands Straßen unterwegs. Davon sind mehr als die Hälfte in den letzten zwei Jahren in Betrieb genommen worden.

Hinweis: Im E-Bus-Radar werden ausschließlich Busse der Fahrzeugklasse M3 mit elektrifizierten Antrieben und externer Energiezufuhr betrachtet, die im Sinne der Clean Vehicles Directive (CVD) als „sauber“ bzw. „emissionsfrei“ gelten.

Anzahl der 2022 in Deutschland betriebenen Busse mit elektrifizierten Antrieben, nach Antriebsart

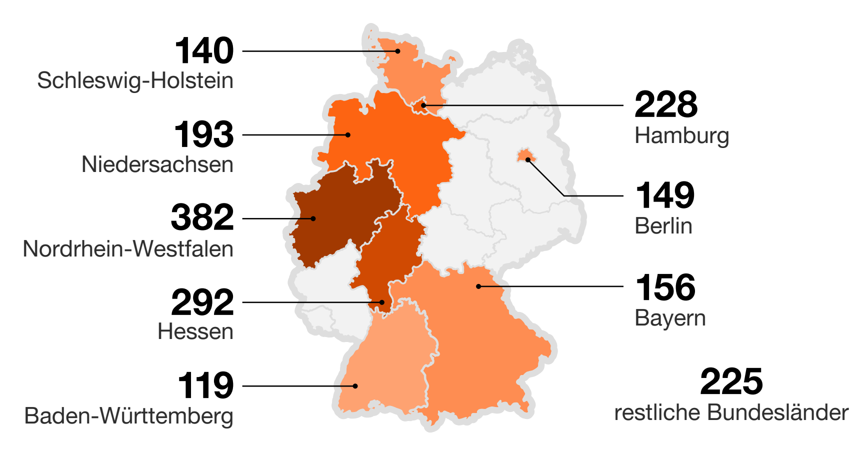


Jährliche Zugänge von Bussen mit elektrifizierten Antrieben seit 2013



Vorreiter im Betrieb elektrifizierter Busse sind acht Bundesländer mit jeweils über 100 eingesetzten Fahrzeugen. Rund die Hälfte der Busse mit elektrifiziertem Antrieb ist in Nordrhein-Westfalen, Hessen und Hamburg im Einsatz.

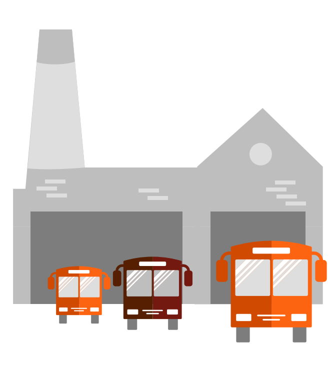
Top 8 Bundesländer nach Anzahl der betriebenen Busse mit elektrifizierten Antrieben



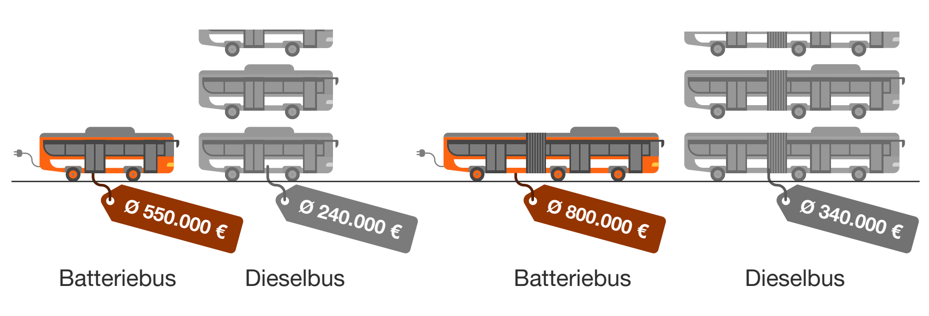
Mit einem gemeinsamen Marktanteil von rund 80 Prozent teilen sich aktuell fünf Fahrzeughersteller den Großteil des Marktes.

Top 5 Hersteller von in Deutschland im Betrieb befindlichen Bussen mit elektrischen Antrieben

	Gesamt	davon Batteriebusse
Mercedes-Benz EvoBus, D	692	665
Solaris PL	372	267
VDL NL	299	299
MAN D	119	119
BYD CN	76	76



Für die Beschaffung batterieelektrischer Busse fallen in der aktuellen Marktsituation noch erhebliche Mehrkosten an. Ein 12 m-Solobus mit batterieelektrischem Antrieb kostet im Vergleich zu einem konventionellen Dieselbus etwa das 2,5-fache. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur sowie der Ausbau und die Ertüchtigung der Betriebshöfe erfordert weitere umfangreiche Investitionen. Zudem entsteht häufig ein erheblicher zusätzlicher Flächenbedarf.



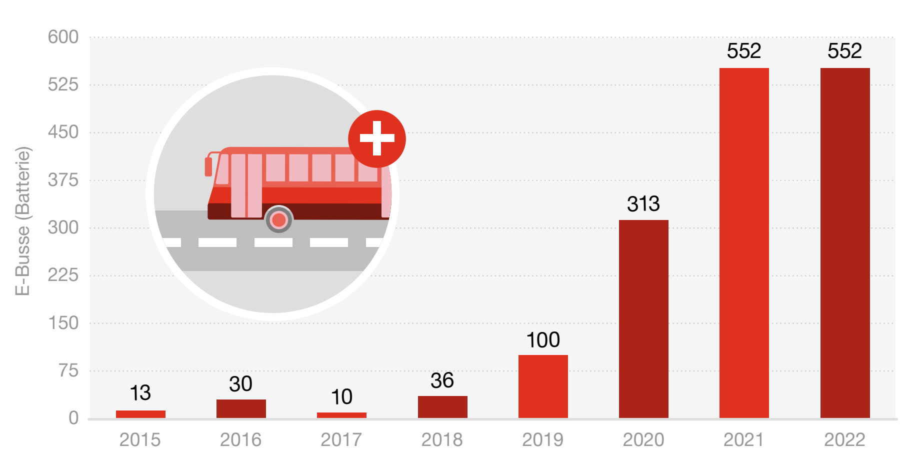
Die Betriebskosten von elektrisch betriebenen Bussen lassen sich durch den Verkauf von Emissionszertifikaten zusätzlich kompensieren

Mit dem Gesetz zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungsquote (THG-Quote) haben Verkehrsunternehmen seit Beginn des Jahres 2022 die Möglichkeit, durch den Einsatz vollelektrischer Busse eingespartes CO_2 in Form von CO_2-Äquivalenten direkt oder indirekt über einen Intermediär zu verkaufen. Je vollelektrischem Bus können durch den Verkauf der Zertifikate bis zu 15.000 Euro jährlich realisiert werden. Die durch den THG-Quotenhandel möglichen Zusatzeinnahmen sind von der THG-Quote und dem deutschen Strommix abhängig, nicht jedoch von den tatsächlich zurückgelegten Fahrzeugkilometern.

Batteriebusse – Technologie mit starkem Wachstum

In den Jahren 2017 bis 2021 hat sich die Anzahl der jährlichen Neubeschaffungen von Batteriebussen jeweils nahezu verdoppelt. Im Jahr 2022 liegt der Bestandszuwachs der im ÖPNV eingesetzten Batteriebusse auf Vorjahresniveau. Durch dieses Wachstum ist der Batteriebus weiterhin mit Abstand die am weitesten verbreitete E-Bus-Variante. Diese Entwicklung wird sich durch die mittlerweile große Angebotsvielfalt in den nächsten Jahren weiter fortsetzen. Der gebremste Anstieg des Wachstums verdeutlicht aber auch den weiterhin hohen Förderbedarf.

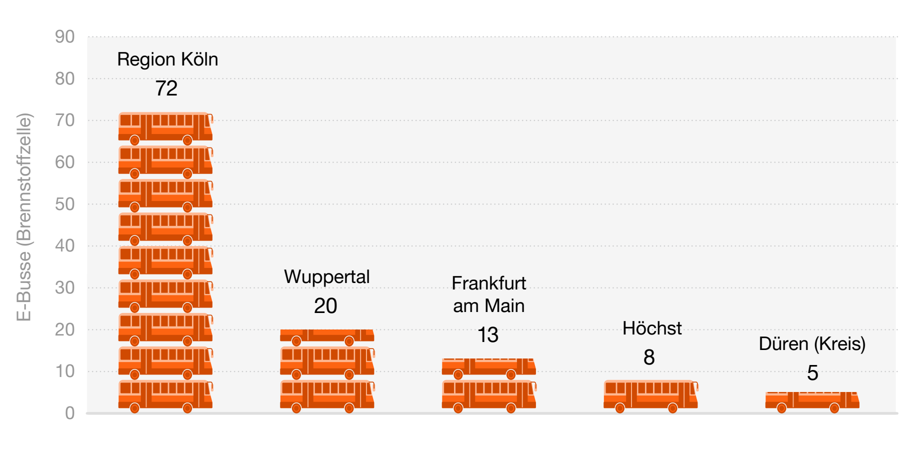
Jährliche Zugänge von Batteriebussen seit 2015



E-Busse mit Brennstoffzelle – Technologie mit großer Zukunft?

Mit knapp 150 Fahrzeugen sind Elektrobusse mit Brennstoffzellenantrieb aktuell weniger stark verbreitet. Auch mit Blick auf das verfügbare Fahrzeugangebot der Hersteller zeigt sich aktuell noch eine geringere Bedeutung des Brennstoffzellenantriebs. In einigen Städten gibt es jedoch schon größere Flotten und ambitionierte Zukunftsplanungen für wasserstoffbetriebene Busflotten.

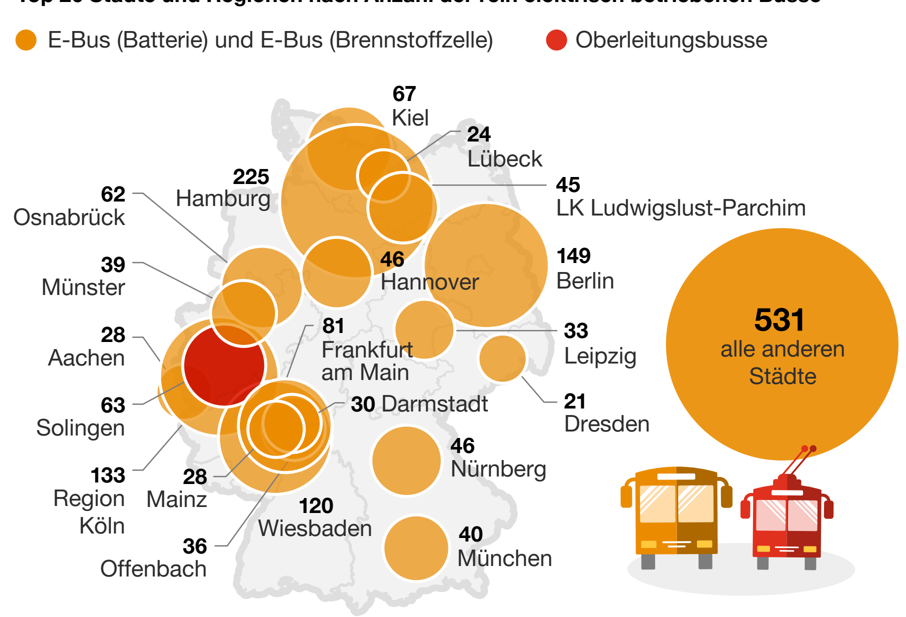
Top 5 Städte/Regionen nach Anzahl der betriebenen Brennstoffzellenbusse in Deutschland



1.847 rein elektrisch betriebene Busse im Einsatz

Momentan sind deutschlandweit 1.847 rein elektrisch betriebene Fahrzeuge in 131 Städten und Landkreisen im Einsatz – davon 85 Oberleitungsbusse. Neben den mit Oberleitungsbussystemen ausgestatteten Städten Solingen, Esslingen und Eberswalde spielen reine E-Busse auch in ersten Vorreiterstädten eine zunehmend wichtige Rolle in den Busflotten.

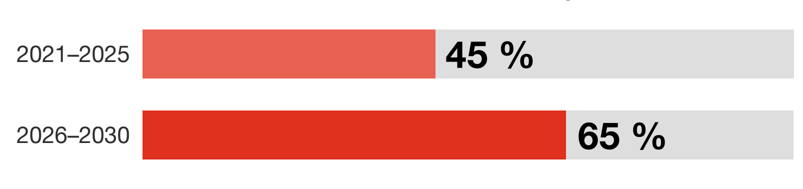
Top 20 Städte und Regionen nach Anzahl der rein elektrisch betriebenen Busse



E-Busse – deutlicher Ausbau geplant

Bis Mitte des Jahrzehnts ist bislang die Anschaffung von rund 3.900 weiteren rein elektrisch angetriebenen Bussen geplant, davon mehr als 500 mit Brennstoffzellenantrieb. Bis zum Jahr 2030 sind derzeit Planungen für die Anschaffung von mehr als 6.600 weiteren elektrisch angetriebenen Bussen bekannt. Somit wären im Jahr 2030 rund 8.500 E-Busse mit rein elektrischem Antrieb auf deutschen Straßen im Einsatz. Den ersten beiden Förderaufrufen des Förderprogramms des BMDV für Busse mit alternativen Antrieben folgten daher auch viele Verkehrsunternehmen mit der Einreichung von Förderskizzen. Dies führte dazu, dass beide Aufrufe stark überzeichnet waren. Damit die Beschaffungsplanungen realisiert werden können, gibt es daher auch in Zukunft weiter großen Förderbedarf.

Verbindliche Vorgaben der Clean Vehicles Directive für die Beschaffung von sauberen Bussen – Mindestanteile an den Neubeschaffungen

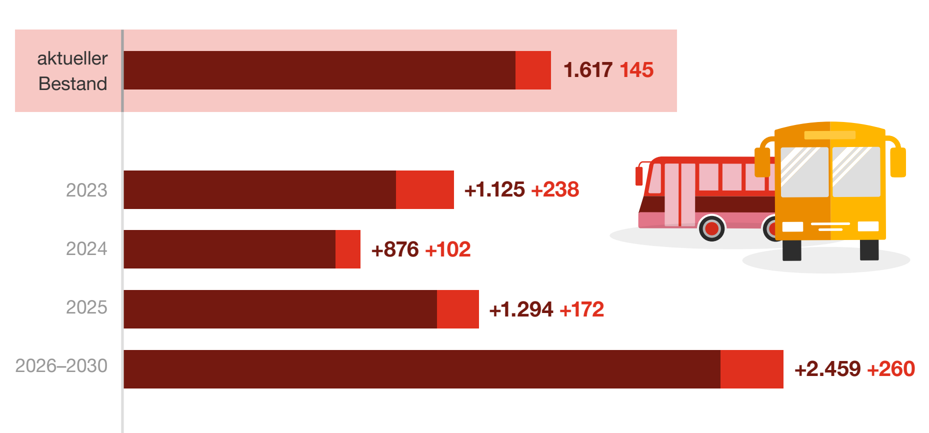


Seit August 2021 sind Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger dazu verpflichtet, Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zu beschaffen

Die Clean Vehicles Directive verpflichtet Verkehrsunternehmen, zwischen August 2021 und Dezember 2025 mindestens 45 % „saubere“ Fahrzeuge (z. B. Plug-In-Hybridbusse) zu beschaffen, wovon mindestens die Hälfte (22,5 %) „emissionsfrei“ (insbesondere Batterie- und Brennstoffzellenbusse) sein muss. Ab Januar 2026 steigen die Mindestquoten auf 65 % bzw. 32,5 %. Diese Beschaffungsquoten beziehen sich unabhängig von ihrem Einsatzgebiet ausschließlich auf sogenannte „Stadtbusse“ (Zulassungsklassen M3 I und A), während „Überlandbusse“ (Zulassungsklassen M3 II und B) derzeit nicht von der CVD erfasst werden. Infolgedessen sollten Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger eine Elektrifizierungsstrategie erstellen.

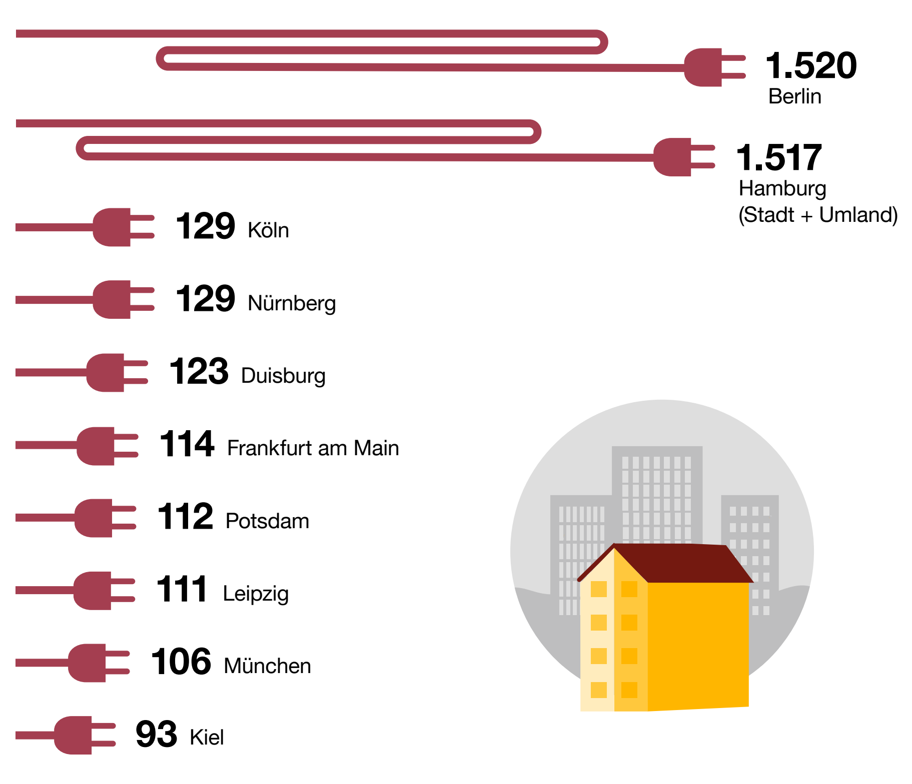
Wir unterstützen Sie gern mit unserer Expertise auf Ihrem Weg in die E-Mobilität.

Geplante Entwicklung des Bestands rein elektrisch angetriebener Busse



Diese zehn Städte planen derzeit besonders umfangreiche Anschaffungen von E-Bussen zum Ausbau des elektrifizierten Nahverkehrs. Aber auch andernorts gibt es große Pläne.

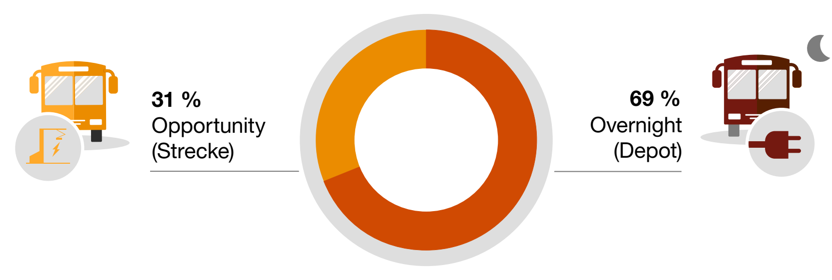
Top 10 Städte nach geplanter Anschaffung rein elektrisch betriebener Busse bis zum Jahr 2030



Welche Ladestrategie/-technik setzt sich durch?

Der Aufbau der Lade- bzw. Betankungsinfrastruktur ist eine der zentralen Herausforderungen der Flottentransformation. Dies gilt für Busse im ÖPNV genauso wie für Pkw. Bei den eingesetzten E-Bussen mit Batterie wird immer häufiger auf das Vollladen im Depot (Overnight Charging) gesetzt. Das Gelegenheitsladen mithilfe von Ladeinfrastruktur entlang der Strecke (Opportunity Charging) erfolgt in der Regel über einen Pantographen.

Anteil der aktuell eingesetzten E-Busse (Batterie) nach Ladestrategie



Kommende Top-Themen

Die Umstellung der Busflotten auf emissionsfreie Antriebe stellt Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger vor große Herausforderungen, bietet aber zugleich auch neue Chancen und Entwicklungspotenziale. In den kommenden Jahren werden insbesondere die Aspekte Standardisierung, Daten und Recycling im Fokus stehen. Zunehmend rückt dabei auch die Dekarbonisierung des Regionalverkehrs in den Fokus.

Regionalverkehr – Herausforderungen auch für Aufgabenträger und Mittelstand
Bisher standen vor allem Stadtverkehre im Fokus der Flottenumstellung. Da aber die CVD auch auf Ebene der ÖPNV-Aufgabenträger (i. d. R. Städte und Landkreise) greift, sind zunehmend auch Verkehre in ländlich geprägten Regionen auf emissionsfreie Antriebe umzustellen, sofern hierfür CVD-relevante „Stadtbusse“ eingesetzt werden. Aufgabenträger müssen ihre ÖPNV-Vergaben entsprechend gestalten, um die an sie gestellten gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen (Hinweis: Für Aufgabenträger bezieht sich die CVD auf die gesamte, im Rahmen öffentlicher Dienstleistungsaufträge im ÖPNV eingesetzte Busflotte). Dadurch müssen sich zukünftig vermehrt auch kleinere und mittelständische Verkehrsunternehmen auf die Antriebswende einstellen.

Standardisierung
Die Einführung von E-Bussen bringt viele Schnittstellen mit sich. Zudem wird die Komplexität durch die hohe Individualität von Fahrzeug- und Infrastrukturkonfigurationen getrieben. Um die Komplexität zu verringern und Anschaffungs- und Betriebskosten zu senken, sollten zukünftig verstärkt branchenweite Standards für Fahrzeuge und Lade-/Betankungsinfrastruktur ausgebildet werden.

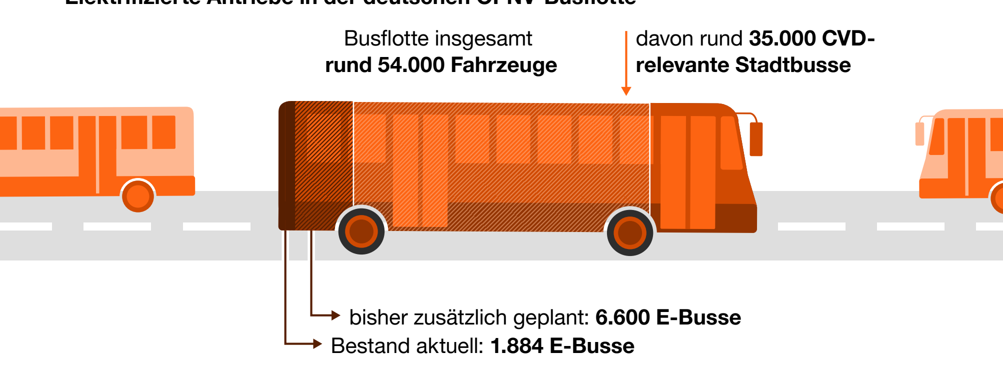
Daten
Die Digitalisierung der E-Bus-Systeme bietet große Chancen zur Optimierung von Betriebsabläufen. So kann die Effizienz und Zuverlässigkeit durch die Nutzung von (Echtzeit-)Daten gesteigert und Kosten können gesenkt werden. Wichtige Fragen in diesem Kontext stellen sich hinsichtlich des Eigentums und der Nutzung der Daten.

Recycling
Die Antriebsbatterie unterliegt einem hohen „Verschleiß“ und immer mehr Batterien erreichen das Ende ihrer Nutzbarkeit im Fahrzeug. Sowohl im Sinne der Wirtschaftlichkeit als auch in Bezug auf Nachhaltigkeit müssen Lösungen für den Umgang mit Altbatterien ausgerollt werden. Zwar existieren bereits Recycling- und Second-Life-Konzepte, diese müssen aber in Richtung Praxistauglichkeit und Wirtschaftlichkeit weiterentwickelt werden.

Wo steht die E-Mobilität im ÖPNV?

Angesichts der Größe des Gesamtmarktes ist festzustellen, dass die Umstellung auf elektrische Antriebe im öffentlichen Nahverkehr noch am Anfang steht. Aktuell machen Plug-In-Hybrid- und Elektrobusse rund 3,5 Prozent der gesamten ÖPNV-Busflotte aus. Bezogen auf die von der CVD erfassten relevanten Stadtbusse beträgt der Anteil sogar 5,4 Prozent.

Elektrifizierte Antriebe in der deutschen ÖPNV-Busflotte



Das weitere Wachstum wird sich nicht auf diese rund 6.600 Fahrzeuge beschränken. Hierbei handelt es sich lediglich um bereits angekündigte Anschaffungen. Ein Großteil der Vergaben steht noch aus, und der Markt für alternative Busantriebe wird erheblich weiter wachsen. Starke Impulse hierfür setzt die Clean Vehicles Directive der EU, die verpflichtende Mindestquoten für die Beschaffung von sauberen bzw. emissionsfreien Bussen vorgibt. Die Verkehrsunternehmen und Kommunen sind mit ihren umfassenden Planungen und Anstrengungen auf einem guten Weg, um diese Vorgaben zu erfüllen. Dabei sind sie jedoch insbesondere in Zeiten, die stark von den Folgen der aktuellen geopolitischen Krisen geprägt sind, auf finanzielle Unterstützung angewiesen. Dann werden wir auf ein Jahrzehnt des E-Busses zurückblicken können!

6. Ausgabe, Datenstand: 31. Dezember 2022

PwC führt aktuell die „Begleituntersuchung zur Förderung von Elektrobussen im ÖPNV“ im Auftrags des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) durch. Die dargestellten Informationen wurden teilweise im Rahmen dieses Projektes erarbeitet.

Ihr Ansprechpartner:
Maximilian Rohs
Senior Manager Infrastructure & Mobility
Tel.: +49 211 981-4252
E-Mail: maximilian.rohs@pwc.com

Autoren: Maximilian Rohs, Felix Krewerth

Über uns:
Unsere Mandanten stehen tagtäglich vor vielfältigen Aufgaben, möchten neue Ideen umsetzen und suchen unseren Rat. Sie erwarten, dass wir sie ganzheitlich betreuen und praxisorientierte Lösungen mit größtmöglichem Nutzen entwickeln. Deshalb setzen wir für jeden Mandanten, ob Global Player, Familienunternehmen oder kommunaler Träger, unser gesamtes Potenzial ein: Erfahrung, Branchenkenntnis, Fachwissen, Qualitätsanspruch, Innovationskraft und die Ressourcen unseres Expert:innennetzwerks in 152 Ländern. Besonders wichtig ist uns die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unseren Mandanten, denn je besser wir sie kennen und verstehen, umso gezielter können wir sie unterstützen.

PwC Deutschland. Mehr als 13.000 engagierte Menschen an 21 Standorten. Knapp 2,61 Mrd. Euro Gesamtleistung. Führende Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft in Deutschland.

© März 2023 PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Alle Rechte vorbehalten. „PwC“ bezeichnet in diesem Dokument die PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, die eine Mitgliedsgesellschaft der PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL) ist. Jede der Mitgliedsgesellschaften der PwCIL ist eine rechtlich selbstständige Gesellschaft.
Weitere Details auf www.pwc.de/e-bus-radar

© PwC