

## Scale-up E-Drive Factsheet „Transformationsstrategien der Automobilhersteller“

Februar 2024

Im Auftrag des  
Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Autoren:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. – Institut für Fahrzeugkonzepte  
Samuel Hasselwander, Benjamin Frieske, Hagen Spielmann

## Hintergrund

Der Transformations-Hub „Scale-up E-Drive“ unterstützt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen der Automobilwirtschaft in Deutschland bei der Transformation hin zu elektrifizierten Antriebssträngen, indem relevante Trends und Entwicklungen zu Branchen-, Markt-, Technologie-, Produkt- und Produktionswissen aufbereitet, in den internationalen Kontext eingeordnet und in Form von Transformations-Factsheets und -Dashboards bereitgestellt werden.

Diese Informationen bereiten die wesentlichen Entwicklungen im Zuge der Transformation des Antriebsstrangs zielgruppengerecht in kompakter Form auf und dienen der Unterstützung von strategischen Entscheidungsprozessen in den Unternehmen. Übergeordnetes Ziel ist die Erhaltung von Innovations- und technologischer Wettbewerbsfähigkeit, um Wertschöpfung und Beschäftigung auch bei den neuen Produkten und Technologien des Antriebsstrangs in Deutschland zu sichern.

Der Hub fokussiert sich auf folgende Komponenten im Antriebsstrang: E-Motor, Leistungselektronik, Getriebe, Energie- und Thermomanagement sowie die Integration von Batterien und Brennstoffzellen. Dabei stehen unterschiedliche Fahrzeugtypen im Zentrum der Betrachtung.

Entwicklungen und Trends mit Fokus auf die in Abbildung 1 dargestellten Themenschwerpunkte werden kontinuierlich im Laufe des Projekts in Form von Transformations-Factsheets und -Dashboards aufbereitet:



Abbildung 1: Themenschwerpunkte der Transformations-Factsheets und Dashboards (Quelle: DLR, 2024)

Das vorliegende Dashboard fokussiert, wie in Abbildung 2 dargestellt, auf den Bereich „Herstellerstrategien“ und stellt relevante Kennzahlen und Entwicklungen hinsichtlich der Transformationsstrategien unterschiedlicher OEMs im Hinblick auf die Elektrifizierung ihrer Modellpalette dar.

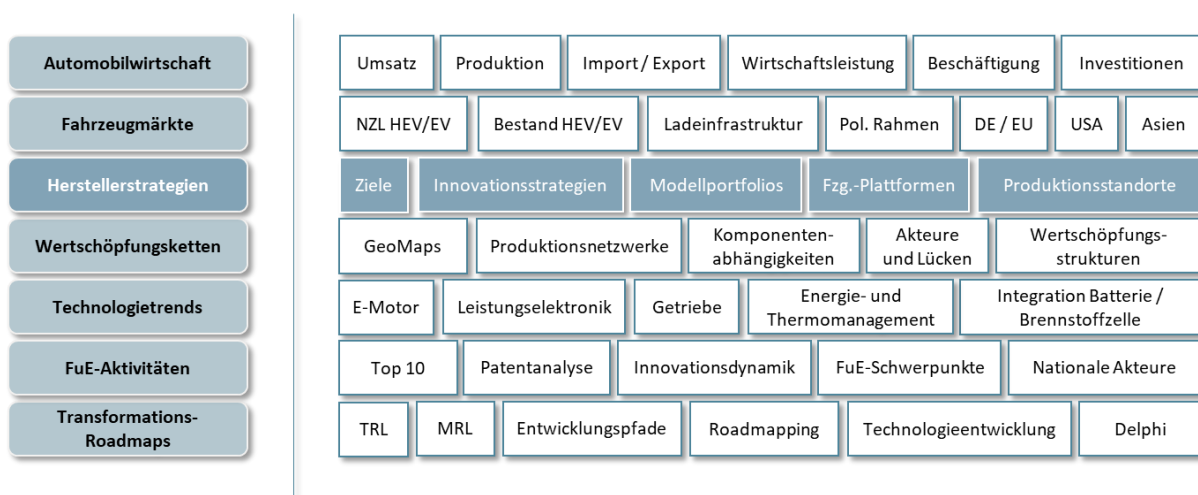


Abbildung 2: Fokusthemen der Dashboard-Publikationsreihe (Quelle: DLR, 2024)

### Anspruchsvolle neue EU-Vorschriften

- EU-Klimaschutzpaket: Fit For 55
- Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft
- Verordnung über Batterien und Altbatterien
- CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystem
- Richtlinie für Altfahrzeuge

### Neue Fahrzeugeigenschaften chinesischer Automobilhersteller

- In-car Entertainment (Li Auto) X-in-1 (Dongfeng)
- Batteriewechsel (NIO) HarmonyOS (Huawei)
- Fliegendes Auto (Xpeng) Karaoke (Weltmeister)
- Smart Cockpit (BYD) Robo Cars (JiYue)
- Tank Turn (YangWang/BYD)

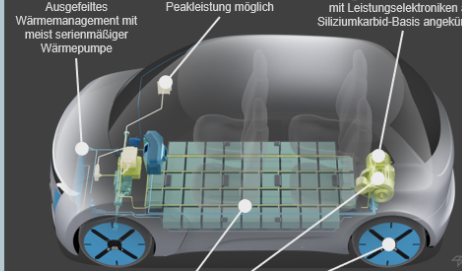
### F&E-Investitionen deutscher OEM und Zulieferer bis 2027

250 Mrd. €

SCALE-UP  
E-DRIVE

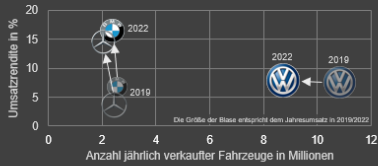
### Aktuelle und zukünftige Plattformen batterieelektrischer Fahrzeugmodelle

Ladeleistungen mit 400 V Bordnetz aktuell bei 125-250 kW. Bei 800 V bereits 320 kW Peakleistung möglich. Aktuell meist Si-IGBT-Halbleiter. Zukünftige Plattformen überwiegen mit Leistungselektroniken auf Siliziumkarbid-Basis angekündigt.

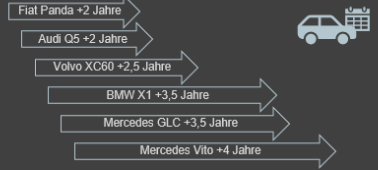


Marke	Plattform	Systemspannung	Motor	Antriebsachse	Anzahl im Jahr 2023 produzierte Fahrzeuge
Tesla	GEN III PF	400 V	PSM	Heck, Allrad	ab 2023
VW Group	MEB	400 V	PSM	Heck, Allrad	ab 2024
Hyundai-Kia	E-GMP	800 V	PSM	Front, Allrad	ab 2024
Toyota	E-TNGA	355 V	SSM	Front, Allrad	ab 2025
Mercedes	EVA2	400 V	PSM	Heck, Allrad	ab 2025
Renault	CMF-EV	400 V	SSM	Front, Allrad	ab 2025
Tesla	Model S PF	400 V	PSM	Heck, Allrad	ab 2025
GM	BEV3	400 V	PSM	Front, Heck, Allrad	ab 2025
VW Group	J1	800 V	PSM	Heck, Allrad	ab 2025
Stellantis	STLA (M)	400 V	PSM	Front, Allrad	ab 2025
Stellantis	STLA (L)	400/800 V	PSM	Heck, Allrad	ab 2025
VW Group	PPE	800 V	PSM	Heck, Allrad	ab 2025
Ford	GE2	k.A.	k.A.	Heck, Allrad	ab 2025
Mercedes	MMA	800 V	PSM	k.A.	ab 2025
BMW Group	Neue Klasse	800 V	SSM	Heck, Allrad	ab 2025

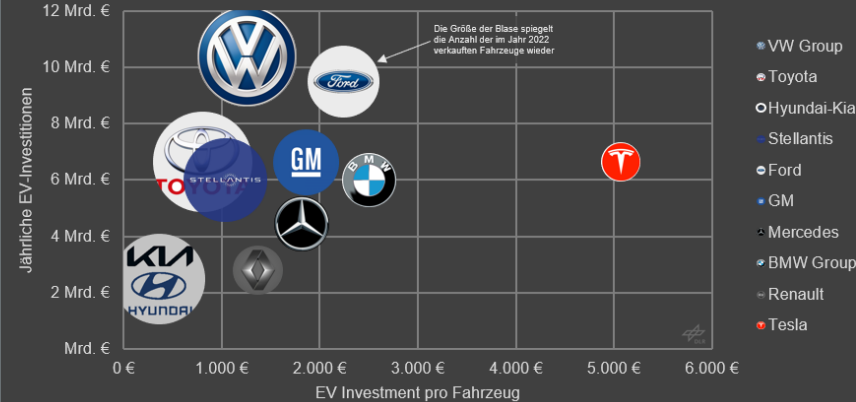
### Fokus deutscher Hersteller auf Marge statt auf Volumen | 2019 vs. 2022



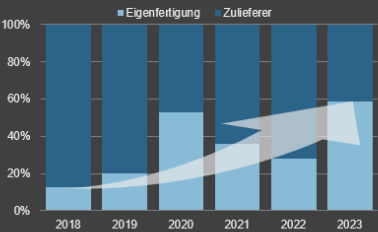
### Verlängerung von Produktionszyklen konventioneller Fahrzeugmodelle



### Jährlich geplante F&E Investitionen im Bereich elektrifizierter Fahrzeuge

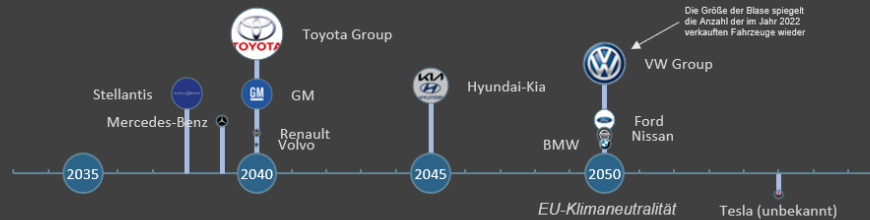


### Vermehrte Eigenfertigung bei E-Motoren europäischer Fahrzeugmodelle



### CO<sub>2</sub>-Neutralitätsziele der Fahrzeughersteller

Bilanziell CO<sub>2</sub>-neutral über alle Wertschöpfungsstufen inkl. Lieferketten und Lebenszyklus



### Erwartungen/Ziele der Fahrzeughersteller hinsichtlich alternativer Antriebsstränge

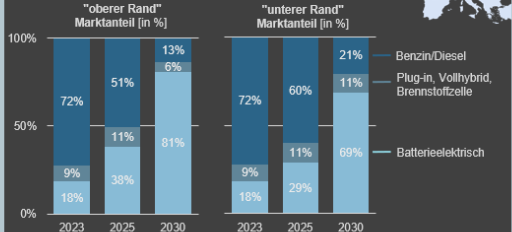


Abbildung 3: Transformations-Dashboard "Herstellerstrategien" (Quelle: DLR, 2024)

## Einleitung und Übersicht

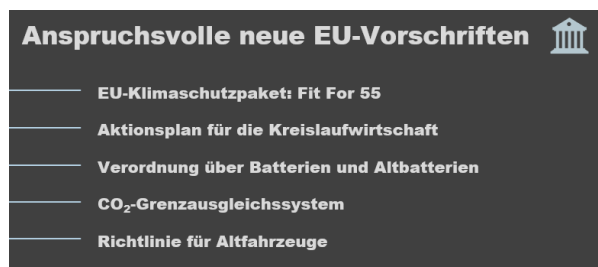


Abbildung 4: Fahrzeugmarkt wird durch EU-Vorschriften beeinflusst (Quelle: DLR, 2024)

Batterieverordnung (Europäisches Parlament, 2023) und die Richtlinie für Altfahrzeuge (Europäische Kommission, 2023) vermehrt auf den gesamten Lebenszyklus ihrer Produkte gelegt. Die Einführung des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystems (engl. Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) am 1. Oktober 2023 hat zur Folge, dass für emissionsintensive Waren, die in das Zollgebiet der Europäischen Union eingeführt werden, derselbe Kohlenstoffpreis erhoben wird, als wären die Waren im Bereich des Europäischen Emissionshandelssystems hergestellt worden. Diese Maßnahme wird unter anderem die Importpreise von Werkstoffen wie Eisen, Stahl, Aluminium und Wasserstoff erheblich beeinflussen und erfordert eine entsprechende Berücksichtigung seitens der Fahrzeughersteller (Umwelt Bundesamt, 2023). Letztere müssen sich somit intensiver mit den Vorkettenemissionen sowie den Fahrzeugemissionen während und am Ende des Produktlebenszyklus befassen.

Um die immer strenger werdenden Flottengrenzwerte erreichen zu können, investieren die deutschen Automobilhersteller (Original Equipment Manufacturer, OEM) und Zulieferer verstärkt in die Elektrifizierung des Produktportfolios und die Forschung und Entwicklung (F&E) zu elektrifizierten Antriebssträngen. Weltweit werden dafür bis 2027 über 250 Mrd. EUR eingeplant (VDA, 2023). Dies hat eine Transformation der Herstellerstrategien weg vom konventionellen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor hin zu batterieelektrischen Antrieben zu Folge. Seit 2019 hat sich das Angebot von batterieelektrischen Fahrzeugmodellen in Deutschland daher fast verfünffacht, während die Anzahl an Benzinmodellen um 26 % und die der Dieselmotore gar um 46 % zurückgegangen sind (e-mobil BW GmbH, 2023).

Um die Klimaziele zu erreichen hat die europäische Kommission eine Vielzahl anspruchsvoller Ziele und Vorschriften entwickelt. Neben der Verschärfung der CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (Lnf), die aus dem EU-Klimaschutzpaket Fit-for-55 hervorgegangen ist (Europäischer Rat, 2023), wird der Fokus der Fahrzeughersteller und Zulieferer ebenfalls durch den Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft (Europäische Kommission, 2020), die

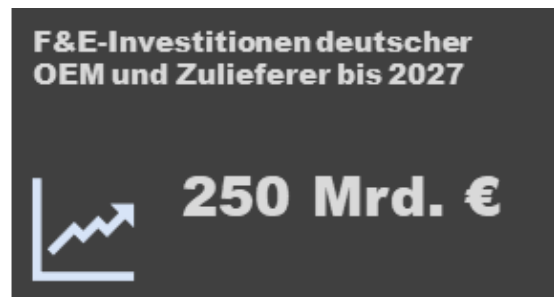


Abbildung 5: Weltweite geplante F&E Investitionen deutscher Hersteller und Zulieferer (Quelle: VDA, 2023)

### Transformation durch Investitionen in elektrifizierte Fahrzeug- und Batterietechnologien

Abbildung 6 zeigt die bis 2030 jährlich geplanten F&E-Investitionen der ausgewählter Fahrzeughersteller und stellt diese in Relation zu den im Jahr 2022 verkauften Fahrzeugen. Die VW Group mit ihren Submarken Volkswagen, Audi, Skoda, Seat, Porsche und weiteren plant laut ihrem Fünfjahresplan bis 2027 60 Milliarden EUR in die Elektrifizierung und Digitalisierung zu investieren (Elliot Smith, 2023). Davon sollen allein 18 Milliarden EUR in die Audi-Sparte investiert werden, die ab 2033 keine verbrennungsmotorischen Fahrzeuge mehr anbieten wird. Die VW Group investiert über ihre Tochtergesellschaft PowerCo ebenfalls in die Herstellung eigener Batterien mit besonderem Fokus auf die sogenannte „Einheitszelle“, welche in Zukunft in bis zu 80 % der batterieelektrischen Fahrzeugmodelle der Gruppe verwendet werden soll (Sebastian Wolf, 2024). Dabei sollen bis Ende 2030 sechs Batteriefabriken im Gigawattstunden-Maßstab in Europa entstehen, für die mindestens 20 Milliarden EUR investiert werden (Reuters, 2022a). Auf diese Weise will der Konzern bis zum Ende des Jahrzehnts 70 vollelektrische Modelle auf den Markt bringen und rechnet damit, dass im Jahr 2030 mindestens 80 % aller in Europa ausgelieferten Fahrzeuge vollelektrisch sein werden (Lennard Wermke, 2023). Dafür setzt VW neben dem bereits in Serie befindlichen modularen E-Antriebs-Baukasten (MEB) für das Volumensegment auf die Premium Plattform Electric (PPE), die 2024 mit dem Porsche Macan debütiert.



Abbildung 6: Jährlich geplante F&E Investitionen der Top 10 Fahrzeughersteller im Bereich elektrifizierter Fahrzeug- und Batterietechnologien auf Basis der Geschäftsberichte und (Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von (Reuters, 2022a))

BMW plant bis 2030 die Hälfte des weltweiten Absatzes mit vollelektrischen Fahrzeugen zu realisieren und investiert daher bis 2025 bis zu 30 Milliarden EUR in die Elektrifizierung sowie das autonome Fahren (BMW Blog, 2020). Ab 2025 soll das Rollout der nächsten BEV-Plattform „Neue Klasse“ erfolgen, für die BMW ebenfalls eine neue Generation an großen zylindrischen Batteriezellen verwenden wird. Die Zellen sollen ein vergleichbares Format wie die 4680-Zellen von Tesla haben, wobei sie denselben Durchmesser von 46 cm aufweisen, jedoch in unterschiedlichen Höhen ausgeführt werden. Sie werden vom chinesischen Zulieferer EVE Energy produziert, der dafür neben der neuen Produktionsanlage von BMW im ungarischen Debrecen eine erste Batteriefabrik errichten will (Reuters, 2022b). Neben dem Produktionsauftrag an EVE Energy wird BMW ebenfalls Batteriezellen vom größten chinesischen Hersteller von Lithium-Ionen-Batterien CATL beziehen. In Summe hat BMW damit Aufträge im Wert von mehr als 10 Milliarden EUR an die Batteriehersteller vergeben (cnevpost, 2022). Ab 2027 soll das BMW-Werk in München ausschließlich vollelektrische Modelle der neuen Klasse fertigen. Dafür erfolgen Investitionen von über 650 Millionen EUR, um die Produktionsanlagen auf die Fahrzeuge der neuen Antriebsarchitektur vorzubereiten (BMW Group, 2024).

Mercedes-Benz plant bis 2030 über 40 Milliarden EUR in die Entwicklung batterieelektrischer Fahrzeuge zu investieren, um das Portfolio an elektrifizierten Fahrzeugmodellen zu erweitern. Parallel werden die Investitionen in Verbrennungsmotoren und Plug-In-Hybride bis 2026 um 80 % zurückgefahren. Ziel der „Electric only“-Strategie ist es, die Marke darauf vorzubereiten im Jahr 2030 vollelektrisch zu werden – zumindest „überall dort, wo es die Marktbedingungen zulassen“ (Mercedes-Benz, 2021).

Basierend auf den Angaben der OEM bezüglich der erwarteten Marktanteile alternativer Antriebstechnologien in zukünftigen Fahrzeugverkäufen zeigt sich für Europa im progressiven Fall („oberer Rand“) ein Anteil von über 80 % batterieelektrischer Fahrzeuge, siehe Abbildung 7. Neben Mercedes-Benz planen ebenfalls Ford, Opel, Renault, Peugeot und Volvo ausschließlich mit 100 % batterieelektrischen

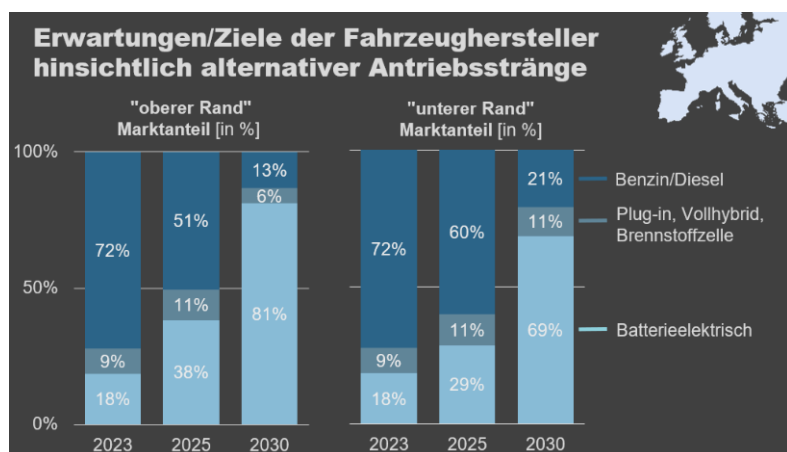


Abbildung 7: Erwartungen und Ziele internationaler OEMs bezüglich dem Hochlauf alternativer Antriebstechnologien in Europa (Quelle: DLR, 2024)

Fahrzeugauslieferungen in Europa im Jahr 2030 (electrive, 2021, 2022; heise, 2021; The Guardian, 2024; Volvo Cars, 2021).

### CO<sub>2</sub>-Neutralitätsziele der Fahrzeughersteller

Die hohen Ziele hinsichtlich des Anteils batterieelektrischer Fahrzeuge an den produzierten Fahrzeugen gehen einher mit ehrgeizigen CO<sub>2</sub>-Neutralitätszielen vieler Fahrzeughersteller. Diese resultieren auch aus den in Abbildung 4 dargestellten Vorgaben und Verordnungen der Europäischen Union, die sich mit dem European Green Deal zum Ziel gesetzt hat im Jahr 2050 der erste klimaneutrale Kontinent zu werden (European Commission, 2024). Die Hersteller werden daher dazu gezwungen ihren Fokus anstatt wie aktuell nur auf die für die Zulassung relevanten Betriebsemissionen auch auf den gesamten Lebenszyklus der in der EU hergestellten Produkte und Fahrzeuge zu richten. Diese werden dem Treibhausgasprotokoll (engl. Greenhouse Gas Protocol, GHG Protocol) nach in drei verschiedene Bereiche, den sogenannten Scopes eingeteilt. Scope 1 beschreibt die direkten Emissionen der Fahrzeughersteller, Scope 2 die außerhalb des Unternehmens erzeugten Emissionen, z. B. für Strom, Wärme, etc., und Scope 3 die sonstigen indirekten Emissionen – also Emissionen aus Geschäftsreisen oder Pendelaktivitäten der Mitarbeitenden, Vorkettenemissionen der verbauten Komponenten sowie Emissionen der Nutzung und des End-of-Life der Fahrzeuge. Bei verbrennungsmotorischen Fahrzeugen entammt der Großteil der Lebenszyklusemissionen dem Betrieb der Fahrzeuge mit fossilen Kraftstoffen. Daher resultieren bei klassischen OEM teilweise über zwei Drittel der Emissionen aus der Nutzungsphase (S&P Global Mobility, 2024b).

Aus diesem Grund wollen die Hersteller durch die Elektrifizierung des Modellportfolios die gesamtheitliche CO<sub>2</sub>-Bilanz ihrer Unternehmen zu reduzieren. BEVs haben zwar durch die Batterieherstellung höhere Emissionen in der Vorkette, in Summe reduzieren sie jedoch die CO<sub>2</sub>-Bilanz vor allem über die Nutzungsphase durch die höhere Effizienz des Antriebsstrangs und die Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energien, selbst bei derzeitigem Strommix. Während sich die Ziele der VW Group, Ford und BMW nicht von den CO<sub>2</sub>-Neutralitätszielen der EU unterscheiden (vgl. Abbildung 7), so plant Mercedes-Benz beispielsweise bereits ab 2039 nur noch netto-klimaneutrale Fahrzeuge zu produzieren und bereits bis 2030 sollen die Lebenszyklus-CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Pkw in der Neufahrzeugflotte um 50 % reduziert werden. Im Jahr 2039 muss daher auch die gesamte Lieferkette der Fahrzeuge klimaneutral sein. Aus diesem Grund fokussiert Mercedes-Benz mittlerweile nur noch auf Lieferanten, die „schriftlich bestätigt haben, uns ab spätestens 2039 mit bilanziell CO<sub>2</sub>-neutralen Produkten zu beliefern – und damit unserer Klimazielsetzung zu folgen“ (Mercedes-Benz Group, 2024). Ähnliche Statements kommen auch von Porsche. Der Sportwagenhersteller, der in Zuffenhausen und Leipzig aktuell durch den Einsatz regenerativer Energien und die Nutzung von Biogas bereits CO<sub>2</sub>-neutral produziert, plant schon ab 2030 über die ganze Wertschöpfungskette bilanziell CO<sub>2</sub>-Neutral zu sein (Porsche, 2021a). Durch die dafür notwendige zunehmende Elektrifizierung der Produktpalette steigt der Anteil der Treibhausgasemissionen der Lieferkette von aktuell etwa 20 % auf rund 40 % im Jahr 2030. Daher werden die 1.300 Serienlieferanten bereits seit 2021 dazu verpflichtet ausschließlich erneuerbare Energien zur Fertigung von Porsche-Bauteilen einzusetzen (Porsche, 2021b).

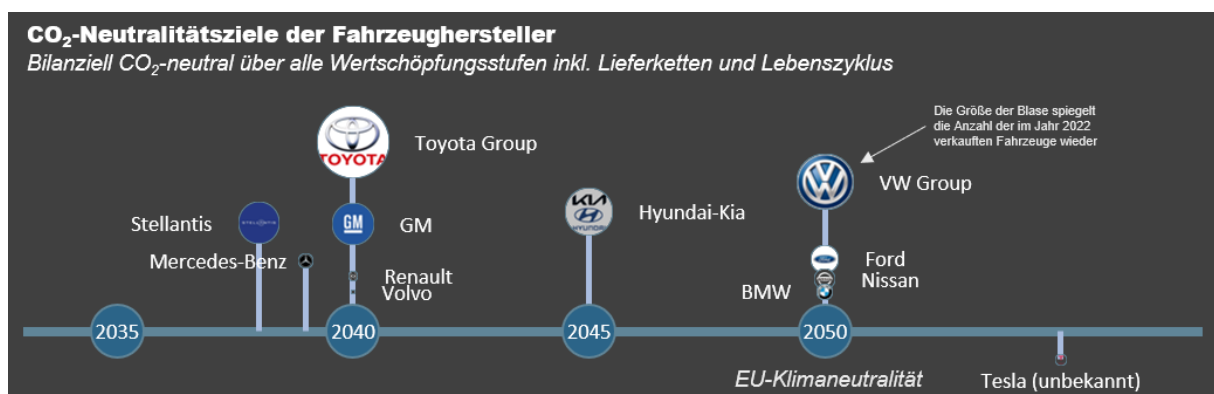


Abbildung 8: CO<sub>2</sub>-Neutralitätsziele der Fahrzeughersteller (Quelle: DLR, 2024)

## Entwicklung dedizierter Plattformen für batterieelektrische Fahrzeugmodelle

Mit dem Fokus der Hersteller auf die Transformation hin zu batterieelektrischen Fahrzeugen begann die Entwicklung dedizierter Modellplattformen für entsprechende Fahrzeuge. Durch die reine Ausrichtung auf einen batterieelektrischen Antriebsstrang lässt sich der verfügbare Bauraum für die Batterie flexibel definieren und somit optimal ausnutzen, um eine maximale Fahrzeugreichweite den Kundenwünschen entsprechend zu erzielen. Dadurch ergeben sich ebenfalls Vorteile wie eine ausgewogene Gewichtsverteilung mit tiefem Schwerpunkt, kürzere Überhänge, verbesserte Platzverhältnisse im Fahrgastraum sowie je nach Antriebskonzept teilweise ebenfalls auch zusätzlicher Stauraum unter der Motorhaube.

Rein elektrische Fahrzeugplattformen sind in der Regel sogenannte Skateboard-Architekturen, bei denen die Batterie im gesamten Fahrzeugboden zwischen Vorder- und Hinterachse verbaut ist. Je nach Verschaltung der Batteriezellen innerhalb der Traktionsbatterie ergibt sich im Pkw-Bereich üblicherweise eine maximale Spannungslage von 400 V oder 800 V. Aktuell sind 400 V Systeme am weitesten verbreitet (siehe Abbildung 9: Tesla, VW, Mercedes, Renault, Stellantis). Nur vereinzelte Hersteller wie Hyundai oder Porsche setzen bereits heute auf eine Fahrzeugarchitektur mit 800 V Systemspannung. Der Grund dafür liegt in Performance-Vorteilen, die sich bei 800 V Systemen vor allem beim Schnellladen ergeben, da eine Verdopplung der Systemspannung bei gleicher Stromstärke eine Verdopplung der Systemleistung entspricht. Ebenfalls werden die ohmschen Verluste reduziert und der Einsatz dünnerer Leitungen ermöglicht (Kampker et al., 2022). Die Komponentenauswahl im 800 V-Bereich ist aktuell allerdings noch eingeschränkt und teuer. Volumenhersteller wie Tesla oder Stellantis setzen daher weiterhin auf den 400 V-Standard. Viele der angekündigten neuen BEV-only Plattformen wie die Premium Platform Electric (PPE) von VW, die MMA Plattform von Mercedes-Benz oder die „Neue Klasse“ von BMW sollen allerdings mit der leistungsstärkeren 800 V-Systemarchitektur debütieren. Der chinesische Hersteller BYD hat mit dem Modell Dolphin auch ein Fahrzeug im Kompaktsegment in den Markt eingeführt, das mit 800 V Systemspannung betrieben wird. Weitere chinesische Hersteller wie Xpeng und Geely setzen ebenfalls auf den 800 V-Standard (Mario Hommen, 2023).

Abgesehen von den Spannungsniveaus weisen die Plattformen Unterschiede bei der Anzahl angetriebener Achsen und den verwendeten E-Motoren auf. Die meisten Modelle sind für den Heckantrieb konzipiert, wobei durch die zusätzliche Integration eines E-Motors in der Front auch Allradantrieb möglich ist. Als Traktionsmotoren werden überwiegend permanenterregte Synchronmaschinen verbaut (e-mobil BW, 2023). Lediglich BMW, Renault und Toyota arbeiten aktuell mit stromerregten Synchronmaschinen, die ohne den Einsatz seltener Erden auskommen. Für die Leistungselektronik der Traktionsmotoren werden momentan noch überwiegend Silizium-basierte Halbleiter verwendet, während für immer mehr zukünftige Plattformen wie PPE

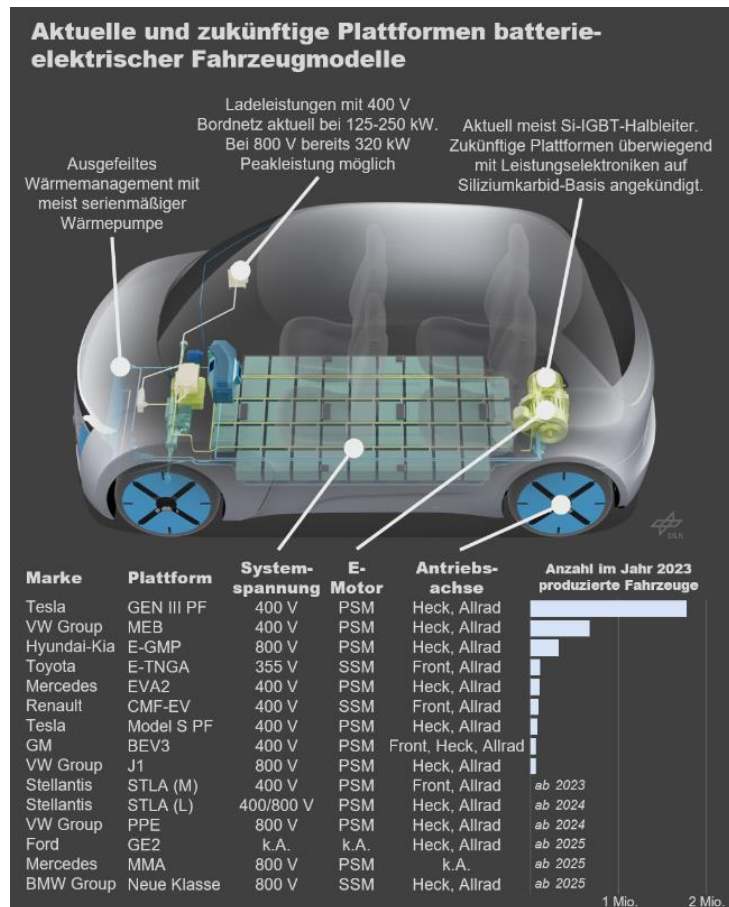


Abbildung 9: Technische Merkmale ausgewählter Plattformen für batterieelektrische Fahrzeugmodelle (Quelle: DLR, 2024). Anzahl produzierter Fahrzeuge auf Basis von (Marklines, 2024a)

oder MMA Leistungselektroniken auf Siliziumkarbid-Basis angekündigt sind. Letztere sind zwar teurer, allerdings durch die reduzierten Durchlassverluste und kürzere Schaltzeiten auch deutlich effizienter und ermöglichen somit größere Fahrzeugreichweiten bei gleicher Batteriegröße (Aly Mashaly, 2020). Aufgrund des ohnehin schon sehr effizienten Antriebs und der durch die Energiedichte der Traktionsbatterie begrenzten Reichweite liegt ein verstärkter Fokus auf den Nebenverbrauchern sowie dem Wärmemanagement des Fahrzeuges.

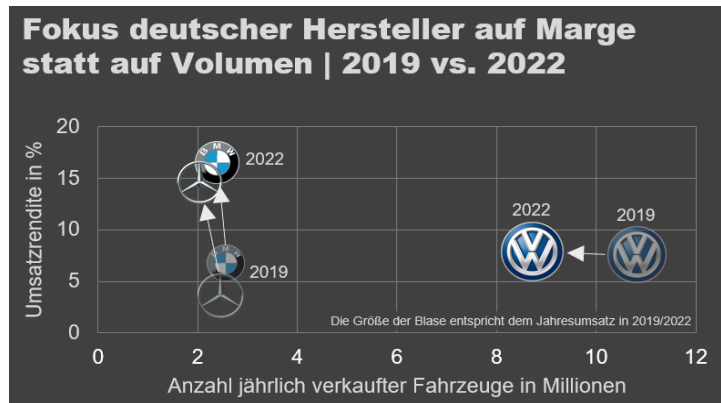


Abbildung 10: Fokus deutscher Hersteller auf Marge statt auf Volumen (Quelle: DLR, 2024)

Da bei einem batterieelektrischen Fahrzeug die Abwärme eines Verbrennungsmotors entfällt, erfolgt die Heizung des Innenraumes aus der Energie der Batterie, so dass sich die Fahrzeugreichweite bei kalten Außentemperaturen teils drastisch reduziert. Daher werden vermehrt Wärmepumpen eingesetzt und teilweise komplexe Wärmemanagementsysteme entwickelt, die die Abwärme von Leistungselektronik, E-Maschine und Batterie nutzen, um den Fahrzeuginnenraum so effizient wie möglich zu beheizen. Zusätzlich werden Flächenheizungen für Sitze, Lenkrad und Armlehnen eingesetzt, um den Sitzkomfort auch bei niedrigeren Temperaturen im Fahrzeuginnenraum effizient zu steigern.

### Erhöhung der Wertschöpfungstiefe bei Automobilherstellern

Während BMW und VW die Traktionsmotoren für ihre reinen batterieelektrischen Fahrzeuge seit 2014 beinahe vollständig selbst herstellen, kommen die Komponenten der elektrischen Antriebsstränge anderer europäischer OEM bislang meist von großen Tier 1-Zulieferern wie Continental, Nidec, Valeo, Vitesco oder ZF. Mit dem Joint Venture „Nidec PSA emotors“ und der Aussage von Mercedes-Benz „den kompletten Antrieb für die neuen Elektro-Architekturen MMA und MB.EA ab 2024 komplett selbst [zu] bauen“ zeichnet sich allerdings ein Trend in Richtung einer zukünftig stärkeren vertikalen Integration der E-Motoren-Produktion ab (Michael Gerster, 2022; Stellantis, 2022). Dies zeigt sich ebenfalls in dem in Abbildung 11 dargestellten Verhältnis von Fahrzeugmodellen mit E-Motoren aus Eigenfertigung zu Fahrzeugmodellen mit E-Motoren von Zulieferern (Marklines, 2024b). Parallel zur verstärkten vertikalen Integration erfolgt zusätzlich ein Wandel weg von eher hierarchischen Lieferbeziehungen hin zu globalen Wertschöpfungsnetzwerken „local-for-local“ in den drei Weltregionen EU, USA und China (e-mobil BW, 2022).

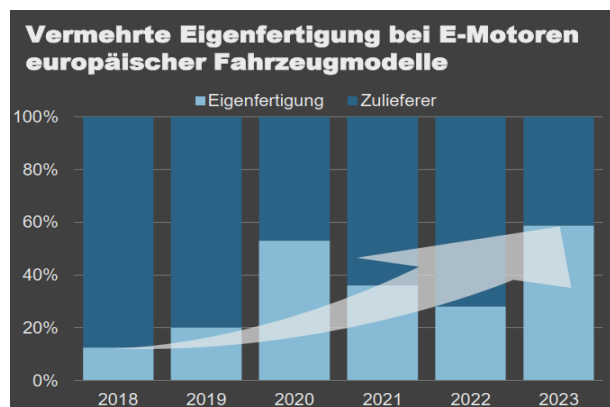


Abbildung 11: Trend hinsichtlich Eigenfertigung von Komponenten mit hoher Wertschöpfungstiefe erkennbar (Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von (Marklines, 2024b))

### Finanzierung der Transformation

Um die Transformation zu finanzieren fokussieren vor allem die deutschen Hersteller auf die Produktion von Fahrzeugen mit höherer Marge. Konkret bedeutet dies, dass obwohl BMW im Jahr 2022 7 % weniger Fahrzeuge verkauft hat als im Jahr 2019 der Umsatz um fast 37 % und die Umsatzrendite von 6,8 % im Jahr 2019 auf 16,5 % im Jahr 2022 gestiegen ist (BMW, 2022). Dies lässt sich, wie in Abbildung 10 dargestellt, ebenfalls bei Mercedes-Benz und der VW Group beobachten (Mercedes-Benz, 2022; Volkswagen AG, 2022). Bei letzterer stieg im Vergleichszeitraum zwar die Rendite nicht im gleichen Maße an, allerdings konnte VW trotz der 2 Millionen weniger verkauften Fahrzeuge (-19,5 %) den Umsatz im gleichen Zeitraum um über 10 % steigern. Tesla befindet sich zum Vergleich hingegen seit der Gründung in einer Wachstumsphase, was sowohl die Anzahl abgesetzter



Fahrzeuge als auch den Umsatz angeht. Seit das Unternehmen im Jahr 2020 das erste Mal schwarze Zahlen geschrieben hat, ist auch die Umsatzrendite stetig gestiegen und liegt mit mittlerweile 16,8 % im Bereich der großen deutschen Premiumhersteller (Tesla, Inc., 2022). Im Gegensatz zu den traditionellen Herstellern hat Tesla dabei einen entscheidenden Vorteil: Der Gewinn resultiert schon jetzt aus Verkaufsmargen ausschließlich batterieelektrischer Fahrzeuge. Die Transformation zu einem rein elektrischen Fahrzeughersteller, die traditionelle Unternehmen gerade erst beginnen zu vollziehen, wird dagegen bisher vorwiegend durch Gewinne finanziert, die noch durch den Verkauf konventioneller Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor erwirtschaftet werden.

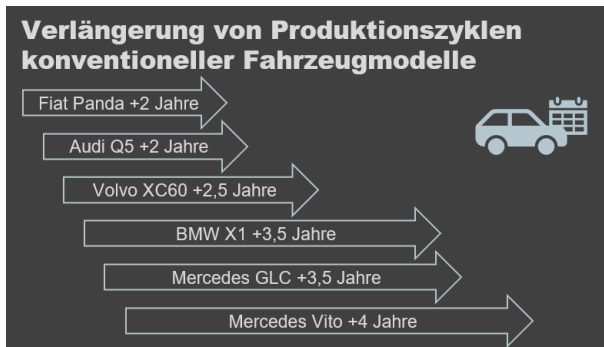


Abbildung 12: Verlängerung margenstarker konventioneller Fahrzeugmodelle (Quelle: S&P Global Mobility, 2024a)

Um die in Abbildung 6 dargestellten umfangreichen Investitionen weiterhin tätigen zu können verlängern viele OEM derzeit die Produktionszyklen wichtiger konventioneller Modelle, um mit diesen weiterhin Gewinne erzielen und Investitionen in neue Technologien finanzieren zu können. So plant BMW beispielsweise, wie in Abbildung 12 dargestellt, die erfolgreiche X-Serie um bis zu 3,5 Jahre zu verlängern und Mercedes-Benz aber auch Renault planen ihre konventionellen Van-Baureihen länger laufen zu lassen als bislang geplant (S&P Global Mobility, 2024a). Die Hersteller versuchen also trotz

ambitionierter BEV- und CO<sub>2</sub>-Neutralitätsziele Spielraum für „technische Flexibilität“ in Bezug auf die Produktion von (teilelektrifizierten) verbrennungsmotorischen Fahrzeugen zu behalten (James Attwood, 2023).

### Wachsende Bedeutung von chinesischem Absatzmarkt und Fahrzeugherstellern

Parallel zur Notwendigkeit der Transformation setzt die wachsende Dominanz des chinesischen Markts nicht nur traditionelle Fahrzeughersteller, sondern auch Tesla verstärkt unter Druck. In den letzten zehn Jahren ist der chinesische Pkw-Markt um beeindruckende 45 % gewachsen, während die Neuzulassungen in den USA stagnierten und in Europa im Vergleich sogar um 11 % zurückgingen (Statista, 2024a, 2024b, 2024c). Dies betrifft allerdings nicht nur den chinesischen Fahrzeugmarkt, sondern auch die chinesischen Automobilhersteller, die sowohl technologisch als auch kostentechnisch zu einer zunehmenden Konkurrenz für deutsche Fahrzeughersteller werden. Der chinesische Markt wird immer stärker von heimischen Herstellern wie BYD, SAIC, Geely und anderen bedient, was dazu führt, dass die Anzahl der aus Deutschland nach China exportierten Pkw im Jahr 2022 im Vergleich zu 2018 um 11 % auf etwa 255.000 Fahrzeuge zurückgegangen ist (VDA, 2022). Neben diesen etablierten Marken drängt eine Vielzahl neuer Hersteller mit teils innovativen Fahrzeugkonzepten auf den Markt. In Abbildung 13 werden beispielhaft verschiedene Fahrzeugeigenschaften dargestellt, mit denen insbesondere aufstrebende chinesische OEM versuchen, den Fahrzeugmarkt und -Eigenschaften neu zu definieren. Dies reicht von Software-Themen wie In-Car Entertainment mit Spielkonsolenanbindung über mehrere Bildschirme bis hin zu geräteübergreifenden Betriebssystemen wie dem HarmonyOS von Huawei. Zudem gibt es Hardware-Innovationen wie das Batteriewechselsystem von Nio oder den hochintegrierten elektrischen Antriebsstrang X-in-1 von Dongfeng, bei dem nicht nur der E-Motor, Controller und Getriebe



Abbildung 13: Chinesischer Fahrzeugmarkt definiert neue Fahrzeugeigenschaften (Quelle: DLR, 2024)

integriert, sondern auch DC/DC-Wandler, Onboard-Charger, Batteriemanagement-System und Thermomanagement in einer Komponente vereint sind. Um auf dem expandierenden chinesischen Markt erfolgreich zu bleiben, sind traditionelle OEM gezwungen, mit diesen Veränderungen umzugehen und ihre Produkte entsprechend anzupassen und strategisch zu positionieren.

## Literatur

- Aly Mashaly (2020): SiC, GaN und Si in der Elektromobilität. Verdrängung oder Koexistenz? Online verfügbar unter <https://www.elektroniknet.de/halbleiter/leistungshalbleiter/verdraengung-oder-koexistenz.178378.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.
- BMW (Hrsg.) (2022): BMW Group - Bericht 2022. Umsatzrendite der BMW Group. Online verfügbar unter <https://www.bmwgroup.com/de/bericht/2022/downloads/BMW-AG-Jahresabschluss-2022-de.pdf>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.
- BMW Blog (2020): BMW to invest 30 Billion Euros by 2025 in EV, autonomous driving tech. Online verfügbar unter <https://www.bmwblog.com/2020/03/18/bmw-to-invest-30-billion-euros-by-2025-in-ev-autonomous-driving-tech/>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- BMW Group (Hrsg.) (2024). *Transformation zur E-Mobilität: BMW Group Werk München fertigt bereits ab Ende 2027 ausschließlich vollelektrische Modelle*. Online verfügbar unter <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0439003DE/transformation-zur-e-mobilitaet:-bmw-group-werk-muenchen-fertigt-bereits-ab-ende-2027-ausschliesslich-vollelektrische-modelle>.
- cnevpost (2022): Eve Energy announces battery cell supply deal with BMW after CATL. Online verfügbar unter <https://cnevpost.com/2022/09/09/eve-energy-battery-cell-supply-deal-with-bmw/>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- electrive (2021): Peugeot wird bis 2030 zur reinen E-Marke – in Europa. Online verfügbar unter <https://www.electrive.net/2021/12/08/peugeot-wird-bis-2030-zur-reinen-e-marke-in-europa/>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- electrive (2022): Renault will bis 2030 zur E-Marke werden – in Europa. Online verfügbar unter <https://www.electrive.net/2022/01/14/renault-will-bis-2030-zur-e-marke-werden-in-europa/>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- Elliot Smith. (2023): Volkswagen announces five-year \$193 billion investment plan as electrification gathers pace. In: CNBC. Online verfügbar unter <https://www.cnbc.com/2023/03/14/volkswagen-announces-five-year-193-billion-investment-plan-as-electrification-gathers-pace.html>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- e-mobil BW (Hrsg.) (2022): Zukunftsfähige Lieferketten und neue Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie. Online verfügbar unter [https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Studie\\_Zukunftsaehige\\_Lieferketten\\_und\\_neue\\_Wertschoepfungsstrukturen\\_in\\_der\\_Automobilindustrie.pdf](https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Studie_Zukunftsaehige_Lieferketten_und_neue_Wertschoepfungsstrukturen_in_der_Automobilindustrie.pdf).
- e-mobil BW (Hrsg.) (2023): Transformations-Factsheet "Technologische Trends E-Motor". <https://doi.org/10.60563/5QDP-DC30>.
- e-mobil BW GmbH (Hrsg.) (2023): Strukturstudie BWe mobil 2023. Transformation der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie in Baden-Württemberg durch Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung. Stuttgart. Online verfügbar unter [https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/e-mobil\\_BW\\_Strukturstudie\\_BW\\_2023.pdf](https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/e-mobil_BW_Strukturstudie_BW_2023.pdf), zuletzt geprüft am 13.11.2023.
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2020): Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Der europäische Grüne Deal. <https://doi.org/10.2775/969545>.
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2023): Kreislaufwirtschaft: Verbesserung der Konstruktion und des End-of-Life-Managements von Kraftfahrzeugen für eine ressourceneffizientere Automobilindustrie. Brüssel. Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip\\_23\\_3819](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_23_3819), zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- Europäischer Rat (Hrsg.) (2023). *'Fit for 55': Council adopts regulation on CO2 emissions for new cars and vans*. Online verfügbar unter <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2023/03/28/fit-for-55-council-adopts-regulation-on-co2-emissions-for-new-cars-and-vans/>.
- Europäisches Parlament (Hrsg.) (2023): Neue EU-Vorschriften für nachhaltigere und ethisch bedenkenlose Batterien. Online verfügbar unter

- <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/priorities/kreislaufwirtschaft/20220228STO24218/ue-eu-vorschriften-fur-nachhaltigere-und-ethisch-bedenkenlose-batterien>, zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- European Commission (2024): On the path to a climate-neutral Europe by 2050. Delivering the European Green Deal. Online verfügbar unter [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en), zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- heise (2021): Opel ab 2028 nur noch als Elektroauto. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/hintergrund/Opel-ab-2028-nur-noch-als-Elektroauto-6133515.html>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- James Attwood. (2023): Mercedes boss: we need flexibility in transition from ICE to EV. CEO Ola Källenius weighs in on electrification, the challenge from Chinese brands, and autonomous driving. In: Autocar. Online verfügbar unter <https://www.autocar.co.uk/car-news/new-cars/mercedes-boss-we-need-flexibility-transition-ice-ev>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.
- Kampker, A.; Heimes, H. H. (2022): Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie. Berlin: Springer Berlin. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-65812-3>.
- Lennard Wermke. (2023): VW hebt Markenziele für Elektroautos in Europa an. In: Automobilwoche. Online verfügbar unter <https://www.automobilwoche.de/bc-online/e-auto-absatz-bei-volkswagen-2030-europa-mindestens-80-prozent>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- Mario Hommen. (2023): Der 800-Volt-Antrieb wird massentauglich. Elektroautos. In: Handelsblatt. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/elektroautos-der-800-volt-antrieb-wird-massentauglich/29434242.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.
- Marklines (Hrsg.) (2024a): Global Vehicle Production By Maker and Make. Online verfügbar unter [https://www.marklines.com/en/vehicle\\_production/](https://www.marklines.com/en/vehicle_production/), zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- Marklines (Hrsg.) (2024b): Who Supplies Whom. Traction Motor / E-Axle. Online verfügbar unter <https://www.marklines.com/en/wsw/traction-motor/>, zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- Mercedes-Benz (2021): Mercedes-Benz Strategy Update: electric drive. Online verfügbar unter <https://group.mercedes-benz.com/company/strategy/mercedes-benz-strategy-update-electric-drive.html>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.
- Mercedes-Benz (Hrsg.) (2022): Mercedes Benz Group Geschäftsbericht 2022. Umsatzrendite von Mercedes-Benz. Online verfügbar unter <https://group.mercedes-benz.com/dokumente/investoren/berichte/geschaeftsberichte/mercedes-benz/mercedes-benz-geschaeftsbericht-2022-inkl-zusammengefasster-lagebericht-mbg-ag.pdf>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.
- Mercedes-Benz Group (Hrsg.) (2024): Ambition 2039. Kernelement unserer nachhaltigen Geschäftsstrategie. Online verfügbar unter <https://group.mercedes-benz.com/verantwortung/nachhaltigkeit/klima-umwelt/ambition-2039-unser-weg-zur-co2-neutralitaet.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.
- Michael Gerster (2022): Mercedes baut E-Antrieb komplett selbst. Neue Architekturen ab 2024. Online verfügbar unter <https://www.automobilwoche.de/bc-online/mercedes-baut-e-antrieb-komplett-selbst>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.
- Porsche (Hrsg.) (2021a): Porsche fordert bei den Lieferanten die Umstellung auf Grünstrom ein. Online verfügbar unter <https://newsroom.porsche.com/de/2021/nachhaltigkeit/porsche-co2-neutralitaet-2030-lieferanten-umstellung-gruenstrom-24967.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.
- Porsche (Hrsg.) (2021b): Porsche strebt für 2030 bilanzielle CO<sub>2</sub>-Neutralität an. Online verfügbar unter <https://newsroom.porsche.com/de/2021/unternehmen/porsche-ziel-co2-neutralitaet-jahr-2030-jahrespressekonferenz-nachhaltigkeit-23920.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2024.
- Reuters (Hrsg.) (2022a): A Reuters analysis of 37 global automakers found that they plan to invest nearly \$1.2 trillion in electric vehicles and batteries through 2030. Reuters. Online verfügbar unter <https://www.reuters.com/graphics/AUTOS-INVESTMENT/ELECTRIC/akpeggzqypr/>, zuletzt geprüft am 31.01.2024.
- Reuters (2022b): Exclusive: China's EVE to supply BMW with large Tesla-like cylindrical batteries in Europe. Online verfügbar unter <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/exclusive-chinas-eve-supply-bmw-with-large-tesla-like-cylindrical-batteries-2022-08-17/>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.

S&P Global Mobility (Hrsg.) (2024a): European OEM Strategies. New Year's Briefing 2024. Frankfurt am Main.

S&P Global Mobility (Hrsg.) (2024b): OEM sustainability reports. New Year's Briefing 2024. Frankfurt am Main.

Sebastian Wolf (2024): Standardisierung und Innovation als Key Enabler für Batterieindustrialisierung in Europa (PowerCo). Batterieforum Deutschland.

Statista (2024a): Absatz von Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen in China von 2008 bis 2023. Erhebung durch CAAM. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/215337/umfrage/autoabsatz-in-china/>.

Statista (2024b): Anzahl der Neuzulassungen von Personenkraftwagen in der Europäischen Union von 1990 bis 2023. Erhebung durch ACEA. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1197724/umfrage/pkw-neuzulassungen-in-der-eu/>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.

Statista (2024c): Anzahl verkaufter Personenkraftwagen in den USA von 2005 bis 2023. Erhebung durch Ward's; BEA. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/247682/umfrage/pkw-absatz-in-den-usa/>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.

Stellantis (2022): Transformation in Action: Trémery-Metz Powertrain Plants in France Support Stellantis' Electrified Portfolio. Online verfügbar unter <https://www.stellantis.com/en/news/press-releases/2022/june/transformation-in-action-tremery-metz-powertrain-plants-in-france-support-stellantis-electrified-portfolio>, zuletzt geprüft am 11.07.2023.

Tesla, Inc. (Hrsg.) (2022): Annual Report Tesla. Online verfügbar unter <https://ir.tesla.com/flysystem/s3/sec/000095017023001409/tsla-20221231-gen.pdf>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.

The Guardian (2024): Ford plans for all cars sold in Europe to be electric by 2030. Online verfügbar unter <https://www.theguardian.com/business/2021/feb/17/ford-plans-for-all-cars-sold-in-europe-to-be-electric-by-2030>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.

Umwelt Bundesamt (Hrsg.) (2023): Einführung eines CO2-Grenzausgleichssystems (CBAM) in der EU. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/cbam\\_factsheet\\_de.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/cbam_factsheet_de.pdf), zuletzt geprüft am 31.01.2024.

VDA (2022): Export. Personenkraftwagen Export aus Deutschland nach Verbrauchsländern. Online verfügbar unter <https://www.vda.de/de/aktuelles/zahlen-und-daten/jahreszahlen/export>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.

VDA (Hrsg.) (2023): Deutsche Autoindustrie investiert bis 2027 weltweit über 250 Milliarden Euro in Forschung und Entwicklung. F&E-Investitionen. Berlin. Online verfügbar unter [https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2023/23-403\\_PM\\_Deutsche-Autoindustrie-investiert-bis-2027-weltweit--ber-250-Milliarden-Euro-in-Forschung-und-Entwicklung](https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2023/23-403_PM_Deutsche-Autoindustrie-investiert-bis-2027-weltweit--ber-250-Milliarden-Euro-in-Forschung-und-Entwicklung), zuletzt geprüft am 30.01.2024.

Volkswagen AG (Hrsg.) (2022): Volkswagen Group Geschäftsbericht 2022. Operative Umsatzrendite der Volkswagen AG. Online verfügbar unter <https://www.volkswagen-group.com/de/publikationen/weitere/geschaeftsbericht-2022-1732/download?disposition=attachment>, zuletzt geprüft am 05.02.2024.

Volvo Cars (2021): Volvo Cars to be fully electric by 2030. Online verfügbar unter <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/277409/volvo-cars-to-be-fully-electric-by-2030>, zuletzt geprüft am 01.02.2024.