

Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 317

bast

Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit

Berichtszeitraum 2015 – 2019

von

Martin Pöppel-Decker
Maxim Bierbach
Conrad Piasecki
Susanne Schönebeck

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 317

bast

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.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

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

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 4288003:
Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit
Berichtszeitraum 2015-2019

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

Redaktion
Stabsstelle Presse und 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

ISSN 0943-9315
ISBN 978-3-95606-619-1

Bergisch Gladbach, September 2021

Kurzfassung – Abstract

Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit – Berichtszeitraum 2015-2019

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb stieg von rund 704.000 Fahrzeugen im Jahr 2015 auf rund 900.000 Pkw im Jahr 2019 (ein Plus von etwa 28 %). Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Autogas (LPG) fahren, stellen im aktuellen Fahrzeugbestand die größte Gruppe mit alternativem Antrieb (2019 rund 476.000 Pkw). Danach folgen die Hybridfahrzeuge mit mehr als 340.000 Pkw, dessen Bestand sich seit 2015 verdreifacht hat. Die Entwicklung des Plug-In-Hybrid-Bestandes ist noch deutlicher: im Zeitraum von 2015 bis 2019 stieg der Wert auf das 13-fache. Bei reinen Elektro-Pkw stieg der Bestand auf 83.175 Fahrzeuge im Jahre 2019. Dieser Trend setzt sich bei allen alternativen Antriebsarten – außer bei den Gasfahrzeugen – fort. Im Januar 2020 wurden bereits 136.617 Pkw mit reinem Elektroantrieb registriert; ein weiterer Zuwachs gegenüber 2019 um 64 %.

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 (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.

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.

Alternative drive technology: market penetration and consequences for road safety – reporting period 2015-2019

The number of passenger cars with alternative drive systems rose from around 704,000 vehicles in 2015 to around 900,000 in 2019 (an increase of around 28%). Passenger cars that run on natural gas (CNG) or liquefied petroleum gas (LPG) make up the largest group of vehicles with alternative drive systems in the current vehicle population (around 476,000 passenger cars in 2019). This is followed by hybrid vehicles with more than 340,000 passenger cars, whose numbers have tripled since 2015. The development of the plug-in hybrid stock is even more pronounced: in the period from 2015 to 2019, the number increased 13-fold. For pure electric cars, the number rose to 83,175 vehicles in 2019. This trend continues for all alternative drive types – except for gas vehicles. In January 2020, 136,617 purely electric passenger cars were already registered; a further increase of 64% compared to 2019.

A long-term observation both of the vehicle market and accident occurrence of vehicles with alternative drive technologies in Germany is required, in order to be able to analyze future developments and to identify any possible adverse effects on road traffic safety. In 2010, the Federal Highway Research Institute (BASt) started the survey on behalf of the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure.

The technical development of vehicles with alternative drive technologies is described in chapter 2 of this report. In chapter 3 and 4 the stock and the accidents of the mentioned vehicles are assessed.

Inhalt

1	Einleitung	7	4	Unfallgeschehen	35
2	Entwicklungslinien alternativer Antriebs- technologien	7	4.1	Datengrundlage	35
2.1	Erdgas (CNG: Methan), Autogas (LPG: Butan/Propan) und Flüssigerdgas (LNG)	7	4.2	Unfallbeteiligung nach Kraftstoffart ...	35
2.1.1	Erdgas (CNG)	8	4.3	Beteiligte Pkw nach Kraftstoffart und Ortslage	37
2.1.2	Autogas (LPG)	8	4.4	Pkw-Unfälle unter Beteiligung eines ungeschützten Verkehrsteilnehmers (Fußgänger/Radfahrer)	38
2.1.3	Flüssigerdgas (LNG)	9	4.5	Beteiligte Pkw nach KBA-Segment und Kraftstoffart	39
2.1.4	Wasserstoff H ₂	9	5	Zusammenfassung	42
2.2	Elektromobilität	10		Literatur	44
2.2.1	Brennstoffzellenfahrzeuge (engl.: Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV))	13		Bilder	46
2.2.2	Elektrofahrzeuge [Batterie- Fahrzeuge – engl.: Battery Electric Vehicle (BEV)]	13		Tabellen	46
2.2.3	Aufladung von Elektrofahrzeugen ...	14		Anhang	48
2.3	Elektrisch angetriebene Krafträder ...	17			
2.4	Alternative Antriebe bei Nutzfahr- zeugen und Kraftomnibussen.	17			
2.4.1	Nutzfahrzeugbereich	17			
2.4.2	Kraftomnibusse mit alternativem Antrieb	18			
3	Bestandsentwicklung	18			
3.1	Bestandsentwicklung bei Personen- kraftwagen	19			
3.2	Bestandsentwicklung bei den Fahr- zeuggruppen Kraftrad, Kraftomnibus und leichte Lkw (N1-Fahrzeuge)	25			
3.2.1	Krafträder	25			
3.2.2	Kraftomnibusse	27			
3.2.3	N1-Fahrzeuge	28			
3.2.4	Lkw nach Nutzlast	29			
3.3	Räumliche Verteilung des Bestandes an Pkw mit alternativen Antrieben.	29			

1 Einleitung

Die Sorge über den Klimawandel, endliche Mineralölvorräte 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.

Benzin- und Dieselfahrzeuge machen zusammen immer noch rund 98 % des Pkw-Gesamtbestandes aus (2019 über 47 Millionen Fahrzeuge). Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb (Summe aus reinen Elektrofahrzeugen, Hybriden, Gas- und Brennstoffzellenfahrzeugen) stieg von rund 704.000 Fahrzeugen im Jahr 2015 auf rund 900.000 Pkw im Jahr 2019 (ein Plus von 28 %). 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 (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.

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. Die LNG-Technologie befindet sich derzeit jedoch sowohl fahrzeugtechnisch als auch infrastrukturseitig in der Entwicklungsphase und steht noch am Anfang einer zukünftigen Markteinführung.

Neben der Möglichkeit, bereits im Betrieb befindliche Fahrzeuge mit Ottomotor auf LPG/CNG umzurüsten, bieten mittlerweile nahezu alle Fahrzeughersteller einige ihrer Fahrzeugmodelle ab Werk in CNG- und LPG Ausführung an. Bei den meisten dieser Fahrzeugtypen mit Gasantrieb (sowohl OEM¹-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. Bedingt durch die z. T. schlechten Kaltstarteigenschaften im LPG/CNG-Betrieb werden die Fahrzeuge bis zum Errei-

¹ Original Equipment Manufacturer

chen einer bestimmten Motortemperatur mit Benzin betrieben und anschließend entweder automatisch oder manuell auf Gasbetrieb umgeschaltet. Bivalente Fahrzeugkonzepte sind mit zwei Kraftstofftanks ausgestattet (standardmäßig verbauter Benzintank und zusätzlicher Gastank), weswegen sie gegenüber monovalent betriebenen Fahrzeugen – es wird ausschließlich LPG/CNG als Energieträger verwendet – über z. T. deutlich höhere Reichweiten verfügen. Diese liegen in der Regel zwischen 300 – 1.000 km, abhängig von der Größe der Tanksysteme und vom Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs. 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.

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 Ökosteuer 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 (H₂) bei der Verwendung im Kraftfahrzeugbereich dargestellt.

2.1.1 Erdgas (CNG)

Bei CNG handelt es sich um komprimiertes Erdgas, welches sich aufgrund seiner chemischen Eigenschaften primär für die Verbrennung in angepassten Ottomotoren eignet (BASSHUYSEN et al., 2015). 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.-% – angeboten, wobei CNG-Fahrzeuge grundsätzlich

für den Betrieb beider Kraftstoffqualitäten ausgelegt sind. 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. Dies macht Anpassungen an der Einspritzanlage und den Kraftstoffzufuhrleitungen sowie bei der Abstimmung der Motorsteuerung erforderlich. 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 und die Verbrennung erfolgt aufgrund der guten Durchmischung des Kraftstoff/Sauerstoff-Gemisches gleichmäßiger als die mit konventionellen Kraftstoffen. Infolgedessen weisen CNG-betriebene Fahrzeuge verminderte Schallemissionen auf. Die monovalente Auslegung stellt vor dem Hintergrund des sich derzeit noch im Aufbau befindlichen Tankstellenetzes und der Kaltstartprobleme aktuell die Ausnahme dar. Das Tankstellenetz im Bundesgebiet beläuft sich im Jahr 2018 bei CNG auf 856 Standorte. Damit ist die Anzahl gegenüber dem Jahr 2014 (Höchstwert mit 922 Standorten im Bundesgebiet) geringfügig gesunken. Grund hierfür ist eine teilweise unzureichende Rentabilität von CNG Tankstellen aufgrund zu geringer Nachfrage in einigen Regionen.

2.1.2 Autogas (LPG)

LPG, oder auch Autogas, ist ein Gemisch aus Kohlenwasserstoffen mit den Hauptbestandteilen Propan (C₃H₈) und Butan (C₄H₁₀), 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 (Vialle, 2015). 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

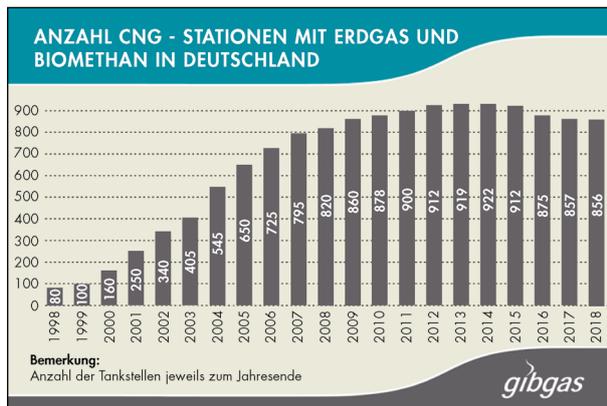


Bild 1: Entwicklung des Erdgastankstellenbestands gem. www.gibgas.de

eingespritzt wird, sind bereits auf dem Markt verfügbar. LPG weist mit einer Research-Oktanzahl von > 100 ROZ eine hohe Klopffestigkeit auf und verbrennt ähnlich wie CNG sehr schadstoffarm. Zudem ist der Heizwert von LPG – je nach Zusammensetzung ca. 46 MJ/kg – geringfügig höher als der von Ottokraftstoff. Nach der Umrüstung weisen LPG-betriebene Fahrzeuge zum Teil Kraftstoffmehrerbräuche von bis zu 20 % auf (Autogas-Information, 2017). Bedingt durch die geringeren Kraftstoffkosten von LPG, verbunden mit einem höheren Energiegehalt als Ottokraftstoff, ist der Betrieb von Auto-gas im Kraftfahrzeugbereich trotz des auftretenden Mehrverbrauchs kostengünstiger. Als Speichermedium für LPG existieren verschiedene Tankbauformen, u. a. Unterflurtanksysteme, zylindrische Tanks im Kofferraum sowie Tanksysteme, die in der Reserveradmulde untergebracht sind. Die Umrüstung von benzinbetriebenen Fahrzeugen auf LPG wird von verschiedenen Herstellern am Markt angeboten. Das Tankstellennetz im Bundesgebiet beläuft sich bei LPG mittlerweile auf ca. 6.000 Standorte.

2.1.3 Flüssigerdgas (LNG)

Bei LNG handelt es sich um ein Erdgasgemisch, welches bei atmosphärischem Druck auf Temperaturen von ca. -160 °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. Mit LNG lassen sich höhere Reich-

weiten erzielen als mit CNG; der Energiegehalt von einem Kubikmeter LNG entspricht ca. dem von drei Kubikmetern CNG. 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, die neben geringen Schadstoff-, CO₂- 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. Das Tankstellennetz in Deutschland beläuft sich im Jahr 2019 auf 6 LNG Tankstellen; bis zum Ende 2020 sollen insgesamt 40 LNG Tankstellen auf dem Bundesgebiet für die Betankung mit LNG zur Verfügung stehen (DENA, 2019).

2.1.4 Wasserstoff H₂

Wasserstoff ist ein farb- und geruchloses, ungiftiges Gas, welches mit einem Proton im Atomkern und einem Elektron in der Atomhülle das leichteste der chemischen Elemente darstellt und an erster Stelle im Periodensystem der Elemente steht. Unter Umgebungsbedingungen, wie sie auf der Erde vorherrschen, kommt Wasserstoff nicht in atomarer Form, sondern in molekularer Form als H₂ Molekül vor. Wasserstoff ist wesentlicher Bestandteil sämtlicher organischer Verbindungen und Lebewesen und liegt u. a. zusammen mit Sauerstoff O₂ gebunden in Wasser vor.

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 emissionsfrei (Reaktionsprodukt ausschließlich Wasserdampf H₂O) und wird in Brennstoffzellen als Energiespeicher für die Stromerzeugung bereits in ersten Fahrzeugmodellen eingesetzt, s. Kapitel 2.2.1. Neben der Verwendung von Wasserstoff in Brennstoffzellenfahrzeugen 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 im großindustriellen Maßstab heute über Methan-Dampfreformierung, bei der über einen endothermen Prozess Methangas in Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid aufgespalten wird. Dieser Prozess erfordert zum einen die Verwendung fossiler Primärenergieträger wie u. a. Methan, zum anderen muss die Energie für den Prozess hierfür bereitgestellt werden. Wasserstoff, welcher via Dampfreformierung hergestellt wird, trägt aufgrund seines prozessbedingten hohen Energieaufwands und des fossilen Ursprungs 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 Energiebedarfs bei der Herstellung von sog. grünem Wasserstoff gesprochen werden, da keine 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 Tiefkühlspeichermedien (sog. Kryotanks). Bei der Speicherung von Wasserstoff ist jedoch zu berücksichtigen, dass aufgrund des geringen Atomdurchmessers Diffusionsvorgänge durch Speicherwänden hindurch auftreten können, sodass sich das Tanksystem mit der Zeit ohne gezielte Entnahme entleert. Gleiches gilt für die Tiefkühlspeichertechnik: Durch Abdampfvorgänge können geringe Mengen des gespeicherten Wasserstoffs aus dem

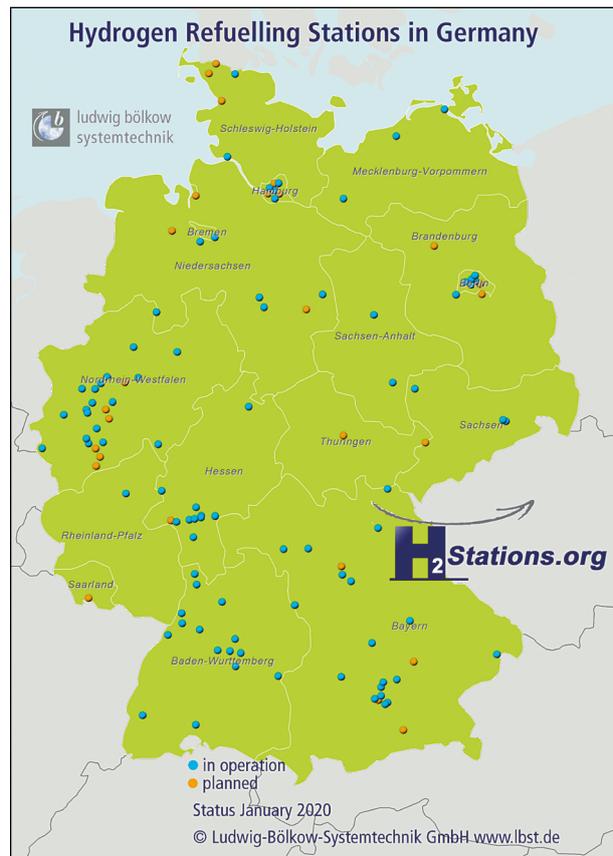


Bild 2: Übersicht Wasserstoff Tankstellen in Deutschland gem. LBST (2020)

Tanksystem von 0,3 – 3 % pro Tag entweichen (KLELL, 2017).

Derzeit (Stand Januar 2020) sind 87 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 damit mehr als vervierfacht.

2.2 Elektromobilität

Im folgenden Kapitel werden die unterschiedlichen Ausprägungen von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen vorgestellt, um einen Überblick über die verschiedenen Techniken zu geben. Eine Unterscheidung zwischen Hybridfahrzeugen und Elektrofahrzeugen geschieht durch die Fähigkeit, rein elektrisch fahren zu können. Hybridfahrzeuge, die dies nicht können, zählen zu den konventionell angetriebenen Fahrzeugen, während die anderen (z. B. Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge) als Elektrofahrzeuge eingestuft werden (s. Bild 3, Konzepte G, H und I). Für entsprechende Fahrzeuge mit einem von außen aufladbaren Energiespeicher gibt es die Mög-

Arrangement of propulsion concepts into classes

	Combustion Engine			Hybrids				Electric Vehicle				
	Diesel, Otto, optimized engine, alternative fuels. Concepts A, B, C, D			Full Hybrids, Mild Hybrids Concepts E, F				PHEV, REEV, BEV Concepts G, H, I				
Identifier	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Drivetrain Structure	SI engine, conventional	CI engine, conventional	(HEV) Subhybrid	HEV Microhybrid	HEV Mild Hybrid	HEV Full Hybrid	PHEV Full Hybrid	PHEV Range Extender ICE	EV	PHEV Range Extender Fuel Cell	Fuel Cell Hybrid	
Primary Energy Source	Hydro-carbons	Hydro-carbons	Hydro-carbons	Hydro-carbons	Hydro-carbons	Hydro-carbons	Hydro-carbons	Electricity (from grid)	Electricity (from grid)	Electricity (from grid)	Hydrogen	
	Advanced, high efficiency si- and diesel technology, alternative fuels: CNG, LPG and even more		Additionally to A or B: start-stop-function by conventional equipment	Additionally to A or B: start-stop-function, with belt driven starter-alternator	Additionally to A or B: regenerative braking, acceleration assistance by integrat. SA		Instead of E: electric launch, acceleration assistance electric driving	Additionally to F: larger battery, plug-in-capability	Propulsion energy stored in the battery, only small ICE to recharge onboard	No onboard recharge unit.	Energy stored in the battery, only small fuel cell and hydrogen to recharge	PEM fuel cell produces electricity from hydrogen

Bild 3: Schematische Einteilung von alternativen Antrieben mit unterschiedlicher Ausprägung des elektrischen Anteils (HAST, 2010)

lichkeit, das Aufladen im privaten, halböffentlichen sowie öffentlichen Bereich vorzunehmen, Details hierzu siehe Kapitel 2.2.3 Aufladung von Elektrofahrzeugen.

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

Hybridfahrzeuge verfügen neben dem konventionellen Verbrennungsmotor über ein zweites Speicher-Wandler-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 (s. Bild 3), wobei je nach Energiefluss, also der Art des Zusammenspiels des

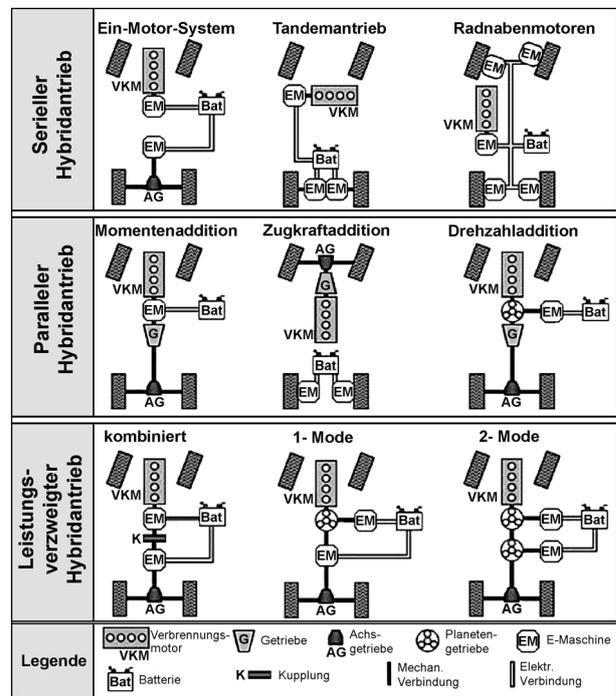


Bild 4: Verschiedene Strukturen von Hybridantrieben (HOFMANN, 2010)

elektrischen und verbrennungsmotorischen Systemanteils, noch einmal nach Parallel- und Seriell-Hybrid sowie einem leistungsverzweigten Split-Hybrid differenziert wird. Eine Übersicht der verschiedenen Antriebsstränge enthält Bild 4.

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, Beispiel: 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-Hybrid² Systemen ist entweder im Kuppelgehäuse auf der Kurbelwelle ein Elektromotor-Starter-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 Beschleunigen 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 CO₂-Emission. So hat z. B. die Daimler AG bereits im Jahr 2009 mit dem Modell S 400 Hybrid ein Mild-Hybrid als Serienfahrzeug (Ottomotor 225 kW mit 20 kW Elektromotor und Lithium-Ionen-Akkumulator) angeboten. Auch in der Kompaktklasse sind Mild-Hybrid-Systeme vertreten, wie z. B. der 2019 erschienene Golf VIII als eTSI.

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). Desweiteren 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/Stopp-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)³ derzeit die Marktführerschaft in diesem Seg-

² 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.

³ Vgl. TOYOTA (2020)

ment. Mittlerweile bieten auch die meisten europäischen Hersteller wie Audi, BMW, Mercedes, Porsche, PSA/Peugeot/Citroen und Volkswagen ebenfalls Voll-Hybrid-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 20 und 50 km) im reinen Elektrobetrieb lokal emissionsfrei zurücklegen und sind so z. B. von umweltbedingten Fahrverboten im innerstädtischen Raum ausgenommen.

2.2.1 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 H₂-Tank und Batterie entlang der Bezeichnungssystematik streng genommen in die Kategorie Vollhybrid-Elektrofahrzeug. Toyota hat im November 2014 mit dem Mirai das erste Serienfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb auf den Markt gebracht⁴. Auch Hyundai und Honda bieten entsprechende Serienfahrzeuge an. Viele weitere Fahrzeughersteller wie z. B. Daimler, Ford, GM, und 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 87 Wasserstofftankstellen (Stand 2020, siehe Bild 2).

Bioethanol als Energiequelle für Brennstoffzellen

In einer Brennstoffzelle wird chemisch gebundene Energie in Form des Brennstoffs in elektrische

Energie gewandelt. Meist wird für den Betrieb Wasserstoff als Brennstoff verwendet, doch es ist auch möglich, wasserstoffhaltiges Gas oder entsprechende Flüssigkeiten in sogenannten Reformersystemen einzusetzen.

Unter Bioethanol versteht man Ethanol, der ausschließlich aus Biomasse und nicht aus fossilen Quellen gewonnen wird und somit zählt dieser zu den alternativen Brennstoffen. Zur Verwendung von Bioethanol für Brennstoffzellen sind zwei Verfahren möglich: Entweder wird ein Reformier eingesetzt, der aus dem Bioethanol Wasserstoff erzeugt, oder es ist möglich, durch Verwendung einer speziellen Membran den Bioethanol der Brennstoffzelle unmittelbar zuzuführen. Bei dieser Variante spricht man von einer Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle.

Hinsichtlich der CO₂-Bilanz gibt es einen wesentlichen Unterschied zwischen dem Betrieb mit Wasserstoff und Bioethanol als Ausgangsstoff: Bei der Verwendung von Wasserstoff wird als Endprodukt nur Wasser abgeschieden, während bei dem Einsatz von Bioethanol zusätzlich CO₂ entsteht. Da Bioethanol aus Biomasse hergestellt wird, ist die Klimabilanz dennoch insgesamt klimaneutral.

Für den Einsatz in Kraftfahrzeugen sind derzeit Direkt-Ethanol-Brennstoffzellen noch in der Entwicklung. Hingegen sind Systeme mit Reformier bereits in der Erprobung und nahezu marktreif, wie z. B. im Nissan e-NV200 mit e-Bio-Brennstoffzelle.

2.2.2 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. Um diese Problematik zu entschärfen, verfolgen manche Hersteller eine Systemarchitektur mit eingebautem Bordstromaggregat (siehe Seriell-Hybrid).

Im Schnitt sind 80 Prozent der täglichen Fahrstrecken kürzer als 60 Kilometer. Der urbane Mobilitäts-

⁴ Vgl. Autobild (2015)

bedarf kann mit einem rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeug technisch heutzutage bereits gut abgedeckt werden. 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. Mit Inkrafttreten der EU Verordnung 540/2014 (EU, 2014) 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)) strahlt im Geschwindigkeitsbereich bis etwa 20 km/h und beim Rückwärtsfahren ein künstliches Fahrgeräusch aus.

Die hohen Kosten bei der gegenwärtigen Li-Ionen Batterietechnologie von ca. 105 €/kWh (Stand 2019, ENERGATE, 2020) 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. Durch die noch hohen Kosten für die Energiespeicher – trotz sinkender Preise der Fahrzeugakkus – sind Elektrofahrzeuge in der Regel mehrere Tausend Euro teurer als das entsprechende Modell mit konventionellem Antrieb. Mit neuen Geschäftsmodellen wie beispielsweise separate Batteriemietverträge wie sie u. a. bei den Z. E.-Modellen von Renault zu finden sind, kann die Preisdifferenz ausgeglichen werden.

2.2.3 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 Laden, sowie prinzipiell den Akkutausch. Letztere Variante ist für Pkw zurzeit nicht von Bedeutung, bei Kleinkrafträdern und Pedelecs allerdings schon etabliert.

Zum Aufladen von elektrischen Energiespeichern kann Ladeinfrastruktur im privaten, halböffentlichen sowie öffentlichen Bereich genutzt werden. Um den Ausbau der Ladeinfrastruktur zu beschleunigen, ist

es seit Anfang März 2017 möglich, Anträge auf Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Ladeinfrastruktur zu stellen. Mit dem Programm unterstützt das BMVI den Aufbau von 15.000 Schnell- und Normalladestationen und stellt dafür rund 300 Millionen Euro bereit. Bis zum Mai 2020 wurden im Rahmen dieser Förderung 22.000 Ladepunkte bewilligt, davon gut 5.000 Schnellladepunkte, was einem Fördervolumen von ca. 148 Millionen Euro entspricht (BAV, 2020). Die Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV) ist die Bewilligungsbehörde des Förderprogramms.

Zum Jahresende 2019 gab es deutschlandweit ca. 26.000 öffentlich zugängliche Ladepunkte an ca. 13.000 Ladeeinrichtungen (Bundesnetzagentur – Liste der Ladesäulen (Stand 15. Juli 2020)).

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 compatible) Systeme auf dem Markt sind.

Laut der EU-Richtlinie 2014/94/EU „Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“ spricht man von Normalladen bei Ladevorgängen bis 22 kW. Eine Ladeleistung von mehr als 22 kW charakterisiert das AC- bzw. DC-Schnellladen. Diese EU Richtlinie hat durch den Anhang II 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

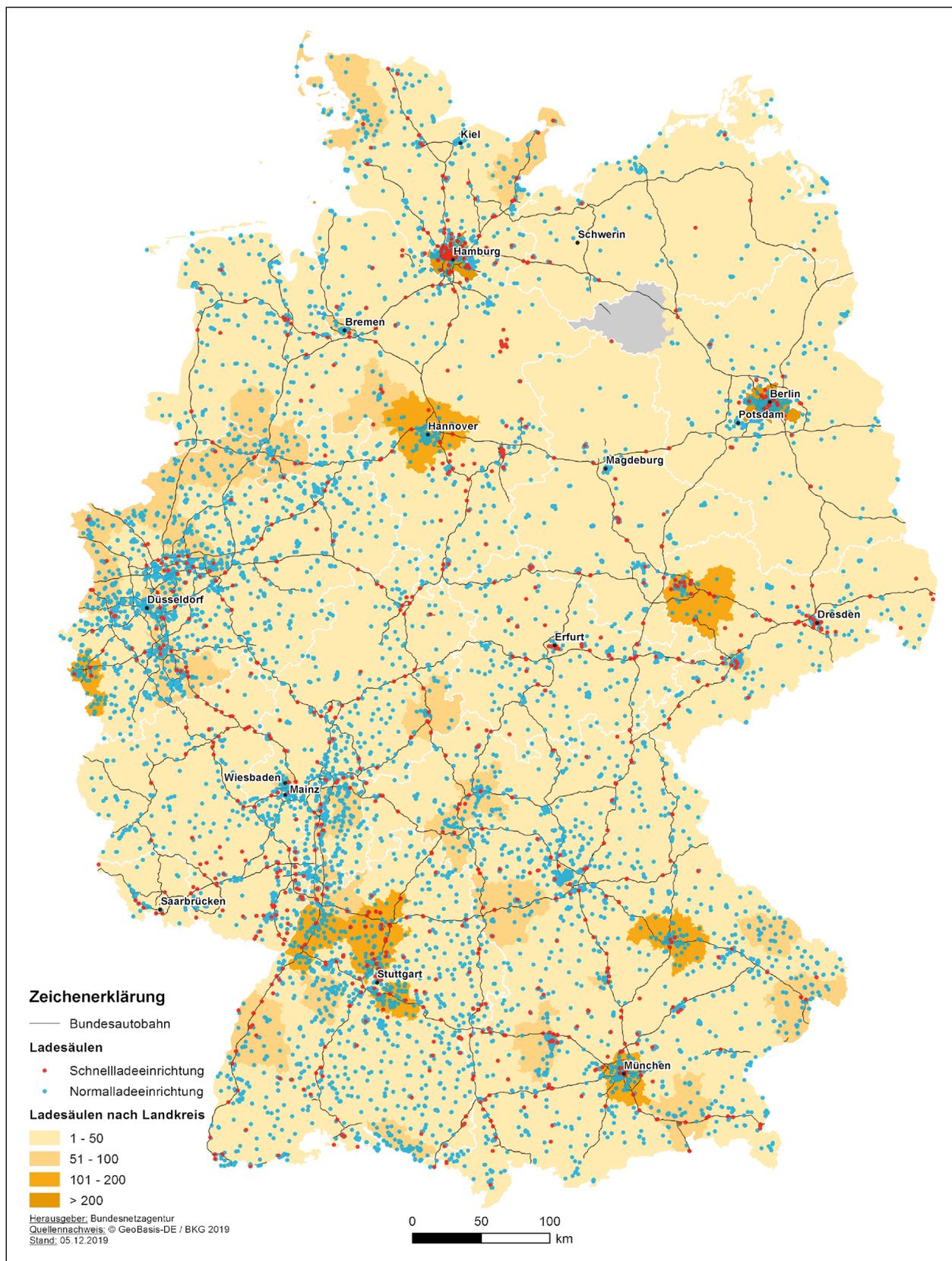


Bild 5: Ladesäulenkarte mit öffentlich zugänglichen Ladepunkten (BNetzA, (c) GeoBasis-DE/BKG, 2019)

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, sogenannte 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 langsames 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 Schutzrichtung in Form eines Fehlerstromschutzschalter vorhanden.

Das Ladekabel ist weder mit dem Fahrzeug noch mit der Ladeinfrastruktur 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 die infrastrukturseitige Verwendung einer Ladevorrichtung (Wallbox) mit integrierter Kontroll- und Schutzfunktion. Diese sieht neben der Energieübertragung auch einen Kommunikationsaustausch zwischen dem Fahrzeug und der Ladeinfrastruktur vor, wodurch ein kontrolliertes und optimiertes schnelleres Laden (im Vergleich zu Mode 1 und 2) ermöglicht wird.

Das Ladekabel kann sowohl fest in 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 einer stationären Ladeinfrastruktur, an der das Ladekabel fest angeschlossen ist. Ein entscheidendes Merkmal dieser Ladebetriebsart ist das in der Ladestation befindliche Ladegerät, welches den Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt. Die hohe Ladeleistung (bis 170 kW derzeit) in Kombination mit der Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur 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. Typischerweise wird im Fahrzeugboden die eine Spule installiert, damit direkt über der anderen geparkt werden kann. Die am Boden angebrachte Primärspule wird von der Ladeinfrastruktur mit Wechselstrom beaufschlagt, um ein Magnetfeld zur Energieübertragung aufzubauen. Durch die Sekundärspule im Fahrzeug wird das Magnetfeld wieder in Wechselstrom gewandelt, der das fahrzeugseitige Batterieladegerät versorgt. 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 eine 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 Spannweiten 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 Elektromotroller 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 Elektromotrollern und -motorrädern sind von sowohl von etablierten als auch neuen Herstellern auf den Markt erhältlich (ADAC, 2020).

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 Paketdiensten (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 L2e (Dreirädriges Kleinkraftrad) fallen. Hingegen gibt es dreirädrige Kraftfahrzeuge (Klasse L5e), die diese Geschwindigkeitsbegrenzung nicht haben. Beispiels-

weise sind hier Elektro-Trikes zu nennen, deren Vorderachse auf Komponenten der Motorradtechnik basiert und eine zweispurige Hinterachse aufweisen. Allerdings gibt es auch Modelle mit einem (Zwillings-)Hinterrad und einer zweispurigen Vorderachse.

Zweispurige leichte vierrädrige Elektro-Krafträder 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 90 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-Krafträder im Vergleich zu den Elektrofahrzeugen in der Pkw-Klasse noch bei weitem nicht so mannigfaltig ist (EFAHRER, 2020).

2.4 Alternative Antriebe bei Nutzfahrzeugen und Kraftomnibussen

2.4.1 Nutzfahrzeugbereich

Nach dem Beschluss des Umweltausschusses des Europäischen Parlaments vom 5. November 2013 werden die CO₂-Emissionen für neue leichte Nutzfahrzeuge bei dem Zielwert von 175 g/km ab dem Jahr 2017 und 147 g/km ab dem Jahr 2020 liegen (EU, 2011).

Um diese Werte zu erreichen, werden alternative Antriebe – wie sie bereits in den klassischen Fahrzeugen zur Personenbeförderung (Personenkraftwagen, EU Fahrzeugklasse M1) verwendet werden – nun verstärkt auch bei 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 CO₂ zu emittieren. Allerdings bedeutet das Mitführen von zwei Antriebssystemen auch eine Einschränkung in der möglichen Zuladung.

2.4.2 Kraftomnibusse mit alternativem Antrieb

Die Bestandszahlen zeigen, dass der Dieselmotor als Antriebsart weiterhin diese Fahrzeuggruppe dominiert. Die nächsthöhere Nutzungsart ist jedoch bereits der Antrieb mit Gas (CNG und LPG). Die höchsten relativen Zuwächse von 2015 auf 2019 haben reine Elektro- sowie Hybridbusse zu verzeichnen (siehe hierzu auch Kapitel 3.2 dieses Berichts).

Bei den Elektrobussen sind neben dem Hybridbus, bei dem ein konventioneller Verbrennungsmotor mit einem Elektroantrieb kombiniert wird, drei weitere verschiedene Ausprägungen zu unterscheiden: Neben dem reinen Batteriebetrieb gibt es den Mischbetrieb, bei dem die Batterie unterwegs an einer Oberleitung oder induktiv geladen werden kann. Weiterhin gibt es Elektrobusse, die als primäre Energiequelle eine Brennstoffzelle mit Wasserstofftank nutzen. 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.

Seit 2010 fördert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) die Beschaffung von Hybridbussen. Der positive Bestandseffekt ist in Bild 9 erkennbar. Seit Anfang 2015 erfolgt die Förderung im Rahmen einer Richtlinie, die die Beschaffung von Linienbussen mit dieselelektrischem 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 Beihilfe-

intensität beträgt 35 Prozent der beihilfefähigen Investitionsmehrkosten (BMUB, 2014a).

Die Förderung ist an bestimmte Umweltauflagen geknüpft. So müssen beispielsweise Mindeststandards im Hinblick auf Verbrauch, CO₂- sowie Lärmemissionen erfüllt werden. Hybridbusse müssen z. B. eine Verbesserung beim Kraftstoffverbrauch um 20 Prozent und Plug-In-Hybridbusse um 35 Prozent gegenüber vergleichbaren konventionellen Dieselnbussen erreichen. Im Hinblick auf die CO₂-Emissionen muss eine Reduktion von mind. 20 % (Hybridbusse) bzw. 35 % (Plug-In-Hybridbusse) gegenüber einem vergleichbaren Linienbus ohne Hybridtechnologie erreicht werden. Außerdem muss der Dieselmotor die Euro VI-Norm erfüllen und über ein geschlossenes Partikelfiltersystem verfügen (BMUB, 2014a).

Begründet wird eine 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 CO₂ 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 werden Plug-In-Hybridbusse und rein elektrisch angetriebene Busse gefördert. Die Richtlinie gilt bis zum 31.12.2021.

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 2020 betreffen also den Jahresanfang 01.01.2020.

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 2019 betreffen also die bis zum Jahresende 31.12.2019 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). 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 genannt⁵.

Die nachfolgend analysierten Zeitreihen beginnen i. d. R. mit dem Jahr 2015. Dies ist das letzte Jahr, das im Vorgängerbericht (M278) ausgewiesen wurde. Die prozentuale Veränderung der Bestandszahlen werden jeweils für den Zeitraum 2015 bis 2019

ausgewiesen, da dieser Zeitraum ebenfalls für die Unfalldaten vorliegt. Zusätzlich wurden Bestandsdaten für das Jahr 2020 aufgeführt, sofern sie zum Zeitpunkt der Berichtserstellung bereits verfügbar waren.

3.1 Bestandsentwicklung bei Personenkraftwagen

Benzin- und Dieselfahrzeuge machen am Jahresanfang 2020 zusammen immer noch rund 98 % des Pkw-Gesamtbestandes aus (ca. 47,7 Millionen Fahrzeuge). Im Zeitraum 2015 bis 2019 erhöhte sich dabei der Bestand an Benzin- und Diesel-Pkw um 4 % bzw. 9 %. Die Erhöhung bei den Diesel-Pkw beruht fast ausschließlich auf einem Anstieg bis 2018. Seit 2019 hat sich der Bestand an Dieselfahrzeugen sogar reduziert (Abgasaffäre). Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb (Summe aus reinen Elektrofahrzeugen, Hybriden, Gas- und Brennstoffzellenfahrzeugen) stieg von rund 704.000 Fahrzeugen im Jahr 2015 auf rund 900.000 Pkw im Jahr 2019 (ein Plus von 28 %).

Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Flüssiggas (LPG) fahren, stellen im aktuellen Fahrzeugbestand die größte Gruppe mit alternativem Antrieb (2020 rund 450.000 Pkw – rund 40 % aller Pkw mit alternativem Antrieb). Jedoch zeichnet sich seit 2015 ein Rückgang im Bestand ab (-17 % von 2015 auf 2019 (vgl. Tabelle 1: Bestand an Pkw nach Kraftstoffart). Dieser Rückgang setzt sich auch 2020 fort.

Hybrid-Pkw stellen 2020 mit rund 540.000 Fahrzeugen die zweitgrößte Gruppe mit alternativem Antrieb (rund 60 % aller Pkw mit alternativem Antrieb). Hier zeigt sich ein Anstieg von 2015 auf 2019 um rund 317 %. Dabei hat sich 2020 noch einmal ein kräftiger Zuwachs ergeben. Die Entwicklung des Plug-In-Hybrid-Bestandes (rund 11 % aller Pkw mit alternativem Antrieb) ist noch deutlicher: Hier hat sich der Wert von 2015 auf 2020 auf das 20-fache erhöht.

Auch bei reinen Elektro-Pkw (2020 rund 12 % aller Pkw mit alternativem Antrieb) gab es in den letzten Jahren starke Bestandsanstiege (von 2015 auf 2019 um 339 %). Und 2020 noch einmal 64 % Zuwachs gegenüber 2019.

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

⁵ Entsprechend heißt die auf dem inländischen Straßennetz erbrachte Gesamtfahrleistung von im Inland oder Ausland zugelassenen Kraftfahrzeugen Inlandsfahrleistung.

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	Brennstoffzelle Primär energie Wasserstoff (Sonderauswertung)	sonstige (ab 2017 inklusive Ethanol)	
				kein Plug-In	Plug-In				
2015	29.837.614	13.861.404	18.948	102.696	5.058	575.571	138	1.695	44.403.124
2016	29.825.223	14.532.426	25.502	119.556	10.809	556.011	196	1.486	45.071.209
2017	29.978.635	15.089.392	34.022	144.430	20.975	525.212	211	10.683	45.803.560
2018	30.451.268	15.225.296	53.861	192.291	44.419	496.742	325	10.392	46.474.594
2019	31.031.021	15.153.364	83.175	274.414	66.997	476.368	372	10.073	47.095.784
2020	31.464.680	15.111.382	136.617	437.208	102.175	453.670	504	9.741	47.715.977
Veränderung 2019/2015 in %	4 %	9 %	339 %	167 %	1225 %	-17 %	170 %	-	6 %
Verteilung 2020	65,9 %	31,7 %	0,3 %	0,9 %	0,2 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	100 %

Quelle: KBA, FZ13 sowie Datenlieferung „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen“

Tab. 1: Bestand an Pkw nach Kraftstoffart

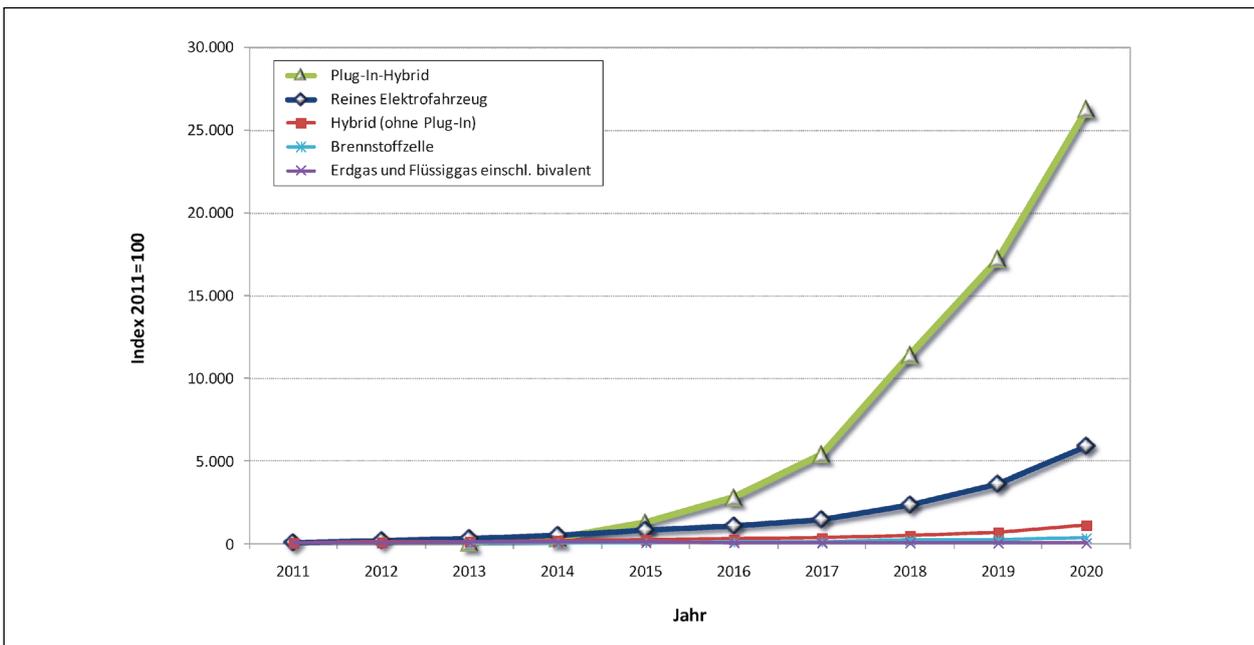


Bild 6: Indexdarstellung – Entwicklung des Pkw-Bestands ausgewählter alternativer Kraftstoffarten (Quelle: KBA/BAS, 2020)

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).

2020 sind Pkw, die mit Benzin oder Gas (CNG und LPG) fahren, jeweils mit mehr als 93 % in privatem Besitz, gefolgt von Diesel- (80 %) und Hybrid-Pkw (69 %). Bei den Hybrid-Pkw ohne Plug-In ist der An-

teil im Vergleich zum Jahr 2015 allerdings deutlich gesunken (-13 Prozentpunkte). Bei den nicht Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen ist ein Trend zu mehr gewerblichen Haltern festzustellen.

Nur rund 27 % der Plug-In-Hybride befanden sich 2015 in privaten Besitz. Dieser Anteil ist auf 47 % in 2020 gestiegen (siehe auch Tabelle 2).

Bei reinen Elektro-Pkw hat sich der Anteil privater Halter auf fast 52 % erhöht.

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 Primärenergie Wasserstoff	sonstige (ab 2017 inklusive Ethanol)	
					kein Plug-In	Plug-In				
2015	Gesamt	29.837.614	13.861.404	18.948	102.696	5.058	575.571	138	1.695	44.403.124
	davon privat	28.384.162	10.807.558	6.024	84.208	1.380	532.937	4	1.536	39.817.809
	Anteil in %	95,1 %	78,0 %	31,8 %	82,0 %	27,3 %	92,6 %	2,9 %	90,6 %	89,7 %
2016	Gesamt	29.825.223	14.532.426	25.502	119.556	10.809	556.011	196	1.486	45.071.209
	davon privat	28.352.638	11.397.758	10.001	98.249	3.002	516.659	6	1.287	40.391.483
	Anteil in %	95,1 %	78,4 %	39,2 %	82,2 %	27,8 %	92,9 %	3,1 %	86,6 %	89,6 %
2017	Gesamt	29.978.635	15.089.392	34.022	144.430	20.975	525.212	211	10.894	45.803.560
	davon privat	28.454.511	11.881.298	15.236	121.669	7.142	489.983	6	9.995	40.979.834
	Anteil in %	94,9 %	78,7 %	44,8 %	77,9 %	34,1 %	93,3 %	2,8 %	91,7 %	89,5 %
2018	Gesamt	30.451.268	15.225.296	53.861	192.291	44.419	496.742	325	10.717	46.474.594
	davon privat	28.780.471	12.043.907	26.618	162.414	18.679	464.690	10	9.838	41.506.617
	Anteil in %	94,5 %	79,1 %	49,4 %	76,5 %	42,1 %	93,5 %	3,1 %	91,8 %	89,3 %
2019	Gesamt	31.031.021	15.153.364	83.175	274.414	66.997	476.368	372	10.073	47.095.784
	davon privat	29.201.997	12.067.485	43.776	212.786	33.223	445.303	26	9.609	42.014.205
	Anteil in %	94,1 %	79,6 %	52,6 %	77,5 %	49,6 %	93,5 %	7,0 %	95,4 %	89,2 %
2020	Gesamt	31.464.680	15.111.382	136.617	437.208	102.175	453.670	504	9.741	47.715.977
	davon privat	29.501.467	12.120.262	70.544	299.960	47.827	423.007	71	9.314	42.472.453
	Anteil in %	93,8 %	80,2 %	51,6 %	68,6 %	46,8 %	93,2 %	14,1 %	95,6 %	89,0 %
Veränderung privat 2019/2015 in %-Punkten		-1 %	2 %	20 %	-13 %	20 %	1 %	11 %	5 %	-1 %

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

Tab. 2: Pkw-Bestand nach Kraftstoffart und Haltergruppe

Unter Neuzulassung versteht man die erstmalige Zulassung und Registrierung eines fabrikneuen Fahrzeugs mit einem Kennzeichen in Deutschland. 2020 machten Benzin- und Dieselfahrzeuge immer noch mehr als 98 % der Neuzulassungen aus. Die größten Zuwächse bei den Pkw-Neuzulassungen werden 2019 jedoch bei den reinen Elektro-Pkw (412 % gegenüber 2015) sowie den Hybridfahrzeugen (mehr als 309 % gegenüber 2015) erreicht. Die Neuzulassungen von Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Autogas (LPG) fahren, gingen seit 2015 um über 48 % zurück (siehe auch Tabelle 3).

Die Mehrzahl aller neu zugelassenen Pkw werden durch gewerbliche Halter angemeldet (rund 66 % im Jahr 2015 – siehe Tabelle 4). Auch im Jahr 2020 hat sich daran nichts geändert.

Bezogen auf das Jahr 2015 hat 2019 bei allen alternativen Kraftstoffarten (Ausnahme Hybrid ohne

Plug-In) der Anteil privater Halter unter den Neuzulassungen zugenommen. Es sind allerdings starke Schwankungen des Anteils privater Halter im zeitlichen Verlauf erkennbar.

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).

Das Segment Kompaktklasse stellt in allen Kraftstoffarten die größte Gruppe. Ausgenommen ist die Kraftstoffart Reines Elektrofahrzeug. Reine Elektrofahrzeuge werden überwiegend als Kleinwagen und als Mini zugelassen. Innerhalb der Tabelle 6 zeigen sich große Unterschiede bezüglich der Bestandsentwicklung seit dem Jahr 2015. Während SUV und Geländewagen in allen Kraftstoffarten überdurchschnittlich zugenommen haben, beträgt der Zuwachs der SUV bei den reinen Elektrofahrzeugen sogar mehr als 9.999 % (von einem Pkw in 2015 auf 2.628 Pkw in 2019). Der Bestand an Plug-

In-Hybrid-Pkw hat sich im Vergleich zu 2015 mehr als verzehnfacht. Die Segmente Mittelklasse und Obere Mittelklasse wie auch SUV und Geländewagen weisen enorme Steigerungen auf. Demgegenüber zeigen Gasfahrzeuge eine – fast über alle Segmente – rückläufige Entwicklung. Der Bestand an Brennstoffzellenfahrzeugen hat zwar zugenommen (+170 %), mit den 372 zugelassenen Brennstoffzellenfahrzeugen zeigt sich jedoch lediglich ein absoluter Bestandszuwachs von 234 Pkw. Zudem entfallen 346 (93 %) der Brennstoffzellenfahrzeuge auf gewerbliche Halter (siehe auch Tabelle 6).

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			
2015	1.611.389	1.538.451	12.363	22.529	11.101	10.001	208	3.206.042
2016	1.746.308	1.539.596	11.410	34.252	13.744	6.230	67	3.351.607
2017	1.986.488	1.336.776	25.056	55.239	29.436	8.123	144	3.441.262
2018	2.142.700	1.111.130	36.062	98.816	31.442	15.467	161	3.435.778
2019	2.136.891	1.152.733	63.281	193.902	45.348	14.879	224	3.607.258
Veränderung 2019/2015 in %	32,6 %	-25,1 %	411,9 %	760,7 %	308,5 %	48,8 %	7,7 %	12,5 %
Verteilung 2019	59,2 %	32,0 %	1,8 %	5,4 %	1,3 %	0,4 %	0,0 %	100,0 %

Quelle: KBA, FZ 14

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			
2015	Gesamt	1.611.389	1.538.451	12.363	22.529	11.101	10.001	208	3.206.042
	davon privat	723.920	357.424	2.370	8.206	1.312	4.826	10	1.098.068
	Anteil in %	44,9 %	23,2 %	19,2 %	36,4 %	11,8 %	48,3 %	4,8 %	34,2 %
2016	Gesamt	1.746.308	1.539.596	11.410	34.252	13.744	6.230	67	3.337.863
	davon privat	803.384	343.652	3.487	16.973	2.590	2.997	5	1.170.498
	Anteil in %	46,0 %	22,3 %	30,6 %	49,6 %	18,8 %	48,1 %	7,5 %	35,1 %

Tab. 4: Neuzulassungen an Pkw nach Kraftstoffart und Halter

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			
2017	Gesamt	1.986.488	1.336.776	25.056	55.239	29.436	8.123	144	3.411.826
	davon privat	904.868	270.614	8.856	26.915	8.792	4.882	16	1.216.151
	Anteil in %	45,6 %	20,2 %	35,3 %	48,7 %	29,9 %	60,1 %	11,1 %	35,6 %
2018	Gesamt	2.142.700	1.111.130	36.062	98.816	31.442	15.467	161	3.435.778
	davon privat	932.747	248.527	13.844	33.371	10.537	9.969	16	1.249.011
	Anteil in %	43,5 %	22,4 %	38,4 %	33,8 %	33,5 %	64,5 %	9,9 %	36,4 %
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 %
Veränderung privat 2019/2015 in %-Punkten		-4 %	1 %	17 %	-7 %	12 %	10 %	16 %	0 %
Quelle: KBA, FZ 14									

Tab. 4: Fortsetzung

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 (BÄUMER et al., 2017)

Pkw-Bestand zum 01.01.2019 nach Segmenten	Kraftstoffart bzw. Energiequelle																Pkw insgesamt			
	Schlüsselnr.	Benzin		Diesel		Reines Elektrofahrzeug		Hybrid				Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent		Brennstoffzelle Primärenergie Wasserstoff		sonst. und unbekannt				
		Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	kein Plug-In		Plug-In		Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl		Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015
										Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015							
1	3.155.679	13 %	82.017	-28 %	18.941	130 %	12	-25 %	27.732	11 %	35	3.284.416	12 %							
2	8.092.400	1 %	716.180	-7 %	31.295	585 %	60.769	191 %	50.322	-21 %	6.922	492 %	130	8.958.018	1 %					
3	8.537.552	2 %	3.264.641	3 %	16.645	417 %	97.455	64 %	101.404	-16 %	25.781	1.475 %	4.412	12.047.890	3 %					
4	3.269.671	-18 %	3.122.838	0 %	12	140 %	27.149	928 %	65.451	-28 %	9.331	2.807 %	2.988	6.497.440	-10 %					
5	701.600	-20 %	1.198.165	1 %	3	200 %	13.700	251 %	40.637	-20 %	4.969	> 9.999 %	577	1.959.651	-7 %					
6	142.099	1 %	118.066	7 %	7.168	659 %	8.604	392 %	7.522	-8 %	2.612	813 %	223	286.294	9 %					
16	1.794.810	157 %	1.253.925	62 %	2.628	> 9.999 %	51.226	834 %	31.351	-4 %	9.955	999 %	256	3.144.s333	108 %					
7	669.449	58 %	1.695.562	37 %	4	0 %	4.074	186 %	25.513	-10 %	5.481	6.200 %	222	2.400.305	42 %					
13	849.520	11 %	38.142	13 %	168	4 %	2.685	8 %	8.628	10 %	1.126	214 %	38	900.307	11 %					
14	1.550.012	7 %	441.224	-6 %	2.225	1.265 %	1.199	46 %	25.581	-22 %	13	0 %	377	2.020.667	3 %					
15	794.396	-1 %	1.228.078	2 %	2	0 %	6.659	147 %	36.391	-33 %	0		361	2.065.887	0 %					
10	418.203	14 %	1.387.925	19 %	797	380 %	11	-48 %	39.031	-7 %	1	-50 %	48	1.846.016	17 %					
12	5.670	12 %	473.500	42 %	4	300 %	8	-27 %	1.772	15 %	1	0 %	46	481.001	41 %					
Sonstige	295.754		45.193		3.095		815		11.114		804		133	357.062						
Ohne Angabe	754.206		87.908		188		48		3.919		1		227	846.497						
Pkw insgesamt	31.031.021	4 %	15.153.364	9 %	83.175	339 %	274.414	167 %	476.368	-17 %	66.997	1.225 %	10.073	47.095.784	6 %					

Quelle: KBA, Datenlieferung „Bestand von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen 01/2019“

Tab. 6: Pkw-Bestand 01/2019 nach Kraftstoffart und Fahrzeugsegment und Vergleich zum Jahr 2015

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 prozentualen Zuwächse der Bestände von Krafträdern⁶, Kraftomnibussen und leichten Lastkraftwagen⁷ bei den reinen Elektrofahrzeugen: Krafträder zeigen Anfang 2020 ein Plus von 55 % gegenüber 2015, der Bestand an Kraftomnibussen stieg um 97 % und der von leichten Lastkraftwagen sogar um 427 % auf über 23.000.

⁶ Hier ausgewiesen sind zulassungspflichtige Krafträder mit amtlichem Kennzeichen. Zu den Krafträdern gehören zwei- und dreirädrige sowie leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge.

⁷ Lastkraftwagen der Fahrzeugklasse N1 mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3.500 kg.

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 (0,3 %) und weisen die höchsten Zuwächse auf (+55 % gegenüber 2015). Hybrid- sowie Gasfahrzeuge spielen als Alternativen zu herkömmlichen Antrieben bei den Krafträdern eine eher untergeordnete Rolle.

Der in Bild 8 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 2015 waren bereits 3.426 Twizy beim KBA registriert. Das waren 52 % aller reinen Elektro-Krafträder. Der Twizy hat aktuell etwas an Bedeutung verloren. Mit 5.174 Fahrzeugen im Jahr 2020 stellt er einen Anteil von 43 % an den Krafträdern mit reinem Elektroantrieb.

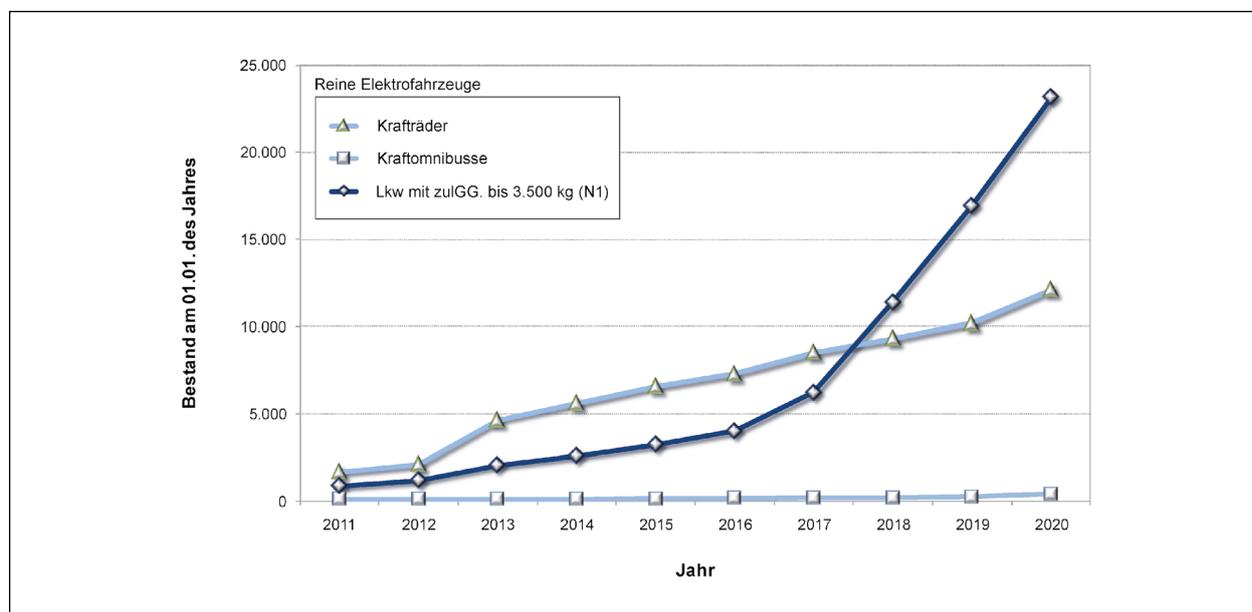


Bild 7: Entwicklung des Bestands an Krafträdern, Kraftomnibussen und Lastkraftwagen (Nutzlast < 2 t) seit 2011 (Quelle: KBA, FZ13)

Bestand an Krafrädern zum 01.01. des Jahres (KBA, FZ 13)	Kraftstoffart bzw. Energiequelle						Krafräder insgesamt
	Benzin	Diesel	Reines Elektro- fahrzeug	Hybrid	Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent	sonstige und unbekannt	
2015	4.126.676	4.429	6.566	242	146	7.333	4.145.392
2016	4.209.099	4.455	7.300	239	146	6.999	4.228.238
2017	4.294.313	4.530	8.498	262	142	6.748	4.314.493
2018	4.352.337	4.532	9.305	262	135	6.407	4.372.978
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
Veränderung 2019/2015 in %	7,04 %	2,24 %	55,45 %	-0,41 %	-13,01 %	-16,38 %	7,07 %
Verteilung 2020	99,5 %	0,1 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	100,0 %

Quelle: KBA, FZ 13

Tab. 7: Bestand an Krafrädern nach Kraftstoffart

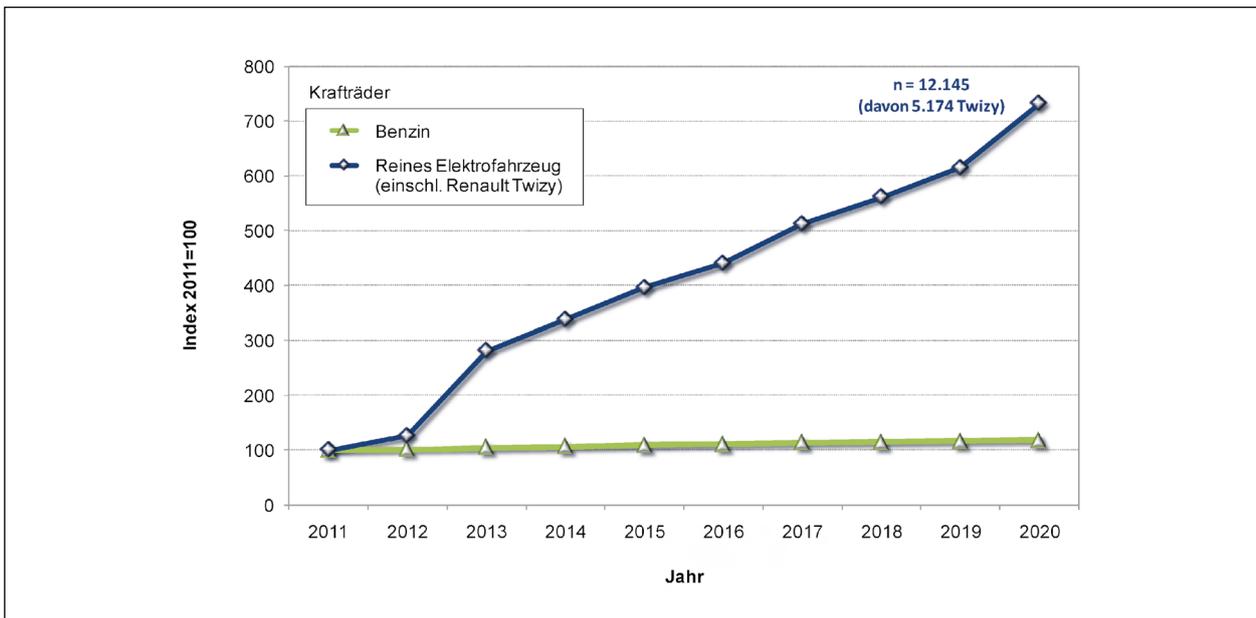


Bild 8: Indexdarstellung – Entwicklung des Bestands an Krafrädern mit reinem Elektroantrieb im Vergleich zu Krafrädern mit Benzinantrieb (Quelle: KBA, FZ13)

3.2.2 Kraftomnibusse

Bei den Kraftomnibussen dominiert mit rund 97 % nach wie vor der Dieselantrieb den Markt (Tabelle 8). Erd- und Flüssiggasfahrzeuge stehen im Bestand an zweiter und Hybridfahrzeuge an dritter Stelle. Der Bestand an Hybrid-Bussen (ohne Plug-In) hat sich im Vergleich zu 2019 verdoppelt und hat damit fast den Bestand der Busse mit Erd- bzw. Flüssiggasantrieb eingeholt. Im Anhang dieses Berichts befinden sich Informationen zur Inländerfahrleistung von Bussen für das Jahr 2014, die nach diesen Antriebsarten aufgeschlüsselt sind (siehe Tabelle 25).

Die höchsten relativen Zuwächse von 2015 auf 2019 haben reine Elektro- (+97 %) sowie Hybridbusse (+95 %) zu verzeichnen. Auch 2020 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 9 erkennbar. Die Förderrichtlinie ist bis Ende 2021 gültig (BMUB, 2020).

Bestand an Kraftomnibussen zum 01.01. des Jahres (KBA, FZ 13)	Kraftstoffart bzw. Energiequelle							Kraftomnibusse insgesamt
	Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent	sonstige und unbekannt	
				kein Plug-In	Plug-In			
2015	98	75.335	116	291		1.623	38	77.501
2016	92	76.334	137	321		1.430	31	78.345
2017	100	77.041	168	318		1.298	24	78.949
2018	94	77.594	183	361	1	1.180	25	79.438
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
Veränderung 2019/2015 in %	4,1 %	4,16 %	96,6 %	94,8 %	-	-30,4 %	-47,4 %	3,89 %
Verteilung 2020	0,1 %	96,8 %	0,47 %	1,24 %	0,00 %	1,32 %	0,04 %	100 %

Quelle: KBA, FZ 13

Tab. 8: Bestand an Kraftomnibussen nach Kraftstoffart

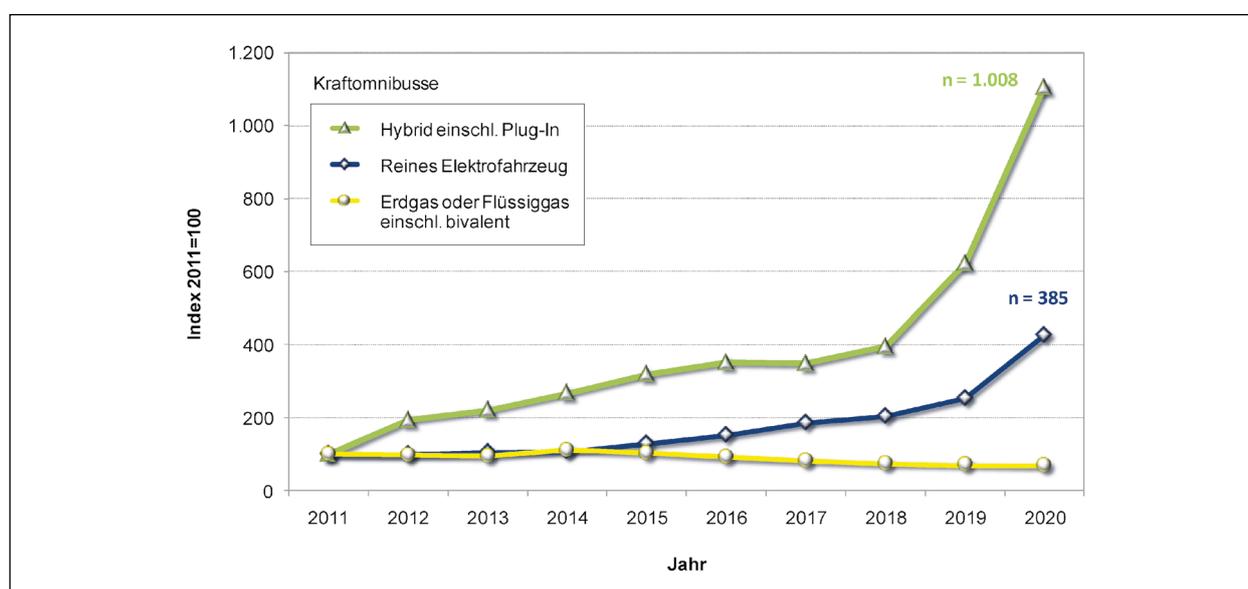


Bild 9: Indexdarstellung – Entwicklung des Bestands an Kraftomnibussen nach ausgewählten Kraftstoffarten (Quelle: KBA, FZ13)

3.2.3 N1-Fahrzeuge

Rund 93 % aller leichten Lkw mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3.500 kg (Klasse N1) verfügten Anfang 2020 über einen Dieselantrieb (Tabelle 9). Der Bestand an Benzinfahrzeugen nimmt seit 2015 wieder leicht zu (+20 %).

Der Bestand an reinen N1-Elektrofahrzeugen ist von 3.212 im Jahr 2015 auf 23.186 Fahrzeuge im Jahr 2020 gestiegen. Diese Steigerung ist maßgeblich durch Fahrzeuge des Herstellers StreetScooter geprägt; im Jahr 2019 waren dies 9.953 (59 %).

Nach Informationen der Deutschen Post soll StreetScooter im Laufe des Jahres 2020 die Produktion einstellen (Internetrecherche: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/e-mobilitaet/postfahrzeugbauer-1000sten-streetscooter-ausgeliefert/>).

Trotz der hohen prozentualen Zuwächse bei den N1-Lkw mit reinem Elektroantrieb seit dem Jahr 2015 wurden absolut gesehen mehr N1-Lkw mit Benzinantrieb 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 Primärenergie Wasserstoff	sonstige und unbekannt	
				kein Plug-In	Plug-In				
2015	117.655	2.029.124	3.212	30		26.431	1	160	2.176.613
2016	116.360	2.128.236	4.006	29		26.981	1	149	2.275.762
2017	117.349	2.232.793	6.221	32	2	26.847	1	155	2.383.415
2018	122.587	2.339.286	11.399	28	7	27.055	1	157	2.500.520
2019	132.310	2.438.844	16.941	23	11	27.842	1	146	2.616.118
2020	141.057	2.549.811	23.187	225	35	29.060	1	149	2.743.525
Veränderung 2019/2015 in %	12 %	20 %	427 %	-23 %	-	5 %	0,0 %	-9 %	20 %
Verteilung 2020	5 %	93 %	0,8 %	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

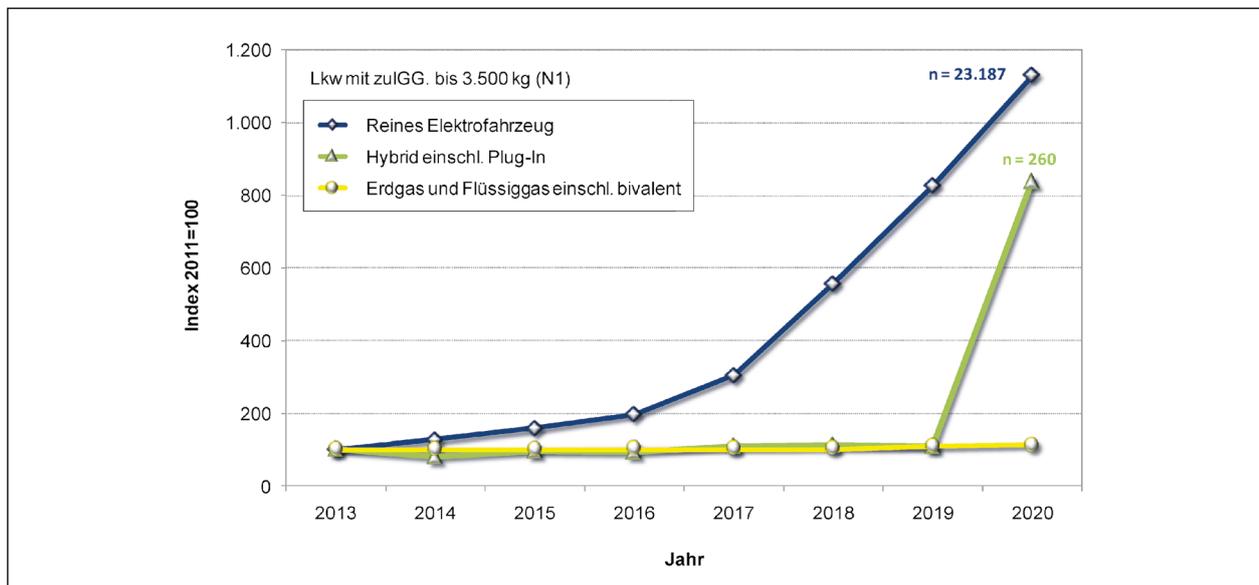


Bild 10: Indexdarstellung – Entwicklung des Bestands an Lkw mit zulGG. bis 3.500 kg (N1) nach ausgewählten Kraftstoffarten
Quelle: KBA/BAST, 2020

Lkw-Bestand zum 01.01. des Jahres nach Nutzlast (KBA, FZ 13)		Kraftstoffart bzw. Energiequelle						Summe	
		Benzin	Diesel	Reines Elektrofahrzeug	Hybrid		Erdgas und Flüssiggas einschl. bivalent		sonstige und unbekannt
					kein Plug-In	Plug-In			
2015	bis 999 kg	108.481	1.349.725	2.946	17	0	23.955	110	1.485.234
	1000 – 1999 kg	10.259	727.734	327	13	0	3.016	99	741.448
2016	bis 999 kg	107.398	1.435.791	3.739	18	0	24.661	106	1.571.713
	1000 – 1999 kg	10.079	741.577	316	11	0	2.787	97	754.867
2017	bis 999 kg	108.414	1.525.603	5.950	25	0	24.749	127	1.664.868
	1000 – 1999 kg	10.074	757.093	334	11	0	2.545	95	770.152
2018	bis 999 kg	113.535	1.616.100	11.067	27	7	25.134	120	1.765.983
	1000 – 1999 kg	10.256	773.561	405	9	0	2.369	92	786.692
2019	bis 999 kg	122.825	1.623.404	16.420	22	10	26.025	121	1.788.827
	1000 – 1999 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
	1000 – 1999 kg	11.341	971.587	2.057	143	7	2.157	82	987.374
Veränderung 2019/15 in %	bis 999 kg	13,2 %	20,3 %	457,4 %	29,4 %	-	8,6 %	10,0 %	20,4 %
	1000 – 1999 kg	4,5 %	18,9 %	149,2 %	-23,1 %	-	-25,3 %	-16,2 %	18,6 %

Quelle: KBA, FZ 13

Tab. 10: Lkw-Bestand nach Kraftstoffart und Nutzlast

3.2.4 Lkw nach Nutzlast

Gasfahrzeuge stellen bei den alternativen Antriebsarten noch die größte Gruppe im Bestand der Lkw. Seit 2015 weisen Gasfahrzeuge jedoch das geringste Wachstum auf (9 % gegenüber 457 % 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 Zuwachs der Bestände von Gas- und Elektrofahrzeugen vor allem in der Klasse der kleineren Nutzlastkategorie bis 999 kg abspielt (Tabelle 10).

3.3 Räumliche Verteilung des Bestandes an Pkw mit alternativen Antrieben

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb ist in Deutschland eher ungleichmäßig verteilt. Die Konzentration auf eine geringe Anzahl Kreise⁸ ist im Vergleich zu Pkw mit konventionellem Antrieb deutlich ausgeprägter.

Die Hälfte des gesamten Pkw-Bestandes – unabhängig von der Art des Antriebs – konzentriert sich in 2020 auf einem Viertel aller Kreise (101 von 401 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 (91 von 401 Kreisen).

⁸ Unter dem Begriff „Kreis“ werden hier alle auf der Verwaltungsebene der Kreise zum Stichtag 01.01.2020 bestehenden 401 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).

Bei den Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien verteilt sich die Hälfte des gesamten Pkw-Bestandes jedoch auf deutlich weniger Kreise. Je nach Kraftstoffart zwischen 58 und 69 Kreisen (siehe Tabelle 11). Dies entspricht einem Anteil von 15 – 17 % aller Kreise. Die stärkste Konzentration auf wenige Kreise weisen dabei die Plug-In-Hybride auf.

Die hohe Konzentration auf wenige Kreise wird insbesondere bei der Betrachtung des ersten Viertels des Fahrzeugbestandes auffällig. Ein Viertel aller Plug-In-Hybride in Deutschland sind in lediglich 11 von 401 Kreisen angemeldet (3 % aller Kreise), während ein Viertel aller Pkw (alle Antriebsarten) auf 33 Kreise konzentriert ist.

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 20 % des Bestands auf gewerbliche Halter angemeldet ist, die Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechnologien teilweise bis zu 50 % 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 (63 von 401 Kreisen) gemeldet (siehe Tabelle 11). Gewerblich angemeldete Pkw mit alternativen Antriebstechnologien konzentrieren sich

auf eine noch weitaus geringere Anzahl Kreise. Zum Beispiel ist bei den reinen Elektro-Pkw die Hälfte der Fahrzeuge in 41 Kreisen zu finden (10 % aller Kreise). Am stärksten ausgeprägt ist die Konzentration bei den Hybriden und Plug-In-Hybriden mit der Hälfte aller Fahrzeuge in 31 bzw. 33 von 401 Kreisen (jeweils 8 % aller Kreise).

Für gewerbliche Pkw aller Arten von alternativen Antrieben gilt, dass sich ein Viertel des Bestandes in 1 – 2 % aller Kreise konzentriert und 90 % des Bestandes in weniger als 60 % 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 Räumen⁹ anzutreffen¹⁰. Diese Konzentration auf städtisch geprägte Räume ist bei gewerblichen Haltern von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben besonders stark ausgeprägt. Ursachen hierfür können bei der Betrachtung einzelner Kreise

⁹ Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen und dünn besiedelte ländliche Kreise.

¹⁰ Typisierung der Kreise gemäß siedlungsstrukturellem Kreistyp des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR, 2020).

Verteilung des Pkw-Bestands nach Kraftstoffart und Kreisen, 2020					
	Bestandsanteil	Anteil/Anzahl Kreise			
		Reines Elektrofahrzeug	Hybridfahrzeug (ohne Plug-In)	Plug-In-Hybride	Pkw insgesamt
Alle Halter	25 %	4 % (= 16 Kreise)	4 % (= 16 Kreise)	3 % (= 11 Kreise)	8 % (= 33 Kreise)
	50 %	17 % (= 69 Kreise)	17 % (= 68 Kreise)	15 % (= 58 Kreise)	25 % (= 101 Kreise)
	75 %	40 % (= 163 Kreise)	43 % (= 171 Kreise)	39 % (= 156 Kreise)	51 % (= 206 Kreise)
	90 %	65 % (= 259 Kreise)	68 % (= 271 Kreise)	64 % (= 258 Kreise)	74 % (= 296 Kreise)
Gewerbliche Halter	25 %	2 % (= 8 Kreise)	1 % (= 5 Kreise)	2 % (= 6 Kreise)	3 % (= 13 Kreise)
	50 %	10 % (= 41 Kreise)	8 % (= 31 Kreise)	8 % (= 33 Kreise)	16 % (= 63 Kreise)
	75 %	33 % (= 132 Kreise)	30 % (= 122 Kreise)	29 % (= 117 Kreise)	41 % (= 166 Kreise)
	90 %	59 % (= 238 Kreise)	58 % (= 233 Kreise)	56 % (= 224 Kreise)	68 % (= 272 Kreise)
Private Halter	25 %	7 % (= 27 Kreise)	6 % (= 24 Kreise)	6 % (= 24 Kreise)	9 % (= 36 Kreise)
	50 %	21 % (= 84 Kreise)	21 % (= 84 Kreise)	20 % (= 82 Kreise)	26 % (= 104 Kreise)
	75 %	43 % (= 173 Kreise)	46 % (= 184 Kreise)	45 % (= 182 Kreise)	52 % (= 208 Kreise)
	90 %	65 % (= 261 Kreise)	70 % (= 280 Kreise)	68 % (= 274 Kreise)	74 % (= 297 Kreise)

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

mit den höchsten Beständen an Pkw mit alternativen Antrieben gefunden werden.

Die im gewerblichen Bereich wahrgenommene Konzentration ist im privaten Bereich deutlich 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 20 bis 21 % aller Kreise (= 82 bis 84 Kreise).

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 bis auf Frankfurt am Main 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-Unternehmen. Die Vermutung, dass es sich oft um Eigenzulassungen der Hersteller handelt, liegt teilweise nahe. So sind zum Beispiel 2.003 von den 2.054 reinen Elektrofahrzeugen in Wolfsburg gewerblich angemeldet. Dies entspricht einem Anteil gewerblicher Halter von 98 %. Bei den Hybriden in Ingol-

stadt sind 5.455 von 6.085 Fahrzeugen gewerblich angemeldet, was 90 % aller Hybride in Ingolstadt entspricht. Ebenfalls auffällig ist die Stadt Weimar mit 1.552 gemeldeten reinen Elektrofahrzeugen, von denen 1.526 gewerblich angemeldet sind. Es kann mit großer Sicherheit davon ausgegangen werden, dass fast alle dieser Fahrzeuge auf den Carsharinganbieter WeShare zugelassen sind¹¹.

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 27 bis Tabelle 29 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 Wolfsburg und Weimar bei den reinen Elektrofahrzeugen, Ingolstadt bei den Hybriden oder dem Rhein-Neckar-Kreis bei den Plug-Ins. 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 Großstädten 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.

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 142 Pkw mit einem alternativen Antrieb (Reine Elektrofahrzeuge, Hybride und Plug-In-Hybride), das entspricht 1,4 % der Fahrzeuge (siehe Bild 11). Regional betrachtet gibt es eine Tendenz zur größeren relativen Bedeutung von Pkw mit alternativen Antrieben in stärker verdichteten Räumen. Während in kreisfreien Großstädten im Mittel 203 von

¹¹ WeShare hat aus Marketinggründen seine Fahrzeuge in Weimar zugelassen, da die Kennzeichen der Fahrzeuge mit „WE – S“ beginnen. Aktiv ist der Anbieter jedoch in Berlin.

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2020														
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 Elektro- fahrzeuge	darunter mit gewerblichen Haltern	Name des Kreises/ der kreisfreien Stadt	Anzahl Hybrid- fahrzeuge	darunter mit gewerblichen Haltern	Name des Kreisfreien Stadt	Anzahl Plug-In- Hybride	darunter mit gewerblichen Haltern	Name des Kreisfreien Stadt	Anzahl Plug-In- Hybride	darunter mit gewerblichen Haltern
Berlin, Stadt	30.235	13.480 (45 %)	München, Stadt	5.695	4.350 (76 %)	Berlin, Stadt	21.811	8.200 (38 %)	München, Stadt	5.588	4.564 (82 %)	München, Stadt	5.588	4.564 (82 %)
München, Stadt	25.777	18.376 (71 %)	Berlin, Stadt	4.886	3.184 (65 %)	München, Stadt	14.494	9.462 (65 %)	Berlin, Stadt	3.538	2.096 (59 %)	Berlin, Stadt	3.538	2.096 (59 %)
Hamburg, Stadt	18.748	11.244 (60 %)	Hamburg, Stadt	3.395	2.147 (63 %)	Hamburg, Stadt	12.851	7.446 (58 %)	Stuttgart, Stadt	2.597	1.953 (75 %)	Stuttgart, Stadt	2.597	1.953 (75 %)
Köln, Stadt	10.906	5.811 (53 %)	Stuttgart, Stadt	2.712	1.783 (66 %)	Köln, Stadt	7.731	3.647 (47 %)	Hamburg, Stadt	2.502	1.651 (66 %)	Hamburg, Stadt	2.502	1.651 (66 %)
Stuttgart, Stadt	10.848	6.651 (61 %)	Wolfsburg, Stadt	2.054	2.003 (98 %)	Ingolstadt, Stadt	6.085	5.455 (90 %)	Rhein-Neckar-Kreis	2.105	1.741 (83 %)	Rhein-Neckar-Kreis	2.105	1.741 (83 %)
Frankfurt am Main, Stadt	8.275	4.898 (59 %)	Böblingen	1.930	1.318 (68 %)	Stuttgart, Stadt	5.539	2.915 (53 %)	München, Landkreis	1.796	1.303 (73 %)	München, Landkreis	1.796	1.303 (73 %)
Böblingen	7.941	5.015 (63 %)	München, Landkreis	1.579	935 (59 %)	Frankfurt am Main, Stadt	5.393	2.808 (52 %)	Köln, Stadt	1.628	1.174 (72 %)	Köln, Stadt	1.628	1.174 (72 %)
Region Hannover	7.746	2.855 (37 %)	Weimar, Stadt	1.552	1.526 (98 %)	Region Hannover	5.093	1.656 (33 %)	Frankfurt am Main, Stadt	1.591	1.227 (77 %)	Frankfurt am Main, Stadt	1.591	1.227 (77 %)
Ingolstadt, Stadt	7.673	6.851 (89 %)	Köln, Stadt	1.547	990 (64 %)	Düsseldorf, Stadt	4.725	2.342 (50 %)	Böblingen	1.551	1.193 (77 %)	Böblingen	1.551	1.193 (77 %)
München, Landkreis	7.343	4.240 (58 %)	Region Hannover	1.534	674 (44 %)	Böblingen	4.460	2.504 (56 %)	Düsseldorf, Stadt	1.432	1.073 (75 %)	Düsseldorf, Stadt	1.432	1.073 (75 %)

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

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

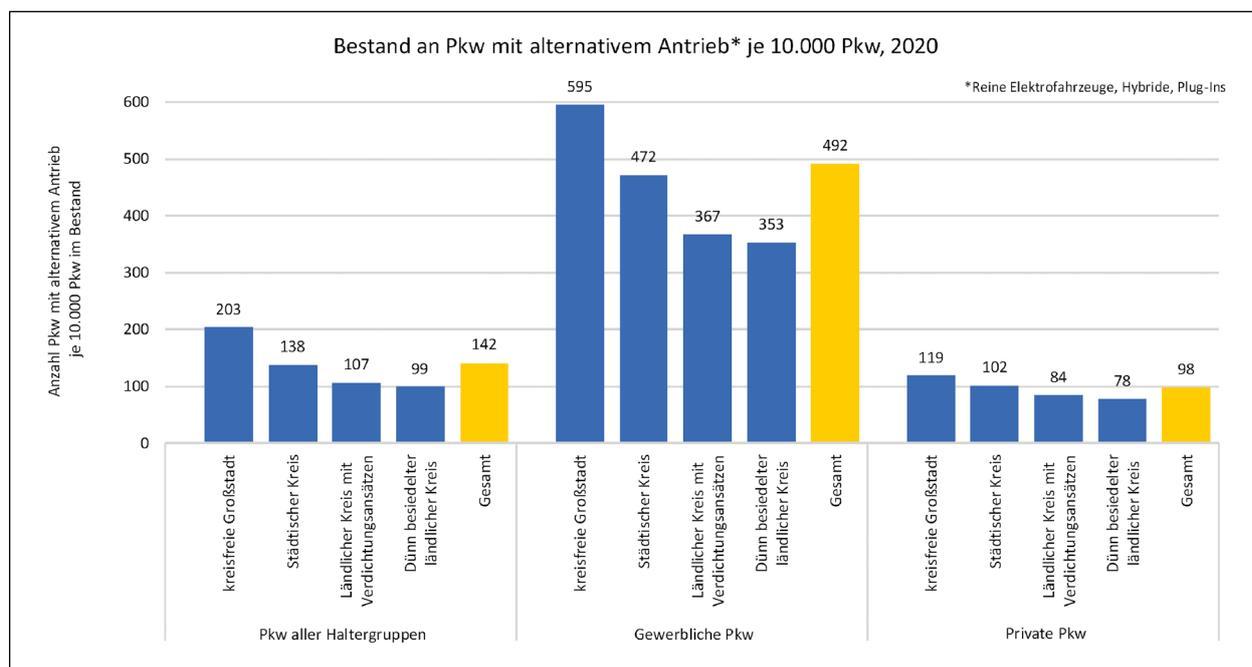


Bild 11: Relativer Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb (reine Elektrofahrzeuge, Hybride, Plug-In-Hybride) (Quelle: KBA/BAST, 2020)

10.000 angemeldeten Pkw mit einem alternativen Antrieb ausgestattet sind, sind es in dünn besiedelten ländlichen Kreisen weniger als die Hälfte (99). Diese größere Bedeutung in stärker verdichteten Räumen ist sowohl bei Fahrzeugen von privaten als auch gewerblichen Haltern erkennbar. Einen deutlichen Unterschied zwischen privaten und gewerblichen Haltern gibt es dagegen bei der grundsätzlichen Bedeutung von Pkw mit alternativen Antrieben bezogen auf den Gesamtbestand. Bei Pkw von gewerblichen Haltern sind knapp 500 von 10.000 Fahrzeugen im Bestand mit einem alternativen Antrieb ausgestattet, bei Pkw von privaten Haltern sind dies lediglich knapp 100. Bei den Pkw von gewerblichen Haltern stechen insbesondere die kreisfreien Großstädte mit fast 600 Fahrzeugen mit alternativem Antrieb je 10.000 Pkw heraus.

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 fast ausschließlich kreisfreie Großstädte und städtische Kreise (siehe Tabelle 13). Insbesondere die Städte Weimar und Ingolstadt heben sich deutlich hervor mit jeweils mehr als 760 Pkw bzw. fast 620 Pkw mit alternativen Antrieben je 10.000 Pkw im Gesamtbestand. Diese außergewöhnlich hohe Bedeutung der Pkw mit al-

ternativen Antrieben beruht in Ingolstadt alleine auf den gewerblich angemeldeten Hybridfahrzeugen und in Weimar auf den gewerblich angemeldeten reinen Elektrofahrzeugen. Dies konnte auch schon aus den absoluten Bestandsanzahlen für diese Fahrzeuge in den beiden Städten gesehen werden. Bei der Betrachtung der TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben von privaten Haltern spielen beide Städte keine Rolle.

Beschränkt man die Betrachtung allein auf Pkw mit alternativen Antrieben von privaten Haltern, sind einige der Kreise und kreisfreien Städte weiterhin in den TOP10 vertreten, wie zum Beispiel München (Stadt und Landkreis), Berlin oder Stuttgart. Stuttgart befindet sich hier auf Rang 1 mit 186 Pkw mit alternativem Antrieb je 10.000 auf private Halter angemeldeten Pkw. Einzelne Kreise kommen neu hinzu, wie zum Beispiel die Kreise Starnberg und Erding auf den Rängen 3 und 4 – mit jeweils 174 bzw. 162 Pkw mit alternativem Antrieb, die auf private Halter angemeldet sind. Zur Situation bei privaten Haltern bezogen auf die einzelnen Arten von alternativen Antrieben aussieht finden sich im Anhang des Berichtes TOP10-Ranglisten für Pkw aller bzw. privater Halter (siehe Tabelle 27 bis Tabelle 29 im Anhang).

Für die regionale Bedeutung von Pkw mit alternativem Antrieb in Bezug auf den Gesamtbestand von Pkw bei privaten Haltern spielen eine Reihe ver-

schiedener 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 = 0,39). Weiterführende (mehrdimensionale) Korrelationsanalysen wurden nicht durchgeführt, da sie außerhalb des Berichtsrahmens liegen.

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2020								
Fahrzeug mit alternativem Antrieb*								
Alle Pkw Rang nach Anteil an allen Fahrzeugen				TOP	Private Pkw 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, Stadt	kreisfreie Großstadt	761,2	7.673	1	Stuttgart, Stadt	kreisfreie Großstadt	186,0	4.197
Weimar, Stadt	Städtischer Kreis	617,4	1.910	2	München, Landkreis	Städtischer Kreis	179,5	3.103
Stuttgart, Stadt	kreisfreie Großstadt	352,9	10.848	3	Starnberg	Städtischer Kreis	173,7	1.311
München, Stadt	kreisfreie Großstadt	348,2	25.777	4	Erding	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	161,8	1.330
Böblingen	Städtischer Kreis	309,0	7.941	5	Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	161,5	2.107
München, Landkreis	Städtischer Kreis	300,3	7.343	6	Darmstadt-Dieburg	Städtischer Kreis	160,0	2.765
Schwabach, Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	255,9	671	7	Berlin, Stadt	kreisfreie Großstadt	158,9	16.755
Berlin, Stadt	kreisfreie Großstadt	247,5	30.235	8	Schwabach, Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	153,3	354
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Großstadt	243,2	8.275	9	Darmstadt, Stadt	kreisfreie Großstadt	145,3	877
Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	236,1	3.983	10	München, Stadt	kreisfreie Großstadt	144,8	7.401

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

Tab. 13: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativem Antrieb (reine Elektrofahrzeuge, Hybride, Plug-In-Hybride) (Quelle: KBA/BAST, 2020)

4 Unfallgeschehen

Das Verkehrssicherheitsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur BMVI (VSP, 2011) berücksichtigt bereits seit 2011 im Aktionsfeld „Fahrzeugtechnik“ das Thema alternative Antriebstechnologien. Vor allem das Problem der akustischen Wahrnehmbarkeit von Hybrid- und reinen Elektrofahrzeugen wurde aufgegriffen, da die bisher zugelassenen Elektrofahrzeuge kaum Geräuschemissionen abgeben. Dies kann besonders für Fußgänger und Radfahrer in bestimmten Situationen zur Gefahr werden. Handlungsbedarf sieht man vor allem bei der Aufklärung über die potenziell neu entstehenden Gefahren, um ein entsprechendes Problembewusstsein der Verkehrsteilnehmer zu stärken sowie bei der Ausstattung der Fahrzeuge mit neuester Sicherheitstechnik.

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, 2020).

Nachfolgend wird auf das Unfallgeschehen eingegangen. Die Wirksamkeit der akustischen Warneinrichtung kann auf Grundlage des vorliegenden Unfallgeschehens bis 2019 noch nicht nachgewiesen werden, da die Verpflichtung zur Ausrüstung mit AVAS erst für Typprüfungen ab 07/2019 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) gespeicherten fahrzeugtechnischen Angaben zu den unfallbeteiligten deutschen Kraftfahrzeugen¹². Bei den deutschen Fahrzeugen liegt die Ergänzungsquote im betrachteten Zeitraum bei mehr als 99 %.

Weiterhin sind ab 2011 auch bei Güterkraftfahrzeugen und Krafträdern mit amtlichem Kennzeichen Angaben zur Kraftstoffart verfügbar. Auch bei diesen Kraftfahrzeugen zeigen 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 2019 waren insgesamt 357.327 Pkw an Unfällen mit Personenschaden beteiligt. Bei 19.878 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 61 %. Mit 3.588 unfallbeteiligten Hybrid-Pkw (darunter 521 Plug-In-Hybride)

¹² 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.

de) liegt deren Anteil an allen unfallbeteiligten Pkw bei 1,1 %.

Bei insgesamt rückläufiger Unfallbeteiligung von Pkw (-6 % im Vergleich zu 2015) konnten im Vergleich zu 2015 321 % mehr Elektro-Pkw als Unfall-

beteiligte identifiziert werden (n = 783). 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 (+1.009 %). Pkw mit Gasantrieb verlieren im Unfallgeschehen weiter an Bedeutung (-28 %).

	Kraftstoffart bzw. Energiequelle								Ins-gesamt
	Benzin	Diesel	Reines Elektro-fahrzeug	Hybrid		Gas (CNG, LPG)	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	Ohne Angabe	
				ohne Plug-In	Plug-In				
Pkw									
2015	222.141	124.181	186	1.041	47	5.648	61	24.851	378.156
2016	222.308	129.938	221	1.242	105	5.402	66	22.070	381.352
2017	214.412	129.252	311	1.554	178	4.941	46	21.450	372.144
2018	212.626	128.698	490	2.151	324	4.414	50	20.297	369.050
2019	206.577	122.341	783	3.067	521	4.091	69	19.878	357.327
Veränderung 2019/2015 in %	-7 %	-1 %	321 %	195 %	1.009 %	-28 %	13 %	-20 %	-6 %
Verteilung 2019 (nur mit Angaben)	61 %	36 %	0,2 %	0,9 %	0,2 %	1,2 %	0,0 %		100 %
Gkz mit Nutzlast < 2 t									
2015	496	14.614	4	1	0	188	0	5.250	20.553
2016	418	14.517	13	1	0	136	0	5.274	20.359
2017	386	14.509	34	1	0	142	0	5.603	20.675
2018	403	14.210	57	0	0	137	0	5.753	20.560
2019	337	13.498	73	0	0	114	1	5.471	19.494
Veränderung 2019/2015 in %	-32 %	-8 %	1.725 %	-	-	-39 %	-	4 %	-5 %
Verteilung 2019 (nur mit Angaben)	2 %	96 %	0,52 %	0,00 %	0,00 %	0,8 %	0 %		100 %
Krafträder mit amtlichem Kennzeichen									
2015	28.164	23	24	0	0	2	5	1.982	30.200
2016	27.599	16	18	1	0	3	1	1.754	29.392
2017	27.325	16	18	2	0	0	1	1.662	29.024
2018	29.384	14	34	1	0	3	5	1.762	31.203
2019	26.115	21	56	1	0	1	2	1.654	27.850
Veränderung 2019/2015 in %	-11 %	50 %	65 %	-	-	-	-	-6 %	-11 %
Verteilung 2019 (nur mit Angaben)	100 %	0 %	0,21 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %		100 %
BAST-U2p-24/2020									

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

Wegen der geringen Bedeutung alternativer Antriebe bei den Güterkraftfahrzeugen (73 Elektro-GKz in 2019) und den Krafträdern (56 Elektro-Krafträder) werden diese Gruppen im Berichtsjahr 2019 nicht tiefergehend ausgewertet. Im Unfallgeschehen zeigen diese Gruppen noch keine signifikante Bedeutung, obwohl bei den reinen Elektrofahrzeugen ein deutlicher prozentualer Anstieg vorliegt.

4.3 Beteiligte Pkw nach Kraftstoffart und Ortslage

Im Mittel werden 65 % der an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Pkw innerhalb von Ortschaften registriert. Demgegenüber waren 599 der 783 Pkw mit Elektro-Antrieb (77 %) 2019 innerhalb von Ortschaften unfallbeteiligt. Auch Hybrid-Pkw (ohne Plug-In) weisen einen überdurchschnittlichen

Innerortsanteil von 73 % (n = 2.228) auf. Seit 2015 weisen diese beiden Kraftstoffarten den höchsten Innerortsanteil auf. Inwieweit diese überdurchschnittlichen Anteile – man beachte dabei die eingeschränkte Aussagekraft aufgrund der geringen Fallzahlen – 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 68 % (ähnlich wie Benzin-Pkw) einen eher durchschnittlichen Innerortsanteil auf. Dieser liegt nur leicht über dem Wert für Deutschland insgesamt. Dafür sind 12 % der Plug-In Pkw auf Bundesautobahnen unfallbeteiligt (zum Vergleich Deutschland insgesamt 9 %).

		Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Ortslage				
		Innerorts	Landstraßen	Bundesautobahnen	Insgesamt	Anteil innerorts in %
2015	Benzin	148.614	58.451	15.076	222.141	67 %
	Diesel	77.141	32.150	14.890	124.181	62 %
	Reines Elektrofahrzeug	143	35	8	186	77 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	803	171	67	1.041	77 %
	Hybrid (Plug-in)	32	9	6	47	68 %
	Gas (CNG, LPG)	3.787	1.341	520	5.648	67 %
	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	41	16	4	61	67 %
	Ohne Angabe	16.063	4.916	3.872	24.851	65 %
	Insgesamt	246.624	97.089	34.443	378.156	65 %
2016	Benzin	148.979	57.441	15.888	222.308	67 %
	Diesel	80.571	33.078	16.289	129.938	62 %
	Reines Elektrofahrzeug	164	43	14	221	74 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	970	175	97	1.242	78 %
	Hybrid (Plug-in)	65	28	12	105	62 %
	Gas (CNG, LPG)	3.554	1.348	500	5.402	66 %
	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	44	18	4	65	68 %
	Ohne Angabe	13.071	5.065	3.934	22.070	59 %
	Insgesamt	247.418	97.196	36.738	381.352	65 %
2017	Benzin	143.568	55.676	15.168	214.412	67 %
	Diesel	80.335	33.311	15.606	129.252	62 %
	Reines Elektrofahrzeug	239	54	18	311	77 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	1.178	261	115	1.554	76 %
	Hybrid (Plug-in)	122	31	25	178	69 %
	Gas (CNG, LPG)	3.221	1.214	506	4.941	65 %

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

		Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Ortslage				
		Innerorts	Landstraßen	Bundesautobahnen	Insgesamt	Anteil innerorts in %
2017	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	28	15	3	46	61 %
	Ohne Angabe	13.014	4.598	3.838	21.450	61 %
	Gesamt	241.705	95.160	35.279	372.144	65 %
2018	Benzin	142.968	54.707	14.951	212.626	67 %
	Diesel	79.701	33.641	15.356	128.698	62 %
	Reines Elektrofahrzeug	355	100	35	490	72 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	1.635	358	158	2.151	76 %
	Hybrid (Plug-in)	206	73	45	324	64 %
	Gas (CNG, LPG)	2.910	1.109	395	4.414	66 %
	Sonstige (einschl. Ethanol z. B. E85)	36	9	5	50	72 %
	Ohne Angabe	12.150	4.528	3.619	20.297	60 %
	Gesamt	239.961	94.525	34.564	369.050	65 %
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 %
	Gesamt	231.300	92.355	33.672	357.327	65 %
	Verteilung 2019	65 %	26 %	9 %	100 %	

BAST-U2p-35/2020

Tab. 15: Fortsetzung

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 erhalten, wurde das Unfallkollektiv weiter einge-

schränkt 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.

In Tabelle 16 ist die Anzahl der beteiligten Pkw mit bekannter Kraftstoffart (insgesamt 100.336) für beide Unfallkonstellationen (mit/ohne Beteiligung eines ungeschützten Verkehrsteilnehmers) unterschieden dargestellt. Im Jahr 2019 waren 41.159 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 59.177 Pkw. Ein Vergleich der Verteilung nach Kraftstoffart zeigt höhere Anteile von elektrisch angetriebenen Pkw bei Unfällen mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern (z. B.: 1,38 % bei Hybrid-Pkw (n = 569)). Zu beachten sind die geringen absoluten Unterschiede des Anteils bei den Hybrid-Pkw (1,38 %

gegenüber 1,06 %). Überträgt man jedoch den geringen Hybrid-Anteil von 1,06 % bei Unfällen ohne Fußgänger- oder Fahrrad-Beteiligung auf die Gesamtzahl der Unfälle mit Fußgänger- oder Fahrrad-Beteiligung (n = 41.159) so dürften dort rechnerisch nur 435 Hybrid-Pkw beteiligt sein. Es sind jedoch 569.

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 = 193 dies entspricht 0,47 %) im Vergleich zu n = 138 und 0,23 % 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 2019 sind die meisten unfallbeteiligten Pkw mit reinem Elektroantrieb im Segment Kleinwagen (n = 258 von 783) und in der Kompaktklasse zu finden. Alle anderen alternativen Kraftstoffarten werden überwiegend in der Kompaktklasse unfallauffällig.

Bei den Hybrid-Pkw (ohne Plug-In) weisen die höheren Segmente (Mittelklasse, obere Mittelklasse und SUV) hohe Zuwachsraten im Unfallgeschehen gegenüber 2015 auf (vgl. auch die Bestandsentwicklung in Tabelle 6). Dies gilt in ähnlicher Form auch für Plug-In-Hybrid-Pkw, deren Bestand noch niedrig ist und deren Unfallbeteiligung noch hinter den reinen Elektro-Pkw liegt.

Unfälle mit zwei Beteiligten innerhalb von Ortschaften auf Gemeinde oder nicht klassifizierten Straßen		Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Unfallkonstellation ...					
		Insgesamt	darunter:				
			KEIN Fußgänger oder Fahrrad beteiligt		mindestens EIN 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.
2015	Benzin	66.351	40.538	64 %	25.813	64 %	39 %
	Diesel	34.756	21.336	34 %	13.420	33 %	39 %
	Reines Elektrofahrzeug	73	40	0,06 %	33	0,08 %	45 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	485	239	0,38 %	246	0,61 %	51 %
	Hybrid (Plug-In)	12	4	0,01 %	8	0,02 %	67 %
	Gas einschl. bivalent (CNG,LPG)	1.717	1.000	1,58 %	717	1,78 %	42 %
	Pkw mit Angabe der Kraftstoffart	103.394	63.157	100 %	40.237	100 %	39 %
2016	Benzin	68.168	41.585	64 %	26.583	63 %	39 %
	Diesel	37.019	22.402	34 %	14.617	35 %	39 %
	Reines Elektrofahrzeug	89	47	0,07 %	42	0,10 %	47 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	565	279	0,43 %	286	0,68 %	51 %
	Hybrid (Plug-In)	41	27	0,04 %	14	0,03 %	34 %
	Gas einschl. bivalent (CNG,LPG)	1.654	968	1,48 %	686	1,62 %	41 %
	Pkw mit Angabe der Kraftstoffart	107.536	65.308	100 %	42.228	100 %	39 %

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)

Unfälle mit zwei Beteiligten innerhalb von Ortschaften auf Gemeinde oder nicht klassifizierten Straßen		Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Unfallkonstellation ...					
		Insgesamt	darunter:				
			KEIN Fußgänger oder Fahrrad beteiligt		mindestens EIN 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.
2017	Benzin	65.723	39.990	62 %	25.733	63 %	39 %
	Diesel	37.173	22.723	35 %	14.450	35 %	39 %
	Reines Elektrofahrzeug	136	70	0,11 %	66	0,16 %	49 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	642	343	0,54 %	299	0,73 %	47 %
	Hybrid (Plug-In)	67	38	0,06 %	29	0,07 %	43 %
	Gas einschl. bivalent (CNG,LPG)	1.480	903	1,41 %	577	1,40 %	39 %
	Pkw mit Angabe der Kraftstoffart	105.221	64.067	100 %	41.154	100 %	39 %
2018	Benzin	66.479	38.986	62 %	27.493	63 %	41 %
	Diesel	37.563	22.363	36 %	15.200	35 %	40 %
	Reines Elektrofahrzeug	189	88	0,14 %	101	0,23 %	53 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	942	494	0,79 %	448	1,02 %	48 %
	Hybrid (Plug-In)	103	48	0,08 %	55	0,13 %	53 %
	Gas einschl. bivalent (CNG,LPG)	1.363	826	1,32 %	537	1,23 %	39 %
	Pkw mit Angabe der Kraftstoffart	106.639	62.805	100 %	43.834	100 %	41 %
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	0,47 %	58 %
	Hybrid (ohne Plug-In)	1.195	626	1,06 %	569	1,38 %	48 %
	Hybrid (Plug-In)	187	92	0,16 %	95	0,23 %	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 %

BASf-U2p-40/2020

Tab. 16: Fortsetzung

KBA-Segment	Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden im Jahr 2019 und Vergleich zu 2015														Insgesamt				
	Benzin		Diesel		Reines Elektrofahrzeug		Hybrid (ohne Plug-In)		Hybrid (Plug-In)		Gas (CNG, LPG)		Sonstige		Ohne Angabe		Anzahl	Vgl. zu 2015	
	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015	Anzahl	Vgl. zu 2015			
Minis	25.630	-1 %	680	-43 %	129	68 %	0		0		302	-8 %	0		1		26.742	-2 %	
Kleinwagen	60.635	-10 %	6.515	-16 %	258	637 %	419	131 %	60		455	-27 %	1		3		68.346	-10 %	
Kompaktklasse	57.567	-6 %	26.924	-10 %	121	505 %	996	91 %	159	536 %	789	-27 %	29	4 %	0		86.585	-7 %	
Mittelklasse	21.414	-28 %	25.018	-12 %	36		311	815 %	92		538	-40 %	17	-15 %	0		47.426	-20 %	
Obere Mittelklasse	4.318	-27 %	11.199	-9 %	0		295	993 %	65		391	-32 %	4		0		16.272	-13 %	
Oberklasse	838	-22 %	1.198	-8 %	64		112		19		68	-50 %	0		0		2.299	-10 %	
SUV (Sport Utility Vehicle)	10.668	160 %	7.989	48 %	42		480	1.233 %	70		222	-11 %	5		0		19.476	99 %	
Geländewagen	3.569	55 %	10.879	23 %	0		72		36		191	-18 %	1		0		14.738	29 %	
Sportwagen	3.300	-12 %	326	-3 %	3		26	-4 %	12		69	-24 %	0		0		3.736	-11 %	
Mini-Vans	8.871	-1 %	3.284	-17 %	11		10		0		210	-28 %	1		1		12.388	-6 %	
Großraum-Vans	4.806	-7 %	9.413	-6 %	0		343	94 %	0		341	-42 %	2		1		14.906	-7 %	
Utilities	2.224	0 %	9.247	5 %	29		0		0		268	-29 %	0		0		11.768	3 %	
Wohnmobile	6		329	54 %	0		0		0		3		0		0		338	50 %	
Sonstige	1.659	-34 %	295	-47 %	7		3		5		132	36 %	9		1		2.111	-33 %	
Ohne Angabe	1.082	-29 %	9.045	75 %	83	207 %	0		3		112	38 %	0		19.871	-20 %	30.196	-5 %	
Gesamt	206.577	-7 %	122.341	-1 %	783	321 %	3.067	195 %	521	1.009 %	4.091	-28 %	69	13 %	19.878	-20 %	357.327	-6 %	
Mindestanzahl in 2015:	20																		BAS+U2p-35i2020

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)] strahlt im Geschwindigkeitsbereich bis etwa 20 km/h und beim Rückwärtsfahren ein künstliches Fahrgeräusch aus.

Marktentwicklung/Bestand

Der Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb stieg von rund 704.000 Fahrzeugen im Jahr 2015 auf rund 900.000 Pkw im Jahr 2019 (ein Plus von etwa 28 %). Pkw, die mit Erdgas (CNG) oder Autogas (LPG) fahren, stellen im aktuellen Fahrzeugbestand die größte Gruppe mit alternativem Antrieb (2019 rund 476.000 Pkw). Danach folgen die Hybridfahrzeuge mit mehr als 340.000 Pkw, deren Bestand sich seit 2015 verdreifacht hat. Die Entwicklung des Plug-In-Hybrid-Bestandes ist noch deutlicher: Im Zeitraum von 2015 bis 2019 stieg der Wert auf das 13-fache. Bei reinen Elektro-Pkw stieg der Bestand auf 83.175 Fahrzeuge im Jahre 2019. Dieser Trend setzt sich bei allen alternativen Antriebsarten – außer bei den Gasfahrzeugen – fort. Im Januar 2020 wurden bereits 136.617 Pkw mit reinem Elektroantrieb registriert; ein weiterer Zuwachs gegenüber 2019 um 64 %.

Neben dem Pkw-Bereich gewinnen alternative Antriebsarten auch in anderen Fahrzeuggruppen an

Bedeutung. Beispielsweise zeigen sich die größten prozentualen Zuwächse der Bestände von Kraft-rädern, Kraftomnibussen und leichten Lastkraftwagen bei den reinen Elektrofahrzeugen: Krafträder zeigen Anfang 2019 ein Plus von 55 % gegenüber 2015, der Bestand an Kraftomnibussen steigt um 97 % und der von leichten Lastkraftwagen sogar um 427 %. Auch der Bestand an Hybrid-Kraftomnibussen ist seit 2015 kräftig – um 95 % – gestiegen.

In Bezug auf die regionale Verteilung von Pkw mit alternativen Antriebstechnologien ist festzustellen, dass eine ausgeprägte Konzentration auf Kreise mit höherer Bevölkerungsdichte zu verzeichnen ist. Diese Konzentration auf wenige Kreise ist besonders deutlich bei Pkw von gewerblichen Haltern, während sie bei Pkw privater Halter nur in geringem Maße sichtbar wird. Die Kreise und Städte, in denen die meisten Pkw mit alternativen Antriebstechnologien gemeldet sind, sind zum einen in der Regel von der Bevölkerungszahl her größere Städte, zum anderen fast immer auch Städte oder Regionen, in denen ein Fahrzeughersteller ansässig ist oder sich der Sitz eines Carsharing-Unternehmens befindet. In diesen Regionen ist der Anteil der gewerblichen Halter besonders hoch. Auch bezogen auf den Anteil der Pkw mit alternativen Antriebstechnologien an allen zugelassenen Pkw sind häufig eher höher verdichtete Regionen unter den Regionen mit den höchsten Anteilen zu finden. Dennoch zeichnen sich besonders bei den Pkw von privaten Haltern auch einige ländliche oder dünn besiedelte Kreise durch einen hohen Anteil an Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien aus. Hier ist jedoch anzumerken, dass die absoluten Bestandszahlen von Fahrzeugen privater Halter noch relativ niedrig sind und die Aussagekraft dieser Ergebnisse zurzeit noch relativ niedrig einzuschätzen ist.

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) werden – je nach Antriebskonzept – bis maximal 9.000 € gefördert (6.000 € Bund und 3.000 € Hersteller). Diese Förderung ist bis Dezember 2021 befristet. Bis Ende August 2020 wurden 257.046 Kaufprämien-Anträge

gestellt, davon 161.164 für reine Batterieelektrofahrzeuge, 95.718 für Plug-In-Hybride sowie 164 für Brennstoffzellenfahrzeuge (BAFA, 2020).

Um den Ausbau der Ladeinfrastruktur zu beschleunigen, ist es seit Anfang März 2017 möglich, Anträge auf Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Ladeinfrastruktur zu stellen. Mit dem Programm unterstützt das BMVI den Aufbau von 15.000 Schnell- und Normalladestationen. Bis zum Mai 2020 wurden im Rahmen dieser Förderung 22.000 Ladepunkte bewilligt, davon gut 5.000 Schnellladepunkte, was einem Fördervolumen von ca. 148 Millionen Euro entspricht (BAV, 2020). 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 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) die Beschaffung von Hybridbussen. Bis 2017 erfolgte die Förderung im Rahmen einer Richtlinie, die die Beschaffung von Linienbussen mit dieselelektrischem 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. Mit der neuen Richtlinie – ab März 2018 gültig – (BMUB, 2020) wurde die Förderung bis Ende 2021 fortgesetzt. Allerdings gilt diese Richtlinie ausschließlich für Plug-In-Hybridbusse und Busse mit reinem Elektroantrieb. Der Effekt dieser Richtlinie zeigt sich in einem starken Bestandsanstieg.

Sicherheit

Die Betrachtung der Unfallbeteiligung von Kraftfahrzeugen an Unfällen mit Personenschaden hat gezeigt, dass nach wie vor benzin- und dieselbetriebene Kraftfahrzeuge den Hauptanteil von mindestens 97 % ausmachen. Dies gilt für alle drei Kraftfahrzeuggruppen. Bei den Pkw haben Gas-Fahrzeuge einen Anteil von 1,2 % an allen an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Pkw, gefolgt von Hybridfahrzeugen mit einem Anteil von 1,1 % im Jahr 2019. Unter den unfallbeteiligten Güterkraftfahrzeugen (Nutzlast max. 1.999 kg) weisen 0,8 % die Kraftstoffart Gas und 0,5 % Elektro auf. Unter den Krafträdern mit amtlichem Kennzeichen waren in 2019 lediglich 56 Krafträder mit Elektroantrieb unfallbeteiligt. Bezogen auf alle Krafträder mit Angaben zur Kraftstoffart entspricht dies einem Elektro-Anteil von 0,2 %.

Im Mittel werden rund 65 % der an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Pkw innerhalb von Ortschaften registriert. Demgegenüber weisen Pkw mit Elektro- und Hybrid (ohne Plug-In)-Antrieb 2019 einen höheren Anteil an Unfällen innerorts auf als die mit herkömmlichem Antrieb. Jeweils mehr als 73 % der Hybrid (ohne Plug-In)- und Elektrofahrzeuge waren innerorts unfallbeteiligt. Im Gegensatz dazu weisen Plug-In-Pkw mit 68 % (ähnlich wie Benzin-Pkw) einen eher durchschnittlichen Innerortsanteil auf. Dieser liegt nur leicht über dem Wert für Deutschland insgesamt. Dafür sind 12 % der Plug-In Pkw auf Bundesautobahnen unfallbeteiligt (zum Vergleich Deutschland insgesamt 9 %).

In der Gruppe der Innerortsunfälle mit oder ohne Beteiligung ungeschützter Verkehrsteilnehmer zeigt sich im Jahr 2019, dass Hybrid- und Elektrofahrzeuge gegenüber Benzin- und Diesel-Pkw höhere Anteile bei Unfällen aufweisen, an denen genau ein Pkw und ein ungeschützter Verkehrsteilnehmer (Fußgänger oder Radfahrer) beteiligt waren.

Interpretierbare Aussagen bezüglich der Unfallbeteiligungen von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben hinsichtlich der tiefergehenden Struktur des Unfallgeschehens lassen sich derzeit aufgrund geringer Fallzahlen anhand der Daten der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik noch nicht sinnvoll treffen. Die Datenbasis wird sich in den kommenden Jahren allerdings sukzessive verbessern.

Literatur

- ADAC (2020): Elektro-Motorräder: Die große Marktübersicht; Abgerufen 08.05.2020 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/zweirad/motorrad-roller/kauf-verkauf/elektromotorraeder/>
- 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>
- Autogas-Information (2017): Abgerufen 06.10.2020 von <http://www.autogas-informationen.de/verbrauch-autogas-lpg.htm>
- 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
- 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 (2020): Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV), „Bundesprogramm Ladeinfrastruktur; Abgerufen am 22.09.2020 von <https://www.bmvi.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 22.09.2020 von <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumb Beobachtung/downloads/downloadsReferenz2.html?nn=2544954>
- 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%B6derrichtlinie-zur-anschaffung-diesel-elektrischer-hybridbusse.pdf>
- BMUB (2020): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; „Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von Elektrobusen 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%B6derrichtlinie%20Elektrobusse.pdf>
- Bundesnetzagentur (2020): Bundesnetzagentur, Zahlen und Daten zur öffentlichen Ladeinfrastruktur (Stand 15.07.2020)
- DENA (2015): LNG in Deutschland: Flüssigerdgas und erneuerbares Methan im Schwerlastverkehr. Potenzialanalyse und Politikempfehlungen für einen erfolgreichen Markteintritt, Berlin, Februar 2015. Abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.dena.de/newsroom/publikationsdetailansicht/pub/studie-lng-in-deutschland-fluessigerdgas-und-erneuerbares-methan-im-schwerlastverkehr/>
- DENA (2019) : Abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/>

- mobilitaet/Ing-taskforce-und-initiative-erdgas
mobilitaet/
- ENERGATE (2020): ZUGEHÖR, D.: E-Auto-Batterien: Berater prognostizieren 75 Euro je Kwh bis 2022; Abgerufen am 17.08.2020 von <https://www.energate-messenger.de/news/199267/e-auto-batterien-berater-prognostizieren-75-euro-je-kwh-bis-2022>
- EFAHRER (2020): Elektro-Motorrad 2020: Das sind die besten Anbieter; Robert Laute; 25.12.2019, Abgerufen am 10.08.2020 von https://efahrer.chip.de/news/elektro-motorrad-2020-das-sind-die-besten-anbieter_10487
- 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
- Gibgas.de (2018): „Entwicklung des Erdgastankstellenbestands in Deutschland 1998 – 2018“ Abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.gibgas.de/Tankstellen/Service/Statistik>
- HAST (2010): „Schematische Einteilung von alternativen Antrieben mit unterschiedlicher Ausprägung des elektrischen Anteils“; Hasdutoene; 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): HOFMANN, P.; 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
- Ingenieur.de (2020): Ingenieur.de, Artikel vom 28.02.2020: StreetScooter Produktion soll noch dieses Jahr eingestellt werden. Abgerufen am 17.08.2020 von <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/e-mobilitaet/post-fahrzeugbauer-1000sten-streetscooter-ausgeliefert/>
- 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 2015-2020
- KBA (FZ14): Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes; „Fahrzeugzulassungen (FZ) – Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen (FZ14) – Jahresergebnis“, Hefte 2015-2019
- 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 2015-2020
- KBA/BASt (2020b): Sonderauswertung der BASt; Quelle: Datenlieferung des KBA zum Typgruppenkatalog, Stand jeweils zum 01.01. des Jahres, Datenlieferung 2015-2020
- KLELL (2017): KLELL, M.; EICHLSEDER, H. & TRATTNER, A.: Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik. Erzeugung, Speicherung, Anwendung. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. Graz, 2017
- LBST (2019): Wasserstoff-Tankstellen in Deutschland; Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH; Abgerufen am 06.10.2020 von <https://www.h2stations.org/wp-content/uploads/2020/10/Germany-2020-k-scaled-1.jpg>
- Motorrad (2020): Motorrad Heft Nr. 13 Jahrgang 2020; Motor Presse Stuttgart GmbH & Co.KG
- 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 (2018): „Bericht über Maßnahmen auf dem Gebiet der Unfallverhütung im Straßenverkehr 2016 und 2017“; Abgerufen am 06.10.2020 von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/unfallverhuetungsbericht-2016-2017.pdf?__blob=publicationFile

Vialle (2015): Vialle Autogas Systems BV: LPG Mischungsverhältnis Sommer & Winter – Unterschiede LPG Autogas Mischungsverhältnis zwischen Sommer und Winter; Abgerufen am 06.10.2020 von <http://www.vialle-in-deutschland.de/muss-im-winter-mit-einer-anderen-autogaszusammensetzung-gefahren-werden-als-im-sommer/>

VSP (2011): Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur; „Verkehrssicherheitsprogramm 2011“ – Broschüre erschienen am 09.11.2011; Abgerufen am 06.10.2020 von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/StV/verkehrssicherheitsprogramm-2011.pdf?__blob=publicationFile

Bilder

- Bild 1: Entwicklung des Erdgastankstellenbestands gem. www.gibgas.de
- Bild 2: Übersicht Wasserstoff Tankstellen in Deutschland gem. LBST, 2020
- Bild 3: Schematische Einteilung von alternativen Antrieben mit unterschiedlicher Ausprägung des elektrischen Anteils (HAST, 2010)
- Bild 4: Verschiedene Strukturen von Hybridantrieben (HOFMANN, 2010)
- Bild 5: Ladesäulenkarte mit öffentlich zugänglichen Ladepunkten (BNetzA, (c) GeoBasis-DE/BKG, 2019)
- Bild 6: Indexdarstellung – Entwicklung des Pkw-Bestands ausgewählter alternativer Kraftstoffarten (Quelle: KBA/BAST, 2020)
- Bild 7: Entwicklung des Bestands an Krafträdern, Kraftomnibussen und Lastkraftwagen (Nutzlast < 2 t) seit 2011 (Quelle: KBA, FZ 13)
- Bild 8: Indexdarstellung – Entwicklung des Bestands an Krafträdern mit reinem Elektro-

antrieb im Vergleich zu Krafträdern mit Benzinantrieb (Quelle: KBA, FZ13)

Bild 9: Indexdarstellung – Entwicklung des Bestands an Kraftomnibussen nach ausgewählten Kraftstoffarten (Quelle: KBA, FZ13)

Bild 10: Indexdarstellung – Entwicklung des Bestands an Lkw mit zulGG. bis 3.500 kg (N1) nach ausgewählten Kraftstoffarten (Quelle: KBA/BAST, 2020)

Bild 11: Relativer Bestand an Pkw mit alternativem Antrieb (reine Elektrofahrzeuge, Hybride, Plug-In-Hybride) (Quelle: KBA/BAST, 2020)

Tabellen

- Tab. 1: Bestand an Pkw nach Kraftstoffart
- Tab. 2: Pkw-Bestand nach Kraftstoffart und Haltergruppe
- Tab. 3: Neuzulassungen von Pkw nach Kraftstoffart
- Tab. 4: Neuzulassungen an Pkw nach Kraftstoffart und Halter
- Tab. 5: Inländerfahrleistung von Pkw 2014 gegliedert nach Antriebsart und Halter (BÄUMER et al., 2017)
- Tab. 6: Pkw-Bestand 01/2019 nach Kraftstoffart und Fahrzeugsegment und Vergleich zum Jahr 2015
- Tab. 7: Bestand an Krafträdern nach Kraftstoffart
- Tab. 8: Bestand an Kraftomnibussen nach Kraftstoffart
- Tab. 9: Lkw-Bestand der Klasse N1 (bis 3,5 t zulässiger Gesamtmasse) nach Kraftstoffart
- Tab. 10: Lkw-Bestand nach Kraftstoffart und Nutzlast]
- Tab. 11: Verteilung des Pkw-Bestands nach Kraftstoffart und Kreisen (Quelle: KBA/BAST, 2020)

- Tab. 12: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben (Quelle: KBA/BAST, 2020) Segment nach (BÄUMER et al., 2017) – tabellarischer Anhang; Tab. Nr. 25
- Tab. 13: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativem Antrieb (reine Elektrofahrzeuge, Hybride, Plug-In-Hybride) (Quelle: KBA/BAST, 2020)
- Tab. 14: Beteiligte Pkw, Güterkraftfahrzeuge und Krafträder an Unfällen mit Personenschaden nach Kraftstoffart
- Tab. 15: Beteiligte Pkw an Unfällen mit Personenschaden nach Kraftstoffart und Ortslage
- 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)
- Tab. 17: An Unfällen mit Personenschaden beteiligte Pkw nach KBA-Segment und Kraftstoffart
- Tab. 24: Inländerfahrleistung von Pkw gewerblicher Halter gegliedert nach Antriebsart und Segment nach (BÄUMER et al., 2017) – tabellarischer Anhang; Tab. Nr. 36
- Tab. 25: Inländerfahrleistung von Bussen nach Antriebsart (BÄUMER et al., 2017)
- Tab. 26: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben (private Halter), 2020 (KBA/BAST, 2020)
- Tab. 27: TOP10 Kreise für Bestände von Elektro-Pkw, 2020 (KBA/BAST, 2020)
- Tab. 28: TOP10 Kreise für Bestände von Hybrid-Pkw, 2020 (KBA/BAST, 2020)
- Tab. 29: TOP10 Kreise für Bestände von Plug-In-Hybrid-Pkw, 2020 (KBA/BAST, 2020)

Anhang

- Tab. 18: Steuersätze für Energieerzeugnisse nach § 2 Abs. 1 EnergieStG sowie abweichende Steuersätze für Erdgase und Flüssiggase als Kraftstoff; Vergleichsrechnung anhand eigener Berechnungen unter: http://service.juris.de/energiestg/inhalts_bersicht.html vom 06.10.2020
- Tab. 19: SV1, Verzeichnis der Kraftstoffarten bzw. Energiequellen (KBA, 2020)
- Tab. 20: Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 20 Fahrzeugen im Bestand) mit reinem Elektroantrieb nach Hersteller und Handelsname
- Tab. 21: Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 500 Fahrzeugen im Bestand) mit Hybrid-Antrieb nach Hersteller und Handelsname
- Tab. 22: Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 20 Fahrzeugen im Bestand) mit Plug-In-Hybrid-Antrieb nach Hersteller und Handelsname
- Tab. 23: Inländerfahrleistung von Pkw privater Halter gegliedert nach Antriebsart und

Anhang

Benzin, Gasöl	Steuersatz (€ je 1.000 Liter)	Entspricht einem Steuersatz (€ je kg) (gerundet)
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
Erdgas (CNG)	Steuersatz (€ / MWh)	(€ je kg)
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
Flüssiggas (LPG)	Steuersatz (€ / 1.000 kg)	(€ je kg)
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

Tabelle 18: Steuersätze für Energieerzeugnisse nach §2 Abs. 1 EnergieStG sowie abweichende Steuersätze für Erdgase und Flüssiggase als Kraftstoff; Vergleichsrechnung anhand eigener Berechnungen unter: http://service.juris.de/energiestg/inhalts_bersicht.html vom 06.10.2020

Verzeichnis der Kraftstoffarten bzw. Energiequellen (KBA, 2020)

Kraftstoffart bzw. Energiequelle	Kurzbezeichnung in den Zulassungs-dokumenten Feld P.3	Codes zu Feld (10)	Zusammenfassung im Bericht
Benzin	Benzin	1	Benzin
Diesel	Diesel	2	Diesel
Vielstoff ¹⁾	Vielstoff	3	Sonstige
Reines Elektrofahrzeug	Elektro	4	Reines Elektrofahrzeug
Flüssiggas (LPG) ²⁾	Flüssiggas	5	Gas (CNG, LPG)
Bivalenter Betrieb ⁴⁾ mit Benzin oder Flüssiggas 2)	Benzin/Flüssiggas	6	Gas (CNG, LPG)
Bivalenter Betrieb 4) mit Benzin oder komprimiertem Erdgas 2) 7)	Benzin/komp.Erdgas	7	Gas (CNG, LPG)
Kombinierter Betrieb 5) mit Benzin und Elektromotor	Hybr.Benzin/E	8	Hybrid
Erdgas (NG) 2) 3) 7)	Erdgas NG	9	Gas (CNG, LPG)
Kombinierter Betrieb 5) mit Diesel und Elektromotor	Hybr.Diesel/E	10	Hybrid
Wasserstoff	Wasserstoff	11	Sonstige
Kombinierter Betrieb 5) mit Wasserstoff und Elektromotor	Hybr.Wasserst./E	12	Hybrid
Bivalenter Betrieb 4) mit Wasserstoff oder Benzin	Wasserstoff/Benzin	13	Gas (CNG, LPG)
Bivalenter Betrieb 4) mit Wasserstoff oder Benzin kombiniert mit Elektromotor	Wasserst./Benzin/E	14	Gas (CNG, LPG)
Brennstoffzelle 6) mit Primärenergie Wasserstoff	BZ/Wasserstoff	15	Sonstige
Brennstoffzelle 6) mit Primärenergie Benzin	BZ/Benzin	16	Sonstige
Brennstoffzelle 6) mit Primärenergie Methanol	BZ/Methanol	17	Sonstige
Brennstoffzelle 6) mit Primärenergie Ethanol	BZ/Ethanol	18	Sonstige
Kombinierter Betrieb 5) mit Vielstoff und Elektromotor	Hybr.Vielstoff/E	19	Hybrid
Kombinierter Betrieb 5) mit Erdgas und Elektromotor	Hybr.Erdgas/E	22	Hybrid
Benzin/Ethanol (hierunter ist ein Kraftstoffgemisch zu verstehen wie z. B. E85)	Benzin/Ethanol	23	Benzin/Ethanol z. B. E85
Kombinierter Betrieb 5) 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.auf.	25	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Diesel und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.D/E ext.auf.	26	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Flüssiggas (LPG) und extern aufladbarem elektrischen Speicher	Hybr.LPG/E ext.auf.	27	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Wasserstoff und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.W/E ext.auf.	28	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Vielstoff und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.V/E ext.auf.	29	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit Erdgas (NG) und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.NG/E ext.auf.	30	Hybrid (Plug-in)
Hybridantrieb mit bivalentem Betrieb 4) mit Wasserstoff oder Benzin und extern aufladbarem elektrischen Speicher	Hybr.Wod.B/E ext.auf.	31	Hybrid (Plug-in)
Wasserstoff/Erdgas (hierunter ist ein Kraftstoffgemisch zu verstehen)	Wasserstoff/NG	32	Gas (CNG, LPG)
Hybridantrieb mit Wasserstoff/Erdgas und extern aufladbarem elektrischen Speicher (Plug-in-Hybrid)	Hybr.W/NG/E ext.auf.	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	Benzin/Ethanol z. B. E85
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) ²⁾ und Diesel	Zweistoff LNG/Diesel	37	Gas (CNG, LPG)
Verflüssigtes Erdgas (LNG) ²⁾	Verflüssigtes Erdgas (LNG)	38	Gas (CNG, LPG)
Andere	Andere	9999	Sonstige
Unbekannt	Unbekannt	0	Unbekannt

1) 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. 2) 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. 3) Wurde bisher in den Fahrzeugpapieren als Hochdruck-gas bezeichnet. 4) Bivalenter Betrieb bedeutet, dass ein Motor mit zwei verschiedenen Kraftstoffen betrieben werden kann. 5) Kombiniertes Fahrzeug (Hybrid) bedeutet, dass das Fahrzeug mit mindestens zwei unterschiedlichen Energiewandlern und zwei unterschiedlichen Energiespeichersystemen ausgerüstet ist (KBA-Nr. 002, Januar 2012). 6) Der Einsatz einer Brennstoffzelle ist nur in Verbindung mit einem Elektromotor möglich. 7) 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). 8) 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: Dezember 2019

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

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse stammen aus einem vom KBA speziell für die BAST erstellten Pkw-Typgruppenkatalog¹³.

Reines Elektrofahrzeug		Bestand am 01.01. des Jahres				
		2016	2017	2018	2019	2020
AUDI	Audi e-tron					2.335
BAYER.MOT.WERKE-BMW	i3,i3s	2.302	3.621	6.174	9.156	16.637
	Cooper SE					401
BLUECAR (F)	E-MEHARI		10	21	31	44
CITROEN (F)	C-ZERO,C-Zero	825	942	927	1.189	1.323
Daimler (D)	fortwo ed+cabrio+coupe	60	30	3.671	6.962	11.893
	forfour EQ+ed				3.237	5.467
	electric drive	4.592	4.656	4.455	4.259	4.239
	B 250 e	71	431	769	778	671
	EQC 400 4MATIC					358
	BRABUS electric drive	142	139	129	142	140
	eVito Tourer					91
	E-CELL	157	72	42	37	35
FORD (D)	Focus Electric	57	56	79	84	87
HYUNDAI MOTOR (ROK)	IONIQ		69	819	2.328	3.617
	Kona, Kauai				361	3.277
Jaguar Land Rover (GB)	Jaguar I-PACE				186	807
KIA MOTOR (ROK)	SOUL	186	512	771	1.174	1.713
	NIRO				22	344
MITSUBISHI (J)	Mitsubishi i-MiEV	991	988	1.033	1.049	1.036
NISSAN (CH)	Nissan Leaf 40kWh				2.082	4.390
	NISSAN LEAF 30kWh,NISSAN	1.940	2.408	2.870	2.581	2.264
	NISSAN e-NV200	175	299	512	648	1.224
OPEL	Ampera-e			171	478	577
PEUGEOT (F)	iOn	533	757	1.061	1.242	1.389
RENAULT (F)	ZOE	4.615	7.428	11.878	18.417	27.513
	FLUENCE Z.E.	290	300	300	288	124
Tesla (USA)	Model 3					8.609
	Model S	2.383	3.800	5.903	7.124	7.945
	Model X		372	1.432	2.021	2.535
	Roadster Sport,Roadster	132	128	124	122	119
VOLKSWAGEN-VW	GOLF	1.532	2.062	4.403	8.535	14.318
	UPÜ	1.749	2.155	2.981	3.702	3.916
	CRAFTER					94
	GOLF-CITYSTROMER	47	39	38	35	32
Summe (Modellbestand unter 20 Fahrzeugen)		92	82	81	95	79
Getypte Pkw mit reinem Elektroantrieb insgesamt		22.871	31.356	50.644	78.365	129.643

(Quelle: KBA/BAST,2020b, Typgruppenkatalog)

BAST-U2p-24/2020

Tabelle 20: Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 20 Fahrzeugen im Bestand) mit reinem Elektroantrieb nach Hersteller und Handelsname

¹³ Das Kraftfahrtbundesamt KBA erteilt für serienmäßig herzustellende Fahrzeuge Typgenehmigungen mit bundes- und europaweiter Geltung. Die Daten des Pkw-Typgruppenkatalogs verfügen über einen sehr guten Merkmalsumfang, betreffen aber nur die Menge der getypten Pkw.

Pkw mit Hybrid Antrieb (ohne Plug-In-Hybrid)		Bestand am 01.01. des Jahres				
		2016	2017	2018	2019	2020
AUDI	A6 ...	152	136	133	9.598	42.637
	A4 ...	0	0	2.650	8.804	24.781
	A5 ...	0	0	1.810	7.151	13.693
	Q8				1.889	5.950
	A7 Sportback			3	2.734	4.483
	Q7				981	4.123
	A8 ...	48	32	838	2.400	3.466
	SQ5					2.465
	Q5 ...	410	388	380	359	1.674
	SQ8					829
	S6 ...	0	0	0	0	751
	S4 ...	0	0	0	0	557
	S7 Sportback					524
BAYER.MOT.WERKE-BMW	520d	0	0	0	0	1.212
CITROEN (F)	C4 ...	1.036	1.213	1.271	1.226	1.167
Daimler (D)	C 200 ...	0	0	0	5.377	12.031
	GLC 200 ...	0	0	0	0	3.841
	AMG ... 53 4MATIC	0	0	0	1.094	3.297
	E 200 ...	0	0	0	0	2.515
	C 300 ...	2.415	2.092	1.690	1.489	1.780
	GLC 300 ...	0	0	0	0	1.696
	CLS 450 4MATIC			16	1.155	1.644
	GLE 450 ...	0	0	0	2	1.484
	E 350 ...	0	0	3	380	725
	S 450 ...	0	0	123	501	712
	S 400 ...	776	736	667	621	574
FORD (D)	Mondeo Hybrid	119	183	232	477	1.938
HONDA MOTOR (J)	Insight,INSIGHT	2.423	2.400	2.328	2.281	2.186
	CR-Z	2.295	2.247	2.184	2.134	2.033
	JAZZ Hybrid	2.115	2.109	2.084	2.044	1.989
	Civic 4dr Hybrid;CIVIC 4D	2.373	2.233	2.072	1.925	1.798
	CR-V					1.699
Hyundai Motor (CZ)	TUCSON,ix35					1.569
HYUNDAI MOTOR (ROK)	IONIQ		523	2.144	4.327	5.645
	Kona, Kauai					880
Jaguar Land Rover (GB)	Range Rover Evoque					2.960
KIA MOTOR (ROK)	NIRO,Niro		1.155	4.703	7.273	9.507
KIA Motors (SK)	SPORTAGE					1.060
MAZDA (J)	MAZDA3					6.588
	MAZDA CX-30					3.095
OPEL	Ampera	1.057	1.049	1.075	1.079	1.064
PEUGEOT (F)	508	1.511	1.512	1.531	1.460	1.385
	3008	1.137	1.057	1.079	1.055	1.013
	308	940	1.105	1.131	1.052	992
SUZUKI (J)	SWIFT			898	1.530	2.114
	IGNIS		14	134	291	904
TOYOTA EUROPE (B)	TOYOTA YARIS HYBRID	24.082	31.914	43.358	56.454	65.577
	TOYOTA AURIS	30.877	39.247	47.408	56.595	58.171
	TOYOTA PRIUS	28.958	30.529	31.403	32.492	32.668
	TOYOTA RAV4	11	5.617	12.542	18.674	26.983
	TOYOTA C-HR		598	8.266	17.093	24.516
	TOYOTA COROLLA					12.367
	LEXUS RX ...	4.400	4.608	4.918	5.229	5.369
	LEXUS CT200H	2.580	2.746	2.945	3.268	3.336
	LEXUS NX300H	781	1.099	1.398	2.180	2.650
	LEXUS IS300H	686	841	1.073	1.385	1.556
	LEXUS GS ...	1.149	1.226	1.329	1.393	1.389
	LEXUS UX250H					1.029
	LEXUS RX400H	785	767	742	718	689
	TOYOTA CAMRY					605
VOLVO (S)	XC60					2.865
	XC90					1.852
Summe (Modellbestand unter 500 Fahrzeugen)		4.358	4.743	5.385	5.501	9.656
Getypte Pkw mit Hybridantrieb insgesamt		117.474	144.119	191.946	273.671	440.308

(Quelle: KBA/BAST,2020b, Typgruppenkatalog)

BAST-U2p-24/2020

Tabelle 21: Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 500 Fahrzeugen im Bestand) mit Hybrid Antrieb nach Hersteller und Handelsname

Pkw mit Plug-In-Hybrid Antrieb		Bestand am 01.01. des Jahres				
		2016	2017	2018	2019	2020
AUDI	A3 40 e-tron,A3 Sportback	1.543	2.412	6.918	7.770	6.973
	Q5					915
	Q7 e-tron	42	523	804	798	646
	A8, A8 60 TFSI e					160
	A7 55 TFSI e					61
BAYER.MOT.WERKE-BMW	225xe Active Tourer + iPerformance	41	1.129	4.563	8.837	12.356
	530e iPerformance			945	2.364	5.904
	i3s, i3	2.138	3.288	4.459	5.009	4.837
	Countryman Cooper SE ALL4			449	1.843	3.992
	330e iPerformance	31	326	779	1.028	2.544
	i8	577	722	829	1.077	1.338
	X5 xDrive40e iPerformance	170	376	538	640	862
	745e + Le xDrive					669
	740e iPerformance		251	368	488	253
Daimler (D)	E 300 de				30	6.059
	GLC 350 e 4MATIC	20	287	2.187	3.029	2.674
	C 350 e	307	688	1.795	2.342	2.086
	C 300 de				4	1.943
	E 350 e		150	802	2.068	1.703
	GLE 500 e 4MATIC	97	249	397	417	374
	S 560 e			51	64	219
	S 500 e	151	162	111	84	71
		GLC 300 e 4MATIC				
Fisker (USA)	Karma	58	64	76	84	90
FORD (D)	C-MAX ENERGI	5	14	21	21	24
HYUNDAI MOTOR (ROK)	IONIQ			259	1.283	2.226
Jaguar Land Rover (GB)	Range Rover + Sport				112	573
KIA MOTOR (ROK)	NIRO			698	2.023	3.247
	Optima		29	228	385	827
London EV Company (GB)	TX					28
MITSUBISHI (J)	Mitsubishi Outlander	1.317	2.051	3.189	4.833	12.002
OPEL	Ampera	160	176	175	190	193
Opel Automobile	GRANDLAND X					89
PORSCHE	Cayenne S e-hybrid	302	434	513	843	1.952
	Panamera 4 E-Hybrid			525	1.212	1.918
	Panamera S E-Hybrid	256	234	306	563	679
	918 Spyder	88	86	88	81	79
TOYOTA EUROPE (B)	TOYOTA PRIUS PHV	748	736	1.068	1.513	1.880
VOLKSWAGEN-VW	PASSAT	318	1.142	2.970	4.704	5.595
	GOLF	1.501	2.152	3.575	5.004	4.965
	XL1	82	83	77	77	73
VOLVO (S)	XC60 T8 Twin Engine			322	968	1.925
	XC90	60	445	866	1.221	1.734
	V60 Plug in Hybrid	367	510	878	776	1.140
	V90 T8 Twin Engine			89	240	646
	S90			6	63	168
	S60 T8 Twin Engine					33
Summe (Modellbestand unter 20 Fahrzeugen)		2	2	2	1	72
Getypte Pkw mit Plug-In Hybridantrieb insgesamt		10.381	18.721	41.926	64.089	98.847

(Quelle: KBA/BASf,2020b, Typgruppenkatalog)

BASf-U2p-24/2020

Tabelle 22: Bestand an getypten Pkw (mit mehr als 20 Fahrzeugen im Bestand) mit Plug-In Hybrid Antrieb nach Hersteller und Handelsname

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

Tabelle 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 Angaben	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

Tabelle 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

Tabelle 25: Inländerfahrleistung von Bussen nach Antriebsart (BÄUMER et al., 2017)

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	16.755	Berlin, Stadt	1.702	Berlin, Stadt	13.611	Berlin, Stadt	1.442
Hamburg, Stadt	7.504	München, Stadt	1.345	Hamburg, Stadt	5.405	München, Stadt	1.024
München, Stadt	7.401	Hamburg, Stadt	1.248	München, Stadt	5.032	Hamburg, Stadt	851
Köln, Stadt	5.095	Stuttgart, Stadt	929	Köln, Stadt	4.084	Stuttgart, Stadt	644
Region Hannover	4.891	Region Hannover	860	Region Hannover	3.437	Ludwigsburg	623
Stuttgart, Stadt	4.197	Ludwigsburg	838	Rhein-Sieg-Kreis	2.926	Region Hannover	594
Esslingen	4.108	Esslingen	805	Esslingen	2.822	München, Landkreis	493
Ludwigsburg	4.028	München, Landkreis	644	Recklinghausen	2.652	Esslingen	481
Rhein-Sieg-Kreis	3.968	Rhein-Sieg-Kreis	643	Stuttgart, Stadt	2.624	Köln, Stadt	454
Mettmann	3.406	Böblingen	612	Mettmann	2.595	Rems-Murr-Kreis	426
Deutschland insgesamt	418.331		70.544		299.960		47.827

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

Tabelle 26: TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben (private Halter), 2020 (KBA/BAST, 2020)

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2020								
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	
Weimar, Stadt	Städtischer Kreis	501,7	1.552	1	Sternberg	Städtischer Kreis	55,1	416
Wolfsburg, Stadt	kreisfreie Großstadt	146,2	2.054	2	Stuttgart, Stadt	kreisfreie Großstadt	41,2	929
Ingolstadt, Stadt	kreisfreie Großstadt	92,1	928	3	Landsberg am Lech	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	40,8	298
Stuttgart, Stadt	kreisfreie Großstadt	88,2	2.712	4	Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	37,4	488
München, Stadt	kreisfreie Großstadt	76,9	5.695	5	München, Landkreis	Städtischer Kreis	37,2	644
Böblingen	Städtischer Kreis	75,1	1.930	6	Ebersberg	Städtischer Kreis	36,4	278
Rhön-Grabfeld	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	73,2	397	7	Nordfriesland	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	34,7	333
Sternberg	Städtischer Kreis	67,0	585	8	Freising	Städtischer Kreis	33,4	327
München, Landkreis	Städtischer Kreis	64,6	1.579	9	Rosenheim	Städtischer Kreis	32,8	504
Bielefeld, Stadt	kreisfreie Großstadt	61,0	1.051	10	Schweinfurt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	32,7	246

Tabelle 27: TOP10 Kreise für Bestände von Elektro-Pkw, 2020 (KBA/BAST, 2020)

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2020								
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, Stadt	kreisfreie Großstadt	603,6	6.085	1	Berlin, Stadt	kreisfreie Großstadt	129,1	13.611
München, Stadt	kreisfreie Großstadt	195,8	14.494	2	Suhl, Stadt	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	121,9	227
Schwabach, Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	188,8	495	3	Schwabach, Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	120,4	278
Stuttgart, Stadt	kreisfreie Großstadt	180,2	5.539	4	Erding	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	120,3	989
Berlin, Stadt	kreisfreie Großstadt	178,6	21.811	5	Dresden, Stadt	kreisfreie Großstadt	117,7	2.306
Böblingen	Städtischer Kreis	173,6	4.460	6	Stuttgart, Stadt	kreisfreie Großstadt	116,3	2.624
Main-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	173,5	3.339	7	Augsburg, Stadt	kreisfreie Großstadt	115,5	1.362
München, Landkreis	Städtischer Kreis	162,3	3.968	8	Leipzig, Stadt	kreisfreie Großstadt	114,1	2.309
Hamburg, Stadt	kreisfreie Großstadt	159,8	12.851	9	Darmstadt-Dieburg	Städtischer Kreis	113,8	1.966
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Großstadt	158,5	5.393	10	München, Landkreis	Städtischer Kreis	113,7	1.966

Tabelle 28: TOP10 Kreise für Bestände von Hybrid-Pkw, 2020 (KBA/BAST, 2020)

TOP10 Kreise für Pkw mit alternativen Antrieben, 2020								
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, Stadt	kreisfreie Großstadt	84,5	2.597	1	Starnberg	Städtischer Kreis	30,9	233
München, Stadt	kreisfreie Großstadt	75,5	5.588	2	Stuttgart, Stadt	kreisfreie Großstadt	28,5	644
München, Landkreis	Städtischer Kreis	73,5	1.796	3	München, Landkreis	Städtischer Kreis	28,5	493
Ingolstadt, Stadt	kreisfreie Großstadt	65,5	660	4	Hochtaunuskreis	Städtischer Kreis	28,5	372
Böblingen	Städtischer Kreis	60,4	1.551	5	Landshut, Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	21,4	71
Rhein-Neckar-Kreis	Städtischer Kreis	59,7	2.105	6	Ludwigsburg	Städtischer Kreis	20,6	623
Braunschweig, Stadt	kreisfreie Großstadt	54,3	775	7	Darmstadt-Dieburg	Städtischer Kreis	20,5	354
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Großstadt	46,8	1.591	8	Rheingau-Taunus-Kreis	Städtischer Kreis	20,3	232
Schweinfurt, Stadt	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	46,0	132	9	Ebersberg	Städtischer Kreis	20,2	154
Düsseldorf, Stadt	kreisfreie Großstadt	45,6	1.432	10	München, Stadt	kreisfreie Großstadt	20,0	1.024

Tabelle 29: TOP10 Kreise für Bestände von Plug-In-Hybrid-Pkw, 2020 (KBA/BAST, 2020)

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

2017

- M 271: **Evaluation der Kampagnenfortsetzung 2013/2014 „Runter vom Gas!“**
Klimmt, Geber, Maurer, Oschatz, Sülflow € 14,50
- M 272: **Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2015**
Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 15,00
- M 273: **Verkehrswahrnehmung und Gefahrenvermeidung – Grundlagen und Umsetzungsmöglichkeiten in der Fahranfängervorbereitung**
TÜV | DEKRA arge tp 21 € 22,00
- M 273b: **Traffic perception and hazard avoidance – Foundations and possibilities for implementation in novice driver preparation**
Bredow, Brünken, Dressler, Friedel, Genschow, Kaufmann, Malone, Mörl, Rüdell, Schubert, Sturzbecher, Teichert, Wagner, Weiß
Dieser Bericht ist die englische Fassung von M 273 und liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 274: **Fahrschulüberwachung in Deutschland – Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen**
Sturzbecher, Bredow
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 275: **Reform der Fahrlehrerausbildung**
Teil 1: **Weiterentwicklung der Fahrlehrerausbildung in Deutschland**
Teil 2: **Kompetenzorientierte Neugestaltung der Qualifizierung von Inhabern/verantwortlichen Leitern von Ausbildungsfahrschulen und Ausbildungsfahrlehrern**
Brünken, Leutner, Sturzbecher
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 276: **Zeitreihenmodelle mit meteorologischen Variablen zur Prognose von Unfallzahlen**
Martensen, Diependaele € 14,50

2018

- M 277: **Unfallgeschehen schwerer Güterkraftfahrzeuge**
Panwinkler € 18,50
- M 278: **Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit**
Schleh, Bierbach, Piasecki, Pöppel-Decker, Schönebeck
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 279: **Psychologische Aspekte des Einsatzes von Lang-Lkw – Zweite Erhebungsphase**
Glaser, Glaser, Schmid, Waschulewski
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 280: **Entwicklung der Fahr- und Verkehrskompetenz mit zunehmender Fahrerfahrung**
Jürgensohn, Böhm, Gardas, Stephani € 19,50

- M 281: **Rad-Schulwegpläne in Baden-Württemberg – Begleit-evaluation zu deren Erstellung mithilfe des WebGIS-Tools**
Neumann-Opitz € 16,50

- M 282: **Fahrverhaltensbeobachtung mit Senioren im Fahrsimulator der BASt Machbarkeitsstudie**
Schumacher, Schubert € 15,50

- M 283: **Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer**
Schubert, Gräcman, Bartmann € 18,50

- M 284: **Fahranfängerbefragung 2014: 17-jährige Teilnehmer und 18-jährige Nichtteilnehmer am Begleiteten Fahren – Ansatzpunkte zur Optimierung des Maßnahmenansatzes „Begleitetes Fahren ab 17“**
Funk, Schrauth € 15,50

- M 285: **Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr – Bedarfsanalysen im Kontext von Lebenslagen, Lebensstilen und verkehrssicherheitsrelevanten Erwartungen**
Holte € 20,50

- M 286: **Evaluation des Modellversuchs AM 15**
Teil 1: **Verkehrsbewährungsstudie**
Kühne, Dombrowski
Teil 2: **Befragungsstudie**
Funk, Schrauth, Roßnagel € 29,00

- M 287: **Konzept für eine regelmäßige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Pkw-Fahrern**
Kathmann, Scotti, Huemer, Mennecke, Vollrath
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

- M 288: **Anforderungen an die Evaluation der Kurse zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung gemäß § 70 FeV**
Klipp, Brieler, Frenzel, Kühne, Hundertmark, Kollbach, Labitzke, Uhle, Albrecht, Buchardt € 14,50

2019

- M 289: **Entwicklung und Überprüfung eines Instruments zur kontinuierlichen Erfassung des Verkehrsklimas**
Schade, Rößger, Schlag, Follmer, Eggs
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

- M 290: **Leistungen des Rettungsdienstes 2016/17 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2016 und 2017**
Schmiedel, Behrendt € 18,50

- M 291: **Versorgung psychischer Unfallfolgen**
Auerbach, Surges € 15,50

- M 292: **Einfluss gleichaltriger Bezugspersonen (Peers) auf das Mobilitäts- und Fahrverhalten junger Fahrerinnen und Fahrer**
Baumann, Geber, Klimmt, Czerwinski € 18,00

- M 293: **Fahranfänger – Weiterführende Maßnahmen nach dem Fahrerlaubniserwerb – Abschlussbericht**
Projektgruppe „Hochrisikophase Fahranfänger“ € 17,50

2020

- M 294: **Förderung eigenständiger Mobilität von Erwachsenen mit geistiger Behinderung**
Markowetz, Wolf, Schwaferts, Luginer, Mayer, Rosin, Buchberger
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

- M 295: **Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen in Pkw 2017**
Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Schulz € 14,50
- M 296: **Leichte Sprache in der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung**
Schrauth, Zielinski, Mederer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 297: **Häufigkeit von Ablenkung beim Autofahren**
Kreuzlein, Schleinitz, Krens € 17,50
- M 298: **Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit**
Obermeyer, Hirte, Korneli, Schade, Friebe € 18,00
- M 299: **Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanter Fußgängerverhaltens**
Schüller, Niestegge, Roßmerkel, Schade, Rößger, Rehberg, Maier € 24,50
- M 300: **Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer Erhebung 2019**
Kathmann, Johannsen, von Heel, Hermes, Vollrath, Huemer € 18,00
- M 301: **Motorräder – Mobilitätsstrukturen und Expositionsgrößen**
Bäumer, Hautzinger, Pfeiffer € 16,00
- M 302: **Zielgruppengerechte Ansprache in der Verkehrssicherheitskommunikation über Influencer in den sozialen Medien**
Duckwitz, Funk, Schliebs, Hermanns € 22,00
- M 303: **Kognitive Störungen und Verkehrssicherheit**
Surges
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 305: **Re-Evaluation des Alkoholverbots für Fahnranfängerinnen und Fahnranfänger**
Evers, Straßgütl € 15,50
- M 309: **Entwicklung und Evaluation effizienter Trainingsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer zur Förderung ihrer Fahrkompetenz**
Schoch, Julier, Kenntner-Mabiala, Kaussner € 16,00
- M 310: **Erfassung der subjektiven Wahrnehmung und Bewertung verkehrssicherheitsrelevanter Leistungsmerkmale und Verhaltensweisen älterer Autofahrer – Entwicklung und Prüfung eines Selbsttests**
Horn € 18,50
- M 311: **Safety Performance Indicators im Straßenverkehr – Überblick und Erfahrungen aus der internationalen Praxis**
Funk, Orłowski, Braun, Rucker € 20,50
- M 312: **Konzept für eine regelmäßige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Radfahrern und Fußgängern**
Funk, Roßnagel, Maier, Crvelin, Kurz, Mohamed, Ott, Stamer, Stößel, Tomaselli
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 313: **Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern**
Platho, Horn, Jänsch, Johannsen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 314: **SENIORWALK**
Holte € 19,00
- M 315: **Untersuchungen zur wissenschaftlichen Begleitung des reformierten Fahrlehrerrechts**
Bredow, Ewald, Thüs, Malone, Brünken
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 316: **VERKEHRSKLIMA 2020**
Holte € 16,50
- M 317: **Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit**
Pöppel-Decker, Bierbach, Piasecki, Schönebeck
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- AKTUALISIERTE NEUAUFLAGE VON:**
M 115: **Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrerngung – gültig ab 31.12.2019**
Gräcmann, Albrecht € 17,50

2021

- M 304: **Zum Unfallgeschehen von Motorrädern**
Pöppel-Decker
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 306: **Stand der Wissenschaft: Kinder im Straßenverkehr**
Schmidt, Funk, Duderstadt, Schreiter, Sinner, Bahlmann
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 307: **Evaluation des Zielgruppenprogramms „Aktion junge Fahrer“ (DVW) – Phase II**
Funk, Rosnagel, Bender, Barth, Bochert, Detert, Erhardt, Hellwagner, Hummel, Karg, Kondrasch, Schubert, Zens
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 308: **Evaluation der Zielgruppenprogramme „Kind und Verkehr“ (DVR, DVW) und „Kinder im Straßenverkehr“ (DVW) – Phase II**
Funk, Bender, Rosnagel, Barth, Bochert, Detert, Erhardt, Hellwagner, Hummel, Karg, Kondrasch, Schubert, Zens
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 Webseite finden und bestellen.
- www.schuenemann-verlag.de
- Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.