

---

# Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit

---

Berichte der Bundesanstalt  
für Straßenwesen  
Mensch und Sicherheit Heft M 346

---

# **Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit**

**Berichtszeitraum 2019-2021**

---

von

Martin Pöppel-Decker, Maxim Bierbach, Conrad Piasecki, Susanne Schönebeck

---

Berichte der Bundesanstalt  
für Straßenwesen  
Mensch und Sicherheit Heft M 346

**bast**   
Bundesanstalt für  
Straßenwesen

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M - Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Seit 2015 stehen die Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<https://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 42.88003  
Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit – Berichtszeitraum 2019-2021

Fachbetreuung:  
Martin Pöppel-Decker

Referat:  
Unfallanalyse, Unfallstatistik

Herausgeber:  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion:  
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltungskonzept:  
MedienMélange: Kommunikation

Druck und Verlag:  
Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53 | Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9315 | ISBN 978-3-95606-786-0 | <https://doi.org/10.60850/bericht-m346>

Bergisch Gladbach, Juli 2024

# Kurzfassung – Abstract

## **Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit – Berichtszeitraum 2019-2021**

Um die Entwicklung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb in Deutschland beurteilen zu können, initiierte die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) schon im Jahr 2010 die Einrichtung einer langfristigen Beobachtung des Fahrzeugmarktes und des Unfallgeschehens von Fahrzeugen mit alternativen Antriebsarten mit dem Ziel, die tatsächliche Umsetzung des technologischen Fortschritts in marktgängige Produkte zu verfolgen, frühzeitig Kenntnis über die Bestandsentwicklung zu erhalten sowie mögliche Fehlentwicklungen – insbesondere mit Blick auf die Verkehrssicherheit – zu identifizieren. Vor allem die Betrachtung des letzten Punktes soll die Möglichkeit schaffen, Vorschläge für eine sinnvolle Steuerung der Entwicklung leisten zu können.

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb stieg von rund 900.000 Fahrzeugen im Jahr 2019 auf rund 1,74 Millionen Pkw im Jahr 2021 (ein Plus von 91 %). Die größte Gruppe stellen Hybridfahrzeuge mit mehr als 1.1 Millionen Pkw, dessen Bestand sich seit 2019 fast verdreifacht hat. Die Entwicklung des Plug-In-Hybrid-Bestandes ist noch deutlicher: im Zeitraum von 2019 bis 2021 stieg der Wert auf das 4-fache. Bei reinen Elektro-Pkw stieg der Bestand auf 300.083 Fahrzeuge im Jahre 2021. Lediglich der Bestand von Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Flüssiggas (LPG) fahren, ist rückläufig. In 2021 stellen sie nur noch 25 % aller Pkw mit alternativem Antrieb. Der bisherige Trend setzt sich bei allen alternativen Antriebsarten auch im Jahr 2022 fort. Der Bestand von Pkw mit alternativem Antrieb lag im Jahr 2022 schon bei 2,70 Millionen Fahrzeugen. Im Januar 2022 wurden bereits 618.460 Pkw mit reinem Elektroantrieb registriert; eine Verdopplung gegenüber 2021.

## **Alternative drive technology: market penetration and consequences for road safety – years of reporting 2019-2021**

In order to be able to assess the development of vehicles with alternative drive systems in Germany, the Federal Highway Research Institute (BASt), on behalf of the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), initiated a long-term monitoring of the vehicle market and the accident history of vehicles with alternative drive systems in 2010. It aimed at tracking the actual implementation of technological progress in marketable products, gaining early knowledge of the development of the vehicle population and identifying possible undesirable developments – particularly with regard to road safety. Above all, consideration of the last point should make it possible to make proposals for sensible control of development.

The number of passenger cars with alternative drive systems increased from around 900,000 vehicles in 2019 to 1.74 million cars in 2021 (an increase of 91 %). Among these, the number of hybrid vehicles has almost tripled since 2019. They make up the largest group with more than 1.1 million vehicles. The development of plug-in hybrid vehicles is even more pronounced: the figure increased fourfold in the period from 2019 to 2021. The number of all-electric vehicles increased to 300,083 vehicles in 2021. On the contrary to these increases the numbers of passenger cars powered by natural gas (CNG) or

liquefied petroleum gas (LPG) continue to decline. In 2021, they only accounted for 25 % of all cars with alternative drive systems. The development is continuing for all types of alternative drive systems in 2022. The vehicle stock comprised 2.70 million vehicles in 2022. In January 2022, 618,460 passenger cars with all-electric drive systems were already registered; a doubling compared to 2021.

---

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Entwicklungslinien alternativer Antriebs- technologien</b>	<b>8</b>
2.1	Erdgas (CNG: Methan), Autogas (LPG: Butan/Propan) und Flüssigerdgas (LNG)	8
2.1.1	Erdgas (CNG)	9
2.1.2	Autogas (LPG)	10
2.1.3	Flüssigerdgas (LNG)	11
2.1.4	Wasserstoff H <sub>2</sub>	11
2.2	Elektromobilität	13
2.2.1	Hybrid-Elektro-Fahrzeuge (engl.: Hybrid Electric Vehicle, HEV)	13
2.2.2	Brennstoffzellenfahrzeuge (engl.: Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV))	14
2.2.3	Elektrofahrzeuge [Batterie-Fahrzeuge – engl.: Battery Electric Vehicle (BEV)]	15
2.2.4	Aufladung von Elektrofahrzeugen	16
2.3	Elektrisch angetriebene Krafträder	20
2.4	Alternative Antriebe bei Nutzfahrzeugen und Kraftomnibussen	21
2.4.1	Nutzfahrzeugbereich	21
2.4.2	Kraftomnibusse mit alternativem Antrieb	21
<b>3</b>	<b>Bestandsentwicklung</b>	<b>24</b>
3.1	Bestandsentwicklung bei Personenkraftwagen	25
3.2	Bestandsentwicklung bei den Fahrzeuggruppen Kraftrad, Kraftomnibus und leichte Lkw (N1-Fahrzeuge)	30
3.2.1	Krafträder	30
3.2.2	Kraftomnibusse	31
3.2.3	N1-Fahrzeuge	32
3.2.4	Lkw nach Nutzlast	34
3.3	Räumliche Verteilung des Bestandes an Pkw mit alternativen Antrieben	34

4	Unfallgeschehen	42
4.1	Datengrundlage	42
4.2	Unfallbeteiligung nach Kraftstoffart	43
4.3	Beteiligte Pkw nach Kraftstoffart und Ortslage	44
4.4	Pkw-Unfälle unter Beteiligung eines ungeschützten Verkehrsteilnehmers (Fußgänger/Radfahrer)	44
4.5	Beteiligte Pkw nach KBA-Segment und Kraftstoffart	47
5	Zusammenfassung	48
	Literatur	51
	Bilder	56
	Tabellen	57
	Anhang	59

# 1 Einleitung

Die Sorge über den Klimawandel, endliche Mineralölreserven und der Wunsch, bei der Energieversorgung nicht von einzelnen, eventuell politisch unberechenbaren Lieferländern abzuhängen, führen dazu, dass nach Ergänzungen oder Alternativen zu den etablierten Energieträgern gesucht wird. Der nachfolgend verwendete Begriff „Alternative Antriebe“ umfasst Antriebsvarianten von Straßenverkehrsfahrzeugen, die sich hinsichtlich Energieart oder konstruktiver Lösung von den herkömmlichen Antriebstechniken unterscheiden. Mit deren Anwendung verbindet sich der Anspruch, negative Auswirkungen herkömmlicher Antriebe wie Umweltbelastung oder Erschöpfung fossiler Treibstoff-Quellen verringern zu können.

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb (Summe aus reinen Elektrofahrzeugen, Hybriden, Gas- und Brennstoffzellenfahrzeugen) stieg von rund 900.000 Fahrzeugen im Jahr 2019 auf rund 1,7 Mio. Pkw im Jahr 2021 (ein Plus von 91 %). Auch im Jahr 2022 setzte sich dieser Trend fort. Im Januar 2022 waren 2,7 Mio. Pkw mit einem alternativen Antrieb zugelassen. Benzin- und Dieselfahrzeuge machen zusammen jedoch immer noch rund 94 % des Pkw-Gesamtbestandes aus (2022 knapp 46 Millionen Fahrzeuge). Um die zukünftige Entwicklung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb in Deutschland beurteilen zu können, initiierte die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMDV) schon im Jahr 2010 die Einrichtung einer langfristigen Beobachtung des Fahrzeugmarktes und des Unfallgeschehens von Fahrzeugen mit alternativen Antriebsarten mit dem Ziel, die tatsächliche Umsetzung des technologischen Fortschritts in marktgängige Produkte zu verfolgen, frühzeitig Kenntnis über die Bestandsentwicklung zu erhalten sowie mögliche Fehlentwicklungen – insbesondere mit Blick auf die Verkehrssicherheit – zu identifizieren.

Die alternativen Antriebstechniken kommen neben Pkw auch in anderen Fahrzeuggruppen zur Anwendung. Die ersten elektrisch betriebenen Kraftomnibusse, Lastkraftwagen und Krafträder mit amtlichem Kennzeichen tauchen in der Verkehrsunfallstatistik auf. Im vorliegenden Bericht werden deshalb diese drei Fahrzeuggruppen neben den Pkw berücksichtigt. Aus der Gruppe der Lastkraftwagen wurden Fahrzeuge mit einer Nutzlast von weniger als 2 t sowie mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3,5 t analysiert.

Nachfolgend werden in Kapitel 2 die technischen Entwicklungslinien des Marktes für Fahrzeuge mit alternativem Antrieb dargestellt. In den Kapiteln 3 und 4 werden der Bestand sowie das Unfallgeschehen näher betrachtet.

## 2 Entwicklungslinien alternativer Antriebstechnologien

### 2.1 Erdgas (CNG: Methan), Autogas (LPG: Butan/Propan) und Flüssigerdgas (LNG)

Nachfolgend werden die Möglichkeiten zur Nutzung alternativer Kraftstoffe im Straßenverkehr und deren Potenziale vorgestellt. Zu den Energieträgern mit der weitesten Verbreitung im Pkw-Segment zählen neben den konventionellen Kraftstoffen Benzin und Diesel u. a. komprimiertes Erdgas (CNG – Compressed Natural Gas) sowie Autogas (LPG – Liquefied Petroleum Gas). Neben Umweltvorteilen sind es insbesondere steuerliche Anreize, die zum Kauf solcher Fahrzeugkonzepte bewegen und die Marktdurchdringung dieser Antriebstechnologien fördern sollen. Darüber hinaus stellt Flüssigerdgas (LNG – Liquefied Natural Gas) eine weitere Option dar, konventionelle Kraftstoffe, insbesondere im Schwerlastverkehr, zu ersetzen und LNG-Antriebe werden von verschiedenen Herstellern bereits ab Werk angeboten.

Neben der Möglichkeit, bereits im Betrieb befindliche Fahrzeuge mit Ottomotor auf LPG/CNG umzurüsten, bieten zahlreiche Fahrzeughersteller einige ihrer Fahrzeugmodelle ab Werk in CNG- und LPG Ausführung an. Bei den meisten dieser Fahrzeugtypen mit Gasantrieb (sowohl OEM<sup>1</sup>-Ausführungen als auch Nachrüstlösungen) handelt es sich um solche mit bivalentem Antrieb, d. h. das Fahrzeug kann sowohl mit LPG/CNG als auch mit Benzin betrieben werden und verfügt über zwei Kraftstoffsysteme (Benzin- und Gastank). Hierdurch ergeben sich zum Teil hohe Reichweiten von bis zu > 1.000 km, abhängig von der Auslegung der Tanksysteme und vom Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs. Bedingt durch die z. T. schlechten Kaltstarteigenschaften im LPG/CNG-Betrieb werden die Fahrzeuge bis zum Erreichen einer bestimmten Motortemperatur mit Benzin betrieben und anschließend entweder automatisch oder manuell auf Gasbetrieb umgeschaltet. Der Umschaltvorgang zwischen beiden Kraftstoffarten wird durch die Motorsteuerung geregelt und ist für die Fahrzeuginsassen hinsichtlich des Betriebsverhaltens nicht wahrnehmbar; es wird lediglich durch ein optisches und/oder akustisches Signal der Betriebswechsel angezeigt. Obwohl monovalente Fahrzeugkonzepte primär für den Gasbetrieb hin optimiert sind, verfügen diese ebenso über einen – meist kleinen – Benzintank, welcher für die Startphase des Fahrzeugs im Benzinbetrieb und als Reserve zur Verfügung steht.

Erdgas und Autogas werden im Rahmen des Energiesteuergesetzes (EnergieStG, vgl. auch BMF, 2020) mit einem vergünstigten Steuersatz gefördert. Im Jahr 2017 wurde eine schrittweise Verringerung der Steuervergünstigung von Autogas bis zum Jahr 2023 beschlossen. Hiernach steigen die Steuersätze von 0,18 €/kg in 2018 auf 0,36 €/kg ab dem Jahr 2022. Für Erdgasfahrzeuge wurde der laufende Steuersatz für CNG-Kraftstoff von 13,9 €/MWh (entspricht 0,18 €/kg) bis zum 31.12.2023 verlängert. Ab dem Jahr 2024 wird der Steuersatz schrittweise bis zum 31.12.2026 auf 27,33 €/MWh (entspricht 0,35 €/kg) erhöht. Verglichen hierzu liegen die Steuersätze für Energie- und Ökosteuern von konventionellen Kraftstoffen bei 0,65 €/l (Benzin) bzw. 0,47 €/l (Diesel – siehe hierzu auch Tabelle 18 im Anhang dieses Berichts). Im Folgenden werden die Eigenschaften und Potenziale der alternativen Energieträger CNG-, LPG-, LNG und Wasserstoff (H<sub>2</sub>) bei der Verwendung im Kraftfahrzeugbereich dargestellt.

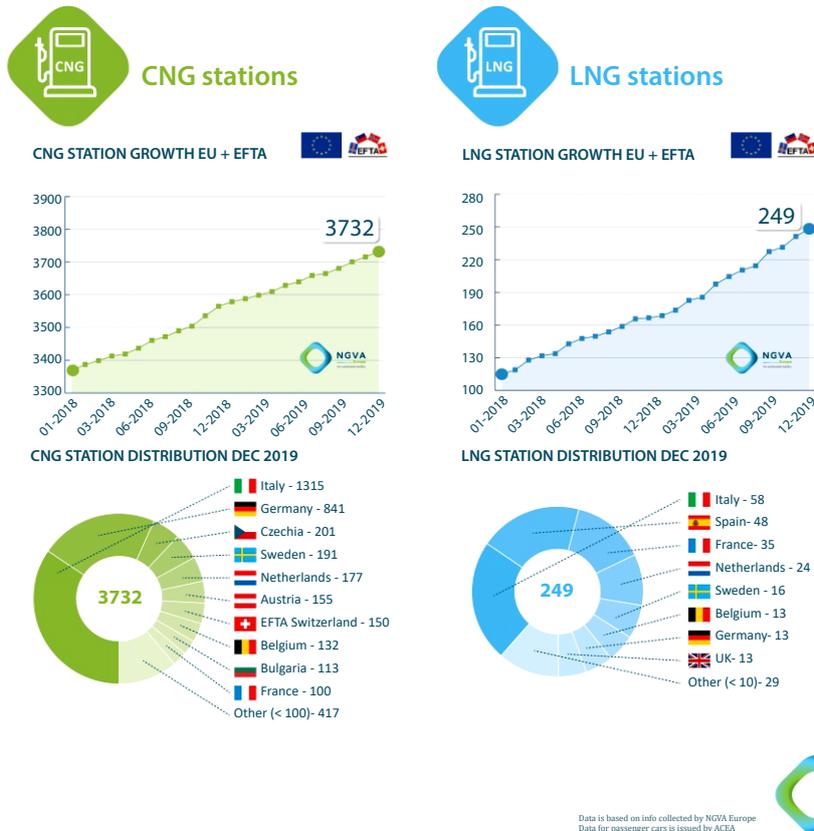
---

<sup>1</sup> Original Equipment Manufacturer

### 2.1.1 Erdgas (CNG)

Bei CNG handelt es sich um komprimiertes Erdgas, welches sich aufgrund seiner chemischen Eigenschaften für die Verbrennung in angepassten Otto- und Dieselmotoren eignet (Basshuysen et al., 2015). In Deutschland sind neben der Bezeichnung CNG auch die Bezeichnungen BioCNG, Biomethan, Biogas, Bio-Erdgas, Erdgas, SNG (Synthetic Natural Gas) verbreitet, welche ähnliche chemische Eigenschaften und Gaszusammensetzungen aufweisen, sich jedoch hinsichtlich der Herstellungsverfahren und den Ausgangsrohstoffen für die Gaserzeugung (Biomasse, Synthesegas) unterscheiden. Die Gaszusammensetzung variiert je nach Fördergebiet und Lagerstätte und es werden zwei Qualitätsstufen – H-Gas (High-Gas), Methananteil zwischen 87 und 99 Vol.-%, sowie L-Gas (Low-Gas), Methananteil zwischen 79 und 87 Vol.-% je nach Region angeboten, wobei CNG-Fahrzeuge grundsätzlich für den Betrieb beider Kraftstoffqualitäten ausgelegt sind. Fahrzeugmotoren erkennen über entsprechende Sensorik die Kraftstoffqualität und passen die Gemischaufbereitung an die jeweilige Gasqualität an. Entsprechend ihrer Zusammensetzung variiert der Heizwert des Gasgemisches zwischen 46 – 53 MJ/kg (H-Gas) und 39 – 46 MJ/kg (L-Gas) (ARAL, 2017). CNG wird in Hochdruckspeichern mit bis zu 250 bar gasförmig im Fahrzeug mitgeführt, wodurch sich unter anderem Anpassungen an der Einspritzanlage und den Kraftstoffzufuhrleitungen sowie bei der Abstimmung der Motorsteuerung ergeben. Vorteilhaft weist sich die von CNG gegenüber Ottokraftstoff höhere Oktanzahl (Maß für die Klopfestigkeit eines Kraftstoffs) aus, die im Betrieb von monovalent ausgelegten Motoren höhere Verdichtungsverhältnisse zulässt und damit höhere thermische Wirkungsgrade erzielt. Zudem weisen mit CNG betriebene Fahrzeuge prozessbedingt günstigere Schadstoff- und Klimagasemissionen auf (das Abgas ist nahezu partikelfrei) und die Verbrennung erfolgt aufgrund der guten Durchmischung des Kraftstoff-Sauerstoff-Gemisches gleichmäßiger als die mit konventionellen Kraftstoffen. In Folge dessen weisen CNG-betriebene Fahrzeuge verminderte Schallemissionen auf. Das Tankstellennetz im Bundesgebiet beläuft sich im Jahr 2021 bei CNG auf 846 Standorte. Damit ist die Anzahl gegenüber dem Höchstwert mit 906 Standorten (im Jahr 2012) im Bundesgebiet geringfügig gesunken. Grund hierfür ist eine teilweise unzureichende Rentabilität von CNG Tankstellen aufgrund zu geringer Nachfrage in einigen Regionen. Europaweit bieten über 3.700 Tankstellen CNG als alternativen Kraftstoff an, siehe Bild 1 (NGVA 2020). Von den CNG Tankstellen in Deutschland sind ca. 80 % auf Bio-Methan/Bio-CNG umgestellt, welches in der Regel regional durch die Verwendung von Wertstoffen wie Kompost, Klärschlamm oder Strohabfällen erzeugt wird. Da Bio-Methan/Bio-CNG nahezu die gleichen chemischen Eigenschaften wie fossiles CNG aufweist, können alle zugelassenen Kraftfahrzeuge mit Erdgasantrieb hiermit betankt werden – technischen Änderungen am Fahrzeug sind nicht erforderlich.

## Refuelling infrastructure development



**Bild 1: Entwicklung der CNG und LNG Tankstelleninfrastruktur in Europa und EFTA Staaten und differenziert nach Ländern gemäß NGVA (2020)**

### 2.1.2 Autogas (LPG)

LPG, oder auch Autogas, ist ein Gemisch aus Kohlenwasserstoffen mit den Hauptbestandteilen Propan ( $C_3H_8$ ) und Butan ( $C_4H_{10}$ ), welches ottomotorisch in Kraftfahrzeugen verbrannt werden kann. Die Zusammensetzung variiert dabei je nach Anbieter, Land und Jahreszeit und es wird Autogas in unterschiedlichen Mischungen angeboten, wobei Mischungsverhältnisse von Propan zu Butan von ca. 60:40 („Winterkraftstoff“) und 40:60 („Sommerkraftstoff“) die Regel sind; die Zündfähigkeit des Kraftstoffs wird über das Mischungsverhältnis angepasst. Im Gegensatz zu CNG lässt sich LPG bei geringem Überdruck verflüssigen (ca. 5 – 10 bar) und in entsprechenden Speichersystemen im Fahrzeug mitführen. Die Kraftstoffzuführung in den Motor bzw. ins Saugrohr erfolgt über einen Verdampfer im gasförmigen Aggregatzustand. Erste Systeme, bei denen LPG direkt in den Brennraum eingespritzt wird, sind bereits auf dem Markt verfügbar. LPG weist mit einer Research-Oktanzahl von > 100 ROZ eine hohe Klopfestigkeit auf und verbrennt ähnlich wie CNG schadstoffarm. Aufgrund des geringeren volumetrischen Heizwertes von LPG verglichen zu Benzinkraftstoff weisen LPG-betriebene Fahrzeuge z. Teil Kraftstoffmehrverbräuche von bis zu 20 % auf (ADAC, 2022b). Bedingt durch die geringeren Kraftstoffkosten von LPG ist der Betrieb von Autogas im Kraftfahrzeugbereich trotz des auftretenden Mehrverbrauchs kostengünstiger. Als Speichermedium für LPG existieren verschiedene Tankbauformen, u. a. Unterflurtanksysteme, zylindrische Tanks im Kofferraum sowie Tankssysteme, die in der Reserveradmulde untergebracht sind. Die Umrüstung von benzinbetriebenen Fahrzeugen auf LPG wird von verschiedenen Herstellern am Markt angeboten. Nahezu jede zweite

Tankstelle in Deutschland bietet LPG an, europaweit beläuft sich das Netz auf über 31.000 Tankstellen an denen LPG erworben werden kann.

### 2.1.3 Flüssigerdgas (LNG)

Bei LNG handelt es sich um ein Gasgemisch, welches bei atmosphärischem Druck auf Temperaturen von ca.  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  herunter gekühlt und verflüssigt wird. Die Gaszusammensetzung entspricht der von CNG, es sind hierbei ebenfalls Unterschiede je nach Förderregion und Anbieter möglich. Typischerweise sind ca. 81 – 99 % Methan im LNG enthalten, zusätzlich finden sich Anteile von Ethan und Propan im Kraftstoff wieder. Die Verflüssigung bewirkt eine Volumenreduzierung um das ca. 600-fache des gasförmigen Stoffes, weswegen dieses Verfahren zu Transport- und Speicherzwecken von Erdgas angewandt wird. Die Speicherung im Fahrzeug erfolgt in Kryotanks, welche geeignet isoliert sind und speziell für die Speicherung tiefkalter Medien entwickelt wurden. Flüssigerdgas als Antrieb von Fahrzeugen mit kontinuierlichen Fahrtzeiten wie u. a. schweren Nutzfahrzeugen und Bussen wird als zukunftsfähige Alternative angesehen (sofern aus erneuerbaren Quellen gewonnen: Biomethan), die neben geringen Schadstoff-,  $\text{CO}_2$ - und Geräuschemissionen Kostenvorteile verspricht (DENA, 2019). Dazu bedarf es jedoch dem Ausbau einer eigenen Infrastruktur, welche die Versorgung mit LNG sicherstellt. Europaweit sind ca. 900 LNG-betriebene Lkw auf der Straße. In Deutschland wurden 2016 erste Fahrzeuge sowie eine LNG-Tankstelle in Betrieb genommen. Im Pkw-Segment sind aufgrund der hohen Systemkosten für die Speicherung von LNG in naher Zukunft nahezu keine Einsatzmöglichkeiten abzusehen. Rund 50 LNG Tankstellen ergänzen mittlerweile das Tankstellennetz in Deutschland, bis 2025 soll die LNG-Infrastruktur auf ca. 200 Tankstellen erweitert werden (DENA 2021).

### 2.1.4 Wasserstoff $\text{H}_2$

Im Verkehrssektor wird Wasserstoff aufgrund seiner chemischen und technischen Eigenschaften als ein möglicher Pfad hin zu einer post-fossilen Mobilität angesehen. Wasserstoff verbrennt in Verbindung mit Sauerstoff  $\text{CO}_2$ -emissionsfrei (Reaktionsprodukt Wasserdampf  $\text{H}_2\text{O}$ , jedoch auch Bildung von Stickoxiden durch Reaktion mit Stickstoff in der Atmosphäre) und wird in Brennstoffzellen als Energieträger für die Stromerzeugung bereits in ersten Fahrzeugmodellen eingesetzt, siehe Kapitel 2.2.2. Neben der Verwendung von Wasserstoff in Brennstoffzellenfahrzeugen und  $\text{H}_2$ -Verbrennungsmotoren kann Wasserstoff als Ausgangsstoff für die Synthese von synthetischen Kraftstoffen genutzt werden (sog. Synfuels). Diese weisen zum Teil die gleichen spezifischen Eigenschaften wie konventionelle Kraftstoffe auf und können in nahezu allen Kraftfahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen (Benzin- und Dieselfahrzeugen) genutzt werden.

Die Herstellung von Wasserstoff erfolgt verfahrenstechnisch im großindustriellen Maßstab heute über Methan-Dampfreformierung, bei der über einen endothermen Prozess Methangas in Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid aufgespalten wird. Dieser Prozess erfordert in der Regel die Verwendung fossiler Primärenergieträger um die Energie hierfür bereitzustellen. Wasserstoff, welcher via Dampfreformierung hergestellt wird, trägt aufgrund seines prozessbedingt hohen Energieaufwands und des fossilen Ursprungs (Methan als Eingangsstoff der chemischen Reaktion) die Bezeichnung „grauer Wasserstoff“. Eine Alternative hierzu ist die Aufspaltung von Wasser mittels Elektrolyse, bei der ausschließlich Wasserstoff und Sauerstoff als Reaktionsprodukte anfallen. Nur sofern die Energiebereitstellung aus regenerativen Quellen erfolgt (bspw. Strom aus Wind- oder Solarenergie) kann trotz des hohen Energiebedarfs bei der Herstellung von sog. „grünem“ Wasserstoff gesprochen werden, da keine  $\text{CO}_2$ -Emissionen bei der Produktion anfallen. Zudem ist mit Wasser

als Ausgangsmittel für die Elektrolyse eine nahezu unbegrenzte Herstellung von Wasserstoff möglich.

Mit 33,3 kWh/kg besitzt Wasserstoff einen ca. dreimal höheren massebezogenen Heizwert als Benzin- oder Dieselmotorkraftstoff (ca. 12 kWh/kg). In technischen Anwendungen ist es jedoch erforderlich, Wasserstoff entweder unter hohen Drücken (bis ca. 700 bar) zu komprimieren oder auf ca. -253 °C herunterzukühlen und zu verflüssigen, um einen guten volumenbezogenen Energiewert bei der Speicherung von Wasserstoff zu erzielen. Die Komprimierung bzw. Verflüssigung ist jedoch mit teilweise hohem Energieaufwand verbunden, welche bei der Verwendung von Wasserstoff als Energieträger berücksichtigt werden muss. Die Speicherung erfolgt entsprechend entweder in Hochdrucktanks oder Tieftankspeichermedien (sog. Kryotanks). Bei der Speicherung von Wasserstoff ist jedoch zu berücksichtigen, dass aufgrund des geringen Atomdurchmessers Diffusionsvorgänge durch Speicherwandungen hindurch auftreten können, sodass sich das Tanksystem mit der Zeit ohne gezielte Entnahme entleert. Gleiches gilt für die Tieftankspeichertechnik: durch Abdampfvorgänge können geringe Mengen des gespeicherten Wasserstoffs aus dem Tanksystem von 0,3 – 3 % pro Tag entweichen (Klell, 2017).

Derzeit (Stand Ende 2021) sind 101 öffentliche Tankstellen in Deutschland in Betrieb, weitere sind in Planung oder befinden sich in der Bauphase, siehe Bild 2. Gegenüber 2015 (17 Tankstellen in Betrieb) hat sich die Anzahl der Wasserstofftankstellen bis heute prozentual deutlich erhöht.



**Bild 2: Übersicht Wasserstoff Tankstellen in Deutschland gem. H2stations.org/ LBST, 2022**

## 2.2 Elektromobilität

Im folgenden Kapitel werden die unterschiedlichen Ausprägungen von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen vorgestellt, um einen Überblick über die verschiedenen Techniken zu geben. Für entsprechende Fahrzeuge mit einem von außen aufladbaren Energiespeicher gibt es die Möglichkeit, das Aufladen im privaten, halböffentlichen sowie öffentlichen Bereich vorzunehmen, Details hierzu siehe Kapitel 2.2.4 Aufladung von Elektrofahrzeugen.

### 2.2.1 Hybrid-Elektro-Fahrzeuge (engl.: Hybrid Electric Vehicle, HEV)

Hybridfahrzeuge verfügen neben dem konventionellen Verbrennungsmotor über ein zweites SpeicherWandler-System. Im Allgemeinen handelt es sich dabei um einen Elektromotor/Generator und einen Akkumulator. Beim Beschleunigen kann über den elektrischen Zweig zusätzlich Leistung zur Verfügung gestellt werden (sogenannter „Boost“-Betrieb). Beim regenerativen Bremsen kann ein Teil der kinetischen Energie in elektrische zurückgewandelt und gespeichert werden (Rekuperation). Hybridantriebe zeichnen sich daher gegenüber konventionellen Antrieben bei Fahrmustern mit viel Beschleunigungs- und Bremsanteilen durch einen besseren Wirkungsgrad aus und führen daher zu einer merklichen Kraftstoffersparnis.

Je nach technischer Ausführungsform und elektrischer Antriebsleistung werden die Systeme nach Mikro-Hybrid, Mild-Hybrid, Voll-Hybrid und Plug-in-Hybrid unterschieden, wobei je nach Energiefluss, also der Art des Zusammenspiels des elektrischen und verbrennungsmotorischen Systemanteils, noch einmal nach Parallel- und Seriell-Hybrid sowie einem leistungsverzweigten Split-Hybrid differenziert wird.

Beim Parallel-Hybrid sind Verbrennungs- und Elektromotor entweder mit dem gemeinsamen Antriebsstrang verbunden (Bsp.: Toyota Hybrid-Systeme) oder wirken getrennt jeweils auf eine Antriebsachse und können das Fahrzeug gemeinsam oder einzeln antreiben. (sogenannter „Axle-Split-Hybrid“, Bsp.: Peugeot/Citroen Diesel-Hybrid-Systeme).

Beim Seriell-Hybrid erfolgt der Antrieb immer elektrisch. Der Verbrennungsmotor treibt einen Generator an, der Batterie und/oder Elektromotor mit elektrischer Energie versorgt. Im Automobilbau wird diese Architektur für Batterie-Fahrzeuge mit Reichweitenverlängerung (sog. Range-Extender) realisiert (z. B. BMW i3 mit Range-Extender).

Beim leistungsverzweigten Split-Hybrid ist es möglich, einen Teil der Leistung des Verbrennungsmotors direkt auf den Antrieb zu geben, während die restliche Motorleistung wie beim Seriell-Hybrid den Generator-Elektromotor-Strang bedient. (Beispiel: Opel Ampera, Chevrolet Volt)

### Mild-Hybrid-Fahrzeuge (engl. Mild Hybrid Electric Vehicle (MHEV))

Bei Mild-Hybrid<sup>2</sup> Systemen ist entweder im Kupplungsgehäuse auf der Kurbelwelle ein ElektromotorStarter-Generator angebracht oder die Lichtmaschine wird durch einen Riemen-Startergenerator ersetzt. Die typischen elektrischen Leistungen solcher Systeme liegen im Bereich von etwa 10 – 20 kW. Bewegungsenergie wird beim Verzögern teilweise in elektrische Energie rekuperiert und in die Batterie zurückgespeist. Beim Anfahren und Be-

---

<sup>2</sup> Nicht zu verwechseln mit Mikro-Hybrid. Unter dieser Bezeichnung werden bisweilen Fahrzeuge mit Start-Stopp-Systemen zusammengefasst, bei denen die Anlasser-Funktion ein Starter-Generator (3-5 kW) übernimmt, mit dem sich Bewegungsenergie beim Bremsen rückgewinnen lässt (Rekuperation) und als elektrische Energie für Motorstarts zur Verfügung steht. Diese Fahrzeuge sind gemäß KBA-Kraftstoff-Code keine Hybridfahrzeuge.

schleunigen des Fahrzeugs unterstützt die Elektromaschine den Verbrennungsmotor durch zusätzliches Antriebsmoment.

Rein elektrisches Fahren ist bei Mild-Hybrid-Systemen aufgrund der üblichen Systemauslegungen nicht sinnvoll oder teilweise konstruktiv nicht möglich, weil z. B. das Schleppmoment des inaktiven Verbrennungsmotors überwunden werden müsste oder die Batteriekapazitäten zu gering sind.

Vor allem bei Fahrzeugen mit großvolumigen Otto- und Diesel-Motoren (Fahrzeuge der Oberklasse, SUVs) ergibt sich eine merkliche Reduzierung beim Kraftstoffverbrauch und der CO<sub>2</sub>-Emission.

### **Voll-Hybrid-Fahrzeuge (engl.: Full Hybrid Electric Vehicle (FHEV))**

Fahrzeuge mit Voll-Hybrid System besitzen neben dem Verbrennungsmotor einen Elektromotor und ein separates Generatoraggregat mit nachgeschaltetem Hochvolt-Batteriespeicher. Es gibt Systeme, bei denen Motor und Generator mechanisch über ein (Differential-) Getriebe und Kupplungen in geeigneter Weise verbunden sind und auf eine gemeinsame Antriebsachse wirken. Die Bordelektronik steuert und überwacht dabei die verschiedenen Betriebsmodi (rein elektrischer, rein verbrennungsmotorischer, kombinierter Fahrbetrieb, Rekuperation). Des Weiteren sind darüber hinaus auch sogenannte Axle-Split-Hybridssysteme auf den Markt gekommen, bei denen die Vorderachse in konventioneller Antriebsstrangarchitektur realisiert ist, die Hinterachse rein elektrisch angetrieben wird, oder entsprechend umgekehrt.

Neben einer Start/Stop-Funktion, regenerativem Bremsen und elektrischer Unterstützung beim Vortrieb ermöglicht das Voll-Hybrid System zudem rein elektrisches Fahren über Distanzen von einigen Kilometern. Mit dem Typ des Voll-Hybrid Fahrzeugs verbindet man in der öffentlichen Wahrnehmung bis dato vor allem das Modell „Prius“ des japanischen Automobilherstellers Toyota. Seit Produktionsbeginn im Jahr 1997 stellt Toyota mittlerweile Hybrid-Fahrzeuge in der vierten Entwicklungsgeneration her und beansprucht für sich mit weltweit insgesamt über 15 Mio. verkauften Einheiten (Stand August 2020) derzeit die Marktführerschaft in diesem Segment. Mittlerweile bieten auch die meisten europäischen Hersteller wie Audi, BMW, Mercedes, Porsche, PSA/Peugeot/Citroen und Volkswagen ebenfalls VollHybrid-Fahrzeuge in unterschiedlichen Fahrzeugklassen an.

### **Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge (engl.: Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV))**

Plug-in-Hybrid Fahrzeuge zeigen alle Features von Voll-Hybrid Fahrzeugen, verfügen darüber hinaus jedoch noch über eine deutlich größere elektrische Speicherkapazität. Die Batterie kann zusätzlich auch extern über Haushaltsstrom oder an öffentlich zugänglichen Ladesäulen aufgeladen werden. Die Fahrzeuge können größere Strecken (typischer Aktionsradius zwischen 50 – 80 km) im reinen Elektrobetrieb lokal emissionsfrei zurücklegen.

### **2.2.2 Brennstoffzellenfahrzeuge (engl.: Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV))**

Brennstoffzellenfahrzeuge sind von der Antriebsart her betrachtet Elektrofahrzeuge. Systembedingt fallen Fahrzeuge mit „Brennstoffzellenantrieb“ mit ihren beiden Energiewandlern „Brennstoffzelle“ und „Elektromotor“ sowie den beiden Speichern „H<sub>2</sub>-Tank“ und „Batterie“ entlang der Bezeichnungssystematik streng genommen in die Kategorie Vollhybrid-Elektrofahrzeug. Toyota hat im November 2014 mit dem Mirai das erste Pkw- Serienfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb auf den Markt gebracht und ist mittlerweile mit der 2. Generation in Serienproduktion. Hyundai bietet mit dem Nexa ebenfalls ein Serien-

fahrzeug an. BMW testet mit dem iX5 Hydrogen eine Kleinserie von ca. 200 Fahrzeugen im Kundenbetrieb und plant in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts in Serienproduktion zu gehen. Honda bietet entsprechende Serienfahrzeuge, allerdings nicht auf dem europäischen Markt an. Des Weiteren gibt es einige chinesische Hersteller, die auf dem heimischen Markt Pkw-Brennstoffzellen-Fahrzeuge anbieten. Opel bietet mit dem Vivaro-e HYDROGEN ebenfalls ein Serienfahrzeug an. Viele weitere Fahrzeughersteller wie z. B., Ford, Renault/Nissan, haben ebenfalls serienreife Modelle entwickelt und können sich eine Markteinführung in naher Zukunft vorstellen. Voraussetzung ist jedoch eine ausreichende Wasserstoff-Infrastruktur. Derzeit stehen in Deutschland über 90 Wasserstofftankstellen für 700 bar und teilweise für 350 bar zur Verfügung und das Tankstellennetz wächst weiter (Aktueller Stand: h2.live).

### **2.2.3 Elektrofahrzeuge [Batterie-Fahrzeuge – engl.: Battery Electric Vehicle (BEV)]**

Das Antriebssystem reiner Elektrofahrzeuge (Batterie-Fahrzeuge) umfasst die Baugruppen Elektromotor/Generator, Steuergerät und Batteriespeicher. Aufgrund des Drehmoment- und Leistungsabgabeverhaltens der verwendeten Elektromotortypen kommt das Antriebssystem meistens mit einer festen mechanischen Getriebestufe aus. Die Fahrzeuge wandeln beim Verzögern die Bewegungsenergie in elektrische Energie zurück (Rekuperation), sodass die zur Verfügung stehende Batterieladung optimal ausgenutzt wird. Zusätzliche Verbraucher des Bordnetzes (Licht, Heizung, Klimaanlage, usw.) führen zu einer geringeren Reichweite.

Im Schnitt sind 80 Prozent der täglichen Fahrstrecken kürzer als 60 Kilometer. Der urbane Mobilitätsbedarf kann mit einem rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeug technisch heutzutage bereits gut abgedeckt werden. Elektrofahrzeuge haben den Vorteil, lokal keine schädlichen Emissionen zu erzeugen und im Betrieb unter den typischen Fahrmustern des Stadtverkehrs geräuschärmer als Verbrennerfahrzeuge zu sein. Man darf daher erwarten, dass sich mit verstärkter Elektromobilität in Städten eine neue Stufe der Lebensqualität hinsichtlich Luftreinheit und Lärmbelastung erreichen lässt. Mit Inkrafttreten der EU Verordnung 540/2014 (EU, 2014) fortgeschrieben in EU, 2017 wurde eine akustische Warneinrichtung für elektrisch angetriebene Fahrzeuge (Klassen M und N) verpflichtend ab 2019 (neue Typen) bzw. 2021 (neu zugelassene Fahrzeuge) eingeführt, um die akustische Wahrnehmbarkeit und damit die Verkehrssicherheit zu verbessern. Dieses System (Acoustic Vehicle Alerting System (AVAS)) gibt im Geschwindigkeitsbereich bis etwa 20 km/h und beim Rückwärtsfahren ein künstliches Fahrgeräusch ab.

Die hohen Systemkosten bei der gegenwärtigen Li-Ionen Batterietechnologie von ca. 120 €/kWh (Stand 2021, HANDELSBLATT, 2021) sowie Gewicht und Bauvolumen zwingen bei alltagstauglichen Modellen zu einem Kompromiss bei Reichweite und Motorleistung. Typische Reichweiten liegen heute modellabhängig zwischen 100 und 400 km bei einer Speicherkapazität zwischen 15 und 85 kWh und Motorleistungen zwischen 30 und 300 kW. Elektrofahrzeuge sind derzeit in der Regel noch immer mehrere Tausend Euro teurer als vergleichbare Modell mit konventionellem Antrieb. Hersteller versuchen teilweise mit neuen Geschäftsmodellen wie beispielsweise dem Batterie-Leasing den speicherbedingten Mehrpreis auszugleichen.

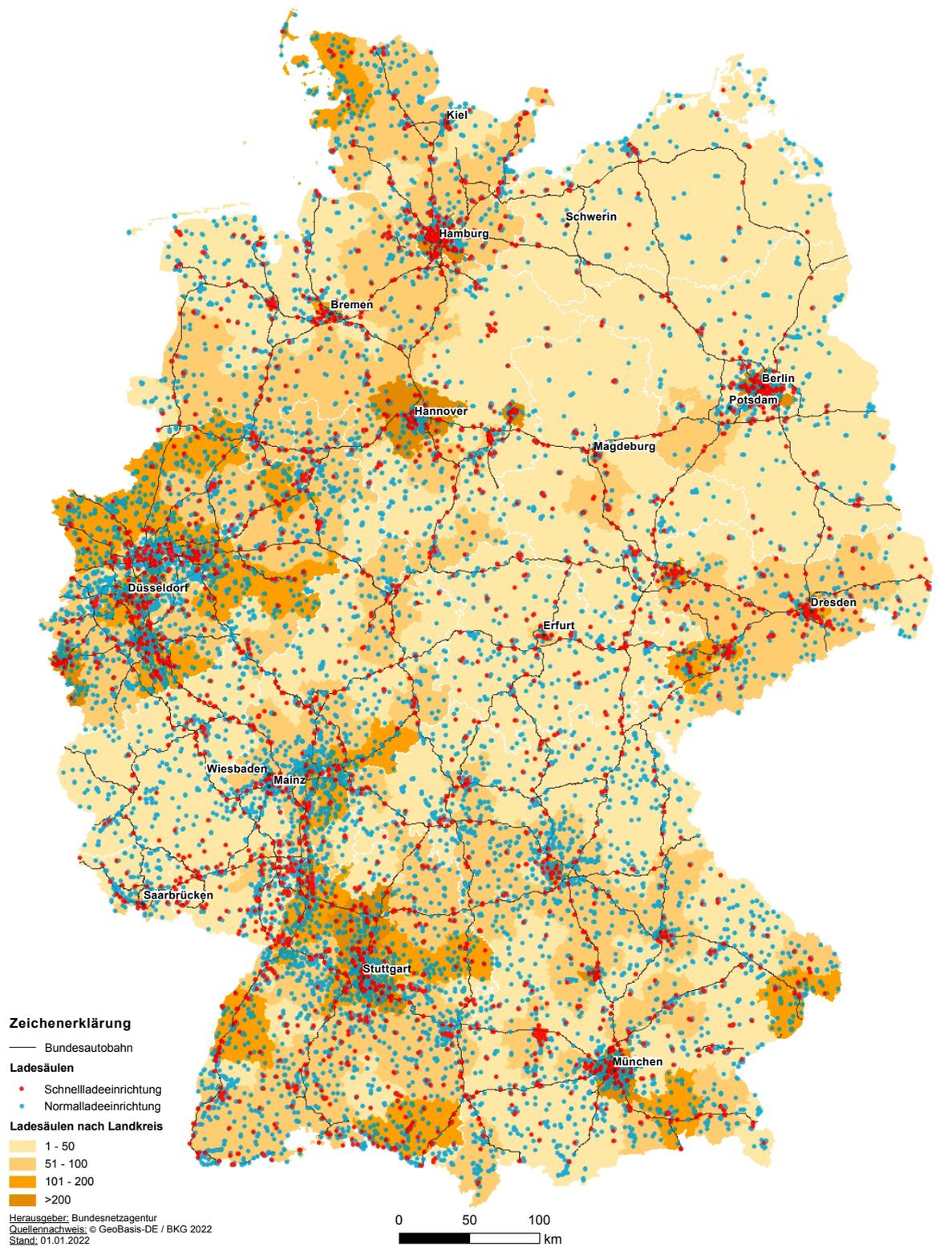
#### 2.2.4 Aufladung von Elektrofahrzeugen

Zum Aufladen von Elektrofahrzeugen mit elektrischer Energie existieren verschiedene Möglichkeiten. Derzeit am weitesten verbreitet ist das kabelgebundene (konduktive) Laden mit Wechsel- bzw. Gleichstrom. Darüber hinaus gibt es noch das kabellose induktive Laden, sowie prinzipiell den Akkutausch. Letztere Variante ist für zurzeit bei Kleinkraftfahrzeugen sowie Pedelecs schon etabliert. Bei Pkw wurde dies in der Vergangenheit von verschiedenen Herstellern lediglich angedacht. Mit dem europäischen Markteintritt des chinesischen Herstellers Nio wird dieses Konzept nun angegangen.

Zum Aufladen von elektrischen Energiespeichern kann Ladeinfrastruktur im privaten, halböffentlichen sowie öffentlichen Bereich genutzt werden. Um den Ausbau der Ladeinfrastruktur zu beschleunigen, war es seit Anfang Februar 2017 möglich, Anträge auf Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Ladeinfrastruktur zu stellen. Mit dem Programm unterstützte das BMDV den Aufbau von 15.000 Schnell- und Normalladestationen und stellt dafür rund 300 Millionen Euro bereit. Bis zum Anfang September 2022 gab es deutschlandweit ca. 57.000 öffentlich zugängliche Normalladepunkte und ca. 11.000 Schnellladepunkte an ca. 35.000 Ladeeinrichtungen (BNA, 2022).

Mit dem weiteren Programm „Ladeinfrastruktur vor Ort“ vom 24.03.2021 knüpfte das BMDV an das Vorgängerprogramm an. Die Förderung umfasst dabei ein Gesamtvolumen von ebenfalls 300 Millionen Euro und soll insbesondere den kleinen und mittelständischen Unternehmen einen Anreiz bieten, ebenfalls in die Zukunft der Elektromobilität zu investieren. Anträge dafür konnten bis zum 31.12.2021 gestellt werden (BMDV, 2022).

In dem neu aufgelegten Förderprogramm „Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland“ stellt das BMDV von Sommer 2021 bis Ende 2025 insgesamt nochmals 500 Millionen Euro zur Verfügung. Gefördert werden Normalladepunkte mit einer Ladeleistung bis zu 22 kW sowie Schnellladepunkte mit einer Leistung von mehr als 22 kW, an denen ausschließlich das Laden mit Gleichstrom (DC) möglich ist (BMDV, 2022).



**Bild 3: Ladesäulenkarte mit öffentlich zugänglichen Ladepunkten (BNA, 2022). Herausgeber: Bundesnetzagentur. Quellennachweis: © GeoBasis-DE/BKG, 2022**

Im Folgenden werden die Schnittstellen zwischen der Ladeinfrastruktur und den Fahrzeugen mit elektrischem Energiespeicher näher beschrieben. Nationale und internationale Standards charakterisieren Stecker, Kabel und Ladestationen, wobei jeweils verschiedene (meist untereinander nicht kompatible) Systeme auf dem Markt sind.

Die EU-Richtlinie 2014/94/EU „Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“ definiert Normalladen mit Ladevorgängen bis 22 kW. Mit einer Ladeleistung von mehr als 22 kW ist das AC- bzw. DC-Schnellladen definiert. In Anhang II dieser Richtlinie sind die folgenden Mindeststandard festgelegt (EU, 2014):

## 1. Technische Spezifikationen für Ladepunkte

### 1.1 Normalladepunkte für Kraftfahrzeuge

Wechselstrom-Normalladepunkte für Elektrofahrzeuge sind aus Gründen der Interoperabilität mindestens mit Steckdosen oder Fahrzeugkupplungen des Typs 2 nach der Norm EN62196-2 auszurüsten. Diese Steckdosen dürfen mit bestimmten Zusatzeinrichtungen wie mechanischen Steckdosen- Verschlüssen ausgestattet sein, sofern die Kompatibilität mit dem Typ 2 gewahrt bleibt.

### 1.2 Schnellladepunkte für Kraftfahrzeuge

Wechselstrom-Schnellladepunkte für Elektrofahrzeuge sind aus Gründen der Interoperabilität mindestens mit Kupplungen des Typs 2 nach der Norm EN62196-2 auszurüsten. Gleichstrom-Schnellladepunkte für Elektrofahrzeuge sind aus Gründen der Interoperabilität mindestens mit Kupplungen des „combined charging system Combo 2“ nach der Norm EN62196-3 auszurüsten.

Für das kabelgebundene Laden von Elektrofahrzeugen gibt es neben den oben aufgeführten verpflichtenden Typ 2 und Combo 2 Steckern verschiedene andere meist genormte Ladestecker, die jedoch in der Regel untereinander nicht kompatibel sind.

Weitere Stecker für das Wechselstromladen sind beispielsweise vom Typ 1 oder Typ 3, während für das DC Schnellladen auch der CHAdeMO Stecker und der DC-Coupler GB erwähnt werden sollen.

Beim kabelgebundenen Aufladen von Kraftfahrzeugen unterscheidet man vier verschiedene Varianten, so genannte Ladebetriebsarten, die auch Lademodus bzw. kurz Mode 1 bis 4 betitelt werden. Je nach Ausprägung werden unterschiedliche maximale Ladeleistungen und damit verbundene entsprechende Ladezeiten ermöglicht. Auch die Steckerarten und Kommunikationsmöglichkeiten sind zu differenzieren.

### Ladebetriebsart 1/Mode 1

Hierbei handelt es sich um eine Lademöglichkeit an einer nicht näher definierten Stromquelle mit Schutzkontakt entsprechend einer normalen Haushaltssteckdose („Schutzkontaktsteckdose“) oder einer ein- bzw. dreiphasigen Industriesteckdose (z. B. „CEE-Steckdose“). In diesem Fall wird ein nicht fest mit dem Fahrzeug oder der Steckdose verbundenes Kabel verwendet und das Ladegerät ist fest im Fahrzeug integriert. Es ist keine besondere Ladeüberwachung bzw. Kommunikation vorgesehen. Ladebetriebsart 1 ist als „langsameres“ Normalladen einzustufen.

## Ladebetriebsart 2/Mode 2

Auch die Ladebetriebsart 2 bezeichnet ein „langsames“ Normalladen an einer konventionellen Haushalts-Steckdose („Schutzkontaktsteckdose“) oder einer ein- bzw. dreiphasigen Industriesteckdose (z. B. „CEE-Steckdose“), allerdings ist hier im Gegensatz zur Ladebetriebsart 1 im Ladekabel eine Schutzeinrichtung in Form eines Fehlerstromschutzschalter vorhanden.

Das Ladekabel ist weder mit dem Fahrzeug noch mit dem Ladepunkt fest verbunden und das Ladegerät ist fest im Fahrzeug verbaut. Über das Ladekabel wird eine Kommunikation realisiert, die eine Zustandsüberwachung des Ladevorgangs samt Start und Ende ermöglicht.

## Ladebetriebsart 3/Mode 3

Ein besonderes Merkmal der Ladebetriebsart 3 ist, dass die Ladepunkte mit einer Ladevorrichtung mit integrierter Kontroll- und Schutzfunktion ausgestattet sind (sog. „Wallbox“). Diese sieht neben der Energieübertragung auch einen Kommunikationsaustausch zwischen dem Fahrzeug und Ladepunkt vor, wodurch ein kontrolliertes und optimiertes „schnelleres“ Laden (im Vergleich zu Mode 1 und 2) ermöglicht wird.

Das Ladekabel kann sowohl fest mit der Wallbox verbunden sein, als auch über eine Steckverbindung realisiert werden. Fahrzeugseitig ist immer eine Steckverbindung vorhanden und das Ladegerät ist fest im Fahrzeug verbaut.

## Ladebetriebsart 4/Mode 4

Bei der Ladebetriebsart 4 handelt es sich um das Laden mit Gleichstrom an einem stationären Ladepunkt, an dem das Ladekabel fest angeschlagen ist. Ein entscheidender Unterschied besteht bei dieser Ladebetriebsart, dass sich hier das Ladegerät zur Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom und Bereitstellung der hohen Ladeleistungen von ggw. bis zu 170 kW in der Ladestation befindet. Die hohe Ladeleistung in Kombination mit der Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Ladepunkt ermöglicht so genanntes DC-Schnellladen.

## Induktives Laden

Neben dem zuvor beschriebenen kabelgebundenen (konduktiven) Laden sei an dieser Stelle auch das kabellose Laden erwähnt, bei dem die Energieübertragung induktiv erfolgt. Dazu wird ein Ladesystem verwendet, das aus einem aufeinander abgestimmten Spulenpaar, je eine Spule im Fahrzeug und eine außerhalb, besteht und nach dem Prinzip eines elektrischen Transformators arbeitet. Typischerweise wird im Fahrzeugboden die eine Spule installiert, damit direkt über der anderen geparkt werden kann. Die im Straßenboden eingebrachte Primärspule wird ladepunktseitig mit Wechselstrom beaufschlagt, um – übertragen über das magnetische Wechselfeld – in der fahrzeugseitigen Sekundärspule die notwendige Ladespannung für das bordeigene Ladegerät zu erzeugen. Spezielle Schutzmaßnahmen unterbrechen den Energiefluss, sobald sich Metallgegenstände oder andere Objekte im Magnetfeld befinden.

## 2.3 Elektrisch angetriebene Krafträder

Neben alternativ angetriebenen Pkw bieten Elektro-Krafträder eine weitere Möglichkeit zum Personen und ggf. Lastentransport mit alternativem Antrieb. Elektrisch angetriebene Krafträder sind zwei-, drei- oder leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge mit Elektromotor. Die Vor- und Nachteile ähneln denen von Elektro-Pkw. Der Elektroantrieb bietet ein hohes Drehmoment und damit ein gutes Beschleunigungsvermögen, der Antrieb ist leise, aber eine hohe Reichweite erfordert den Einbau schwerer Akkus. Insbesondere die Akkukapazität hat wiederum Auswirkung auf die Ladedauer und den Preis. Betrachtet man Elektromotorräder, so sind große Spannbreiten von 50 – 400 km Reichweite und Ladedauern mit Schnellladegeräten ab einer Stunde Stand der Technik bei derzeit deutlichen Mehrkosten im Vergleich zu Motorrädern mit Verbrennungsmotor (Motorrad, 2020).

So unterschiedlich die Gestaltungsvielfalt dieser ein- und mehrspurigen Fahrzeuge ist, so unterschiedlich ist auch das jeweilige Nutzungsgebiet: Bei den zweirädrigen Fahrzeugen werden Elektromotorroller überwiegend im urbanen Raum und oft für den täglichen Pendelverkehr verwendet, wogegen die ersten verfügbaren Elektromotorräder ein sehr breites Einsatzspektrum aufzeigen. Dieses erstreckt sich neben dem Einsatz auf der Straße in der Stadt, über Land oder auf der Autobahn auch auf den Einsatz im Gelände oder im Motorsport. Erste Modelle an Elektromotorrollern und –motorrädern sind sowohl von etablierten als auch neuen Herstellern auf den Markt erhältlich (ADAC, 2022a).

Dreirädrige Elektro-Krafträder bieten, neben den typischen Aspekten des Elektroantriebs, gegenüber Pkw den Vorteil einer hohen Wendigkeit und gegenüber Zweirädern den eines stabilen Stands, weshalb diese gerne für den Warentransport beispielsweise von Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) eingesetzt werden. Für die Auslieferung von Waren und Paketen werden meist Elektrodreiräder mit einer Maximalgeschwindigkeit von 45 km/h verwendet, die in die EU Fahrzeugklasse<sup>3</sup> L2e (Dreirädriges Kleinkraftrad) fallen. Hingegen gibt es dreirädrige Kraftfahrzeuge (Klasse L5e), die diese Geschwindigkeitsbegrenzung nicht haben. Beispielsweise sind hier Elektro-Trikes zu nennen, deren Vorderachse auf Komponenten der Motorradtechnik basiert und eine zweisepurige Hinterachse aufweisen. Allerdings gibt es auch Modelle mit einem (Zwillings-)Hinterrad und einer zweisepurigen Vorderachse.

Zweisepurige leichte und schwere vierrädrige Elektro- Kraftfahrzeuge (Klassen L6e, L7e) werden meist als umweltfreundlicher und sparsamer Ersatz für einen klassischen Pkw angesehen, u. a. mit dem Vorteil des geringen Parkplatzbedarfs. Eine besonders hohe Verbreitung hat als Vertreter dieser Fahrzeuggruppe der von Renault gebaute Twizy, den es als 45 und 80 km/h Variante gibt. Weitere Hersteller haben nun mit der Entwicklung solcher Fahrzeuge begonnen, sodass hier in den nächsten Jahren von einer Zunahme an verfügbaren Modellen auszugehen ist.

Insgesamt zeigt sich allerdings derzeit, dass das Angebot all dieser Elektro-Kraftfahrzeuge im Vergleich zu den Elektrofahrzeugen in der Pkw-Klasse M1 noch bei weitem nicht so mannigfaltig ist (EFAHRER, 2022).

---

<sup>3</sup> Gemäß Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2013 über die Genehmigung und Marktüberwachung von zwei- oder dreirädrigen und vierrädrigen Fahrzeugen.

## 2.4 Alternative Antriebe bei Nutzfahrzeugen und Kraftomnibussen

### 2.4.1 Nutzfahrzeugbereich

Mit der Verordnung (EU) 2019/631<sup>4</sup> wurden die Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011 abgelöst, das alte NEFZ-Prüfverfahren durch das neue WLTP-Prüfverfahren zur Messung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs ersetzt und neue strengere EU-weite CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungsziele für die Flotte von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen für die Zeit bis 2030 festgesetzt.

Um diese ambitionierte CO<sub>2</sub>-Reduktion in der Flotte zu erreichen, werden alternative Antriebe – wie sie bereits in den klassischen Fahrzeugen zur Personenbeförderung (Personenkraftwagen, EU Fahrzeugklasse M1) verwendet werden – nun verstärkt auch bei leichten Nutzfahrzeugen zum Tragen kommen. In Analogie zum Pkw kann die dort etablierte alternative Antriebstechnik auf Fahrzeuge der Klasse N1 übernommen werden. Typischerweise werden diese Fahrzeuge von Kurierdiensten, Handwerkern und Kommunalbetrieben eingesetzt. Für das Nutzungsprofil mit Fahrten im urbanen Raum sind wegen der geringen lokalen Abgas- und Lärmemissionen Motorisierungen auf Basis alternativer Antriebe besonders gut geeignet.

Im innerstädtischen Zulieferverkehr mit hohem „Stop and Go“-Anteil sowie häufigen Startvorgängen kommen die Vorteile eines elektrifizierten Antriebsstrangs voll zum Zug. Regionale Projekte fördern bereits den Einsatz von Kleintransportern mit elektrischen Antrieben.

Bei einem Einsatzprofil im ländlichen Bereich ist eine Ergänzung des bisher typischerweise mit Dieselmotor betriebenen Kleintransporters durch alternative Antriebstechnik in Form eines Hybridantriebs ökologisch sinnvoll, um auch bei einer großen Reichweite eine geringe Menge von CO<sub>2</sub> zu emittieren. Allerdings bedeutet das Mitführen von zwei Antriebssystemen auch eine Einschränkung in der möglichen Zuladung. Eine für 2023 geplante EU Richtlinie sieht im Entwurf vor, in der Fahrerlaubnisklasse B die Gewichtsgrenze für Fahrzeuge mit alternativen Kraftstoffen von 3,5 auf 4,25 Tonnen anzuheben.

### 2.4.2 Kraftomnibusse mit alternativem Antrieb

Die Bestandszahlen zeigen, dass der Dieselmotor als Antriebsart weiterhin diese Fahrzeuggruppe dominiert. Die höchsten relativen Zuwächse von 2015 auf 2022 haben reine Elektro- sowie Hybridbusse zu verzeichnen (siehe hierzu auch Kapitel 3.2 dieses Berichts).

Neben dem Hybridbus, bei dem ein konventioneller Verbrennungsmotor mit einem Elektroantrieb kombiniert wird, können Kraftomnibusse mit Biogas oder elektrisch angetrieben werden. Elektrisch angetriebene Busse werden in drei weitere verschiedene Ausprägungen unterteilt: Batteriebusse, Brennstoffzellenbusse, die als primäre Energiequelle eine Brennstoffzelle mit Wasserstofftank nutzen und Oberleitungsbusse. Hinsichtlich der Verwendung als Stadt- oder Überlandbus werden unterschiedliche Reichweiten benötigt, sodass eine der drei Varianten zum Einsatz kommen kann. Dabei werden verschiedenartige Anforderungen an die Lade- bzw. Tankinfrastruktur gestellt.

---

<sup>4</sup> Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011.

Seit 2010 fördert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) die Beschaffung von Hybridbussen. Der positive Bestandseffekt ist in Bild 8 erkennbar. Seit Anfang 2015 erfolgte die Förderung im Rahmen einer Richtlinie, die die Beschaffung von Linienbussen mit dieselektrischem Antrieb durch Verkehrsbetriebe zum Zwecke der Personenbeförderung im ÖPNV umfasst, wobei Hybrid-Fahrzeuge ohne sowie mit externer Auflademöglichkeit (Plug-In-Hybridbusse) durch einen Investitionszuschuss gefördert werden. Die maximal zulässige Beihilfeintensität betrug 35 Prozent der beihilfefähigen Investitionsmehrkosten (BMUB, 2014a).

Die Förderung war an bestimmte Umwelanforderungen geknüpft. So mussten beispielsweise Mindeststandards im Hinblick auf Verbrauch, CO<sub>2</sub>- sowie Geräuschemissionen erfüllt werden. Hybridbusse mussten z. B. eine Verbesserung beim Kraftstoffverbrauch um 20 Prozent und Plug-In-Hybridbusse um 35 Prozent gegenüber vergleichbaren konventionellen Dieselbussen erreichen. Im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen muss eine Reduktion von mind. 20 % (Hybridbusse) bzw. 35 % (Plug-In-Hybridbusse) gegenüber einem vergleichbaren Linienbus ohne Hybridtechnologie erreicht werden. Außerdem musste der Dieselmotor die Euro VI-Norm erfüllen und über ein geschlossenes Partikelfiltersystem verfügen (BMUB, 2014a).

Begründet wurde die Förderung mit der besonderen Eignung der Hybridtechnologie für Linienbusse, da diese häufig bremsen müssen und ein wesentlicher Teil der Bremsenergie zurückgewonnen und für den Betrieb des Elektromotors genutzt werden kann. Die Busse werden effizienter und beim rein elektrischen Betrieb auch leiser. Zudem stoßen sie weniger CO<sub>2</sub> und Luftschadstoffe aus, was ihren Einsatz zum Beispiel in Fußgängerzonen attraktiv macht. Um langfristig eine Bustechnologie zu erhalten, die komplette Strecken rein elektrisch bedienen kann, fördert das BMU auch Projekte zur Entwicklung von Plug-in-Hybridbussen.

Die Förderrichtlinie war bis Ende 2017 gültig. Am 15. März 2018 trat eine neue Förderrichtlinie in Kraft „Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr“ (BMUB, 2020). Im Rahmen dieser Richtlinie wurden Plug-In-Hybridbusse und rein elektrisch angetriebene Busse gefördert. Die Richtlinie galt bis zum 31.12.2021.

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr fördert batterie- und brennstoffzellen-elektrische Aktivitäten im Personenverkehr seit 2010. Von 2015 bis 2021 förderte das BMDV für Batteriebusse ÖPNV-spezifische Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die Busbeschaffung und Elektromobilitätskonzepte mit ÖPNV-Bezug über die Förderrichtlinie Elektromobilität. Für Brennstoffzellenbusse wurden Forschungs- und Entwicklungs- sowie Beschaffungsvorhaben über das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durchgeführt.

Seit September 2021 unterstützt das BMDV die Beschaffung von klimaschonenden Bussen im Rahmen der technologieneutralen Richtlinie zur „Förderung von Bussen mit alternativen Antrieben im Personenverkehr“. Technologieoptionen sind Batterie- und Brennstoffzellenbusse, Biogasbusse auf 100 % Biomethanbasis sowie batterieelektrische Oberleitungsbusse. Die Beihilfeintensität liegt bei maximal 80 % (für die elektrischen Antriebsvarianten). Biomethanbusse werden mit 40 % gefördert. Auch die für die Busse notwendige Lade-, Betankungs- und Wartungsinfrastruktur sowie Machbarkeitsstudien werden gefördert. Die Richtlinie wendet sich gezielt an Verkehrsbetriebe.

Weiterhin wurde mit dem Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge (SaubereFahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz – SaubFahrzeugBeschG) die EU Richtlinie 2019/1161

in Deutschland umgesetzt. „... Mit dem Gesetz werden bei der öffentlichen Auftragsvergabe erstmals verbindliche Mindestziele für emissionsarme und -freie Pkw sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge, insbesondere für Busse im ÖPNV, für die Beschaffung vorgegeben. Die Vorgaben gelten seit dem 2. August 2021 und verpflichten die öffentliche Hand sowie für einzelne Dienstleitungen auch eine Auswahl bestimmter privatrechtlich organisierter Akteure (z. B. Post- und Paketdienste, Stadtreinigung) dazu, dass ein Teil der angeschafften Fahrzeuge zukünftig emissionsarm oder -frei sein muss. ...“ Quelle: (BMDV, 2022c).

### 3 Bestandsentwicklung

Die Beobachtung der jährlichen Bestandsentwicklung ermöglicht Aussagen über die fortschreitende Durchdringung des Automobilmarktes mit Fahrzeugen alternativer Antriebsarten. Die nachfolgend dargestellten Bestandsdaten stammen aus den amtlichen Veröffentlichungen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) sowie Datenlieferungen des KBA zum „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“. Diese Daten enthalten neben Angaben zum Pkw-Segment und Kraftstoffart auch die Schlüsselnummer des Zulassungsbezirks. Damit kann die Verknüpfung und Analyse der räumlichen Verteilung des Pkw-Bestandes unter Berücksichtigung des siedlungsstrukturellen Kreistypen des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) erfolgen.

Zählungen des Fahrzeugbestandes werden vom KBA jeweils mit dem Stichtag des 01.01. eines Jahres durchgeführt. Im vorliegenden Bericht wird diese Systematik des KBA übernommen. Aussagen beispielsweise für das Jahr 2021 betreffen also den Jahresanfang 01.01.2021.

Unterjährige Veränderungen des Fahrzeugbestandes wie z. B. Neuzulassungen, Umschreibungen etc. werden durch das KBA zeitraumbezogen erfasst, d. h. dass z. B. ein Berichtsmonat alle Zulassungsmittelungen umfasst, die bis zum letzten Werktag dieses Monats im Zentralen Fahrzeugregister (ZFZR) eingetragen wurden. Die hier verwendete Statistik des KBA zu Neuzulassungen setzt sich aus den gebildeten Monatsdateien zusammen. Aussagen zu den Neuzulassungen im Jahr 2021 betreffen also die bis zum Jahresende 31.12.2021 erstmalig in Deutschland zugelassenen fabrikneuen Fahrzeuge. Fahrzeuge, die bereits im In- oder Ausland zugelassen waren, fallen nicht darunter.

Die nachfolgend vorgestellten Ergebnisse zur Fahrleistung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb stammen aus der „Fahrleistungserhebung 2014“, die im Rahmen eines BAST-Forschungsprojekts durchgeführt wurde (vgl. Bäumer et al., 2017). Es ist davon auszugehen, dass sich seit 2014 die Struktur des Bestands und der Nutzergruppen der Fahrzeuge mit alternativem Antrieb verändert haben. Dennoch werden diese älteren Informationen zur Fahrleistung im Bericht aufgenommen. In diesem Zusammenhang versteht man unter „Fahrleistung“ ganz allgemein die von Fahrzeugen in einem bestimmten Zeitraum in einem bestimmten Verkehrsnetz zurückgelegte Distanz in Kilometern. Die Gesamtfahrleistung von im Inland zugelassenen Kraftfahrzeugen auf inländischen und ausländischen Straßen wird „Inländerfahrleistung“ genannt<sup>5</sup>.

Die nachfolgend analysierten Zeitreihen beginnen i. d. R. mit dem Jahr 2019. Dies ist das letzte Jahr, das im Vorgängerbericht (M317) ausgewiesen wurde. Die prozentuale Veränderung der Bestandszahlen werden jeweils für den Zeitraum 2019 bis 2021 ausgewiesen, da dieser Zeitraum ebenfalls für die Unfalldaten vorliegt. Zusätzlich wurden Bestandsdaten für das Jahr 2022 aufgeführt, sofern sie zum Zeitpunkt der Berichtserstellung bereits verfügbar waren.

---

<sup>5</sup> Entsprechend heißt die auf dem inländischen Straßennetz erbrachte Gesamtfahrleistung von im Inland oder Ausland zugelassenen Kraftfahrzeugen „Inlandsfahrleistung“.

### 3.1 Bestandsentwicklung bei Personenkraftwagen

Benzin- und Dieselfahrzeuge machen am Jahresanfang 2022 zusammen immer noch rund 94 % des Pkw-Gesamtbestandes aus (ca. 45,8 Millionen Fahrzeuge). Im Zeitraum 2019 bis 2021 erhöhte sich dabei der Bestand an Benzin-Pkw um lediglich 1 %. Der Bestand an Diesel-Pkw ist sogar um 1 % gesunken. Seit 2019 (Abgasaffäre) ist der Bestand an Dieselfahrzeugen rückläufig.

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb (Summe aus reinen Elektrofahrzeugen, Hybriden, Gas- und Brennstoffzellenfahrzeugen) stieg von rund 900.000 Fahrzeugen im Jahr 2019 auf rund 1,7 Mio. Pkw im Jahr 2021 (ein Plus von 91 %).

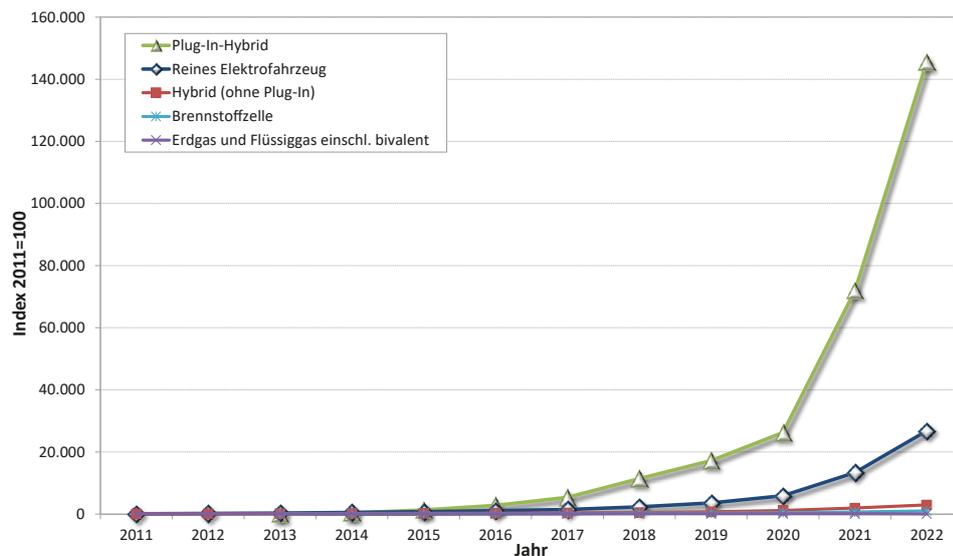
Der Bestand von Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Flüssiggas (LPG) fahren, ist weiterhin rückläufig. In 2021 stellen sie nur noch 25 % aller Pkw mit alternativem Antrieb). Dieser Rückgang setzt sich auch 2022 fort.

Hybrid-Pkw stellen 2021 mit rund 1,0 Mio. Fahrzeugen die größte Gruppe mit alternativem Antrieb (rund 58 % aller Pkw mit alternativem Antrieb). Hier zeigt sich ein Anstieg von 2019 auf 2021 um rund 164 %. Dabei hat sich 2022 noch einmal ein kräftiger Zuwachs ergeben. Die Entwicklung des Plug-In-Hybrid-Bestandes (rund 16 % aller Pkw mit alternativem Antrieb) ist noch deutlicher: hier hat sich der Wert von 2019 auf 2021 um 318 % erhöht und auf 2022 fast noch einmal verdoppelt auf 566.000 Pkw.

Pkw-Bestand zum 01.01. des Jahres (KBA FZ13)	Kraftstoffart bzw. Energiequelle								Pkw insgesamt
	Benzin (ab 2017 ohne Ethanol)	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent (Datenlieferung)	Brennstoffzelle Primärenergie Wasserstoff (Datenlieferung)	Sonstige (ab 2017 inklusive Ethanol)	
				kein Plug-In	Plug-In				
2019	31.031.021	15.153.364	83.175	274.414	66.997	476.411	429	9.973	47.095.784
2020	31.464.680	15.111.382	136.617	437.208	102.175	453.710	573	9.632	47.715.977
2021	31.435.340	15.060.124	309.083	724.228	279.861	429.870	875	9.203	48.248.584
2022	31.005.134	14.824.262	618.460	1.103.095	565.956	413.831	1.292	8.848	48.540.878
Veränderung 2021/2019 in %	1 %	-1 %	272 %	164 %	318 %	-10 %	104 %	-	2 %
Verteilung 2022	63,9 %	30,5 %	1,3 %	2,3 %	1,2 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	100 %

Quelle: KBA, FZ 13, Tabelle 4 sowie Datenlieferung des KBA „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“

**Tab. 1: Bestand an Pkw nach Kraftstoffart**



**Bild 4: Indexdarstellung: Entwicklung des Pkw-Bestands ausgewählter alternativer Kraftstoffarten.**  
Quelle: KBA/BAST, 2022

Auch bei reinen Elektro-Pkw (2021 rund 18 % aller Pkw mit alternativem Antrieb) gab es in den letzten Jahren starke Bestandsanstiege (von 2019 auf 2021 um 272 %). Und 2022 noch einmal 100 % Zuwachs gegenüber 2021.

Die Entwicklung des Pkw-Bestandes mit Brennstoffzellen-Antrieb (hier Wasserstoff) zeigt – bei vergleichsweise kleinen Anzahlen – einen durchweg stetigen Aufwärtstrend.

Im Anhang dieses Berichts befindet sich eine detaillierte Auflistung des Pkw-Bestandes nach Antriebsarten, die auch den Hersteller der Fahrzeuge aufweist (siehe Tabelle 20, Tabelle 21 sowie Tabelle 22).

2022 sind Pkw, die mit Benzin oder Gas (CNG und LPG) fahren, jeweils mit mehr als 93 % in privatem Besitz, gefolgt von Diesel- (83 %) und Hybrid-Pkw (65 %). Bei den Hybrid-Pkw ohne oder mit Plug-In ist der Anteil im Vergleich zum Jahr 2019 allerdings deutlich gesunken (-12 bzw. -8 Prozentpunkte). Bei den Hybridfahrzeugen ist also ein Trend zu mehr gewerblichen Haltern festzustellen.

Bei reinen Elektro-Pkw hat sich der Anteil privater Halter auf 57 % erhöht (siehe auch Tabelle 2).

Unter Neuzulassung versteht man die erstmalige Zulassung und Registrierung eines fabrikneuen Fahrzeugs mit einem Kennzeichen in Deutschland. Während im Jahr 2019 Benzin- und Dieselfahrzeuge noch mehr als 98 % der Neuzulassungen ausmachten, ist dieser Anteil auf 57 % in 2021 gesunken. Die größten Zuwächse bei den Pkw-Neuzulassungen werden 2021 bei den reinen Elektro-Pkw (463 % gegenüber 2019) sowie den Hybridfahrzeugen (mehr als 121 % bzw. 618 % gegenüber 2019) erreicht. Die Neuzulassungen von Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Autogas (LPG) fahren, gingen seit 2019 nur leicht, um 6 % zurück (siehe auch Tabelle 3).

Die Mehrzahl aller neu zugelassenen Pkw werden durch gewerbliche Halter angemeldet (rund 65 % im Jahr 2021 – siehe Tabelle 4).

Bezogen auf das Jahr 2019 hat 2021 bei allen alternativen Kraftstoffarten (Ausnahme Hybrid ohne Plug-In) der Anteil privater Halter unter den Neuzulassungen zugenommen. Fast

jeder zweite Pkw mit Reinem Elektroantrieb wurde von einem privaten Halter zugelassen. Es sind allerdings starke Schwankungen des Anteils privater Halter im zeitlichen Verlauf erkennbar.

Pkw-Bestand nach Haltergruppe zum 01.01. des Jahres		Kraftstoffart bzw. Energiequelle								Pkw insgesamt
		Benzin (ab 2017 ohne Ethanol)	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent	Brennstoffzelle Primär-energie Wasserstoff	Sonstige (ab 2017 inklusive Ethanol)	
					kein Plug-In	Plug-In				
2019	Gesamt	31.031.021	15.153.364	83.175	274.414	66.997	476.411	429	9.973	47.095.784
	davon privat	29.201.997	12.067.485	43.776	212.786	33.223	445.345	78	9.515	42.014.205
	Anteil in %	94,1 %	79,6 %	52,6 %	77,5 %	49,6 %	93,5 %	18,2 %	95,4 %	89,2 %
2020	Gesamt	31.464.680	15.111.382	136.617	437.208	102.175	453.710	573	9.632	47.715.977
	davon privat	29.501.467	12.120.262	70.544	299.960	47.827	423.046	131	9.216	42.472.453
	Anteil in %	93,8 %	80,2 %	51,6 %	68,6 %	46,8 %	93,2 %	14,1 %	95,6 %	89,0 %
2021	Gesamt	31.435.340	15.060.124	309.083	724.228	279.861	429.870	875	9.203	48.248.584
	davon privat	29.615.124	12.292.971	167.003	470.151	108.627	400.549	235	8.843	43.063.503
	Anteil in %	94,2 %	81,6 %	54,0 %	64,9 %	38,8 %	93,2 %	26,9 %	96,1 %	89,3 %
2022	Gesamt	31.005.134	14.824.262	618.460	1.103.095	565.956	413.831	1.292	8.848	48.540.878
	davon privat	29.257.589	12.303.168	354.502	720.635	236.250	386.784	370	8.501	43.267.799
	Anteil in %	94,4 %	83,0 %	57,3 %	65,3 %	41,7 %	93,5 %	28,6 %	96,1 %	89,1 %
Veränderung privat 2021/2019 in %-Punkten		0 %	3 %	5 %	-12 %	-8 %	0 %	10 %	1 %	0 %

Quelle: KBA, FZ 13, Tabelle 4 sowie Datenlieferung des KBA „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“

**Tab. 2: Pkw-Bestand nach Kraftstoffart und Haltergruppe**

Neuzulassungen von Pkw (KBA, FZ14)	Kraftstoffart bzw. Energiequelle							Pkw insgesamt
	Benzin (ab 2017 ohne Ethanol)	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent	Sonstige und unbekannt	
				kein Plug-In	Plug-In			
2019	2.136.891	1.152.733	63.281	193.902	45.348	14.879	224	3.607.258
2020	1.361.723	819.896	194.163	327.395	200.469	13.702	330	2.917.678
2021	972.588	524.446	355.961	429.139	325.449	14.034	515	2.622.132
Veränderung 2021/2019 in %	-54 %	-55 %	463 %	121 %	618 %	-6 %	130 %	-27 %
Verteilung 2021	37 %	20 %	14 %	16 %	12 %	1 %	0 %	100 %

Quelle: KBA, FZ 14, Tabelle 2

**Tab. 3: Neuzulassungen von Pkw nach Kraftstoffart**

Neuzulassungen von Pkw nach Haltergruppen im Jahr ... (KBA, FZ14)		Kraftstoffart bzw. Energiequelle						Pkw insgesamt	
		Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent		Sonstige und unbekannt
					kein Plug-In	Plug-In			
2019	Gesamt	2.136.891	1.152.733	63.281	193.902	45.348	14.879	224	3.607.258
	davon privat	865.539	278.087	22.655	57.985	11.017	8.672	47	1.244.002
	Anteil in %	40,5%	24,1%	35,8%	29,9%	24,3%	58,3%	21,0%	34,5%
2020	Gesamt	1.361.723	819.896	194.163	327.395	200.469	13.702	330	2.917.678
	davon privat	608.388	206.587	93.324	110.911	55.389	8.224	76	1.082.899
	Anteil in %	44,7%	25,2%	48,1%	33,9%	27,6%	60,0%	23,0%	37,1%
2021	Gesamt	972.588	524.446	355.961	429.139	325.449	14.034	515	2.622.132
	davon privat	357.079	130.520	177.388	124.465	107.180	9.861	95	906.588
	Anteil in %	36,7%	24,9%	49,8%	29,0%	32,9%	70,3%	18,4%	34,6%
Veränderung privat 2021/2019 in %-Punkten		-3,8 %	1 %	14 %	-1 %	9 %	12 %	-3 %	0 %

Quelle: KBA, FZ 14, Tabelle 4

**Tab. 4: Neuzulassungen an Pkw nach Kraftstoffart und Halter**

### Fahrleistung

Fahrleistungen für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben liegen – für die Jahre des Untersuchungszeitraumes 2019 bis 2021 – nicht vor. Die einzigen Informationen zu Fahrleistungen können der „Fahrleistungserhebung 2014“, die im Rahmen eines BAST-Forschungsprojekts durchgeführt wurde (vgl. Bäumer et al., 2017) entnommen werden.

Pkw privater Halter, die mit Flüssiggas bzw. Erdgas betrieben werden, weisen die höchste durchschnittliche jährliche Fahrleistung pro Pkw auf (vgl. Tabelle 5). Im Hinblick auf Fahrzeuge mit Elektroantrieb ist bei den privaten Pkw die Fahrleistung pro Fahrzeug etwa genauso hoch wie bei Pkw mit Benzinantrieb. Demgegenüber werden gewerbliche Pkw mit Elektroantrieb deutlich weniger intensiv genutzt (Bäumer et al., 2017).

Im Anhang dieses Berichts sind Tabellen zur Inländerfahrleistung von Pkw privater und gewerblicher Halter für das Jahr 2014 enthalten, die nach Antriebsart und Segment aufgeschlüsselt sind (siehe Tabelle 23 und Tabelle 24).

Antriebsart	Pkw privater Halter	Pkw gewerblicher Halter
	Fahrleistung 2014 pro Kfz und Jahr in km	
Benzin	10.435	15.309
Diesel	17.411	29.073
Flüssiggas	18.213	22.972
Erdgas	18.460	22.470
Elektro	10.794	7.839
Hybrid	13.567	22.813

**Tab. 5: Inländerfahrleistung von Pkw 2014 gegliedert nach Antriebsart und Halter nach Bäumer et al., 2017**

## Pkw nach Segmenten

Das Segment Kompaktklasse stellt in allen Kraftstoffarten die größte Gruppe (vgl. Tabelle 6). Ausgenommen ist die Kraftstoffart Reines Elektrofahrzeug. Reine Elektrofahrzeuge werden überwiegend als Kleinwagen und als Mini zugelassen. Innerhalb dieser Tabelle zeigen sich große Unterschiede bezüglich der Bestandsentwicklung seit dem Jahr 2019. Während SUV und Geländewagen in allen Kraftstoffarten überdurchschnittlich zugenommen haben, beträgt der Zuwachs der SUV bei den reinen Elektrofahrzeugen sogar fast 1.600 %. Erstmals dringt auch das Segment Mittelklasse als Elektrofahrzeug in den Bestand ein (von 12 Pkw in 2019 auf 23.812 Pkw in 2021). Der Bestand an Plug-In-Hybrid-Pkw hat sich im Vergleich zu 2019 mehr als vervierfacht. Die Segmente Mittelklasse und Obere Mittelklasse wie auch SUV und Geländewagen weisen bei den alternativen Kraftstoffarten enorme Steigerungen auf. Demgegenüber zeigen Gasfahrzeuge eine – fast über alle Segmente – rückläufige Entwicklung. Der Bestand an Brennstoffzellenfahrzeugen hat zwar zugenommen (+104 %), mit den 875 zugelassenen Brennstoffzellenfahrzeugen zeigt sich jedoch lediglich ein absoluter Bestandszuwachs von 446 Pkw. Zudem entfallen 640 (73 %) der Brennstoffzellenfahrzeuge auf gewerbliche Halter (siehe auch Tabelle 2).

Pkw-Bestand zum 01.01.2021 nach Segmenten	Schlüsselnr.	Kraftstoffart bzw. Energiequelle														Pkw insgesamt		
		Benzin		Diesel		Reines Elektrofahrzeug		Hybrid				Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent		Brennstoffzelle Primär-energie Wasserstoff				Sonstige und unbekannt
		Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019	kein Plug-In		Plug-In		Anzahl	Vgl. zu 2019	Anz.	Vgl. zu 2019			
								Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019					Anzahl	Vgl. zu 2019	
Minis	1	3.188.767	1 %	66.774	-19 %	53.839	184 %	8.521	> 9.999 %	0		26.443	-5 %	8	33 %	24	3.344.376	2 %
Kleinwagen	2	8.000.265	-1 %	634.356	-11 %	102.963	229 %	114.542	88 %	11.114	61 %	44.095	-12 %	9	200 %	78	8.907.422	-1 %
Kompaktklasse	3	8.435.187	-1 %	3.112.085	-5 %	60.306	262 %	156.107	60 %	64.528	150 %	93.231	-8 %	5	67 %	4.081	11.925.530	-1 %
Mittelklasse	4	2.940.948	-10 %	2.950.942	-6 %	23.812	> 9999 %	105.671	289 %	57.980	521 %	52.849	-19 %	4	-20 %	2.714	6.134.920	-6 %
Obere Mittelklasse	5	618.761	-12 %	1.113.645	-7 %	6	100 %	93.045	579 %	32.885	562 %	34.779	-14 %	0		526	1.893.647	-3 %
Oberklasse	6	124.534	-12 %	111.329	-6 %	11.314	58 %	17.226	100 %	6.362	144 %	5.405	-28 %	4	100 %	226	276.400	-3 %
SUVs	16	2.639.669	47 %	1.377.959	10 %	44.285	1585 %	140.478	174 %	57.676	477 %	35.935	15 %	500	175 %	225	4.296.727	37 %
Geländewagen	7	821.272	23 %	1.817.903	7 %	113	0 %	68.854	1590 %	43.030	685 %	23.275	-9 %	4	33 %	207	2.774.658	16 %
Sportwagen	13	877.075	3 %	38.797	2 %	168	0 %	6.718	150 %	1.618	44 %	8.449	-2 %	6	50 %	30	932.861	4 %
Mini-Vans	14	1.506.697	-3 %	406.018	-8 %	3.806	71 %	1.114	-7 %	3.150	0 %	22.085	-14 %	4	-89 %	347	1.943.221	-4 %
Großraum-Vans	15	760.579	-4 %	1.182.000	-4 %	917	> 9999 %	8.395	26 %	1	0 %	27.922	-23 %	2	0 %	323	1.980.139	-4 %
Utilities	10	458.000	10 %	1.507.268	9 %	3.126	292 %	1.978	> 9999 %	112	> 9999 %	37.372	-4 %	1	0 %	36	2.007.893	9 %
Wohnmobile	12	6.407	13 %	613.470	30 %	9	125 %	15	88 %	2	0 %	1.910	7 %	0		53	621.866	29 %
Sonstige	11	278.772		38.009		4.180		1.518		1.403		12.378		304		107	336.671	-6 %
Ohne Angabe		778.407		89.569		239		46		0		3.742		24		226	872.253	3 %
<b>Pkw insgesamt</b>		<b>31.435.340</b>	<b>1 %</b>	<b>15.060.124</b>	<b>-1 %</b>	<b>309.083</b>	<b>272 %</b>	<b>724.228</b>	<b>164 %</b>	<b>279.861</b>	<b>318 %</b>	<b>429.870</b>	<b>-10 %</b>	<b>875</b>	<b>104 %</b>	<b>9.203</b>	<b>48.248.584</b>	<b>2 %</b>

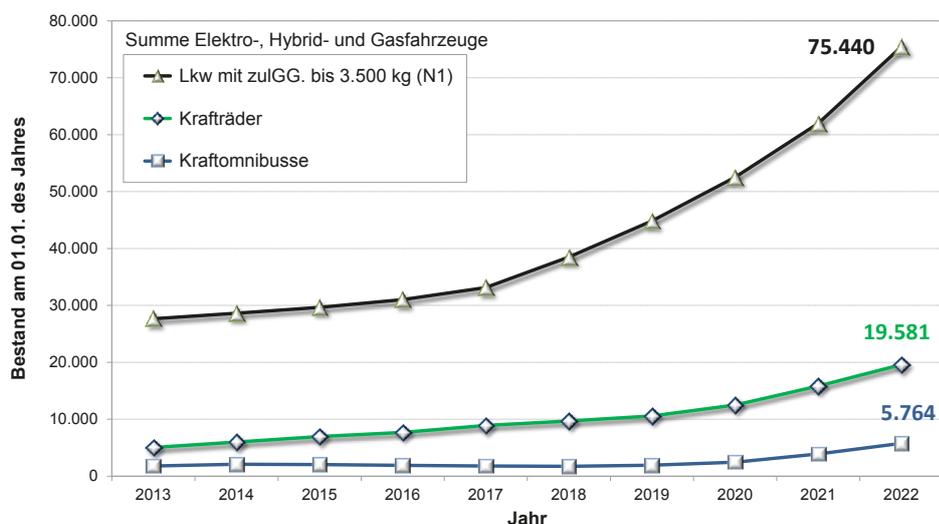
Quelle: KBA, Datenlieferung „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen 01/2021“

Tab. 6: Pkw-Bestand 01/2021 nach Kraftstoffart und Fahrzeugsegment und Vergleich zum Jahr 2019

## 3.2 Bestandsentwicklung bei den Fahrzeuggruppen Kraftrad, Kraftomnibus und leichte Lkw (N1-Fahrzeuge)

Neben dem Pkw-Bereich gewinnen alternative Antriebsarten auch in anderen Fahrzeuggruppen an Bedeutung. Beispielsweise zeigen sich die größten Zuwächse der Bestände bei den leichten Lastkraftwagen<sup>6</sup>. Im Vergleich zu 2013 ist der Bestand auf über 75.000 Lkw im Jahr 2022 gestiegen, ein Plus von 173 %. Der Bestand an Kraftomnibussen zeigt ab 2020 sichtbare Wachstumsraten. Im Jahr 2022 wurden knapp 6.000 Busse beim KBA registriert. Die Anzahl der Krafträder mit alternativer Kraftstoffart steigt relativ verhalten an auf mittlerweile knapp 20.000 Fahrzeuge im Jahr 2022 (+287 %).

Im Folgenden werden die Kraftstoffarten dieser drei Fahrzeuggruppen betrachtet.



**Bild 5: Entwicklung des Bestands an Krafträdern, Kraftomnibussen und Lastkraftwagen (zulGG bis 3,5 t) mit alternativen Kraftstoffarten seit 2013. Quelle: KBA: FZ13 und Datenlieferung „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“**

### 3.2.1 Krafträder

Bei den Krafträdern dominiert mit mehr als 99 % nach wie vor die Kraftstoffart Benzin (siehe auch Tabelle 7). Reine Elektrofahrzeuge stehen im Bestand an zweiter Stelle (0,4 %) und weisen die höchsten Zuwächse auf (+48 % gegenüber 2019). Hybrid- sowie Gasfahrzeuge spielen als Alternativen zu herkömmlichen Antrieben bei den Krafträdern eine eher untergeordnete Rolle.

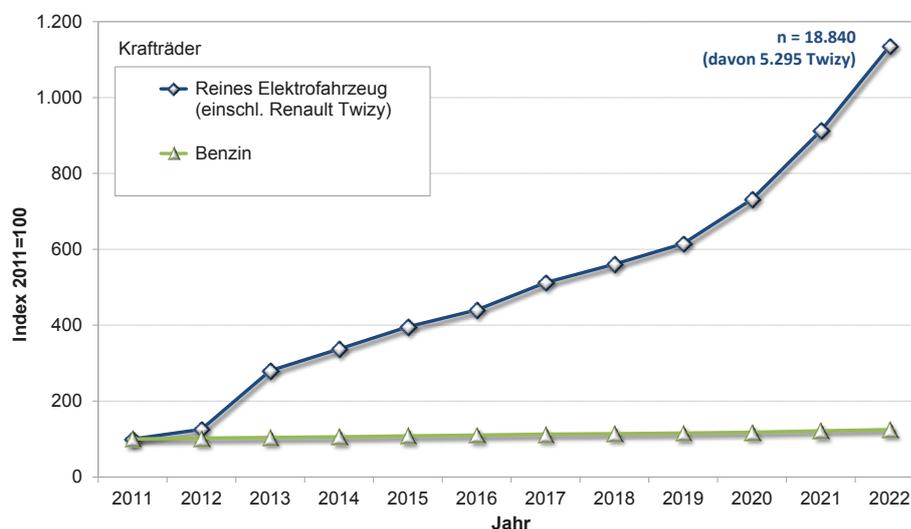
Der in Bild 6 ab dem Jahr 2013 erkennbare starke Anstieg bei den reinen Elektro-Krafträdern ist maßgeblich durch die Markteinführung des Renault Twizy im Jahre 2012 bedingt. Als L7e-Fahrzeug wird der vierrädrige Twizy unter dem Oberbegriff Kraftrad geführt. Im Jahr 2019 waren bereits 5.028 Twizy beim KBA registriert. Das waren 49 % aller reinen Elektro-Krafträder. Der Twizy hat aktuell deutlich an Bedeutung verloren. Mit 5.295 Fahrzeugen im Jahr 2022 ist sein Anteil auf 28 % an den Krafträdern mit reinem Elektroantrieb gesunken.

<sup>6</sup> Lastkraftwagen der Fahrzeugklasse N1 mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3.500 kg.

Bestand an Krafträdern zum 01.01. des Jahres (KBA FZ13)	Kraftstoffart bzw. Energiequelle						Krafträder insgesamt
	Benzin	Diesel	Reines Elektro- fahrzeug	Hybrid	Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent	Sonstige und unbekannt	
2019	4.417.365	4.528	10.207	241	127	6.132	4.438.600
2020	4.483.425	4.537	12.145	238	127	5.938	4.506.410
2021	4.635.635	4.591	15.140	567	129	5.799	4.661.861
2022	4.751.021	4.623	18.840	625	116	5.629	4.780.854
Veränderung 2021/2019 in %	4,9 %	1,4 %	48,3 %	135,3 %	1,6 %	-5,4 %	5,0 %
Verteilung 2022	99,4 %	0,1 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	100,0 %

Quelle: KBA, FZ 13, Tabelle 1

**Tab. 7: Bestand an Krafträdern nach Kraftstoffart**



**Bild 6: Indexdarstellung: Entwicklung des Bestands an Krafträdern mit reinem Elektroantrieb im Vergleich zu Krafträdern mit Benzinantrieb. Quelle: KBA, FZ13**

Insgesamt stellen Dreirädrige- und leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge rund 3 % (154.364) aller Krafträder. Eine Unterteilung der Krafträder nach Kraftstoffart und Anzahl der „Räder“ wird vom KBA nicht veröffentlicht.

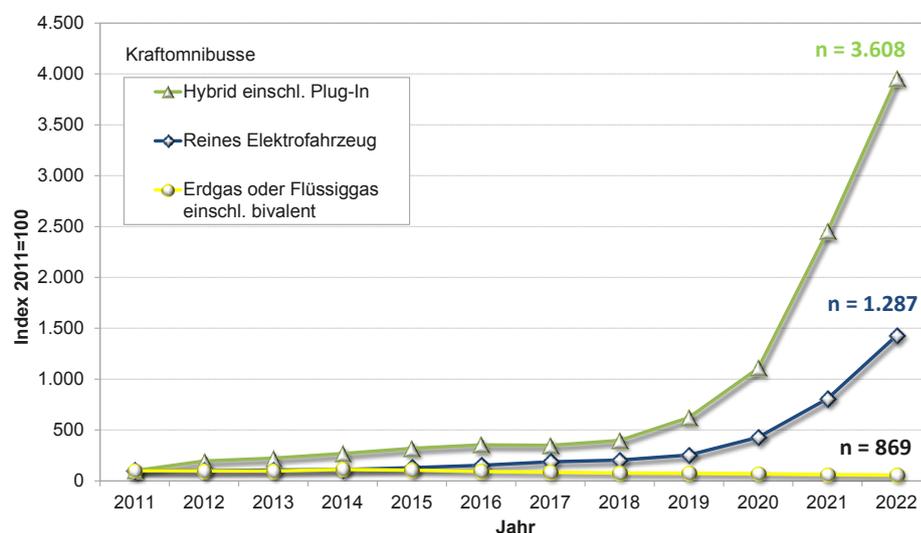
### 3.2.2 Kraftomnibusse

Bei den Kraftomnibussen dominiert mit rund 93 % nach wie vor der Dieselantrieb den Markt (Tabelle 8). Im Vergleich zu 2019 haben Erd- und Flüssiggasfahrzeuge 17 % im Bestand verloren und stehen nun hinter den Hybridfahrzeugen an dritter Stelle. Der Bestand an Hybrid-Bussen (ohne Plug-In) hat sich 2021 im Vergleich zu 2019 vervierfacht und der Trend hält auch 2022 an. Im Anhang dieses Berichts befinden sich Informationen zur Inländerfahrleistung von Bussen für das Jahr 2014, die nach diesen Antriebsarten aufgeschlüsselt sind (siehe Tabelle 25). Neuere Informationen zu Fahrleistungen liegen nicht vor.

Bestand an Kraftomnibussen zum 01.01. des Jahres (KBA, FZ13)	Kraftstoffart bzw. Energiequelle							Kraftomnibusse insgesamt
	Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent	Sonstige und unbekannt	
				kein Plug-In	Plug-In			
2019	102	78.472	228	567	1	1.129	20	80.519
2020	103	78.758	385	1.007	1	1.076	34	81.364
2021	92	71.496	727	2.232	3	940	58	75.548
2022	94	74.291	1.287	3.600	8	869	76	80.225
Veränderung 2021/2019 in %	-9,8 %	-8,9 %	218,9 %	293,7 %	-	-16,7 %	190,0 %	-6,2 %
Verteilung 2022	0,1 %	92,6 %	1,60 %	4,49 %	0,01 %	1,08 %	0,09 %	100 %

Quelle: KBA, FZ 13, Tabelle 1

**Tab. 8: Bestand an Kraftomnibussen nach Kraftstoffart**



**Bild 7: Indexdarstellung: Entwicklung des Bestands an Kraftomnibussen nach ausgewählten Kraftstoffarten.**  
Quelle: KBA, FZ13

Die höchsten relativen Zuwächse von 2019 auf 2021 haben reine Elektro- (+219 %) sowie Hybridbusse (+294 %) zu verzeichnen. Auch 2022 sind bei diesen beiden Antriebsarten kräftige prozentuale Anstiege zu beobachten. Wie in Kapitel 2.4.2 bereits vorgestellt, fördert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) seit 2010 die Beschaffung von Elektro- sowie Hybridbussen. Der positive Bestandseffekt ist in Bild 7 erkennbar. Die Förderrichtlinie war bis Ende 2021 gültig (BMUB, 2020).

### 3.2.3 N1-Fahrzeuge

Rund 92 % aller leichten Lkw mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3.500 kg (Klasse N1) verfügten Anfang 2022 über einen Dieselantrieb (Tabelle 9). Der Bestand an Benzinfahrzeugen nimmt seit 2019 wieder leicht zu (+10 %).

Der Bestand an reinen N1-Elektrofahrzeugen ist von 16.941 im Jahr 2019 auf 30.247 Fahrzeuge im Jahr 2021 gestiegen und dieser Trend hält auch 2022 an. Der Bestand an reinen N1-Elektrofahrzeugen ist maßgeblich durch Fahrzeuge des Herstellers StreetScooter

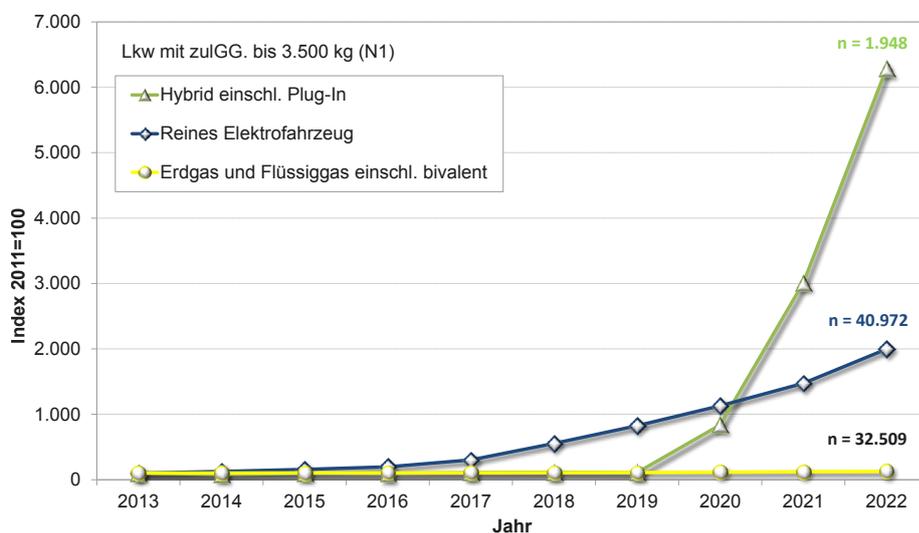
geprägt; im Jahr 2021 waren dies 15.707 (52 %) Fahrzeuge. Odin Automotive Holding hat die StreetScooter-Marke von der Deutschen Post übernommen. Unter dem Namen B-ON soll die Fertigung ausgeweitet werden (Internetrecherche: <https://www.autohaus.de/nachrichten/autohandel/aus-odin-automotive-wird-b-on-der-streetscooter-faehrt-weiter-3180010>, abgerufen am 01.06.2022).

Trotz der hohen prozentualen Zuwächse bei den N1-Lkw mit reinem Elektroantrieb wurden seit dem Jahr 2019 absolut gesehen mehr N1-Lkw mit Benzin- oder Dieselantrieb zugelassen.

Bestand an Lkw mit zulGG. bis 3.500 kg zum 01.01. des Jahres	Kraftstoffart bzw. Energiequelle								Lkw bis 3,5 t insgesamt
	Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent	Brennstoffzelle Primär-energie Wasserstoff	Sonstige und unbekannt	
				kein Plug-In	Plug-In				
2019	132.310	2.438.844	16.941	23	11	27.859	7	123	2.616.118
2020	141.057	2.549.811	23.187	225	35	29.079	7	124	2.743.525
2021	146.325	2.672.421	30.247	754	179	30.800	8	136	2.880.870
2022	152.857	2.790.151	40.972	1.507	441	32.509	11	150	3.018.598
Veränderung 2021/2019 in %	11 %	10 %	79 %	3178 %	-	11 %	14 %	11 %	10 %
Verteilung 2022	5 %	92 %	1,4 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %	0 %	0 %	100,0 %

Quelle: KBA, Datenlieferung „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“

**Tab. 9: Lkw-Bestand der Klasse N1 (bis 3,5 t zulässiger Gesamtmasse) nach Kraftstoffart**



**Bild 8: Indexdarstellung: Entwicklung des Bestands an Lkw mit zulGG. bis 3.500 kg (N1) nach ausgewählten Kraftstoffarten. Quelle: KBA/BAST, 2022**

### 3.2.4 Lkw nach Nutzlast

Im Jahr 2021 haben Gasfahrzeuge unter den alternativen Antriebsarten die erste Position im Bestand der Lkw unter 1.999 kg Nutzlast an die reinen Elektrofahrzeuge verloren. Seit 2015 weisen Gasfahrzeuge das geringste Wachstum auf. Dies hat sich bis 2021 fortgesetzt und gilt sowohl bei den Lkw bis 999 kg als auch bis 1.999 kg. (+10 % gegenüber +84 % bei den Elektro-Lkw). Hybrid-Lkw spielen im Bestand der Lkw mit einer Nutzlast von maximal 1.999 kg noch keine Rolle.

Schaut man sich den Lkw-Bestand im Hinblick auf die Nutzlast an, wird deutlich, dass sich der absolute Zuwachs der Bestände von Elektrofahrzeugen vor allem in der Klasse der kleineren Nutzlastkategorie bis 999 kg abspielt (Tabelle 10). In dieser Nutzlastklasse ist noch die Pkw-Technik bestimmend.

Lkw-Bestand zum 01.01. des Jahres nach Nutzlast (KBA, FZ13)		Kraftstoffart bzw. Energiequelle						Summe	
		Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent		Sonstige und unbekannt
					kein Plug-In	Plug-In			
2019	bis 999 kg	122.825	1.623.404	16.420	22	10	26.025	121	1.788.827
	1.000 – 1.999 kg	10.722	865.429	815	10	1	2.252	83	879.311
2020	bis 999 kg	131.017	1.627.403	21.949	91	29	27.330	122	1.807.941
	1.000 – 1.999 kg	11.341	971.587	2.057	143	7	2.157	82	987.374
2021	bis 999 kg	135.759	1.640.138	27.915	235	25	28.998	138	1.833.208
	1.000 – 1.999 kg	11.918	1.080.394	3.881	528	155	2.213	78	1.099.167
2022	bis 999 kg	141.890	1.658.003	35.804	546	48	30.631	156	1.867.078
	1.000 – 1.999 kg	12.361	1.180.109	7.524	971	394	2.316	73	1.203.748
Veränderung 2021/19 in %	bis 999 kg	10,5 %	1,0 %	70,0 %	968,2 %	-	11,4 %	14,0 %	2,5 %
	1.000 – 1.999 kg	11,2 %	24,8 %	376,2 %	5.180,0 %	-	-1,7 %	-6,0 %	25,0 %

Quelle: KBA, FZ 13, Tabelle 10

Tab. 10: Lkw-Bestand nach Kraftstoffart und Nutzlast

### 3.3 Räumliche Verteilung des Bestandes an Pkw mit alternativen Antrieben

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb war in den zurückliegenden Jahren in Deutschland relativ ungleichmäßig verteilt. Die Konzentration auf eine geringe Anzahl Kreise<sup>7</sup> war bisher im Vergleich zu Pkw mit konventionellem Antrieb deutlich ausgeprägter. Insbesondere Kreise mit einer hohen Bevölkerungsdichte oder solche, in denen Fahrzeughersteller ansässig sind, hatten sowohl einen hohen Fahrzeugbestand an Fahrzeugen mit

<sup>7</sup> Unter dem Begriff „Kreis“ werden hier alle auf der Verwaltungsebene der Kreise zum Stichtag 01.01.2022 bestehenden Verwaltungseinheiten Deutschlands gefasst. Dazu zählen alle Kreise, Landkreise, Stadtkreise, kreisfreien Städte, Stadtgemeinden, Stadtstaaten, sowie die drei Kommunalverbände besonderer Art (Region Hannover, Regionalverband Saarbrücken und Städteregion Aachen).

alternativen Antrieben als auch einen hohen Anteil solcher Fahrzeuge an allen im jeweiligen Kreis zugelassenen Fahrzeugen. Im Jahr 2022 zeichnet sich jedoch mittlerweile eine zunehmende Abschwächung dieser Konzentration ab.

Die Hälfte des gesamten Pkw-Bestandes – unabhängig von der Art des Antriebs – konzentriert sich in 2022 auf etwa ein Viertel aller Kreise (102 von 400 Kreisen – siehe Tabelle 11). Diese Verteilung ist typisch und spiegelt sich fast analog in der Bevölkerungsverteilung wider: Die Hälfte der deutschen Wohnbevölkerung lebt ebenfalls in knapp einem Viertel aller Kreise (93 von 400 Kreisen).

Bei den Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien verteilt sich die Hälfte des gesamten Pkw-Bestandes auf eine geringere Anzahl an Kreisen. Insbesondere bei den reinen Elektrofahrzeugen und den Hybridfahrzeugen ist die Hälfte des Fahrzeugbestandes auf weniger als 80 Kreise verteilt (79 bzw. 74 Kreise bzw. etwa 20 % aller Kreise).

Die Bedeutung der gewerblichen Halter im Bereich der alternativen Antriebe hat dabei einen maßgeblichen Einfluss auf die vorhandene Konzentration, da sich im Gegensatz zu den konventionellen Antrieben, wo maximal 17 % des Bestands auf gewerbliche Halter angemeldet ist, die Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechnologien häufiger in der Hand gewerblicher Halter befinden (vgl. Tabelle 2).

Die Hälfte des Pkw-Bestandes gewerblicher Halter ist, unabhängig von der Art des Antriebs, in 16 % der Kreise (65 von 400 Kreisen) gemeldet (siehe Tabelle 11). Gewerblich angemeldete Pkw mit alternativen Antriebstechnologien konzentrieren sich dagegen auf eine geringere Anzahl Kreise. Am stärksten ausgeprägt ist die Konzentration bei den Hybriden mit der Hälfte aller Fahrzeuge in 36 von 400 Kreisen (9 % aller Kreise).

Für gewerbliche Pkw aller Arten von alternativen Antrieben gilt, dass sich ein Viertel des Bestandes in 2-3 % aller Kreise konzentriert und 90 % des Bestandes in etwa 60-64 % der Kreise in Deutschland angemeldet ist. Zum Vergleich: Im Mittel sind 90 % des gesamten Pkw-Bestandes auf drei Viertel (74 %) aller Kreise verteilt.

Generell sind gewerbliche Halter häufiger in städtischen Kreisen und kreisfreien Großstädten angesiedelt und weniger in dünn besiedelten und ländlich geprägten Räumen<sup>8</sup> anzutreffen<sup>9</sup>. Diese Konzentration auf städtisch geprägte Räume ist bei gewerblichen Haltern von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben besonders stark ausgeprägt.

Die im gewerblichen Bereich wahrgenommene Konzentration ist im privaten Bereich weniger sichtbar. Die Verteilung des Bestandes an Pkw mit alternativen Antriebstechnologien ist nur etwas stärker auf weniger Kreise konzentriert als die Verteilung der Pkw insgesamt. Grundsätzlich ist nur ein leichter Überhang des Bestandes zugunsten der Kreise mit höherer Bevölkerungsdichte feststellbar. So ist die Hälfte aller Pkw privater Halter in einem Viertel aller Kreise angemeldet (26 % = 104 Kreise). Bei den Pkw mit alternativen Antriebstechnologien entfällt die Hälfte der Pkw auf etwa 22 bis 23 % aller Kreise (= 86 bis 91 Kreise).

---

<sup>8</sup> Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen und dünn besiedelte ländliche Kreise.

<sup>9</sup> Typisierung der Kreise gemäß siedlungsstrukturellem Kreistyp des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR, 2020).

Verteilung des Pkw-Bestands nach Kraftstoffart und Kreisen, 2022									
	Anteil/Anzahl Kreise								
	Bestands- anteil	Reines Elektrofahrzeug		Hybridfahrzeug (ohne Plug-In)		Plug-in-Hybride		Pkw insgesamt	
Alle Halter	25 %	6 %	(= 23 Kreise)	5 %	(= 19 Kreise)	7 %	(= 29 Kreise)	9 %	(= 34 Kreise)
	50 %	20 %	(= 79 Kreise)	19 %	(= 74 Kreise)	23 %	(= 90 Kreise)	26 %	(= 102 Kreise)
	75 %	44 %	(= 176 Kreise)	45 %	(= 179 Kreise)	49 %	(= 194 Kreise)	52 %	(= 206 Kreise)
	90 %	68 %	(= 273 Kreise)	70 %	(= 280 Kreise)	71 %	(= 284 Kreise)	74 %	(= 296 Kreise)
Gewerbliche Halter	25 %	3 %	(= 12 Kreise)	2 %	(= 7 Kreise)	2 %	(= 11 Kreise)	4 %	(= 15 Kreise)
	50 %	14 %	(= 56 Kreise)	9 %	(= 36 Kreise)	12 %	(= 58 Kreise)	16 %	(= 65 Kreise)
	75 %	38 %	(= 151 Kreise)	33 %	(= 130 Kreise)	34 %	(= 156 Kreise)	42 %	(= 168 Kreise)
	90 %	64 %	(= 255 Kreise)	60 %	(= 239 Kreise)	60 %	(= 258 Kreise)	68 %	(= 272 Kreise)
Private Halter	25 %	8 %	(= 31 Kreise)	7 %	(= 27 Kreise)	7 %	(= 26 Kreise)	9 %	(= 36 Kreise)
	50 %	23 %	(= 90 Kreise)	23 %	(= 91 Kreise)	22 %	(= 86 Kreise)	26 %	(= 104 Kreise)
	75 %	46 %	(= 183 Kreise)	48 %	(= 193 Kreise)	47 %	(= 187 Kreise)	52 %	(= 208 Kreise)
	90 %	68 %	(= 272 Kreise)	72 %	(= 288 Kreise)	70 %	(= 280 Kreise)	74 %	(= 296 Kreise)

Tab. 11: Verteilung des Pkw-Bestands nach Kraftstoffart und Kreisen. Quelle: KBA/BAST, 2020

### TOP10 Kreise der alternativen Antriebe

Etwa ein Fünftel aller Pkw mit alternativen Antriebstechnologien sind in den zehn Kreisen mit den meisten Pkw mit alternativen Antriebstechnologien (TOP10-Kreisen) gemeldet. Unter den ersten Plätzen für alle alternativen Antriebstechnologien finden sich die sechs größten deutschen Städte Berlin, München, Hamburg, Köln, Stuttgart und Frankfurt am Main (siehe Tabelle 12). Betrachtet man die drei Antriebsarten Elektro, Hybrid (ohne Plug-In) und Plug-In separat, stellt man fest, dass sich alle diese Großstädte auch in den TOP10-Listen der jeweiligen Antriebsarten wiederfinden.

Bei der absoluten Anzahl gemeldeter Pkw – unabhängig von der Antriebsart – spielt natürlich zunächst die eigentliche Größe und Bevölkerungszahl des entsprechenden Kreises eine Rolle. Aufgrund dessen war die Belegung der TOP10 der alternativen Antriebstechnologien mit Großstädten und Kreisen mit einer hohen Bevölkerungszahl zu erwarten.

Darüber hinaus fallen in den TOP10-Listen der Pkw-Bestände der verschiedenen alternativen Antriebstechnologien vereinzelt Städte und Kreise auf, bei denen der Anteil der gewerblichen Halter überdurchschnittlich hoch ist. Häufig handelt es sich dabei um Städte oder Kreise, in denen ein Fahrzeughersteller ansässig ist oder z. B. ein Carsharing- oder Mietwagenunternehmen. Die Vermutung, dass es sich oft um Eigenzulassungen der Hersteller handelt, liegt teilweise nahe. So sind zum Beispiel 6.124 von den 7.112 reinen Elektrofahrzeugen in Wolfsburg gewerblich angemeldet. Dies entspricht einem Anteil gewerblicher Halter von 86 %.

Beschränkt man die Betrachtung auf privat angemeldete Pkw mit alternativen Antriebstechnologien, so ändert sich das Lagebild kaum. Größtenteils finden sich die gleichen Kreise in den TOP10 der absoluten Bestandszahlen privater Halter (siehe Tabelle 26 im Anhang). Kreise mit einem hohen Anteil gewerblicher Halter verlieren an Bedeutung und fallen teilweise aus den TOP10 heraus. Dies ist zum Beispiel der Fall für Frankfurt am Main bei den Hybriden und Plug-In-Hybriden oder Wolfsburg und Wiesbaden bei den reinen Elektrofahrzeugen. Im Gegenzug steigen weitere Kreise in die TOP10 auf, die in der Regel zu den bevölkerungsreichsten Kreisen in Deutschland gehören bzw. in der Nähe von Groß-

städten liegen, bei denen in einigen Fällen außerdem Fahrzeughersteller angesiedelt sind. Dies ist zum Beispiel der Fall für die Landkreise Esslingen und Ludwigsburg, die zum Einen beide direkt an Stuttgart angrenzen und zum Anderen auf Rang 6 und 7 der bevölkerungsstärksten Landkreise in Deutschland liegen.

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2022															
Fahrzeug mit alternativem Antrieb*				Reines Elektrofahrzeug				Hybrid (ohne Plug-In)				Plug-In-Hybrid			
Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl	Darunter mit gewerblichen Haltern	Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl Elektrofahrzeuge	Darunter mit gewerblichen Haltern	Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl Hybridfahrzeuge	Darunter mit gewerblichen Haltern	Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl Plug-In-Hybride	Darunter mit gewerblichen Haltern	Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl mit gewerblichen Haltern		
München, Stadt	81.497	60.771 (75%)	Berlin, Stadt	16.678	9.051 (54%)	München, Stadt	46.370	34.723 (75%)	München, Stadt	19.598	15.462 (79%)	München, Stadt	15.462 (79%)		
Berlin, Stadt	77.484	36.210 (47%)	München, Stadt	15.529	10.586 (68%)	Berlin, Stadt	43.310	16.448 (38%)	Berlin, Stadt	17.496	10.711 (61%)	Berlin, Stadt	10.711 (61%)		
Hamburg, Stadt	52.265	30.604 (59%)	Hamburg, Stadt	13.078	7.424 (57%)	Hamburg, Stadt	24.706	12.592 (51%)	Hamburg, Stadt	14.481	10.588 (73%)	Hamburg, Stadt	10.588 (73%)		
Köln, Stadt	38.130	23.696 (62%)	Stuttgart, Stadtkreis	8.397	5.419 (65%)	Köln, Stadt	21.213	11.624 (55%)	Stuttgart, Stadtkreis	11.991	9.192 (77%)	Stuttgart, Stadtkreis	9.192 (77%)		
Frankfurt am Main, Stadt	31.484	22.508 (71%)	Wiesbaden, Landeshauptstadt	8.309	7.244 (87%)	Frankfurt am Main, Stadt	13.732	8.142 (59%)	Frankfurt am Main, Stadt	11.105	9.460 (85%)	Frankfurt am Main, Stadt	9.460 (85%)		
Stuttgart, Stadtkreis	30.691	19.770 (64%)	Region Hannover	7.773	2.890 (37%)	Region Hannover	12.734	4.664 (37%)	Köln, Stadt	10.857	8.491 (78%)	Köln, Stadt	8.491 (78%)		
Region Hannover	27.495	11.631 (42%)	Wolfsburg, Stadt	7.112	6.124 (86%)	Düsseldorf, Stadt	11.824	6.558 (55%)	Düsseldorf, Stadt	8.844	7.210 (82%)	Düsseldorf, Stadt	7.210 (82%)		
Düsseldorf, Stadt	25.240	16.549 (66%)	Frankfurt am Main, Stadt	6.647	4.906 (74%)	Stuttgart, Stadtkreis	10.303	5.159 (50%)	Böblingen	8.118	5.671 (70%)	Böblingen	5.671 (70%)		
Böblingen	23.135	13.218 (57%)	Böblingen	6.558	3.362 (51%)	München, Landkreis	9.996	5.753 (58%)	Region Hannover	6.988	4.077 (58%)	Region Hannover	4.077 (58%)		
München, Landkreis	22.107	13.865 (63%)	Köln, Stadt	6.060	3.581 (59%)	Heilbronn	9.728	6.634 (68%)	München, Landkreis	6.870	5.216 (76%)	München, Landkreis	5.216 (76%)		

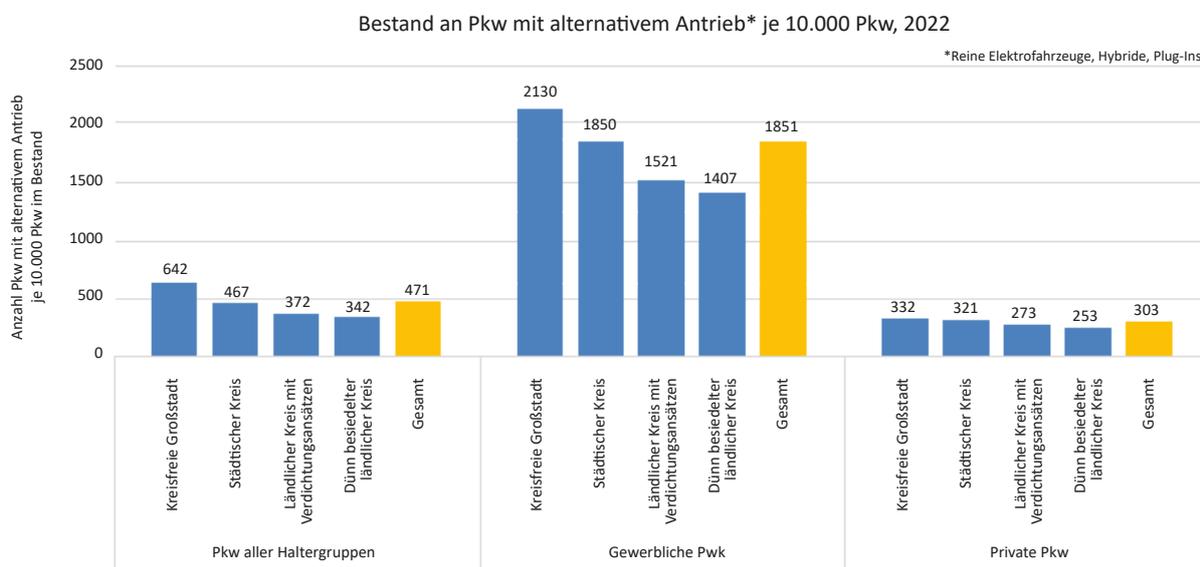
\* Hier: Reine Elektrofahrzeuge, Hybrid und Plug-In-Hybride

Tab. 12: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2020. Quelle: KBA/BAST, 2020

## Relative Bedeutung der alternativen Antriebe im Pkw-Bestand

Um den Effekt im Bestand auszugleichen, der allein durch die Größe eines Kreises entsteht, ist eine relative Betrachtung der Pkw mit alternativen Antriebstechnologien bezogen auf den gesamten Pkw-Bestand notwendig.

Insgesamt entfallen auf 10.000 Pkw im Gesamtbestand 471 Pkw mit einem alternativen Antrieb (reine Elektrofahrzeuge, Hybride und Plug-In Hybride), das entspricht knapp 5 % der Fahrzeuge (siehe Bild 9). In stärker verdichteten Räumen gibt es eine Tendenz zur größeren relativen Bedeutung von Pkw mit alternativen Antrieben. Während in kreisfreien Großstädten im Mittel 642 von 10.000 angemeldeten Pkw mit einem alternativen Antrieb ausgestattet sind, sind es in dünn besiedelten ländlichen Kreisen nur etwa die Hälfte (342). Diese größere Bedeutung in stärker verdichteten Räumen ist sowohl bei Fahrzeugen von privaten als auch gewerblichen Haltern erkennbar. Allerdings ist der Unterschied bei gewerblichen Pkw deutlich ausgeprägter als bei Fahrzeugen privater Halter. Bei den Pkw von gewerblichen Haltern stechen insbesondere die kreisfreien Großstädte mit 2.130 Fahrzeugen mit alternativem Antrieb je 10.000 Pkw heraus.



**Bild 9: Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb je 10.000 Pkw, 2022. Quelle: KBA/BAST, 2022**

### TOP10 der alternativen Antriebe (bezogen auf den Gesamtbestand an Pkw)

Unter den TOP10 Kreisen der Pkw mit alternativen Antrieben (bezogen auf den Gesamtbestand an Pkw) befinden sich ausschließlich kreisfreie Großstädte und städtische Kreise (Tabelle 13). Insbesondere Ingolstadt hebt sich deutlich hervor, mit mehr als 1.500 Pkw mit alternativen Antrieben je 10.000 Pkw im Gesamtbestand. Damit sind 15 % des Pkw-Bestandes in Ingolstadt Fahrzeuge mit alternativem Antrieb. Diese außergewöhnlich hohe Bedeutung der Pkw mit alternativen Antrieben beruht alleine auf den gewerblich angemeldeten Fahrzeugen. Bei der Betrachtung der TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben von privaten Haltern spielt Ingolstadt keine Rolle.

Beschränkt man die Betrachtung allein auf Pkw mit alternativen Antrieben von privaten Haltern, sind nur wenige der Kreise und kreisfreien Städte weiterhin in den TOP10 vertreten, wie zum Beispiel München (Landkreis) oder Stuttgart. Stuttgart befindet sich hier auf Rang 2 mit 483 Pkw mit alternativem Antrieb je 10.000 auf private Halter angemeldeten Pkw. Einige Kreise kommen neu hinzu, wie zum Beispiel der Kreis Starnberg auf Rang 1 mit

487 Pkw mit alternativem Antrieb, die auf private Halter angemeldet sind. Zur Situation bei privaten Haltern bezogen auf die einzelnen Arten von alternativen Antrieben finden sich im Anhang des Berichtes TOP10-Ranglisten für Pkw aller bzw. privater Halter (siehe Tabelle 27 bis Tabelle 29 im Anhang). Daraus ist zum Beispiel für den Kreis Starnberg unter anderem ersichtlich, dass der hohe Anteil von Pkw mit alternativen Antrieben privater Halter primär auf der Bedeutung der reinen Elektrofahrzeuge in diesem Kreis beruht.

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2022								
Fahrzeug mit alternativem Antrieb*								
Alle Pkw				TOP	Private Pkw			
Rang nach Anteil an allen Fahrzeugen					Rang nach Anteil an allen privaten Fahrzeugen			
Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut		Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut
Ingolstadt	kreisfreie Großstadt	1.515,2	14.685	1	Starnberg	Städtischer Kreis	486,9	3.768
Wolfsburg, Stadt	kreisfreie Großstadt	1.189,2	15.037	2	Stuttgart, Stadtkreis	kreisfreie Großstadt	483,1	10.921
München, Stadt	kreisfreie Großstadt	1.094,2	81.497	3	München	Städtischer Kreis	471,7	8.242
Wiesbaden, Stadt	kreisfreie Großstadt	1.063,7	20.383	4	Böblingen	Städtischer Kreis	453,0	9.917
Stuttgart, Stadtkreis	kreisfreie Großstadt	1.013,6	30.691	5	Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	436,5	5.771
München	Städtischer Kreis	926,1	22.107	6	Darmstadt-Dieburg	Städtischer Kreis	407,5	7.136
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Großstadt	916,3	31.484	7	Rheinisch-Bergischer Kreis	Städtischer Kreis	404,3	6.816
Böblingen	Städtischer Kreis	898,3	23.135	8	Ebersberg	Städtischer Kreis	403,4	3.149
Main-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	808,8	14.596	9	Rheingau-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	401,8	4.660
Düsseldorf, Stadt	kreisfreie Großstadt	791,7	25.240	10	Esslingen	Städtischer Kreis	396,2	11.732

\* Hier: Reine Elektrofahrzeuge, Hybrid und Plug-In-Hybride

**Tab. 13: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativem Antrieb (reine Elektrofahrzeuge, Hybride, Plug-In Hybride), 2022. Quelle: KBA/BAST, 2022**

### Regionale Bestandsentwicklung der alternativen Antriebe im Bereich privater Halter

Die Entwicklungen im Bereich der alternativen Antriebstechnologien waren in den letzten Jahren sehr dynamisch. Der Bestand an Fahrzeugen mit alternativem Antrieb hat stark zugenommen (vgl. Kapitel 3.1). Diese Entwicklung ist dabei regional sehr unterschiedlich gewesen. Von 2016 bis 2022 hat sich bei privaten Haltern der Anteil der Pkw mit alternativem Antrieb an allen privaten Pkw im Mittel verzehnfacht. Die Veränderungen reichen in den verschiedenen Kreisen dabei von einer Verfünffachung bis zu einem Anstieg um den Faktor 30 (s. Bild 10).

Die Kreise mit den stärksten Anstiegen hatten im Jahr 2016 noch unterdurchschnittliche Anteile an privaten Pkw mit alternativen Antrieben unter allen Pkw privater Halter. So hat zum Beispiel die kreisfreie Stadt Emden den stärksten Anstieg zu verzeichnen. Mit 294 Pkw mit alternativem Antrieb je 10.000 Fahrzeuge im Bestand liegt Emden im Jahr 2022 unter allen 394 Kreisen zwar nur auf Rang 178. Im Jahr 2016 lag Emden mit nur 9 Pkw mit alternativem Antrieb je 10.000 Fahrzeuge allerdings noch auf dem letzten Rang (vgl. Tabelle 31 im Anhang).

## Veränderung des Anteils von Pkw mit alternativem Antrieb\* an allen Pkw privater Halter, 2016-2022

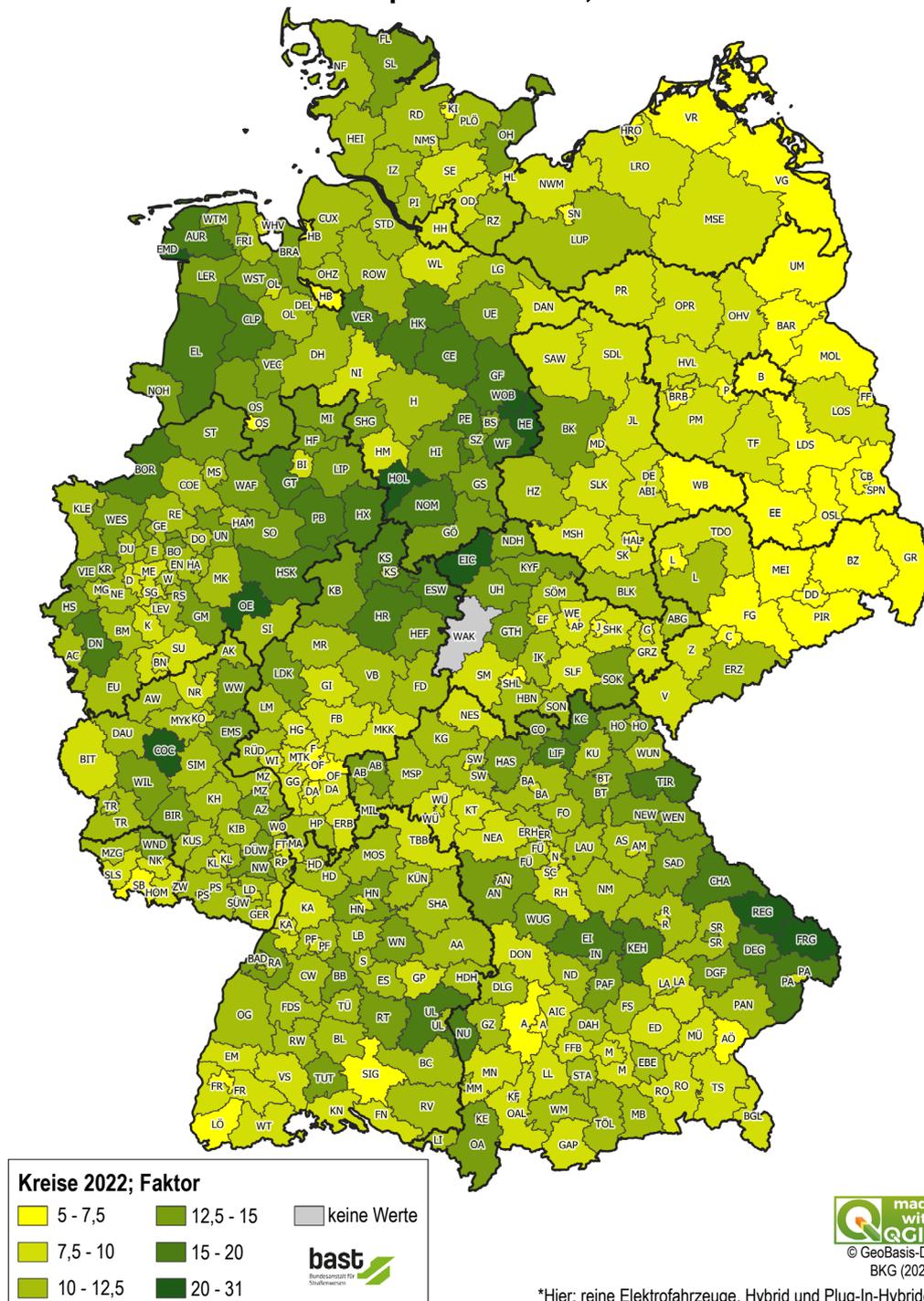


Bild 10: Veränderung des Anteils von Pkw mit alternativem Antrieb an allen Pkw privater Halter 2016-2022.  
Quelle: KBA/BASt, 2022

Im Jahr 2022 befinden sich nur ein paar dieser Kreise mit den stärksten Anstiegen gleichzeitig auch unter den Kreisen mit den höchsten Anteilen an alternativen Antrieben. Neun der Kreise sind dabei in die TOP100 der Kreise in Bezug auf den Anteil der privaten Pkw mit alternativen Antrieben aufgestiegen (vgl. Tabelle 31 im Anhang). So konnte sich z. B. die kreisfreie Stadt Wolfsburg vom Rang 384 in 2016 auf den Rang 93 in 2022 deutlich verbessern. Der Kreis Böblingen ist von einem Rang im oberen Drittel aller Kreise (Rang 127) in die TOP10 Kreise aufgestiegen und hat sich auf Rang 4 platziert.

Für die regionale Bedeutung von Pkw mit alternativem Antrieb in Bezug auf den Gesamtbestand von Pkw bei privaten Haltern spielen eine Reihe verschiedener Faktoren eine Rolle. Hierunter zählen sicherlich die Siedlungsdichte und Bevölkerungsstruktur ebenso wie regionale Förderprogramme, die Nähe zu Fahrzeugherstellern, vorhandene Ladeinfrastruktur oder die Einkommensstruktur. Im Rahmen dieses Berichtes wurde der Zusammenhang der Bedeutung der alternativen Antriebe im o.g. Sinne mit dem verfügbaren Einkommen privater Haushalte in den Kreisen abgeglichen. Es hat sich gezeigt, dass eine leichte bis mittlere Korrelation besteht (Korrelationskoeffizient nach Pearson = 0,54). Weiterführende (mehrdimensionale) Korrelationsanalysen wurden nicht durchgeführt, da sie außerhalb des Berichtsrahmens liegen.

## Fazit

Die Entwicklungen im Bereich der alternativen Antriebstechnologien waren in den letzten Jahren sehr dynamisch und der Bestand an Fahrzeugen mit alternativem Antrieb hat stark zugenommen. Diese Entwicklung ist dabei regional sehr unterschiedlich gewesen. Von 2016 bis 2022 hat sich der Anteil der Pkw mit alternativem Antrieb bei privaten Haltern im Mittel verzehnfacht. Die Veränderungen reichen in den verschiedenen Kreisen dabei von einer Verfünffachung bis zu einem Anstieg um den Faktor 30.

Der Bestand an Pkw mit alternativen Antrieben war in den zurückliegenden Jahren in Deutschland außerdem relativ ungleichmäßig verteilt. Die Konzentration auf eine geringe Anzahl Kreise war bisher im Vergleich zu Pkw mit konventionellem Antrieb deutlich ausgeprägter, hat sich jedoch mittlerweile abgeschwächt.

Die Bedeutung der gewerblichen Halter im Bereich der alternativen Antriebe hat dabei einen maßgeblichen Einfluss auf die vorhandene Konzentration, da sich im Gegensatz zu den konventionellen Antrieben die Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechnologien häufiger in der Hand gewerblicher Halter befinden.

Insbesondere Kreise mit einer hohen Bevölkerungsdichte oder solche, in denen Fahrzeughersteller ansässig sind, hatten sowohl einen hohen Fahrzeugbestand an Fahrzeugen mit alternativen Antrieben als auch einen hohen Anteil solcher Fahrzeuge an allen im jeweiligen Kreis zugelassenen Fahrzeugen.

Bei der absoluten Anzahl gemeldeter Pkw spielt die eigentliche Größe und Bevölkerungszahl des entsprechenden Kreises eine Rolle. Aufgrund dessen finden sich unter den Kreisen mit den meisten Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien die sechs größten deutschen Städte.

Aber auch die relative Bedeutung der alternativen Antriebe bezogen auf den gesamten Pkw-Bestand im jeweiligen Kreis ist in stärker verdichteten Räumen tendenziell größer. Während in kreisfreien Großstädten im Mittel 642 von 10.000 angemeldeten Pkw mit einem alternativen Antrieb ausgestattet sind, sind es in dünn besiedelten ländlichen Kreisen nur etwa die Hälfte (342).

## 4 Unfallgeschehen

Da die bis 06/2021 zugelassenen Elektrofahrzeuge kaum Geräuschemissionen abgeben, könnte dies möglicherweise für Fußgänger und Radfahrer in bestimmten Situationen zur Gefahr werden.

Um die Verkehrssicherheit dieser neuen Fahrzeugtechnologien zu gewährleisten, wurden und werden die möglichen Probleme nicht nur in Deutschland, sondern europaweit aufgegriffen und entsprechende Rechtsverordnungen erlassen. Wie in Kapitel 2.2.2 bereits ausgeführt, ist auf Basis der EU-Verordnung 540/2014 (EU, 2014) – und weiter konkretisiert in EU 2017/1576 (EU, 2017) – die Ausstattung von elektrisch und hybrid-elektrisch angetriebenen Fahrzeugen (Klassen M und N) mit Minimalgeräuschen (AVAS) verpflichtend. Mit den EU-Verordnungen wurde die Verpflichtung für Typprüfungen ab 07/2019 sowie ab 07/2021 für alle neu zugelassenen elektrisch angetriebenen Fahrzeuge fortgeschrieben. Darüber hinaus eröffnet sie die Möglichkeit nicht-auditiver Lösungen.

Daneben trat im April 2019 die Durchführungsverordnung (EU) 2019/621 in Kraft (EU, 2019), die die technische Überwachung von Elektro- und Hybridfahrzeugen regelt und die Besonderheiten von Fahrzeugen mit elektrischem Antriebsstrang berücksichtigt. Die Umsetzung der Verordnung erfolgt seit Mai 2020 durch die Fahrzeughersteller bzw. Importeure (UVB, 2021).

Im Verkehrssicherheitsprogramm der Bundesregierung 2021 bis 2030 (VSP, 2021) wird unter anderem das Themenfeld der akustischen Wahrnehmbarkeit von neuen Mobilitäts- bzw. Antriebsformen vor allem bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb aufgegriffen. Die Prüfung, Bewertung und Weiterentwicklung sollen dabei im Vordergrund stehen.

Nachfolgend wird auf das Unfallgeschehen eingegangen. Die Wirksamkeit der akustischen Warneinrichtung kann auf Grundlage des vorliegenden Unfallgeschehens bis 2021 noch nicht nachgewiesen werden, da die Verpflichtung zur Ausrüstung mit AVAS für alle Neuzulassungen erst ab 07/2021 gilt.

### 4.1 Datengrundlage

Grundlage der Untersuchung zur Unfallbeteiligung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb sind die Einzeldaten der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik. Diese werden auf der Basis der polizeilichen Aufzeichnungen von den Statistischen Landesämtern erfasst und der BASt für Zwecke der Unfallforschung übermittelt. Das Datenmaterial umfasst neben den polizeilich erhobenen Merkmalen zum Unfall und den unfallbeteiligten Personen zusätzlich die vom Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) zugespielten fahrzeugtechnischen Angaben zu den unfallbeteiligten deutschen Kraftfahrzeugen<sup>10</sup>. Bei den deutschen Fahrzeugen liegt die Ergänzungsquote im betrachteten Zeitraum bei 99 %.

Weiterhin sind ab 2011 auch bei Güterkraftfahrzeugen und Krafträdern mit amtlichem Kennzeichen Angaben zur Kraftstoffart verfügbar. Auch bei diesen Kraftfahrzeugen zeigen

---

<sup>10</sup> Eine Ergänzung kann nur für solche Kraftfahrzeuge erfolgen, die in Deutschland zugelassen sind und deren Kraftfahrzeugkennzeichen im zentralen Fahrzeugregister des Kraftfahrt-Bundesamtes gespeichert sind. An Unfällen beteiligte ausländische Kraftfahrzeuge und z. B. auch Kraftfahrzeuge, deren Kfz-Kennzeichen aufgrund von Unfallflucht nicht bekannt ist bzw. fehlerhaft erfasst wurde, können nicht um die fahrzeugtechnischen Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes ergänzt werden.

sich zunehmend Elektrofahrzeuge im Unfallgeschehen. In der Unfallauswertung wurden Güterkraftfahrzeuge mit einer Nutzlast von maximal 1.999 kg betrachtet, da nach den Bestandangaben 89 % der zugelassenen Güterkraftfahrzeuge mit Elektroantrieb unter diese Nutzlastklasse fallen. Damit werden Kleintransporter weitestgehend erfasst.

## 4.2 Unfallbeteiligung nach Kraftstoffart

Im Jahr 2021 waren insgesamt 283.352 Pkw an Unfällen mit Personenschaden beteiligt. Bei 16.486 Pkw konnte das KBA keine Kraftstoffart zuweisen; dies sind überwiegend ausländische Pkw. Unter den Pkw mit Angaben zur Kraftstoffart dominiert Benzin mit einem Anteil von 60 %. Mit 7.591 unfallbeteiligten Hybrid-Pkw (darunter 2.165 Plug-in-Hybride) liegt deren Anteil an allen unfallbeteiligten Pkw bei 2,8 %.

Bestand an Lkw mit zulGG. bis 3.500 kg zum 01.01. des Jahres	Kraftstoffart bzw. Energiequelle								Insgesamt
	Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Gas (CNG, LPG)	Sonstige (einschl. Ethanol z.B. E85)	Ohne Angabe	
				ohne Plug-In	Plug-In				
<b>Pkw</b>									
2019	206.577	122.341	783	3.067	521	4.091	69	19.878	357.327
2020	161.909	95.233	1.087	3.285	711	2.935	34	20.885	286.079
2021	159.409	94.688	2.241	5.426	2.165	2.909	28	16.486	283.352
Veränderung 2021/2019 in %	-23 %	-23 %	186 %	77 %	316 %	-29 %	-59 %	-17 %	-21 %
Verteilung 2021 (nur mit Angaben)	60 %	35 %	0,8 %	2,0 %	0,8 %	1,1 %	0,0 %		100 %
<b>Gkz mit Nutzlast &lt; 2 t</b>									
2019	337	13.498	73	0	0	114	1	5.471	19.494
2020	267	11.033	89	2	0	88	0	4.718	16.197
2021	256	11.453	130	4	2	95	2	4.889	16.831
Veränderung 2021/2019 in %	-24 %	-15 %	78 %	-	-	-17 %	-	-11 %	-14 %
Verteilung 2021 (nur mit Angaben)	2 %	96 %	1,1 %	0,03 %	0,02 %	0,8 %	0 %		100 %
<b>Krafträder mit amtlichem Kennzeichen</b>									
2019	26.115	21	56	1	0	1	2	1.654	27.850
2020	24.376	21	52	2	0	3	3	1.630	26.087
2021	22.851	14	77	5	0	0	1	1.275	24.223
Veränderung 2021/2019 in %	-12 %	-33 %	38 %	-	-	-	-	-23 %	-13 %
Verteilung 2021 (nur mit Angaben)	100 %	0 %	0,34 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %		100 %
BAST-U2p-28/2022									

**Tab. 14: Beteiligte Pkw, Güterkraftfahrzeuge und Krafträder an Unfällen mit Personenschaden nach Kraftstoffart**

Bei insgesamt rückläufiger Unfallbeteiligung von Pkw (-21 % im Vergleich zu 2019<sup>11</sup>) konnten im Vergleich zu 2019 186 % mehr Elektro-Pkw als Unfallbeteiligte identifiziert werden (n = 2.241). Ein tendenziell vergleichbarer Anstieg zeigt sich für Pkw mit Hybrid-Antrieb. Unter den Hybrid-Antrieben ist der Anstieg insbesondere bei den Plug-In Pkw hoch (+316 %). Wie schon im Bestand verlieren Pkw mit Gasantrieb auch im Unfallgeschehen weiter an Bedeutung (-29 %).

Wegen der geringen Bedeutung alternativer Antriebe bei den Güterkraftfahrzeugen (130 Elektro-Gkz in 2021) und den Krafträdern (77 Elektro-Krafträder) werden diese Gruppen im Berichtsjahr 2021 nicht tiefergehend ausgewertet. Im Unfallgeschehen zeigen diese Gruppen noch keine signifikante Bedeutung, obwohl bei den reinen Elektrofahrzeugen der größte prozentuale Anstieg vorliegt. Die Entwicklung der Unfallbeteiligung dieser beiden Gruppen folgt in etwa der Bestandszunahme (vgl. Tabelle 9 und Tabelle 7).

### 4.3 Beteiligte Pkw nach Kraftstoffart und Ortslage

Im Mittel werden 64 % der an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Pkw innerhalb von Ortschaften registriert. Demgegenüber waren 1.581 der 2.241 Pkw mit Elektro-Antrieb (71 %) 2021 innerhalb von Ortschaften unfallbeteiligt. Auch Hybrid-Pkw (ohne Plug-In) weisen einen überdurchschnittlichen Innerortsanteil von 67 % (n = 3.649) auf. Seit 2015 weisen diese beiden Kraftstoffarten den höchsten Innerortsanteil auf. Inwieweit diese überdurchschnittlichen Anteile auf einer unterschiedlichen Nutzungsstruktur beruht, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Dies ist jedoch zu vermuten, da bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen die systembedingten Vorteile gerade im innerörtlichen Verkehr zum Tragen kommen und daher von einer erhöhten Verkehrsteilnahme innerorts auszugehen ist.

Dies scheint bei Plug-In-Hybrid Pkw nicht so zu sein. Plug-In-Pkw weisen mit 62 % (ähnlich wie Diesel-Pkw) einen eher unterdurchschnittlichen Innerortsanteil auf. Dieser liegt unter dem Wert für Deutschland insgesamt. Dafür sind 15 % der Plug-In Pkw auf Bundesautobahnen unfallbeteiligt (zum Vergleich Deutschland insgesamt 9 %).

Im Jahr 2021 hat sich der Innerortsanteil bei den Pkw mit reinem Elektro- und Hybrid- (ohne und mit Plug-In) Antrieb zum ersten Mal deutlich verringert.

### 4.4 Pkw-Unfälle unter Beteiligung eines ungeschützten Verkehrsteilnehmers (Fußgänger/Radfahrer)

Von besonderem Interesse sind Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, die möglicherweise in Zusammenhang mit dem geräuscharmen Antrieb der Elektrofahrzeuge stehen könnten. Daher werden im Folgenden Unfälle mit Personenschaden betrachtet, an denen genau zwei Verkehrsteilnehmer beteiligt waren: ein Pkw und ein ungeschützter Verkehrsteilnehmer (Fußgänger oder Radfahrer). Dieser Gruppe werden Unfälle gegenübergestellt, an denen mindestens ein Pkw aber KEIN ungeschützter Verkehrsteilnehmer beteiligt war. Rund 94 % der Unfälle mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern ereignen sich innerhalb von Ortschaften; daher werden ausschließlich Innerortsunfälle betrachtet. Um eine möglichst homogene Unfallstruktur mit einem möglichst geringen Geschwindigkeitsniveau zu

---

<sup>11</sup> Die rückläufige Entwicklung der Anzahl der Unfallbeteiligten war 2020 und 2021 stark geprägt von der Corona-Pandemie.

erhalten, wurde das Unfallkollektiv weiter eingeschränkt und nur solche Unfälle selektiert, die sich auf Gemeinde oder sonstigen Straßen ereigneten. Im Folgenden wird die Verteilung der Unfälle nach Kraftstoffart der beteiligten Pkw innerhalb der beiden Unfallkonstellationen verglichen.

		Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Ortslage				
		Innerorts	Landstraßen	Bundesautobahnen	Insgesamt	Anteil innerorts in %
2019	Benzin	138.335	53.259	14.983	206.577	67 %
	Diesel	75.038	32.969	14.334	122.341	61 %
	Reines Elektrofahrzeug	599	135	49	783	77 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	2.228	524	315	3.067	73 %
	Hybrid (Plug-in)	355	101	65	521	68 %
	Gas (CNG, LPG)	2.681	990	420	4.091	66 %
	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	55	14	0	69	80 %
	Ohne Angabe	12.009	4.363	3.506	19.878	60 %
	<b>Gesamt</b>	<b>231.300</b>	<b>92.355</b>	<b>33.672</b>	<b>357.327</b>	<b>65 %</b>
2020	Benzin	108.842	42.367	10.700	161.909	67 %
	Diesel	59.157	26.228	9.848	95.233	62 %
	Reines Elektrofahrzeug	825	213	49	1.087	76 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	2.390	568	327	3.285	73 %
	Hybrid (Plug-in)	467	138	106	711	66 %
	Gas (CNG, LPG)	1.949	758	228	2.935	66 %
	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	29	2	3	34	85 %
	Ohne Angabe	13.215	4.807	2.863	20.885	63 %
	<b>Gesamt</b>	<b>186.874</b>	<b>75.081</b>	<b>24.124</b>	<b>286.079</b>	<b>65 %</b>
2021	Benzin	105.506	42.820	11.083	159.409	66 %
	Diesel	56.778	27.407	10.503	94.688	60 %
	Reines Elektrofahrzeug	1.581	518	142	2.241	71 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	3.649	1.080	697	5.426	67 %
	Hybrid (Plug-in)	1.332	502	331	2.165	62 %
	Gas (CNG, LPG)	1.864	789	256	2.909	64 %
	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	17	7	4	28	61 %
	Ohne Angabe	10.246	3.587	2.653	16.486	62 %
	<b>Gesamt</b>	<b>180.973</b>	<b>76.710</b>	<b>25.669</b>	<b>283.352</b>	<b>64 %</b>
	Verteilung 2021	64 %	27 %	9 %	100 %	
	BAST-U2p-28/2022					

Tab. 15: Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Kraftstoffart und Ortslage

In Tabelle 16 ist die Anzahl der beteiligten Pkw mit bekannter Kraftstoffart (insgesamt 79.128) für beide Unfallkonstellationen (mit/ohne Beteiligung eines ungeschützten Verkehrsteilnehmers) unterschieden dargestellt. Im Jahr 2021 waren 32.830 Pkw an Unfällen mit Personenschaden beteiligt, an denen genau ein Pkw und ein ungeschützter Verkehrsteilnehmer (Fußgänger oder Radfahrer) beteiligt waren. In der Vergleichsgruppe waren es 46.298 Pkw. Ein Vergleich der Verteilung nach Kraftstoffart zeigt höhere Anteile von elektrisch angetriebenen Pkw bei Unfällen mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern (z. B.: 2,71 % bei Hybrid-Pkw (n = 890)). Zu beachten sind die geringen absoluten Unterschiede des Anteils bei den Hybrid-Pkw (2,71 % gegenüber 2,18 %). Überträgt man jedoch den

Unfälle mit zwei Beteiligten innerhalb von Ortschaften auf Gemeinde oder nicht klassifizierten Straßen		Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach nach Unfallkonstellation ...						
		Insgesamt	Darunter:			Mindestens EIN Fußgänger oder Fahrrad beteiligt		
			KEIN Fußgänger oder Fahrrad beteiligt			... Hier spielt eine akkustische Wahrnehmung i. d. R. KEINE Rolle		
			... Eine akkustische Wahrnehmung könnte EINE Rolle spielen					
		Anzahl Pkw	Anzahl Pkw	Verteilung	Anzahl Pkw	Verteilung	Anteil an insg.	
2019	Benzin	62.894	37.101	63 %	25.793	63 %	41 %	
	Diesel	34.480	20.494	35 %	13.986	34 %	41 %	
	Reines Elektrofahrzeug	331	138	0,23 %	193	<b>0,47 %</b>	58 %	
	Hybrid (ohne Plug-In)	1.195	626	1,06 %	569	<b>1,38 %</b>	48 %	
	Hybrid (Plug-in)	187	92	0,16 %	95	<b>0,23 %</b>	51 %	
	Gas einschl. bivalent (CNG,LPG)	1.249	726	1,23 %	523	1,27 %	42 %	
	Pkw mit Angabe der Kraftstoffart	100.336	59.177	100 %	41.159	100 %	41 %	
2020	Benzin	50.856	28.499	63 %	22.357	62 %	44 %	
	Diesel	27.515	15.550	34 %	11.965	33 %	43 %	
	Reines Elektrofahrzeug	460	200	0,44 %	260	<b>0,73 %</b>	57 %	
	Hybrid (ohne Plug-In)	1.305	627	1,38 %	678	<b>1,89 %</b>	52 %	
	Hybrid (Plug-in)	236	111	0,24 %	125	<b>0,35 %</b>	53 %	
	Gas einschl. bivalent (CNG,LPG)	897	469	1,03 %	428	1,20 %	48 %	
	Pkw mit Angabe der Kraftstoffart	81.269	45.456	100 %	35.813	100 %	44 %	
2021	Benzin	48.704	28.606	62 %	20.098	61 %	41 %	
	Diesel	26.143	15.401	33 %	10.742	33 %	41 %	
	Reines Elektrofahrzeug	848	415	0,90 %	433	<b>1,32 %</b>	51 %	
	Hybrid (ohne Plug-In)	1.897	1.007	2,18 %	890	<b>2,71 %</b>	47 %	
	Hybrid (Plug-in)	688	377	0,81 %	311	<b>0,95 %</b>	45 %	
	Gas einschl. bivalent (CNG,LPG)	848	492	1,06 %	356	1,08 %	42 %	
	Pkw mit Angabe der Kraftstoffart	79.128	46.298	100 %	32.830	100 %	41 %	
BAST-U2p-28/2022								

**Tab. 16: Beteiligte Pkw an Unfällen nach Unfallkonstellation (Fußgänger oder Radfahrer) und Kraftstoffart (Unfälle mit Personenschaden und genau zwei Unfallbeteiligten auf Gemeinde oder nicht klassif. Straßen)**

geringen Hybrid-Anteil von 2,18 % bei Unfällen ohne Fußgänger- oder Fahrrad-Beteiligung auf die Gesamtzahl der Unfälle mit Fußgänger- oder Fahrrad-Beteiligung (n = 32.830) so dürften dort rechnerisch „nur“ 714 Hybrid-Pkw beteiligt sein. Es sind jedoch 890.

Auch bei Pkw mit reinem Elektroantrieb zeichnet sich im zeitlichen Verlauf und mit zunehmender Unfallanzahl ein höherer Anteil bei Unfällen mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern ab (n = 433 dies entspricht 1,32 %) im Vergleich zu n = 415 und 0,90 % in der Gruppe ohne ungeschützte Verkehrsteilnehmer. Der Unterschied ist sogar deutlich größer, als bei Pkw mit Hybridantrieb.

## 4.5 Beteiligte Pkw nach KBA-Segment und Kraftstoffart

Im Folgenden werden die unfallbeteiligten Pkw nach dem KBA-Segment tabelliert. Im Jahr 2021 sind die meisten unfallbeteiligten Pkw mit reinem Elektroantrieb im Segment „Kleinwagen“ (n = 583 von 2.141) und in der Kompaktklasse zu finden. Die stark wachsende Gruppe der SUV mit Elektroantrieb steht mit 365 unfallbeteiligten Pkw noch an vierter Stelle.

Bei den Hybrid-Pkw (ohne Plug-In) weisen die höheren Segmente (Mittelklasse, obere Mittelklasse sowie SUV und Geländewagen) hohe Zuwachsraten im Unfallgeschehen gegenüber 2019 auf (vgl. auch die Bestandsentwicklung in Tabelle 6). Dies gilt in ähnlicher Form auch für Plug-In Hybrid Pkw. Hier fallen insbesondere Geländewagen mit den höchsten Zuwachsraten auf. Bei dem rasant ansteigenden Bestand der SUV und Geländewagen werden sich diese in 2022 höchstwahrscheinlich an eine vordere Stelle im Unfallgeschehen schieben.

Alle anderen alternativen Kraftstoffarten werden überwiegend in der „Kompaktklasse“ unfallauffällig.

KBA-Segment	Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden im Jahr 2021 und Vergleich zu 2019																Insgesamt	
	Benzin		Diesel		Reines Elektro-fahrzeug		Hybrid (ohne Plug-In)		Hybrid (Plug-In)		Gas (CNG, LPG)		Sonstige		Ohne Angabe			
	Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019	Anz.	Vgl. zu 2019	Anz.	Vgl. zu 2019	Anzahl	Vgl. zu 2019
Mini	19.821	-23 %	462	-32 %	432	235 %	101		0		248	-18 %	0		0		21.064	-21 %
Kleinwagen	46.633	-23 %	4.350	-33 %	583	126 %	800	91 %	64	7 %	337	-26 %	0		1		52.768	-23 %
Kompaktklasse	43.497	-24 %	19.656	-27 %	385	218 %	1.215	22 %	514	223 %	600	-24 %	14	-52 %	1		65.882	-24 %
Mittelklasse	15.147	-29 %	18.417	-26 %	191	431 %	761	145 %	457	397 %	362	-33 %	6		0		35.341	-25 %
Obere Mittelklasse	2.913	-33 %	7.914	-29 %	0		685	132 %	251	286 %	241	-38 %	3		0		12.007	-26 %
Oberklasse	614	-27 %	982	-18 %	73	14 %	113	1 %	36		46	-32 %	0		0		1.864	-19 %
SUV (Sport Utility Vehicle)	11.025	3 %	6.853	-14 %	365	769 %	801	67 %	434	520 %	232	5 %	1		0		19.711	1 %
Geländewagen	3.203	-10 %	9.071	-17 %	7		516	617 %	355	886 %	112	-41 %	0		0		13.264	-10 %
Sportwagen	2.452	-26 %	246	-25 %	0		24	-8 %	7		50	-28 %	0		0		2.779	-26 %
Mini-Vans	6.702	-24 %	2.304	-30 %	16		4		32		130	-38 %	1		0		9.189	-26 %
Großraum-Vans	3.475	-28 %	6.884	-27 %	7		337	-2 %	0		175	-49 %	1		0		10.879	-27 %
Utilities	1.793	-19 %	7.269	-21 %	22	-24 %	19		0		179	-33 %	0		0		9.282	-21 %
Wohnmobile	9		311	-5 %	0		0		0		3		0		0		323	-4 %
Sonstige	1.149	-31 %	215	-27 %	13		11		12		82	-38 %	2		0		1.484	-30 %
Ohne Angabe	976	-10 %	9.754	8 %	147	77 %	39		3		112	0 %	0		16.484	-17 %	27.515	-9 %
<b>Gesamt</b>	<b>159.409</b>	<b>-23 %</b>	<b>94.688</b>	<b>-23 %</b>	<b>2.241</b>	<b>186 %</b>	<b>5.426</b>	<b>77 %</b>	<b>2.165</b>	<b>316 %</b>	<b>2.909</b>	<b>-29 %</b>	<b>28</b>	<b>-59 %</b>	<b>16.486</b>	<b>-17 %</b>	<b>283.352</b>	<b>-21 %</b>

Mindestanzahl in 2019 für Berechnung der Veränderung: 20

BAST-U2p-28/2022

Tab. 17: An Unfällen mit Personenschaden beteiligte Pkw nach KBA-Segment und Kraftstoffart

# 5 Zusammenfassung

## Technische Entwicklungen

Die in Kapitel 2 vorgestellten technischen Entwicklungslinien des Marktes für Fahrzeuge mit alternativem Antrieb konnten die Nutzung und die Potenziale alternativer Kraftstoffe zeigen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass der urbane Mobilitätsbedarf mit einem rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeug technisch bereits gut abgedeckt werden kann, da im Schnitt 80 Prozent der täglichen Fahrstrecken kürzer als 60 Kilometer sind. Elektrofahrzeuge haben den Vorteil, lokal keine schädlichen Emissionen zu erzeugen und im Stadtverkehr geräuscharm zu sein. Man darf daher erwarten, dass sich mit verstärkter Elektromobilität in Städten eine neue Stufe der Lebensqualität hinsichtlich Luftreinheit und Lärmbelastung erreichen lässt.

Die Straßenverkehrssicherheit darf jedoch hierbei nicht unberücksichtigt bleiben. Mit Inkrafttreten der EU Verordnung (EU) 2017/1576 wurde eine akustische Warneinrichtung für elektrisch angetriebene Fahrzeuge (Klassen M und N) verpflichtend ab 2019 bzw. 2021 eingeführt, um die akustische Wahrnehmbarkeit und damit die Verkehrssicherheit zu verbessern. Dieses System [Acoustic Vehicle Alerting System (AVAS)] gibt im Geschwindigkeitsbereich bis etwa 20 km/h und beim Rückwärtsfahren ein künstliches Fahrgeräusch ab.

## Marktentwicklung/Bestand

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb stieg von rund 900.000 Fahrzeugen im Jahr 2019 auf rund 1,74 Mio. Pkw im Jahr 2021 (ein Plus von 91 %). Im Jahr 2022 waren es sogar 2,70 Mio. Pkw mit alternativem Antrieb. Die größte Gruppe stellen Hybridfahrzeuge mit mehr als 1.1 Mio. Pkw, dessen Bestand sich seit 2019 fast verdreifacht hat. Die Entwicklung des Plug-In-Hybrid-Bestandes ist noch deutlicher: im Zeitraum von 2019 bis 2021 stieg der Wert auf das 4-fache. Bei reinen Elektro-Pkw stieg der Bestand auf 300.083 Fahrzeuge im Jahre 2021. Dieser Trend setzt sich bei allen alternativen Antriebsarten – außer bei den Gasfahrzeugen – fort. Im Januar 2022 wurden bereits 618.460 Pkw mit reinem Elektroantrieb registriert; eine Verdopplung gegenüber 2021. Der Bestand von Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Flüssiggas (LPG) fahren, ist weiterhin rückläufig. In 2021 stellen sie nur noch 25 % aller Pkw mit alternativem Antrieb). Dieser Rückgang setzte sich auch 2022 fort.

Neben dem Pkw-Bereich gewinnen alternative Antriebsarten auch in anderen Fahrzeuggruppen an Bedeutung. Beispielsweise zeigen sich die größten prozentualen Zuwächse der Bestände von Krafträdern, Kraftomnibussen und leichten Lastkraftwagen bei den reinen Elektrofahrzeugen: Krafträder zeigen Anfang 2022 ein Plus von 85 % gegenüber 2019, der Bestand an Kraftomnibussen stieg sogar um 464 % und der von leichten Lastkraftwagen um 142 %. Der Bestand an Hybrid-Kraftomnibussen ist seit 2019 sogar noch kräftiger – um 535 % – gestiegen.

Insgesamt war der Bestand an Pkw mit alternativen Antrieben in den zurückliegenden Jahren in Deutschland relativ ungleichmäßig verteilt. Die Bedeutung der gewerblichen Halter im Bereich der alternativen Antriebe hat dabei einen maßgeblichen Einfluss auf die vorhandene Konzentration.

Insbesondere Kreise mit einer hohen Bevölkerungsdichte oder solche, in denen Fahrzeughersteller ansässig sind, hatten sowohl einen hohen Fahrzeugbestand an Fahrzeugen mit alternativen Antrieben als auch einen hohen Anteil solcher Fahrzeuge an allen im jeweiligen Kreis zugelassenen Fahrzeugen.

Unter den Kreisen mit den meisten Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien finden sich die sechs bevölkerungsreichsten deutschen Städte. Aber auch die relative Bedeutung der alternativen Antriebe bezogen auf den gesamten Pkw-Bestand im jeweiligen Kreis ist in stärker verdichteten Räumen tendenziell größer.

Darüber hinaus zeigt sich, dass die Entwicklung im Bereich der alternativen Antriebstechnologien in den letzten Jahren sehr dynamisch aber auch regional unterschiedlich war. Die Veränderungen beim Anteil der Pkw mit alternativem Antrieb zwischen 2016 und 2022 bei den privaten Haltern reichen in den verschiedenen Kreisen von einer Verfünffachung bis zu einem Anstieg um den Faktor 30.

### **Marktbegünstigende Aspekte**

Mit einer zeitlich befristeten Kaufprämie (Umweltbonus) hat die Bundesregierung weitere Anreize für den Kauf eines rein elektrischen Fahrzeugs, Plug-in-Hybrid- oder Brennstoffzellenfahrzeugs geschaffen. Ab dem 04.06.2020 zugelassene Fahrzeuge (bzw. Gebrauchtfahrzeuge) konnten – je nach Antriebskonzept – bis maximal 9.000 € gefördert (6.000 € Bund und 3.000 € Hersteller) werden. Diese Förderung war bis Dezember 2022 befristet. Bis Ende Dezember 2022 wurden 1,64 Mio. Fahrzeuge gefördert. Davon 926.906 reine Batterieelektrofahrzeuge, 709.373 Plug-In Hybride sowie 356 Brennstoffzellenfahrzeuge (BAFA, 2020). Ab dem 01.01.2023 fällt der Umweltbonus für Hybridfahrzeuge weg.

Um den Ausbau der Ladeinfrastruktur zu beschleunigen, war es seit Anfang März 2017 möglich, Anträge auf Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Ladeinfrastruktur zu stellen. Mit dem Programm unterstützte das BMDV den Aufbau von 15.000 Schnell- und Normalladestationen. Bis zum Juni 2021 wurden im Rahmen dieser Förderung 30.000 Ladepunkte bewilligt, davon gut 10.000 Schnellladepunkte, was einem Fördervolumen von ca. 300 Millionen Euro entspricht (BAV, 2022). Die Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen ist die Bewilligungsbehörde des Förderprogramms.

Erdgas und Autogas werden im Rahmen des Energiesteuergesetzes (EnergieStG) mit einem vergünstigten Steuersatz gefördert. Im Jahr 2017 wurde eine schrittweise Verringerung der Steuervergünstigung von Autogas bis zum Jahr 2023 beschlossen. Hiernach steigen die Steuersätze von 0,18 €/kg in 2018 auf 0,36 €/kg ab dem Jahr 2022. Für Erdgasfahrzeuge wurde der laufende Steuersatz für CNG-Kraftstoff von 13,9 €/MWh (entspricht 0,18 €/kg) bis zum 31.12.2023 verlängert. Ab dem Jahr 2024 wird der Steuersatz schrittweise bis zum 31.12.2026 auf 27,33 €/MWh (entspricht 0,35 €/kg) erhöht. Verglichen hierzu liegen die Steuersätze für Energie- und Ökosteuern von konventionellen Kraftstoffen bei 0,65 €/l (Benzin) bzw. 0,47 €/l (Diesel). Die Steuerbegünstigung für LPG ist Ende 2018 ausgelaufen (BMF, 2020).

Seit 2010 fördert das BMDV und unter anderem das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in zahlreichen Programmen die Beschaffung von Bussen mit alternativem Antrieb. Der Effekt dieser Programme zeigt sich in einem starken Bestandsanstieg, der erstmals im Jahr 2019 deutlich sichtbar wurde.

### **Sicherheit**

Die Betrachtung der Unfallbeteiligung von Kraftfahrzeugen an Unfällen mit Personenschaden des Jahres 2021 zeigt, dass nach wie vor benzin- und dieselbetriebene Kraftfahrzeuge den Hauptanteil von mindestens 95 % ausmachen. Dies gilt für alle drei Kraftfahrzeuggruppen. Bei den Pkw haben Hybridfahrzeuge einen Anteil von 2,8 % an allen an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Pkw, gefolgt von Gas-Fahrzeugen mit einem Anteil von 1,1 %.

Der Anteil der Pkw mit reinem Elektroantrieb liegt bei 0,8 %. Unter den unfallbeteiligten Güterkraftfahrzeugen (Nutzlast max. 1.999 kg) weisen 1,1 % die Kraftstoffart Elektro und 0,8 % Gas auf. Unter den Krafträdern mit amtlichem Kennzeichen waren in 2021 lediglich 77 Krafträder mit Elektroantrieb unfallbeteiligt. Bezogen auf alle Krafträder mit Angaben zur Kraftstoffart entspricht dies einem Elektro-Anteil von 0,3 %.

Im Mittel werden rund 64 % der an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Pkw innerhalb von Ortschaften registriert. Demgegenüber weisen Pkw mit Elektro- und Hybrid (ohne Plug-In) Antrieb 2021 einen etwas höheren Anteil an Unfällen innerorts auf, als die mit herkömmlichem Antrieb. Mehr als 71 % der Elektrofahrzeuge und 67 % der Hybrid (ohne Plug-In) waren innerorts unfallbeteiligt. Im Gegensatz dazu weisen Plug-In-Pkw mit 62 % (ähnlich wie Diesel-Pkw) einen unterdurchschnittlichen Innerortsanteil auf. Dieser liegt nur leicht über dem Wert für Deutschland insgesamt. Dafür sind 15 % der Plug-In Pkw auf Bundesautobahnen unfallbeteiligt (zum Vergleich Deutschland insgesamt 9 %).

In der Gruppe der Innerortsunfälle mit oder ohne Beteiligung ungeschützter Verkehrsteilnehmer zeigte sich im Jahr 2019, dass Plug-In-Hybrid- (51 %) und vor allem Elektrofahrzeuge (58 %) gegenüber Benzin- und Diesel-Pkw (41 %) höhere Anteile bei Unfällen aufweisen, an denen genau ein Pkw und ein ungeschützter Verkehrsteilnehmer (Fußgänger oder Radfahrer) beteiligt waren. Diese Anteile sind im Jahr 2021 zwar leicht gesunken, liegen aber immer noch sichtbar über dem Anteil der klassischen Verbrennungsmotoren

Zur Wirksamkeit von AVAS kann aufgrund der Datenlage noch keine Aussage getroffen werden, da dieses System erst ab 07/2021 für Neuzulassungen verpflichtend wurde.

# Literatur

ADAC (2022a)

Elektro-Motorräder: Die große Marktübersicht; abgerufen 24.10.2022 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/zweirad/motorrad-roller/kauf-verkauf/elektromotorraeder/>

ADAC (2022b)

Autogas LPG: Wann lohnt sich die Umrüstung?; abgerufen 12.12.2022 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/autokosten/autogas-umruestung/>

ARAL (2017)

Erdgas als Kraftstoff – CNG: Eine vielversprechende Alternative zu herkömmlichen Kraftstoffen, abgerufen 06.10.2020 von <https://www.aral.de/de/global/forschung/kraftstoffe/erdgas-als-kraftstoff.html>.

Bäumer et al. (2017)

Bäumer, M., Hautzinger, H., Pfeiffer, M., Stock, W., Lenz, B., Kuhnimhof, T., Köhler, K., „Fahrleistungserhebung 2014: Inländerfahrleistung“; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, V290, Bergisch Gladbach, August 2017

BAFA (2020)

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; „Elektromobilität – (Umweltbonus) – Zwischenbilanz zum Antragstand vom 31. August 2020“. Abgerufen 06.10.2020 von [https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob\\_zwischenbilanz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=60](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/emob_zwischenbilanz.pdf?__blob=publicationFile&v=60)

Basshuysen et al. (2015)

van Basshuysen, R. et al.: Handbuch Verbrennungsmotor – Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven, ATZ/MTZ Fachbuch, 2015.

BAV (2017)

Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV), „Bundesprogramm Ladeinfrastruktur – Ab 1. März Anträge bei der BAV stellen“; Pressemitteilung Nummer 07 vom 16.02.2017.

BAV (2022)

Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV), „Bundesprogramm Ladeinfrastruktur; abgerufen am 09.12.2022 von <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-ladeinfrastruktur-elektrofahrzeuge.html>

BBSR (2020)

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung; Rubrik Referenzdateien und Karten; „Siedlungsstrukturelle Kreistypen“; abgerufen am 19.01.2022 von <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/downloads/download-referenzen.html>

BMDV (2022a)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; „Richtlinie zur Förderung alternativer Antriebe von Bussen im Personenverkehr vom 7. September 2021“; Fundstelle: BAnz AT 17.09.2021 B6; abgerufen am 11.01.2023 von [https://www.ptj.de/lw\\_resource/datapool/systemfiles/cbox/7952/live/lw\\_bekdoc/foerderrichtlinie\\_bus\\_07092021.pdf](https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/7952/live/lw_bekdoc/foerderrichtlinie_bus_07092021.pdf)

BMDV (2022b)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; „Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge sowie zur Änderung vergaberechtlicher Vorschriften“; Fundstelle: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 31, ausgegeben zu Bonn am 14. Juni 2021; abgerufen am 07.09.2023 von [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/gesetzesentwurf-foerderung-sauberer-energieeffizienter-strassenfahrzeuge.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/gesetzesentwurf-foerderung-sauberer-energieeffizienter-strassenfahrzeuge.pdf?__blob=publicationFile)

BMF (2020)

Bundesministerium der Finanzen; „Novellierung des Energie- und des Stromsteuergesetzes – 27.08.2017“, abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/2017/12/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-5-Novellierung-Energie-Stromsteuergesetzes.html>

BMUB (2014)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; Artikel vom 12.12.2014 „Richtlinien zur Förderung von Hybridbussen – Förderung der Anschaffung dieselektrischer Hybridbusse im öffentlichen Nahverkehr“; abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/foerderprojekte/hybridbusse-im-oepnv/>

BMUB (2014a)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; „Richtlinien zur Förderung der Anschaffung von dieselektrischen Hybridbussen im öffentlichen Nahverkehr“ vom 12. Dezember 2014; BAnz AT 29.12.2014 B4; abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2017-01/161214-f%C3%B6rderrichtlinie-zur-anschaffung-diesel-elektrischer-hybridbusse.pdf>

BMUB (2021)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; „Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr vom 5. März 2018“; Fundstelle: BAnz AT 15.03.2018 B4; abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2018-03/F%C3%B6rderrichtlinie%20Elektrobusse.pdf>

BNA (2022)

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Ladeinfrastruktur in Zahlen (Stand 1. September 2022), abgerufen am 24.10.2022 von [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/E\\_Mobilitaet/Ladesaeuleninfrastruktur.xlsx?\\_\\_blob=publicationFile&v=15](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/E_Mobilitaet/Ladesaeuleninfrastruktur.xlsx?__blob=publicationFile&v=15)

DENA (2019)

Abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/mobilitaet/Ing-taskforce-und-initiative-erdgasmobilitaet/>

DENA (2021)

Abgerufen am 01.10.2021 von <https://www.dena.de/newsroom/50-Ing-tankstelle-in-deutschland-eroeffnet/>

EFAHRER (2022)

E-Motorräder 2022: Das kosten die Modelle von Harley-Davidson, KTM & Co.; Lise Brack; 31.08.2022, abgerufen am 12.12.2022 von [https://efahrer.chip.de/e-bikes/e-motorraeder-2022-diese-modelle-gibts-von-zero-harley-davidson-ktm-co\\_10487](https://efahrer.chip.de/e-bikes/e-motorraeder-2022-diese-modelle-gibts-von-zero-harley-davidson-ktm-co_10487)

EU (2011)

„VERORDNUNG (EU) Nr. 510/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 11. Mai 2011 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue leichte Nutzfahrzeuge im Rahmen des Gesamtkonzepts der Union zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen“; Amtsblatt der Europäischen Union L 145/1 vom 31.05.2011.

EU (2014)

„Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“; Amtsblatt der Europäischen Union L 307/1 vom 28.10.2014.

EU (2017)

„DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2017/1576 DER KOMMISSION des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2017 über die Anforderungen an das Akustische Fahrzeug-Warnsystem (AVAS) für die EU-Typgenehmigung von Fahrzeugen“; Amtsblatt der Europäischen Union L 239/1 vom 19.09.2017.

EU (2019)

„DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2019/621 DER KOMMISSION des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 über die für die technische Überwachung in Bezug auf die zu prüfenden Positionen erforderlichen technischen Angaben sowie zur Anwendung der empfohlenen Prüfmethoden ...“; Amtsblatt der Europäischen Union L 108/5 vom 23.04.2019.

HANDELSBLATT (2021)

„Batterie-Preise: Akkus werden billiger“, Abgerufen am 24.10.2022 von <https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/elektromobilitaet-batterie-preise-akkus-werden-billiger/27859202.html>

HAST (2010)

„Schematische Einteilung von alternativen Antrieben mit unterschiedlicher Ausprägung des elektrischen Anteils“; Hastdutoene; abgerufen am 06.10.2020 von <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Hasdutoene#/media/File:Schema-Antriebe.jpg>; CC BY-SA 3.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>; keine Änderungen vorgenommen.

Hofmann (2010)

Peter Hofmann; Hybridfahrzeuge; Springer-Verlag; Vienna; 2010; Definitionen und Klassifizierung der Hybridkonzepte; abgerufen am 06.10.2020 von [https://doi.org/10.1007/978-3-211-89191-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-211-89191-9_2)

KBA (2020)

Verzeichnis zur Systematisierung von Kraftfahrzeugen und ihren Anhängern (SV1), Stand: Dezember 2019“, Erschienen in 2020.

KBA (FZ13)

Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes; „Fahrzeugzulassungen (FZ) – Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen (FZ13) – 01. Januar des Jahres“, Hefte 2019-2022.

KBA (FZ14)

Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes; „Fahrzeugzulassungen (FZ) – Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen (FZ14) – Jahresergebnis“, Hefte 2019-2021.

KBA/BAST (2020)

Sonderauswertung der BAST; Quelle: Datenlieferung des KBA zum Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit Stand jeweils zum 01.01. des Jahres, Datenlieferung 2019-2022.

KBA/BAST (2020b)

Sonderauswertung der BAST; Quelle: Datenlieferung des KBA zum Typgruppenkatalog, Stand jeweils zum 01.01. des Jahres, Datenlieferung 2019-2022.

Klell (2017)

Klell, M., Eichlseder, H., Trattner, A.: Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik. Erzeugung, Speicherung, Anwendung. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. Graz, 2017.

LBST (2022)

Wasserstoff-Tankstellen in Deutschland; Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH; abgerufen am 09.12.2022 von <https://www.h2stations.org/press-releases/>

Motorrad (2020)

Motorrad Heft Nr. 13 Jahrgang 2020; Motor Presse Stuttgart GmbH & Co.KG

NGVA (2020)

The Natural & bio Gas Vehicle Association (NGVA Europe): 2019 in numbers: gas in transport – the choice of European consumers. <https://www.ngva.eu/medias/2019-in-numbers-gas-in-transport-to-satisfy-european-consumers/>; abgerufen am 10.10.2022.

Toyota (2020)

TOYOTA VERKAUFT DREIMILLIONSTES HYBRIDMODELL IN EUROPA; Abgerufen am 17.08.2020 von <https://www.toyota.de/news/toyota-verkauft-dreimillionstes-hybridmodell-in-europa>

UVB (2021)

„Bericht der Bundesregierung über Maßnahmen auf dem Gebiet der Unfallverhütung im Straßenverkehr 2018 und 2019“; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; Abgerufen am 24.10.2022 von [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/unfallverhuetungsbericht-2018-2019.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/unfallverhuetungsbericht-2018-2019.pdf?__blob=publicationFile)

VSP (2021)

„Verkehrssicherheitsprogramm der Bundesregierung 2021 bis 2030“; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; Broschüre vom Juni 2021; Abgerufen am 24.10.2022 von [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/broschuere-verkehrssicherheitsprogramm-2021-bis-2030.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/broschuere-verkehrssicherheitsprogramm-2021-bis-2030.pdf?__blob=publicationFile)

# Bilder

Bild 1:	Entwicklung der CNG und LNG Tankstelleninfrastruktur in Europa und EFTA Staaten und differenziert nach Ländern gemäß NGVA (2020) .....	10
Bild 2:	Übersicht Wasserstoff Tankstellen in Deutschland gem. H2stations.org/LBST, 2022.....	12
Bild 3:	Ladesäulenkarte mit öffentlich zugänglichen Ladepunkten (BNA, 2022) Herausgeber: Bundesnetzagentur. Quellennachweis: © GeoBasis-DE/BKG, 2022 .....	17
Bild 4:	Indexdarstellung: Entwicklung des Pkw-Bestands ausgewählter alternativer Kraftstoffarten. Quelle: KBA/BASSt, 2022 .....	26
Bild 5:	Entwicklung des Bestands an Krafträdern, Kraftomnibussen und Lastkraftwagen (zulGG bis 3,5 t) mit alternativen Kraftstoffarten seit 2013. Quelle: KBA: FZ13 und Datenlieferung „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“ .....	30
Bild 6:	Indexdarstellung: Entwicklung des Bestands an Krafträdern mit reinem Elektroantrieb im Vergleich zu Krafträdern mit Benzinantrieb. Quelle: KBA, FZ13.....	31
Bild 7:	Indexdarstellung: Entwicklung des Bestands an Kraftomnibussen nach ausgewählten Kraftstoffarten. Quelle: KBA, FZ13.....	32
Bild 8:	Indexdarstellung: Entwicklung des Bestands an Lkw mit zulGG. bis 3.500 kg (N1) nach ausgewählten Kraftstoffarten. Quelle: KBA/BASSt, 2022 .....	33
Bild 9:	Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb je 10.000 Pkw, 2022. Quelle: KBA/BASSt, 2022.....	38
Bild 10:	Veränderung des Anteils von Pkw mit alternativem Antrieb an allen Pkw privater Halter 2016-2022. Quelle: KBA/BASSt, 2022 .....	40

# Tabellen

Tab. 1:	Bestand an Pkw nach Kraftstoffart .....	25
Tab. 2:	Pkw-Bestand nach Kraftstoffart und Haltergruppe.....	27
Tab. 3:	Neuzulassungen von Pkw nach Kraftstoffart .....	27
Tab. 4:	Neuzulassungen an Pkw nach Kraftstoffart und Halter .....	28
Tab. 5:	Inländerfahrleistung von Pkw 2014 gegliedert nach Antriebsart und Halter nach Bäumer et al., 2017 .....	28
Tab. 6:	Pkw-Bestand 01/2021 nach Kraftstoffart und Fahrzeugsegment und Vergleich zum Jahr 2019 .....	29
Tab. 7:	Bestand an Krafträdern nach Kraftstoffart.....	31
Tab. 8:	Bestand an Kraftomnibussen nach Kraftstoffart .....	32
Tab. 9:	Lkw-Bestand der Klasse N1 (bis 3,5 t zulässiger Gesamtmasse) nach Kraftstoffart .....	33
Tab. 10:	Lkw-Bestand nach Kraftstoffart und Nutzlast .....	34
Tab. 11:	Verteilung des Pkw-Bestands nach Kraftstoffart und Kreisen. Quelle: KBA/BASSt, 2020.....	36
Tab. 12:	TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2020. Quelle: KBA/BASSt, 2020.....	37
Tab. 13:	TOP10 Kreise für Pkw mit alternativem Antrieb (reine Elektrofahrzeuge, Hybride, Plug-In Hybride), 2022. Quelle: KBA/BASSt, 2022 .....	39
Tab. 14:	Beteiligte Pkw, Güterkraftfahrzeuge und Krafträder an Unfällen mit Personenschaden nach Kraftstoffart .....	43
Tab. 15:	Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Kraftstoffart und Ortslage .....	45
Tab. 16:	Beteiligte Pkw an Unfällen nach Unfallkonstellation (Fußgänger oder Radfahrer) und Kraftstoffart (Unfälle mit Personenschaden und genau zwei Unfallbeteiligten auf Gemeinde oder nicht klassif. Straßen) .....	46
Tab. 17:	An Unfällen mit Personenschaden beteiligte Pkw nach KBA-Segment und Kraftstoffart .....	47
Tab. 18:	Steuersätze für Energieerzeugnisse nach §2 Abs. 1 EnergieStG sowie abweichende Steuersätze für Erdgase und Flüssiggase als Kraftstoff; Vergleichsrechnung anhand eigener Berechnungen. Unter: <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/_2.html">https://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/_2.html</a> abgerufen am 24.10.2022 .....	59
Tab. 19:	SV1, Verzeichnis der Kraftstoffarten bzw. Energiequellen (KBA, 2020) .....	60
Tab. 20:	Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 50 Fahrzeugen im Bestand) mit reinem Elektroantrieb nach Hersteller und Handelsname .....	61

Tab. 21:	Bestand an getypten Pkw mit Hybrid Antrieb nach Hersteller .....	62
Tab. 22:	Bestand an getypten Pkw mit Plug-In Hybrid Antrieb nach Hersteller .....	63
Tab. 23:	Inländerfahrleistung von Pkw privater Halter gegliedert nach Antriebsart und Segment nach (Bäumer et al., 2017) – tabellarischer Anhang; Tabelle Nr. 25 .....	64
Tab. 24:	Inländerfahrleistung von Pkw gewerblicher Halter gegliedert nach Antriebsart und Segment nach (Bäumer et al., 2017) – tabellarischer Anhang; Tabelle Nr. 36.....	64
Tab. 25:	Inländerfahrleistung von Bussen nach Antriebsart (Bäumer et al., 2017).....	65
Tab. 26:	TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben (private Halter), 2022. (KBA/BAST, 2022).....	65
Tab. 27:	TOP10 Kreise für Bestände von Elektro-Pkw, 2022. (KBA/BAST, 2022) .....	65
Tab. 28:	TOP10 Kreise für Bestände von Hybrid-Pkw, 2022. (KBA/BAST, 2022).....	66
Tab. 29:	TOP10 Kreise für Bestände von Plug-In-Hybrid-Pkw, 2022. (KBA/BAST, 2022) ...	66
Tab. 30:	Rang und Veränderung des Anteils privater Pkw mit alternativem Antrieb an allen privaten Pkw nach Kreisen, 2016 – 2022 .....	67

# Anhang

<b>Benzin, Gasöl</b>	<b>Steuersatz (€ je 1.000 Liter)</b>	<b>Entspricht einem Steuersatz (€ je kg) (gerundet)</b>
1.a) Benzin, unverbleit mit einem Schwefelgehalt von mehr als 10 mg/kg („verschwefelt“ bzw. „schwefelarm“); Unterposition 2710 11 41 bis 2710 11 49	669,80	0,89
1.b) Benzin, unverbleit mit einem Schwefelgehalt von höchstens 10 mg/kg („schwefelfrei“); Unterposition 2710 11 41 bis 2710 11 49	654,50	0,89
2. Benzin, verbleit (alle Motorenbenzine und Flugbenzin); Unterpositionen 2710 11 31, 2710 11 51, 2710 11 59	721,00	0,96
3. Mittelschwere Öle (hauptsächlich Petroleum und Kerosin); Unterposition 2710 19 25 und 2710 19 21	654,50	0,83
4.a) Gasöl, mit einem Schwefelgehalt von mehr als 10 mg/kg („verschwefelt“ bzw. „schwefelarm“); Unterpositionen 2710 19 41 bis 2710 19 49 (Diesel)	485,70	0,59
4.b) Gasöl, mit einem Schwefelgehalt von höchstens 10 mg/kg („schwefelfrei“); Unterpositionen 2710 19 41 bis 2710 19 49 (Diesel)	470,40	0,57
<b>Erdgas (CNG)</b>	<b>Steuersatz (€/MWh)</b>	<b>(€ je kg)</b>
bis zum 31. Dezember 2023	13,90	0,18
vom 1. Januar 2024 bis 31. Dezember 2024	18,38	0,23
vom 1. Januar 2025 bis 31. Dezember 2025	22,85	0,29
vom 1. Januar 2026 bis 31. Dezember 2026	27,33	0,35
<b>Flüssiggas (LPG)</b>	<b>Steuersatz (€/1.000 kg)</b>	<b>(€ je kg)</b>
bis zum 31. Dezember 2018	180,32	0,18
vom 1. Januar 2019 bis 31. Dezember 2019	226,06	0,23
vom 1. Januar 2020 bis 31. Dezember 2020	271,79	0,27
vom 1. Januar 2021 bis 31. Dezember 2021	317,53	0,32
vom 1. Januar 2022 bis 31. Dezember 2022	363,94	0,36

**Tab. 18: Steuersätze für Energieerzeugnisse nach §2 Abs. 1 EnergieStG sowie abweichende Steuersätze für Erdgase und Flüssiggase als Kraftstoff; Vergleichsrechnung anhand eigener Berechnungen. Unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/\\_2.html](https://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/_2.html) abgerufen am 24.10.2022**

## Verzeichnis der Kraftstoffarten bzw. Energiequellen (KBA, 2020)

Kraftstoffart bzw. Energiequelle	Kurzbezeichnung in den Zulassungsdokumenten Feld P.3	Codes zu Feld (10)	Zusammenfassung im Bericht
Benzin	Benzin	1	Benzin
Diesel	Diesel	2	Diesel
Vielstoff <sup>1)</sup>	Vielstoff	3	Sonstige
Reines Elektrofahrzeug	Elektro	4	Reines Elektrofahrzeug
Flüssiggas (LPG) <sup>2)</sup>	Flüssiggas	5	Gas (CNG, LPG)
Bivalenter Betrieb <sup>4)</sup> mit Benzin oder Flüssiggas <sup>2)</sup>	Benzin/Flüssiggas	6	Gas (CNG, LPG)
Bivalenter Betrieb <sup>4)</sup> mit Benzin oder komprimiertem Erdgas <sup>2) 7)</sup>	Benzin/komp.Erdgas	7	Gas (CNG, LPG)
Kombinierter Betrieb <sup>5)</sup> mit Benzin und Elektromotor	Hybr.Benzin/E	8	Hybrid
Erdgas (NG) <sup>2) 3) 7)</sup>	Erdgas NG	9	Gas (CNG, LPG)
Kombinierter Betrieb <sup>5)</sup> mit Diesel und Elektromotor	Hybr.Diesel/E	10	Hybrid
Wasserstoff	Wasserstoff	11	Sonstige
Kombinierter Betrieb <sup>5)</sup> mit Wasserstoff und Elektromotor	Hybr.Wasserst./E	12	Hybrid
Bivalenter Betrieb <sup>4)</sup> mit Wasserstoff oder Benzin	Wasserstoff/Benzin	13	Sonstige
Bivalenter Betrieb <sup>4)</sup> mit Wasserstoff oder Benzin kombiniert mit Elektromotor	Wasserst./Benzin/E	14	Hybrid
Brennstoffzelle <sup>6)</sup> mit Primärenergie Wasserstoff	BZ/Wasserstoff	15	Sonstige
Brennstoffzelle <sup>6)</sup> mit Primärenergie Benzin	BZ/Benzin	16	Sonstige
Brennstoffzelle <sup>6)</sup> mit Primärenergie Methanol	BZ/Methanol	17	Sonstige
Brennstoffzelle <sup>6)</sup> mit Primärenergie Ethanol	BZ/Ethanol	18	Sonstige
Kombinierter Betrieb <sup>5)</sup> mit Vielstoff und Elektromotor	Hybr.Vielstoff/E	19	Hybrid
Kombinierter Betrieb <sup>5)</sup> mit Erdgas und Elektromotor	Hybr.Erdgas/E	22	Hybrid
Benzin/Ethanol (hierunter ist ein Kraftstoffgemisch zu verstehen wie z.B. E85)	Benzin/Ethanol	23	Sonstige
Kombinierter Betrieb <sup>5)</sup> mit Flüssiggas (LPG) und Elektromotor	Hybr.Flüssiggas/E	24	Hybrid
Hybridantrieb mit Benzin und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.B/E ext.aufl.	25	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Diesel und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.D/E ext.aufl.	26	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Flüssiggas (LPG) und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.LPG/E ext.aufl.	27	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Wasserstoff und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.W/E ext.aufl.	28	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Vielstoff und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.V/E ext.aufl.	29	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Erdgas (NG) und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.NG/E ext.aufl.	30	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit bivalentem Betrieb <sup>4)</sup> mit Wasserstoff oder Benzin und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.Wod.B/E ext.aufl.	31	Hybrid (Plug-in)
Wasserstoff/Erdgas (hierunter ist ein Kraftstoffgemisch zu verstehen)	Wasserstoff/NG	32	Sonstige
Hybridantrieb mit Wasserstoff/Erdgas und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.W/NG/E ext.aufl.	33	Hybrid (Plug-in)
Ethanol (hierunter ist ein Kraftstoffgemisch zu verstehen, dem neben Ethanol noch andere Kraftstoffe – ausgenommen Benzin (s. Code 0023) – oder Additive zugesetzt wurden (z. B. E95))	Ethanol	34	Sonstige
Hybridantrieb mit Brennstoffzelle (Elektromotor) und Wasserstoff (Verbrennungsmotor) (Arbeitsverfahren NOVC-FCHV)	Hybr.BZ/W/E	35	Hybrid
Hybridantrieb mit Brennstoffzelle (Elektromotor) und Wasserstoff (Verbrennungsmotor) sowie extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid, Arbeitsverfahren OVC-FCHV)	Hybr.BZ/W/E ext. Aufl.	36	Hybrid (Plug-in)
Zweistoffbetrieb mit verflüssigtem Erdgas (LNG) <sup>2)</sup> und Diesel	Zweistoff LNG/Diesel	37	Gas (CNG, LPG)
Verflüssigtes Erdgas (LNG) <sup>2)</sup>	Verflüssigtes Erdgas (LNG)	38	Gas (CNG, LPG)
Andere	Andere	9999	Sonstige
Unbekannt	Unbekannt	0	Unbekannt

<sup>1)</sup> Hier wird auch die Gasturbine zugeordnet, da sie wie ein Vielstoffmotor zu betrachten ist. Sie ist eigentlich ein Düsenaggregat ähnlich wie bei einem Strahlflugzeug und wird durch die Verbrennungsgase angetrieben. Die Verbrennung kann durch unterschiedliche Kraftstoffe herbeigeführt werden.

<sup>2)</sup> Anmerkung zu den unterschiedlichen Gaskraftstoffen „Erdgas“ und „Autogas“ (Flüssiggas): Es sind zwei unterschiedliche Gaskraftstoffe, die nicht gegenseitig ausgetauscht werden dürfen. Um Verwechslungen vorzubeugen sind die jeweiligen Fahrzeuge mit unterschiedlichen Einfüllstutzen ausgerüstet.

<sup>3)</sup> Wurde bisher in den Fahrzeugpapieren als Hochdruck-gas bezeichnet.

<sup>4)</sup> Bivalenter Betrieb bedeutet, dass ein Motor mit zwei verschiedenen Kraftstoffen betrieben werden kann.

<sup>5)</sup> Kombiniertes Betrieb (Hybrid) bedeutet, dass das Fahrzeug mit mindestens zwei unterschiedlichen Energiewandlern und zwei unterschiedlichen Energiespeichersystemen ausgerüstet ist (KBA-Nr. 002, Januar 2012).

<sup>6)</sup> Der Einsatz einer Brennstoffzelle ist nur in Verbindung mit einem Elektromotor möglich.

<sup>7)</sup> Hierzu zählen ebenfalls Kraftfahrzeuge, die mit den Kraftstoffarten bzw. Energiequellen „Methan“ oder „Biogas“ oder im „bivalenten Betrieb mit Benzin oder Methan bzw. Biogas“ betrieben werden (VkB. 2007 S. 140 und Teil B 3).

<sup>8)</sup> Im Einzelgenehmigungsverfahren kann es diverse Kraftstoffarten und Kombinationen daraus geben, für die im Teil A 3 keine Codierung vorgesehen wird. Sollte die Hauptkraftstoffart keiner existierenden Codierung zugeordnet werden können, ist in diesen Fällen die Sammelposition „Andere“ zuzuteilen (KBA-Nr. 001, Juli 2011).

Verzeichnis des Kraftfahrt-Bundesamtes, Systematisierung von Kfz und ihren Anhängern, Stand: Februar 2022

**Tab. 19: SV1, Verzeichnis der Kraftstoffarten bzw. Energiequellen (KBA, 2020)**

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse stammen aus einem vom KBA speziell für die BASt erstellten Pkw-Typgruppenkatalog.

Reines Elektrofahrzeug		Bestand am 01.01. des Jahres					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
AUDI	Audi e-tron Q4 e-tron RS E-TRON GT				2.335	8.284	14.856 3.688 594
BAYER.MOT.WERKE-BMW	i3,i3s Cooper SE	3.621	6.174	9.156	16.637 401	22.991 4.309	31.988 13.999
CITROEN (F)	C-ZERO,C-Zero JUMPY SPACETOUREUR	942	927	1.189	1.323	1.323 74	1.299 468
DACIA (RO)	SPRING						4.045
Daimler (D) und MERCEDES-BENZ	fortwo ed+cabrio+coupe forfour EQ+ed EQC EQA electric drive sonstige EQ eVito Tourer E.GO LIFE FIRST EDITION B 250 e EQB	30	2.927 744	6.964 3.237	11.893 5.467 358	22.264 9.428 2.996 43	37.575 15.053 5.451 5.233
E.GO	BRABUS electric drive	431	769	778	671	601	533
FCA ITALY (I)	500					866	12.772
FORD (D)	MUSTANG MACH-E Focus Electric	56	79	84	87	184 80	2.546 73
HONDA MOTOR (J)	Honda e					1.109	2.151
HYUNDAI MOTOR (ROK)	Kona, Kauai IONIQ	69	819	361 2.328	3.277 3.617	16.226 5.158	31.034 13.776
Jaguar Land Rover (GB)	Jaguar I-PACE			186	807	1.798	1.912
JIANGLING (RC)	U5					175	668
KIA MOTOR (ROK)	NIRO SOUL EV6	512	771	22 1.174	344 1.713	3.243 2.974	8.030 4.862 1.045
MAZDA (J)	MAZDA MX-30					3.746	6.519
MITSUBISHI (J)	Mitsubishi i-MiEV	988	1.033	1.049	1.036	986	956
NISSAN (CH)+(F)	NISSAN LEAF 62kWh Nissan Leaf 40kWh NISSAN LEAF 30kWh NISSAN e-NV200	2.408 299	2.870 512	2.082 2.581 648	4.390 2.264 1.224	7.385 2.105 1.525	11.173 8.638 2.048 1.660
OPEL	Ampera-e		171	478	577	1.095	948
PEUGEOT (F)	iOn VIVARO/ZAFIRA LIFE	757 1	1.061	1.242	1.389	1.485 241	1.455 558
POLESTAR (S)	POLESTAR 2					995	3.238
PORSCHE	TAYCAN					2.321	5.764
PSA AUTOMOBILES (F)	Corsa 208/2008 MOKKA E-C4 DS3 CROSSBACK E-BERLINGO					5.890 3.757 6 19 179	16.248 15.499 6.514 1.374 347 141
RENAULT (F)	ZOE TWINGO FLUENCE Z.E.	7.428 300	11.878 300	18.417 288	27.513 124	55.753 1.098 76	78.637 8.933 67
SAIC (RC)	MG ZS EV,ROEWE ZS EV						1.699
SEAT (E)	Mii					2.104	5.916
SKODA (CZ)	CITIGO ENYAQ 50, 60, 80					4.741	7.730 11.807
Tesla (USA)	Model 3 Model S Model Y Model X Roadster Sport,Roadster	3.800 372 128	5.903 1.432 124	7.124 2.021 122	8.609 7.945 2.535 119	22.791 8.395 2.964 121	51.061 8.066 4.128 2.802 121
TOYOTA EUROPE (B)	LEXUS UX300E PROACE					20	118 107
VOLKSWAGEN-VW	GOLF UP! ID.3 ID.4 CRAFTER E-RIFTER	2.062 2.155	4.403 2.981	8.535 3.702	14.318 3.916	29.275 14.254 14.149 2.369 222	27.791 44.190 38.328 13.459 223 85
VOLVO (S)	XC40, C40					109	1.177
Summe der aufgeführten Modelle		31.154	50.462	78.169	129.464	300.310	611.370
Übrige Elektro-Pkw, hier nicht aufgeführt		2.868	3.399	5.006	7.153	8.773	7.090
<b>Getypte Pkw mit reinem Elektroantrieb insgesamt</b>		<b>34.022</b>	<b>53.861</b>	<b>83.175</b>	<b>136.617</b>	<b>309.083</b>	<b>618.460</b>

(Quelle: KBA/BASt, Typgruppenkatalog)

BASt-U2p-20/2022

**Tab. 20: Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 50 Fahrzeugen im Bestand) mit reinem Elektroantrieb nach Hersteller und Handelsname**

Hersteller von Pkw mit Hybrid Antrieb	Bestand am 01.01. des Jahres					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
TOYOTA EUROPE (B)	113.561	150.071	190.625	232.569	268.332	302.534
AUDI	556	5.814	33.916	106.373	172.895	236.209
BAYER.MOT.WERKE-BMW	460	442	418	1.603	38.022	99.105
DAIMLER (D) + MERCEDES-BENZ	3.828	3.615	11.790	33.961	53.615	73.851
HYUNDAI MOTOR (ROK) + (CZ) + (TR)	523	2.144	4.327	8.094	22.136	58.148
FORD (D)	183	232	477	2.140	27.865	57.993
MAZDA (B) + (J)				9.683	31.523	49.675
VOLVO (S)				4.717	15.063	30.125
FCA ITALY (I)					8.512	27.427
SUZUKI (J)	14	1.032	1.821	3.018	13.366	27.122
KIA MOTOR (ROK) + (SK)	1.446	4.998	7.564	10.846	16.130	23.520
HONDA MOTOR (J)	8.990	8.680	8.404	9.729	13.871	18.573
VOLKSWAGEN-VW	543	548	530	498	9.430	17.681
MAGYAR SUZUKI (H)					4.716	16.543
JAGUAR LAND ROVER (GB) + (UK)	119	119	75	3.205	8.043	14.643
RENAULT (F)		118	134	148	504	11.354
SEAT (E)					2.593	7.798
SUBARU (J)				168	3.307	5.866
AUDI SPORT				590	2.872	4.440
TOYOTA MEM (B)	5.864	5.580	5.240	4.920	4.553	4.084
PEUGEOT (F)	4.129	4.217	4.011	3.817	3.635	3.486
NISSAN AUTOMOTIVE (F) + (CH)	227	275	302	339	351	3.314
SKODA (CZ)					66	2.733
TOYOTA (J)						2.297
CITROEN (F)	2.151	2.241	2.149	2.035	1.988	1.953
MARUTI (IND)	71	363	422	448	441	441
ZHEJIANG GEELY (RC)						329
PORSCHE	295	274	266	220	224	214
ALPINA					43	162
MASERATI (I)					13	114
FERRARI (I)	39	39	42	47	47	40
GENERAL MOT-GMC (USA)	71	69	79	76	70	19
OPEL	1.049	1.075	1.079	1.064	990	
Gesamt	144.119	191.946	273.671	440.308	725.216	1.101.793

(Quelle: KBA/BAST, Typgruppenkatalog)

BAST-U2p-20/2022

**Tab. 21: Bestand an getypten Pkw mit Hybrid Antrieb nach Hersteller**

Hersteller von Pkw mit Plug-In-Hybrid Antrieb	Bestand am 01.01. des Jahres					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
DAIMLER (D) + MERCEDES-BENZ	1.536	5.343	8.038	15.189	65.026	118.663
BAYER.MOT.WERKE-BMW	6.092	12.930	21.286	32.755	54.938	91.979
VOLKSWAGEN-VW	3.377	6.622	9.785	10.633	31.002	63.680
AUDI	2.935	7.722	8.568	8.767	32.177	62.119
VOLVO (S)	955	2.161	3.268	5.646	19.836	37.282
MITSUBISHI (J)	2.051	3.189	4.833	12.002	19.081	27.823
SEAT (E)					3.289	25.753
FORD (D)	14	21	21	33	7.064	24.799
KIA MOTOR (ROK) + (SK)	29	926	2.408	4.074	10.629	21.324
SKODA (CZ)				1	8.332	21.263
HYUNDAI MOTOR (ROK) + (CZ)		259	1.283	2.226	3.786	12.231
OPEL AUTOMOBILE	176	175	190	282	3.765	9.957
PORSCHE	754	1.432	2.699	4.628	6.364	9.614
RENAULT (F)					2.592	8.816
TOYOTA EUROPE (B)	736	1.068	1.513	1.880	2.328	5.164
PSA AUTOMOBILES (F)				13	2.103	4.988
PEUGEOT (F)				8	1.063	4.487
JAGUAR LAND ROVER (GB) + (UK)			112	573	1.345	4.071
FCA (USA)					496	2.833
FCA ITALY (I)					529	2.763
SAIC (RC)						1.402
ZHEJIANG GEELY (RC)						1.087
SUZUKI (J)					215	312
LONDON EV COMPANY (GB) + (UK)				28	98	162
FERRARI (I)					6	142
FISKER (USA)	64	76	84	90	89	87
GENERAL MOT-GMC (USA)	2	2	1	2	2	57
BENTLEY (GB) + (UK)				17	18	30
Gesamt	18.721	41.926	64.089	98.847	276.173	562.888

(Quelle: KBA/BAST, Typgruppenkatalog)

BAST-U2p-20/2022

**Tab. 22: Bestand an getypten Pkw mit Plug-In Hybrid Antrieb nach Hersteller**

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse stammen aus dem tabellarischen Anhang der Fahrleistungserhebung 2014 (Bäumer et al., 2017).

Fahrleistung in km pro Kfz und Jahr	Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid	Flüssiggas	Erdgas	keine Angaben	Sonstige	Insgesamt
Mini	9.982	12.658	10.254		21.027	18.131	11.078	7.108	10.158
Kleinwagen	9.830	17.550	12.488	10.920	19.077	23.077	15.944	11.605	10.492
Kompaktklasse	10.716	17.781	11.007	13.754	18.664	15.331	6.627	10.248	12.531
Mittelklasse	10.711	17.776		20.965	17.747	21.392	8.492	10.052	13.365
Obere Mittelklasse	11.968	17.154		22.284	18.678	20.723	14.521	15.753	14.458
Oberklasse	18.079	24.052	21.239	5.779	15.903		1.674	1.326	19.888
Geländewagen	11.451	17.015		9.386	16.040	5.115	10.784		15.451
Utilities	11.964	18.724			17.454	18.425	12.150	16.989	16.306
Sportwagen	8.736	15.121	12.304	12.796	17.951		8.885	6.957	9.132
Mini-Van	10.268	15.550		16.409	15.433	17.246	11.170	14.032	11.528
Großraum-Van	12.708	17.734		40.534	19.079	18.075	20.600	14.495	15.640
SUV	11.301	16.707		13.606	17.516	14.831	23.522	8.930	14.062
Sonstige	9.527	8.585	9.615		18.297		11.462	4.784	10.256
Keine Angabe	9.846	15.666		12.827	19.178	12.509	9.208	9.027	10.825
Insgesamt	10.435	17.411	10.794	13.567	18.213	18.460	9.942	10.953	12.334

**Tab. 23: Inländerfahrleistung von Pkw privater Halter gegliedert nach Antriebsart und Segment nach (Bäumer et al., 2017) – tabellarischer Anhang; Tabelle Nr. 25**

Fahrleistung in km pro Kfz und Jahr	Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid	Flüssiggas	Erdgas	keine Angaben	Sonstige	Insgesamt
Mini	15.688	18.819	6.662		22.143	16.808		9.177	15.714
Kleinwagen	14.359	23.224	7.787	16.139	25.009	8.714		7.222	16.508
Kompaktklasse	16.010	30.120	7.647	17.571	29.595	9.918			25.120
Mittelklasse	17.738	33.092		21.872	33.640	28.517		15.413	30.038
Obere Mittelklasse	18.105	32.251		27.643	13.338	52.186		14.793	29.492
Oberklasse	12.832	32.369	33.631	19.693				27.835	24.639
Geländewagen	17.601	27.893		18.200	16.782				26.389
Utilities	9.438	22.836	1.842		22.051	18.174	1.005	34.729	21.473
Sportwagen	13.972	27.982	10.349	19.382					15.315
Mini-Van	15.345	28.276	10.305		14.485	30.836		16.366	21.687
Großraum-Van	18.704	33.226		54.675	15.704	34.783			31.190
SUV	11.540	23.656		17.577	19.002	49.413		7.461	21.196
Sonstige	31.942	19.678		4.886	12.332		20.836		21.701
Keine Angabe	10.201	16.242	5.725	31.582	15.940	13.658	19.568	21.384	13.234
Insgesamt	15.309	29.073	7.839	22.813	22.972	22.470	20.013	22.477	24.519

**Tab. 24: Inländerfahrleistung von Pkw gewerblicher Halter gegliedert nach Antriebsart und Segment nach (Bäumer et al., 2017) – tabellarischer Anhang; Tabelle Nr. 36**

Antriebsart	Fahrleistung von Bussen 2014
	pro Kfz und Jahr in km
Diesel	51.378
Erdgas	50.526
Anderer	43.079

Tab. 25: Inländerfahrleistung von Bussen nach Antriebsart (Bäumer et al., 2017)

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben (private Halter), 2022							
Fahrzeug mit alternativem Antrieb*		Reines Elektrofahrzeug		Hybrid (ohne Plug-In)		Plug-In-Hybrid	
Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl Fahrzeuge	Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl Elektrofahrzeuge	Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl Hybridfahrzeuge	Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Anzahl Plug-In-Hybride
Berlin, Stadt	41.274	Berlin, Stadt	7.627	Berlin, Stadt	26.862	Berlin, Stadt	6.785
Hamburg, Stadt	21.661	Hamburg, Stadt	5.654	Hamburg, Stadt	12.114	München, Stadt	4.136
München, Stadt	20.726	München, Stadt	4.943	München, Stadt	11.647	Hamburg, Stadt	3.893
Region Hannover	15.864	Region Hannover	4.883	Köln, Stadt	9.589	Region Hannover	2.911
Köln, Stadt	14.434	Esslingen	3.510	Region Hannover	8.070	Ludwigsburg	2.864
Ludwigsburg	11.802	Ludwigsburg	3.377	Recklinghausen	6.664	Stuttgart, Stadtkreis	2.799
Esslingen	11.732	Böblingen	3.196	Rhein-Sieg-Kreis	6.369	Böblingen	2.447
Rhein-Sieg-Kreis	11.641	Rhein-Sieg-Kreis	3.136	Esslingen	5.793	Esslingen	2.429
Recklinghausen	10.974	Rhein-Neckar-Kreis	2.997	Rhein-Erft-Kreis	5.636	Köln, Stadt	2.366
Stuttgart, Stadtkreis	10.921	Stuttgart, Stadtkreis	2.978	Frankfurt am Main, Stadt	5.590	Rhein-Sieg-Kreis	2.136

\* Hier: Reine Elektrofahrzeuge, Hybrid und Plug-In-Hybride

Tab. 26: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben (private Halter), 2022. (KBA/BAST, 2022)

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2022								
Reines Elektrofahrzeug								
Alle Pkw				TOP	Private Pkw			
Rang nach Anteil an allen Fahrzeugen					Rang nach Anteil an allen privaten Fahrzeugen			
Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut		Name des Kreises/der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut
Wolfsburg, Stadt	kreisfreie Großstadt	562,5	7.112	1	Starnberg	Städtischer Kreis	180,4	1.396
Wiesbaden, Landeshauptstadt	kreisfreie Großstadt	433,6	8.309	2	Wolfsburg, Stadt	kreisfreie Großstadt	175,0	988
Ingolstadt	kreisfreie Großstadt	335,5	3.252	3	Gifhorn	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	147,3	1.548
Braunschweig, Stadt	kreisfreie Großstadt	332,3	4.823	4	Böblingen	Städtischer Kreis	146,0	3.196
Stuttgart, Stadtkreis	kreisfreie Großstadt	277,3	8.397	5	Ebersberg	Städtischer Kreis	142,6	1.113
Weimar, Stadt	Städtischer Kreis	264,3	811	6	Emden, Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	139,8	325
Böblingen	Städtischer Kreis	254,6	6.558	7	Landsberg am Lech	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	138,4	1.038
Starnberg	Städtischer Kreis	224,2	1.999	8	München	Städtischer Kreis	134,2	2.345
München	Städtischer Kreis	219,5	5.241	9	Stuttgart, Stadtkreis	kreisfreie Großstadt	131,7	2.978
München, Landeshauptstadt	kreisfreie Großstadt	208,5	15.529	10	Nordfriesland	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	131,6	1.304
Bielefeld, Stadt	kreisfreie Großstadt	202,9	3.589		Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	130,4	1.724
Nordfriesland	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	198,2	2.119		Kassel	Städtischer Kreis	129,3	1.864
Landsberg am Lech	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	196,1	1.642		Erlangen-Höchstadt	Städtischer Kreis	126,3	1.077
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Großstadt	193,5	6.647		Rheingau-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	123,1	1.428
Münster, Stadt	kreisfreie Großstadt	187,9	2.847		Mainz-Bingen	Städtischer Kreis	121,3	1.543

Tab. 27: TOP10 Kreise für Bestände von Elektro-Pkw, 2022. (KBA/BAST, 2022)

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2022								
Hybrid (ohne Plug-In)								
Alle Pkw				TOP	Private Pkw			
Rang nach Anteil an allen Fahrzeugen					Rang nach Anteil an allen privaten Fahrzeugen			
Name des Kreises/ der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut		Name des Kreises/ der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut
Ingolstadt	kreisfreie Großstadt	811,0	7.860	1	Suhl, Stadt	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	274,1	506
München, Stadt	kreisfreie Großstadt	622,6	46.370	2	Gera, Stadt	Städtischer Kreis	251,3	1.053
Main-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	536,9	9.689	3	Berlin, Stadt	kreisfreie Großstadt	250,3	26.862
Köln, Stadt	kreisfreie Großstadt	430,4	21.213	4	Leipzig, Stadt	kreisfreie Großstadt	246,9	5.091
München	Städtischer Kreis	418,7	9.996	5	Passau, kreisfreie Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	246,3	602
Bochum, Stadt	kreisfreie Großstadt	400,4	8.455	6	Jena, Stadt	kreisfreie Großstadt	243,0	975
Bonn, Stadt	kreisfreie Großstadt	399,9	6.988	7	München	Städtischer Kreis	242,8	4.243
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Großstadt	399,7	13.732	8	Köln, Stadt	kreisfreie Großstadt	238,6	9.589
Heilbronn	Städtischer Kreis	388,6	9.728	9	Schwabach	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	236,8	551
Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	384,3	6.272	10	Leverkusen, Stadt	kreisfreie Großstadt	233,8	1.869

Tab. 28: TOP10 Kreise für Bestände von Hybrid-Pkw, 2022. (KBA/BAST, 2022)

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2022								
Plug-In-Hybrid								
Alle Pkw				TOP	Private Pkw			
Rang nach Anteil an allen Fahrzeugen					Rang nach Anteil an allen privaten Fahrzeugen			
Name des Kreises/ der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut		Name des Kreises/ der kreisfreien Stadt	Kreistyp	Anzahl je 10.000 Fahrzeuge	Anzahl absolut
Stuttgart, Stadtkreis	kreisfreie Großstadt	396,0	11.991	1	Stuttgart, Stadtkreis	kreisfreie Großstadt	123,8	2.799
Wolfsburg, Stadt	kreisfreie Großstadt	383,4	4.848	2	Böblingen	Städtischer Kreis	111,8	2.447
Ingolstadt	kreisfreie Großstadt	368,7	3.573	3	Starnberg	Städtischer Kreis	97,3	753
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Großstadt	323,2	11.105	4	München	Städtischer Kreis	94,7	1.654
Böblingen	Städtischer Kreis	315,2	8.118	5	Ludwigsburg	Städtischer Kreis	94,1	2.864
Wiesbaden, Landeshauptstadt	kreisfreie Großstadt	292,7	5.609	6	Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	91,7	1.212
München	Städtischer Kreis	287,8	6.870	7	Esslingen	Städtischer Kreis	82,0	2.429
Düsseldorf, Stadt	kreisfreie Großstadt	277,4	8.844	8	Rems-Murr-Kreis	Städtischer Kreis	81,4	1.967
München, Stadt	kreisfreie Großstadt	263,1	19.598	9	Rheingau-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	79,1	917
Schweinfurt, kreisfreie Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	235,7	695	10	Main-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	78,9	1.061

Tab. 29: TOP10 Kreise für Bestände von Plug-In-Hybrid-Pkw, 2022. (KBA/BAST, 2022)

Rang und Veränderung des Anteils privater Pkw mit alternativem Antrieb an allen privaten Pkw nach Kreisen*, 2016-2020							
Kreis <sup>1</sup>	Trend 2016-2022 [Faktor]	Rang (398 Kreise)		Kreis <sup>1</sup>	Trend 2016-2022 [Faktor]	Rang (398 Kreise)	
		2016	2022			2016	2022
Emden, Stadt	30,4	394	178	Warendorf	14,4	329	240
Wolfsburg, Stadt <sup>2</sup>	27,4	384	93	Birkenfeld	14,3	309	207
Cochem-Zell	21,8	387	302	Hersfeld-Rotenburg	14,2	361	362
Helmstedt	21,6	385	292	Herford	14,2	307	205
Freyung-Grafenau	21,6	386	299	Viersen	14,2	328	256
Eichsfeld	20,8	391	339	Unstrut-Hainich-Kreis	14,2	354	326
Olpe	20,6	378	244	Schaumburg	14,1	289	151
Regen	20,5	366	169	Minden-Lübbecke	14,1	299	174
Holzminden	20,3	392	363	Wesel	14,1	274	126
Northeim	19,8	388	341	Salzgitter, Stadt	14,1	362	366
Kassel <sup>2</sup>	19,5	326	25	Bad Dürkheim <sup>2</sup>	14,1	262	99
Tirschenreuth	19,1	383	332	Wittmund	14,0	368	380
Kelheim	18,9	371	267	Goslar	14,0	330	271
Cham	18,8	390	364	Steinfurt	14,0	325	260
Höxter	18,7	364	241	Tuttlingen	13,9	280	144
Alb-Donau-Kreis	18,5	369	280	Lippe	13,9	334	282
Lichtenfels	18,5	389	367	Wesermarsch	13,9	359	350
Heidekreis	18,4	382	338	Ostholstein	13,8	347	309
Eichstätt	18,4	358	166	Vechta	13,8	318	257
Deggendorf	18,4	373	288	Lahn-Dill-Kreis	13,7	305	229
Borken	18,2	375	317	Herne, Stadt	13,6	317	269
Neu-Ulm	18,2	372	294	Rastatt <sup>2</sup>	13,6	240	86
Cloppenburg	17,9	393	388	Botrop, Stadt	13,5	258	118
Werra-Meißner-Kreis	17,7	377	334	Pfaffenhofen a. d. Ilm	13,5	253	110
Kronach	16,9	379	354	Rems-Murr-Kreis <sup>2</sup>	13,5	212	45
Emsland	16,6	374	340	Nordhausen	13,5	360	365
Gifhorn	16,6	321	107	Gotha	13,5	332	297
Aurich	16,4	367	333	Börde	13,4	376	386
Paderborn <sup>2</sup>	16,3	304	83	Heilbronn	13,4	275	159
Schwalm-Eder-Kreis	16,0	313	125	Schleswig-Flensburg	13,4	342	315
Hochsauerlandkreis	15,9	319	138	Bayreuth	13,4	306	254
Peine	15,9	355	273	Neustadt an der Weinstraße	13,3	298	230
Celle	15,8	357	285	Waldeck-Frankenberg	13,3	324	290
Wolfenbüttel	15,6	340	189	Ansbach	13,3	352	345
Verden	15,5	348	228	Schwandorf	13,2	337	314
Düren	15,2	308	146	Dingolfing-Landau	13,2	339	316
Passau	15,2	333	208	St. Wendel	13,2	284	200
Gütersloh	15,2	345	235	Coburg	13,1	302	252
Rhein-Lahn-Kreis	14,9	331	214	Göttingen	13,1	275	183
Straubing	14,9	346	259	Westerwaldkreis	13,0	276	185
Hof	14,8	351	304	Uelzen	12,9	336	323
Neustadt a.d. Waldnaab	14,8	349	296	Osnabrück	12,9	292	236
Leer	14,8	370	373	Oberallgäu	12,8	296	243
Kyffhäuserkreis	14,7	380	384	Coburg, kreisfreie Stadt	12,8	242	131
Grafschaft Bentheim	14,6	353	311	Ammerland	12,7	327	318
Weiden i. d. OPf.	14,6	316	201	Heinsberg	12,7	264	176
Soest	14,6	297	145	Oberbergischer Kreis	12,7	261	170
Böblingen <sup>2</sup>	14,5	127	4	Aschaffenburg <sup>2</sup>	12,7	217	97
Haßberge	14,4	365	371	Reutlingen	12,7	265	181
Alzey-Worms	14,4	295	150	Krefeld, Stadt	12,6	277	218

<sup>1</sup> Auswahl der 100 Kreise mit den stärksten Trends  
<sup>2</sup> Kreis mit einem TOP100-Rang in 2022

**Tab. 30: Rang und Veränderung des Anteils privater Pkw mit alternativem Antrieb an allen privaten Pkw nach Kreisen, 2016 – 2022**

# Schriftenreihe

## Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

### 2022

**M 322: Influencer in der Verkehrssicherheitskommunikation: Konzeptentwicklung und pilothafte Anwendung**

Duckwitz, Funk, Hielscher, Schröder, Schrauth, Seegers, Kraft, Geib, Fischer, Schnabel, Veigl € 19,50

**M 324: Interdisziplinärer Ansatz zur Analyse und Bewertung von Radverkehrsunfällen**

Baier, Cekic, Engelen, Baier, Jürgensohn, Platho, Hamacher

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 325: Eignung der Fahrsimulation zur Beurteilung der Fahrsicherheit bei Tagesschläfrigkeit**

Kenntner-Mabiala, Ebert, Wörle, Pearson, Metz, Kaussner, Hargutt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 326: Kinderunfallatlas 2015–2019**

Suing, Auerbach, Färber, Treichel

€ 22,50

**M 327: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2019**

Gruschwitz, Pirsig, Hölscher, Hoß, Woopen, Schulte

€ 17,50

**M 328: Evaluation des Carsharinggesetzes**

Kurte, Esser, Wittowsky, Groth, Garde, Helmrich

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 329: Nutzung von Mobiltelefonen beim Radfahren – Prävalenz, Nutzermerkmale und Gefahrenpotenziale**

Evers, Gaster, Holte, Suing, Surges

€ 17,50

**M 330: Ausbildungs- und Evaluationskonzept zur Optimierung der Fahrausbildung in Deutschland**

Sturzbecher, Brünken, Bredow, Genschow, Ewald, Klüver, Thüs, Malone

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 331: E-Learning Unterrichtskonzepte für die Fahranfängervorbereitung**

Hilz, Malone, Brünken

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 332: Experimentelle Studie zu Protanopie und Wahrnehmung von Bremsleuchten**

Helmer, Trampert, Schiefer, Ungewiß, Baumann, Feßler

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 333: Expertise zum Projektbericht VALOR**

Link

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

### 2023

**M 334: Unfallbeteiligung von Wohnmobilen 2010 bis 2020**

Färber, Pöppel-Decker, Schönebeck

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 335: Evaluation der Kampagne „Runter vom Gas!“ 2016-2019**

Petersen, Vollbracht

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 336: Die Entwicklung verkehrssicherheitsrelevanter Personenmerkmale im höheren Lebensalter und ihre Einflussfaktoren – Erste Querschnittsanalysen aus der Dortmunder-Bonner-Längsschnittstudie (DoBoLSiS)**

Karthus, Getzmann, Wascher, Graas, Rudinger

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 337: Einsatzmöglichkeiten von VR-Brillen in der experimentellen Verkehrssicherheits- und Mobilitätsforschung**

Platho, Tristram, Kupschick

€ 17,00

**M 338: Influencer in der Verkehrssicherheitskommunikation: Geschäftsmodelle und Kooperationsformen**

Zabel, Duckwitz, Funk, Myshkina

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 339: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2021**

Gruschwitz, Hölscher, van Nek, Busch, Wopen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 340: Erweiterung der Erfassung vertiefter Verkehrsunfalldaten um psychologische und medizinische Langzeitfolgen**

Jänsch, Sperlich, Unruh, Johannsen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 341: Key Performance Indicator „Alkohol“ – Entwicklung einer Methodik und Ersterhebung**

Schrauth, Funk, Behnke, Beug, Jung, Schiller, Schulte

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 342: Vertiefende Analyse des Unfallgeschehens älterer Fahrzeugführender**

Strauzenberg, Pohle

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

## 2024

**M 343: Kommunikationsmaßnahmen zur Verbesserung der Radverkehrssicherheit**

Manz, Müller, Engel

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 344: Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer, Radfahrer und Fußgänger 2022**

Maier, Funk, La Guardia, Pušica, Kathmann, Agorastos, Bickel, Deyerl, Fischer, Jung, Kuhlmann, Metz, Panowitz, Lahanas, Schiller, Schulleri, Johannsen, Kocak, Krauhausen, Scharrenbroich, Stöver

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 345: Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2020 und 2021**

Schütte, Fürst, Szyprons, Schmitz, Weber, Käser, Harder

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 346: Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit – Berichtszeitraum 2019-2021**

Pöppel-Decker, Bierbach, Piasecki, Schönebeck

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

---

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG

Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen · Tel.+(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.

---

ISSN 0943-9315  
ISBN 978-3-95606-786-0  
<https://doi.org/10.60850/bericht-m346>

[www.bast.de](http://www.bast.de)