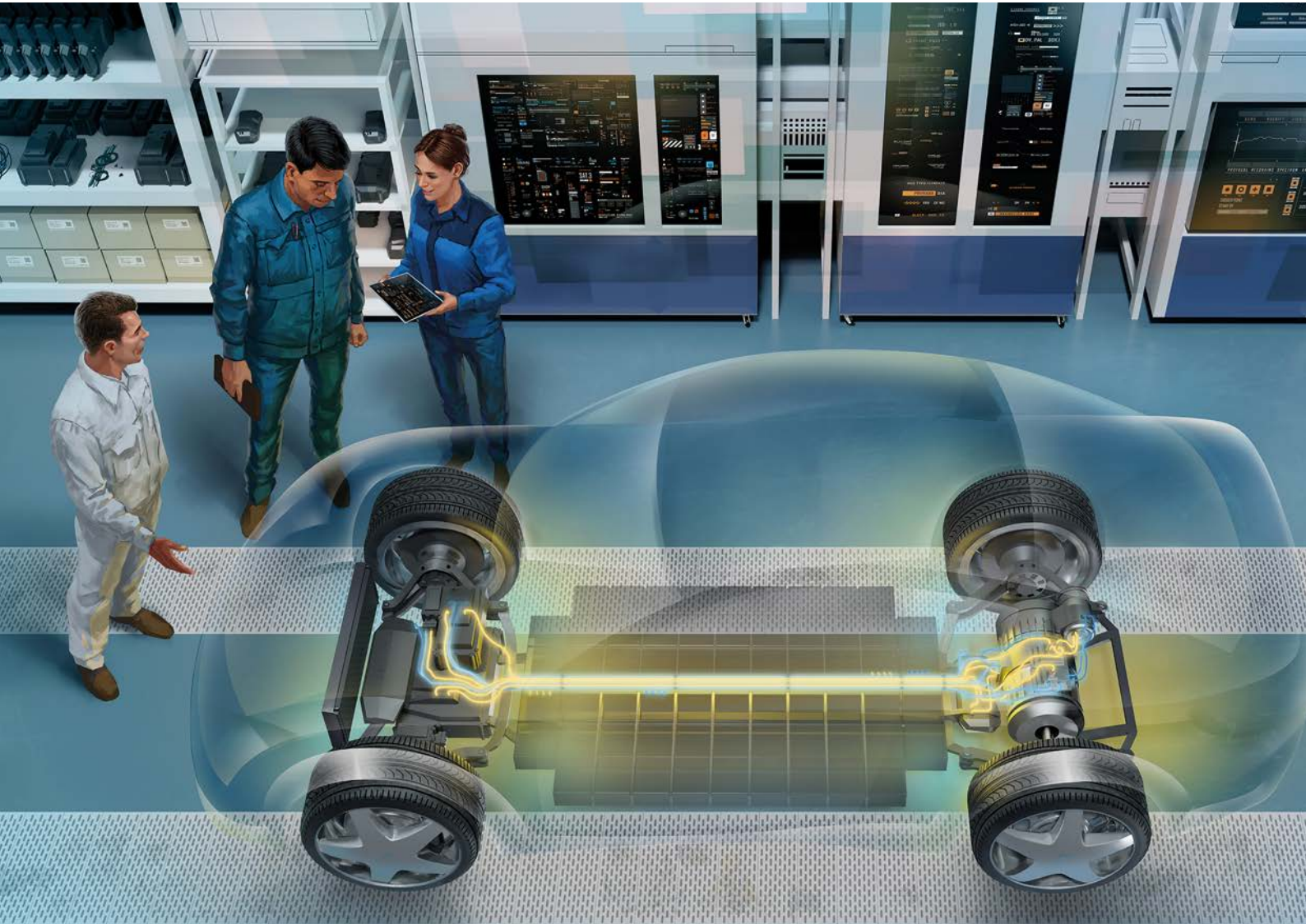


# SCALE-UP E-DRIVE



## Transformations-Factsheet „Entwicklungstrends bei Lieferketten und neue Wertschöpfungsstrukturen“

AUSGABE 6, APRIL 2024

**Autoren:**

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

SCALE-UP  
E-DRIVE

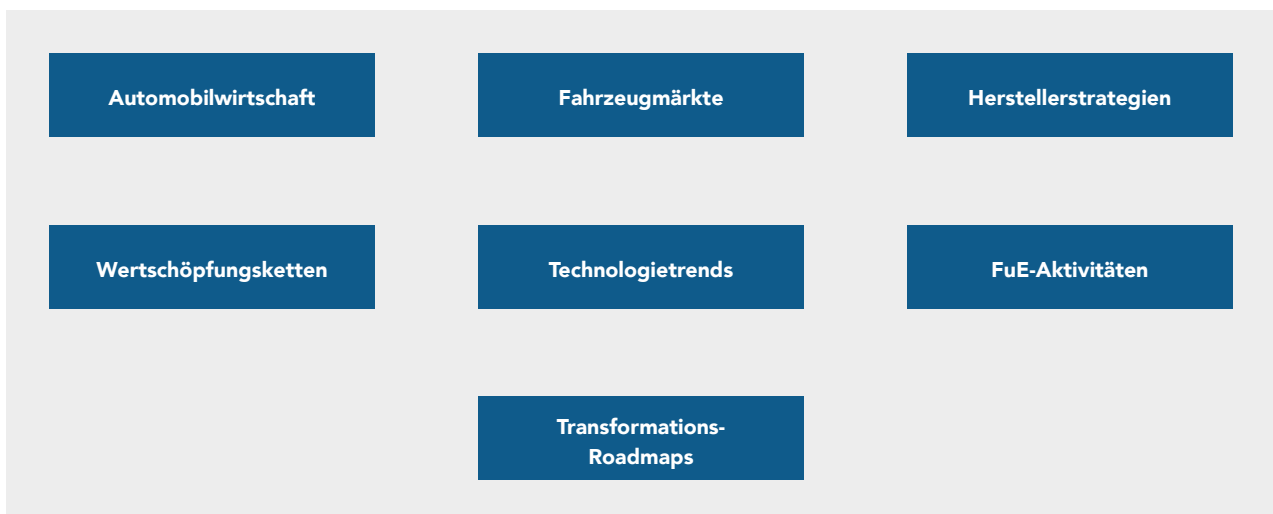
## Hintergrund

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.



Quelle: DLR

Abbildung 1: Themenschwerpunkte der Transformations-Factsheets und -Dashboards

Das vorliegende Dashboard ist, wie in Abbildung 2 dargestellt, im Bereich „Wertschöpfungsketten“ angesiedelt und stellt relevante Kennzahlen und Entwicklungen hinsichtlich der Verän-

derung von Wertschöpfungsstrukturen und Lieferketten vor dem Hintergrund der Elektrifizierung des Antriebsstrangs bei ausgewählten Automobilherstellern dar.

<b>Automobilwirtschaft</b>	Umsatz	Produktion	Import/Export	Wirtschaftsleistung	Beschäftigung	Investitionen	
<b>Fahrzeugmärkte</b>	NZL HEV/EV	Bestand HEV/EV	Ladeinfrastruktur	Pol. Rahmen	DE/EU	USA	Asien
<b>Herstellerstrategien</b>	Ziele	Innovationsstrategien	Modellportfolios	Fzg.-Plattformen	Produktionsstandorte		
<b>Wertschöpfungsketten</b>	<b>GeoMaps</b>	<b>Produktionsnetzwerke</b>	<b>Komponentenabhängigkeiten</b>	<b>Akteure und Lücken</b>	<b>Wertschöpfungsstrukturen</b>		
<b>Technologie-trends</b>	E-Motor	Leistungselektronik	Getriebe	Energie- und Thermomanagement	Integration Batterie/Brennstoffzelle		
<b>FuE-Aktivitäten</b>	Top 10	Patentanalyse	Innovationsdynamik	FuE-Schwerpunkte	Nationale Akteure		
<b>Transformations-Roadmaps</b>	TRL	MRL	Entwicklungspfade	Roadmapping	Technologieentwicklung	Delphi	

Quelle: DLR

Abbildung 2: Fokusthemen der Dashboard-Publikationsreihe

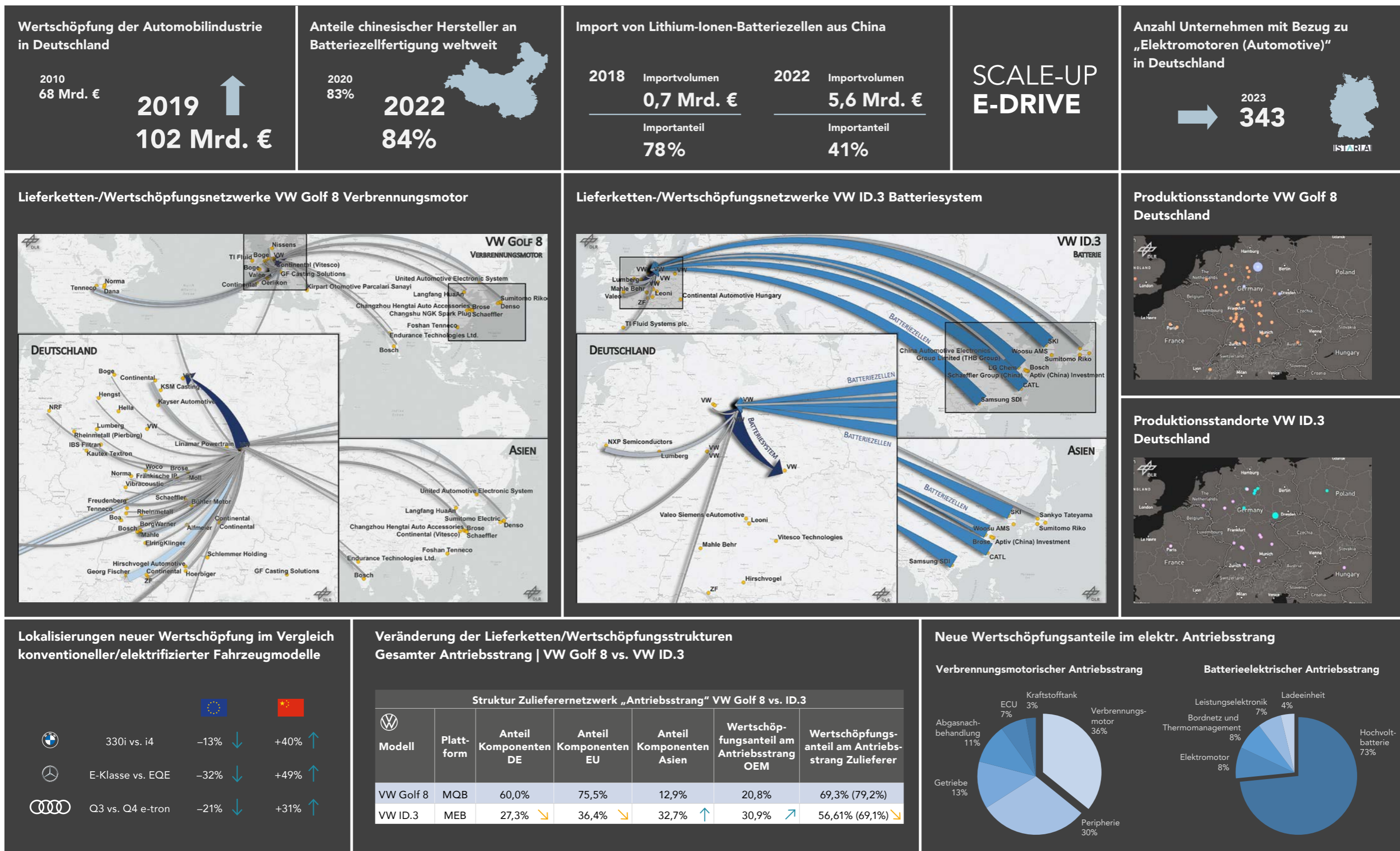


Abbildung 3: Transformations-Dashboard „Lieferketten und Wertschöpfungsstrukturen“

Kontakt: benjamin.frieske@dlr.de // Quellen: Destatis (2024a, 2024b), DLR (2024), e-mobil BW (2022), istari.ai (2024), ZVEI (2022, 2023)

## Einleitung und Übersicht

Der technologische Wandel hin zu alternativen Antriebsformen bewirkt eine fundamentale Wertschöpfungsveränderung am Fahrzeug. Eine große Herausforderung stellt die Transformation für die Automobilhersteller und -zulieferer dar: Seit Jahren erfolgreiche und stetig optimierte Geschäftsmodelle und -beziehungen müssen angepasst oder sogar gänzlich neu entwickelt werden. Durch die zunehmende Elektrifizierung der Fahrzeuge sind neue Technologien und Komponenten zu etablieren, während die vorhandenen Kompetenzen im „klassischen“ Antriebsstrang mittelfristig an Relevanz verlieren. Die Transformation zur Elektromobilität und zu neuen Geschäftsmodellen verändert die Automobilindustrie, da sich Wertschöpfungsanteile, -strukturen und -netzwerke in der Fahrzeugentwicklung und -produktion verändern oder ganz neu gestalten. Einhergehend mit diesem Wandel verändern sich die bisherigen Wertschöpfungsstrukturen auch durch das Eintreten neuer Konkurrenten und durch kürzer werdende Innovations- sowie Marktzyklen. So liegt derzeit die größte Herausforderung für Zulieferer – und speziell KMU – in der zeitlichen Parallelität der Veränderungsanforderungen sowie der Vielschichtigkeit und Dynamik des Transformationsprozesses (e-mobil BW, 2023). Die deutsche Automobilindustrie ist über Jahrzehnte stetig gewachsen. Anfang der 2000er Jahre erwirtschaftete sie mit ca. 279 Mrd. EUR etwa 20 % des gesamten Umsatzes des Verarbeitenden

Gewerbes. Seit Beginn der 2020er Jahre beträgt ihr Anteil über 20 %. Absolut ist die Bruttowertschöpfung seit 2010 von ca. 68 Mrd. EUR auf 102 Mrd. EUR im Jahr 2019 angestiegen, siehe Abbildung 4. 2020 ging sie dann – auch aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie – auf nur noch ca. 87 Mrd. EUR zurück (Destatis, 2024a, 2024b). Im Jahr 2022 wurden Produkte im Wert von etwa 210 Mrd. EUR (55 %) exportiert, damit hatte die Branche einen Anteil von 15 % an den gesamten deutschen Exporten. Ebenfalls 2021 arbeiteten fast 900.000 Beschäftigte im Fahrzeugbau (WZ 29), damit ist die Branche nach dem Maschinenbau in Deutschland die zweitgrößte Branche des Verarbeitenden Gewerbes und hat einen Beschäftigtenanteil von 14 % (VDA, 2022; Bundesagentur für Arbeit, 2023).

Die Entwicklung unterschiedlicher alternativer Antriebskonzepte (konventionell, hybrid, elektrisch) wurde von den meisten deutschen Herstellern in der Vergangenheit parallel verfolgt, da sich nicht klar abzeichnete, welche Technologie sich zu welchem Zeitpunkt im Markt etablieren wird. Mittlerweile aber ist eine klare Tendenz der Hersteller hin zu rein batterieelektrischen Pkw zu erkennen. Sowohl Forschungs- und Entwicklungs- als auch Produkt- und Plattformstrategien aller großen deutschen Hersteller lassen den Schluss zu, dass die rein batterieelektrische Mobilität die mittelfristig dominierende Antriebsform beim Pkw darstellen wird.



Abbildung 4: Bruttowertschöpfung der Automobilindustrie in Deutschland, 2010 vs. 2019

Eine Übersicht über in der Zukunft nicht mehr notwendige, modifizierte und neue Schlüsselkomponenten je Antriebskonzept ist in Abbildung 5 dargestellt. Neben diesen Veränderungen bei Antriebsstrangkomponenten führen auch die zusätzlichen Module und Komponenten, die für das automatisierte und autonome Fahren notwendig sind, zu neuen Wertschöpfungspotenzialen. Das sind unter anderem: Radar, LiDAR, Kamerasysteme, Sensoren sowie neue Module zur Positionierung und Kommunikation der Fahrzeuge untereinander und mit der Infrastruktur.

Die deutsche Automobilindustrie richtet sich stark nach dem asiatischen Markt aus, v. a. nach dem chinesischen. OEM (Original Equipment Manufacturer) und Zulieferer müssen ihre Geschäftsmodelle und Produktangebote anpassen, wodurch hohe Investitionen in FuE (Forschung und Entwicklung) und der Aufbau neuer, ggfs. regional differenzierter, Produktionskapazitäten notwendig werden (Hagedorn et al., 2019). Darüber hinaus sind bisherige Produktionslinien umzustrukturieren und ein Aufbau von Know-how bei neuen Technologien des An-

triebsstrangs und der Digitalisierung ist essenziell. Deutsche und internationale Hersteller reagieren auf diesen Strukturwandel mit einer Anpassung und/oder Neuausrichtung ihrer Wertschöpfungsaktivitäten.

Diese Veränderung bei Wertschöpfungsaktivitäten wird im Folgenden beschrieben. Hierfür werden relevante Aktivitäten ausgewählter OEM hin zu einer Neuausrichtung des Produktportfolios ausdifferenziert und im Vergleich von konventionellen und neuen, elektrifizierten Fahrzeugmodellen dargestellt.

Antriebskonzepte Komponenten	ICE	HEV	PHEV	REEV	BEV	FCEV
	Veränderungen der Systeme bis 2030					
Verbrennungsmotor	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Starter und Lichtmaschine	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Abgasanlage/Luftsystem	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Kraftstoffversorgung	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Getriebe	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt
Elektrische Antriebsmaschine	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Batteriesystem für Antrieb	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Leistungselektronik	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Onboard-Ladegerät	n.V.	n.V.	Neu	Neu	Neu	n.V.
Brennstoffzellensystem	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	Neu

ICE = Verbrennungsmotorbasiertes Fahrzeug (Internal Combustion Engine), HEV = Hybridfahrzeug (Hybrid Electric Vehicle), PHEV = Hybridfahrzeug mit Auflademöglichkeit (Plug-in-Hybrid Electric Vehicle), REEV = Elektrofahrzeug mit Reichweitenverlängerung (Range-extended Electric Vehicle), BEV = Batterieelektrisches Fahrzeug (Battery Electric Vehicle), FCEV = Brennstoffzellenfahrzeug (Fuel Cell Electric Vehicle)

Quelle: e-mobil BW, 2023

Abbildung 5: Übersicht über neue, modifizierte und wegfallende Komponenten je Antriebsstrang

## Neue Wertschöpfungsanteile im elektrifizierten Fahrzeugantriebsstrang

Ungefähr ein Viertel der Wertschöpfung eines konventionellen Pkw entfällt auf den Antriebsstrang. Gerade im Bereich der Entwicklung hocheffizienter Verbrennungsmotoren besitzt die deutsche Automobilindustrie ausgeprägtes Know-how (e-mobil BW, 2022). Durch die Elektrifizierung von Pkw werden die bisherigen Wertschöpfungsaktivitäten in Bezug auf konventionelle Antriebsstränge (u. a. Verbrennungsmotoren, Getriebe, Abgaskomponenten) signifikant verändert. Neben den OEM sind auch die Zulieferer gezwungen, ihr bisheriges Geschäftsmodell zu überarbeiten. Das gilt vor allem für diejenigen Zulieferer, die in hohem Maße auf den Antriebsstrang und damit bisher auf Verbrennungsmotoren spezialisiert sind. In den über Jahrzehnte gewachsenen Produktionsnetzwerken liegen diese Anteile in Deutschland bei z. T. über 40 % (e-mobil BW, 2019).

Bei den aktuellen, direkteinspritzenden Turbomotoren besteht die Wertschöpfung überwiegend aus mechanischen Bauteilen wie dem Verbrennungsmotor, dem Getriebe und der Peripherie (Kühlkreisläufe, Lichtmaschine, Klimakompressor etc.). Dabei liegt das größte Wertschöpfungspotenzial mit über 35 % beim Verbrennungsmotor. Die Peripherie liegt mit 30 % Anteil vor dem Getriebe und der durch die steigenden Abgasnormen immer anspruchsvolleren Abgasnachbehandlung mit jeweils etwas über 10 %. Die Erweiterung des verbrennungsmotorischen Antriebsstrangs um Start-Stopp-Funktionalitäten oder Mildhybridisierung sowie der zunehmende Einsatz von Automatisierungsfunktionen führen ebenfalls zu einem Anstieg des

Wertschöpfungsanteils der Steuergeräte (u. a. Engine Control Unit, ECU) und entsprechender Sensorik (e-mobil BW, 2023). Abbildung 6 zeigt die Wertschöpfungsanteile verbrennungsmotorischer und batterieelektrischer Antriebsstränge der wichtigsten Schlüsselkomponenten im Vergleich auf. Dabei wird deutlich, dass bei einem batterieelektrischen Fahrzeug aufgrund der immer weiter steigenden Kapazitäten und der hohen Materialkosten der Batteriezellen die größten Wertschöpfungsanteile mit bis zu 73 % aus dem Batteriesystem resultieren (DLR, 2024). Je nach Fahrzeugsegment, verwendeter Zellchemie sowie Batteriegröße kann der Wert allerdings variieren. Die restlichen Wertschöpfungsanteile am Antriebsstrang ergeben sich aus dem Elektromotor, der Leistungselektronik sowie dem Bordnetz- und Thermomanagement, wobei der Elektromotor, je nach Typ und Anzahl, auch mehr als 10 % Wertschöpfungsanteil ausmachen kann. Zum Vergleich: Beim Brennstoffzellenantrieb liegt der Hauptanteil der Wertschöpfung im Brennstoffzellensystem sowie im Wasserstofftank. Die Wertschöpfungsanteile für die Brennstoffzelle liegen bei rund 60 %. Dies resultiert hauptsächlich aus den gegenwärtig noch sehr hohen Kosten für Bipolarplatten und Membran-Elektroden-Einheiten. Diese Kosten stehen im Gegensatz zu den noch sehr geringen Produktionsstückzahlen automotiver Brennstoffzellensysteme. Letztere tragen wie auch die aufwändigen Produktionsverfahren der Wasserstoff-Drucktanks aus Carbon zum hohen Wertschöpfungsanteil der Wasserstoffspeicher von rund 32 % bei.



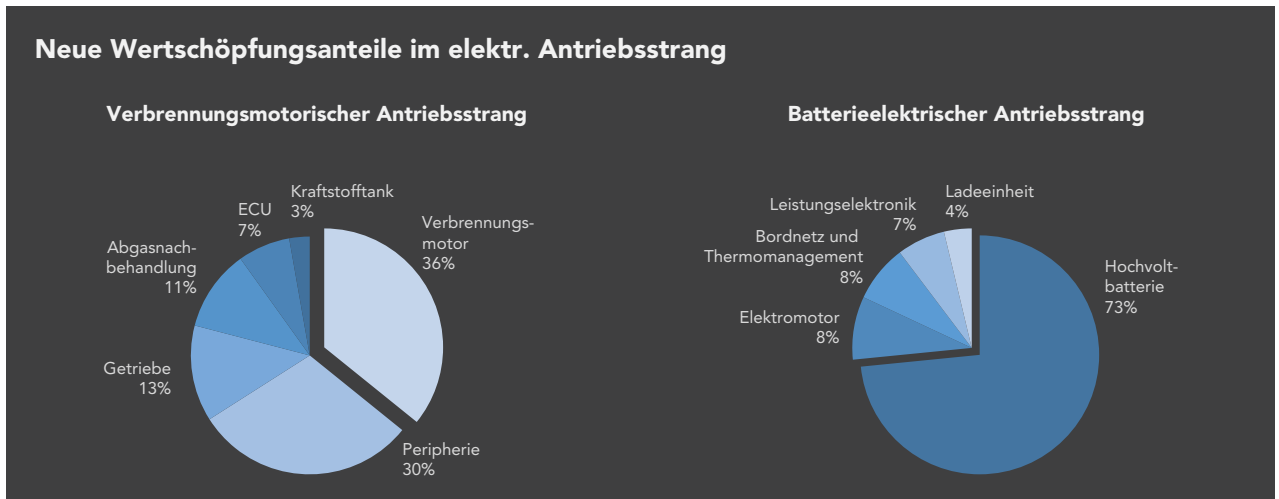


Abbildung 6: Vergleich der Wertschöpfungsanteile relevanter Komponenten im konventionellen und elektrischen Antriebsstrang

Das größte Potenzial bei neuen Antriebskomponenten liegt demnach in der Wertschöpfung im Bereich der Batterieherstellung. Diese umfasst derzeit bis zu 50 % am gesamten BEV (Battery Electric Vehicle) und bis zu 73 % an einem BEV-Antriebsstrang. Die Zellherstellung nimmt dabei ca. zwei Drittel und die Packherstellung ein Drittel der Wertschöpfung für ein Batteriesystem ein. Im Antriebsstrang eines konventionellen Pkw entfällt der größte Anteil der Wertschöpfung auf den Verbrennungsmotor mit etwa 36 %. An zweiter Stelle steht das Getriebe, das einen Anteil von ungefähr 13 % ausmacht. Rund 11 % sind der Abgasanlage zuzuordnen. Die Peripherie (u. a. Öl- und Kühlkreisläufe, Starter, Klimakompressor) ist für weitere ca. 30 % Wertschöpfungsanteil verantwortlich.

## Neue strategische Abhängigkeiten bei Schlüsselkomponenten der Elektrifizierung

Durch die Veränderung von Schlüsselkomponenten in einem zukünftig stärker elektrifizierten und digitalisierten Fahrzeug ändern sich auch die zur Herstellung notwendigen Materialien und Ressourcen, so dass sich neue Zuliefererbeziehungen – und damit auch neue strategische Abhängigkeiten – für die deutsche und europäische Automobilindustrie ausbilden. Besonders hohe strategische Abhängigkeiten bilden sich dort aus, wo für die Wettbewerbsfähigkeit relevante Schlüsselkomponenten betroffen sind und die Versorgung von wenigen – möglicherweise politisch instabileren – Weltregionen abhängig ist. Diese im Rahmen des Technologiewandels sogenannten kritischen Komponenten und deren Versorgungssituation (inkl. Materialien/Rohstoffe) sollen im Folgenden beispielhaft für die E-Maschine dargestellt werden.

Eine strategische Abhängigkeit kann sich auf verschiedene Stufen der Wertschöpfung beziehen: auf die Rohstoffgewinnung und -verfügbarkeit, auf Kapazitäten und Technologien zur (Weiter-)Verarbeitung dieses Rohstoffs zu einem Vorprodukt sowie auf die Herstellung des Endprodukts selbst. Ein Großteil der als kritisch einzustufenden Materialien und Rohstoffe bezieht sich auf die Schlüsselkomponenten Batteriesystem, E-Maschine und Leistungselektronik. Dazu zählen u. a. Lithium, Kobalt, Nickel, Kupfer, Graphit, Silizium, Chrom und Seltenerdmetalle wie Neodym, Dysprosium, Bor und Praesodym. Aber auch bei weiteren Materialien wie z. B. Magnesium sind hohe strategische Abhängigkeiten vorhanden. Eine Übersicht über heute und in Zukunft verstärkt kritische Materialien im Zuge der Elektrifizierung, deren Anwendung im Produkt sowie Länder, von denen die größte Abhängigkeit besteht, ist in Abbildung 7 dargestellt.

Kritikalität	Material	Anwendung/Produkt	Größte Abhängigkeit von
■ ■ ■ ■ ■	Seltenerdmetalle	- Permanentmagnet - Traktionsmotor/BZ	🇨🇳 China (98–99 %)
■ ■ ■ ■ ■	Magnesium	- Strukturelemente - Brennstoffzelle	🇨🇳 China (93 %)
■ ■ ■ ■ ■	Niobium	- Anode - Batteriesystem	🇧🇷 Brasilien (85 %)
■ ■ ■ ■ ■	Kobalt	- Kathode - Batteriesystem/BZ	🇰🇲 Kongo (68 %)
■ ■ ■ ■ ■	Graphit	- Anode - Batteriesystem/BZ	🇨🇳 China (47 %)
■ ■ ■ ■ ■	Lithium	- Kathode/Elektrolyt - Batteriesystem/BZ	🇨🇱 Chile (78 %)
■ ■ ■ ■ ■	Titan	- Anode - Batteriesystem/BZ	🇨🇳 China (45 %)
■ ■ ■ ■ ■	Silizium	- Halbleiter/Anode - Motor/Batterie/BZ	🇳🇴 Norwegen (30 %)

Quelle: e-mobil BW, 2023

Abbildung 7: Ausgewählte kritische Materialien, deren Anwendung und Abhängigkeiten

Der Wertschöpfungsprozess des E-Motors kann generell in die drei Kategorien „Rohmaterialien“, „verarbeitete Materialien“ und „Komponenten“ untergliedert werden. Auch beim E-Motor ist die deutsche Automobilindustrie auf allen Wertschöpfungsstufen in hohem Maße von Fremdleistungen abhängig.

Die Rohmaterialien zur Herstellung eines Traktionsmotors umfassen u. a. für Permanentmagnete Neodym, Dysprosium, Bor und Praesodym. Weitere Materialien sind Silizium (Halbleiter), Eisen (Gussteile, Magnete), Aluminium (Gussteile) und Kupfer (Wicklungen, Drähte). In Legierungen kommen ebenfalls Chrom und Molybdän (z. B. zum Korrosionsschutz) zum Einsatz. Aktuelle Forschungsarbeiten konzentrieren sich u. a. darauf, den Anteil von Seltenerdmetallen bei Permanentmagneten (z. B. Neodym, Dysprosium) zu reduzieren, zu ersetzen und die Effizienz beim Materialeinsatz zu erhöhen. In Deutschland können derzeit insgesamt 343 Unternehmen identifiziert werden, die auf unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfung in der Entwicklung und/oder Produktion von Elektromotoren für vorrangig Automotive-Anwendungen aktiv sind, siehe Abbildung 8.

Bei Elektromotoren entstammt nur 1 % aller o. g. kritischen Rohmaterialien dem europäischen Umfeld, so dass derzeit in erster Stufe der Wertschöpfungskette eine sehr hohe strategische Abhängigkeit von einzelnen Ländern und/oder Weltregionen vorhanden ist. 89 % der Rohstoffe werden in den Regionen Asien (74 %), Südamerika (11 %) und Afrika (4 %) gefördert, alleine China hat einen Anteil von 65 % an der Gesamtmenge. Weitere 5 % der kritischen Rohmaterialien stammen aus den USA. Bei Detailbetrachtung der Versorgungssituation für Seltenerdmetalle kann eine extreme Abhängigkeit erkannt werden: China ist für 98 bis 99 % aller Lieferungen an die EU verantwortlich (EC, 2020).

Ebenso dominiert China die zweite Stufe in der Wertschöpfungskette: Die hier verarbeiteten Materialien beziehen sich z. B. auf die Herstellung der Neodym-Eisen-Bor-Permanentma-

gnete, an denen China einen Anteil von ca. 85 % an der globalen Produktion besitzt. Weitere ca. 10 % werden in Japan hergestellt. Auch die weiteren verarbeiteten Materialien in dieser Wertschöpfungsstufe – wie z. B. Verbindungen und Gehäuse – hängen mit einem Anteil in Höhe von 55 % von China ab. Weitere jeweils 4 % kommen aus Japan, den USA und Südamerika. Die EU hat in dieser Wertschöpfungsstufe einen Anteil von ca. 7 %.

In der dritten Stufe der Wertschöpfungskette – bei den Komponenten – verschieben sich die strategischen Abhängigkeiten innerhalb des asiatischen Raums von China nach Japan. So stammen ca. 52 % aller Traktionsmotoren aus Japan, nur weitere 15 % aus China. Die USA liefern hier ca. 10 % des weltweiten Anteils in die EU, die selbst für ca. 8 % der E-Motoren-Produktion verantwortlich ist.

Das Versorgungsrisiko in den Lieferketten für E-Motoren wird für die deutsche Automobilindustrie insbesondere bei Rohstoffen demnach als derzeit hoch bewertet. Bei den verarbeiteten Werkstoffen und Bauteilen sowie bei Komponenten wird es als mittel eingestuft.

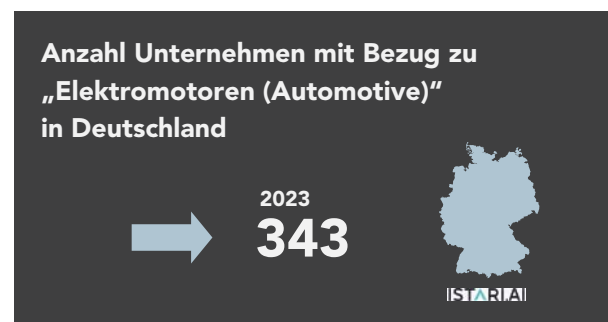
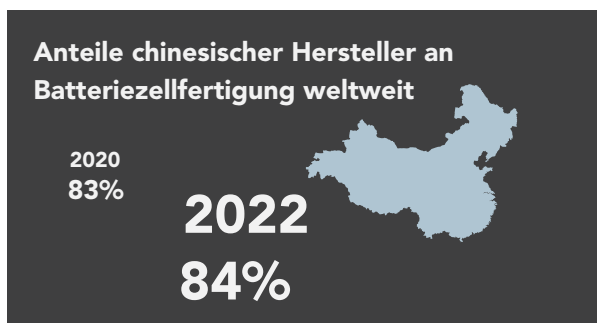


Abbildung 8: Anzahl Unternehmen mit Bezug zu „Elektromotoren (Automotive)“ in Deutschland 2023

## Importabhängigkeit von chinesischen Lieferanten

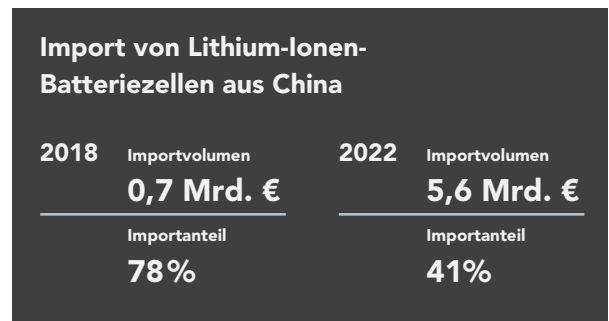
Gleichzeitig steigen die Importe von Waren mit Bezug zum Fahrzeugbau insbesondere aus asiatischen Regionen stetig an: Der Wert der Importe betrug im Jahr 2017 noch ca. 108 Mrd. EUR und stieg bis 2022 auf ca. 131 Mrd. EUR. Der Importwert der mit Verbrennungsmotor betriebenen Fahrzeuge ging auf ca. 23,5 Mrd. EUR zurück (-12 % im Vergleich zum Jahr 2021), während Hybridfahrzeuge einen Importwert in Höhe von 8 Mrd. EUR (+33 %), Plug-in-Hybride ca. 9 Mrd. EUR (+12 %) und reine E-Fahrzeuge 10,5 Mrd. EUR (+22 %) erreichten (Statistisches Bundesamt, 2024).



Quelle: Fhg ISI, 2024

Abbildung 9: Anteile chinesischer Hersteller an Batteriezellfertigung weltweit, 2020 vs. 2022

Mehr als 90 % der für die Wertschöpfung relevantesten Komponenten im elektrifizierten Antriebsstrang – der Batteriezellen – stammen aus den asiatischen Regionen China, Südkorea und Japan. Alleine China war im Jahr 2022 für über 84 % aller weltweit gefertigten Batteriezellen verantwortlich, siehe Abbildung 9 (Fhg ISI, 2024). Entsprechend nehmen auch die Importwerte von Herstellern aus China zu, wie in Abbildung 10 zu sehen ist: Während im Jahr 2018 noch ein Importwert von nur 0,7 Mrd. EUR für Lithium-Ionen-Batteriezellen aus China verzeichnet werden konnte (78 % Importanteil), ist bis zum Jahr 2022 ein Wachstum von über 700 % auf 5,6 Mrd. EUR zu erkennen (41 % Importanteil) (ZVEI, 2022, 2023).



Quelle: ZVEI, 2022, 2023

Abbildung 10: Import von Lithium-Ionen-Batteriezellen aus China, 2018 vs. 2022

## Produktionsstandorte und -netzwerke VW Golf 8 und VW ID.3 im Vergleich

Abbildung 11 zeigt die Produktionsstätten und Komponentenwerke des Automobilherstellers Volkswagen für die Modelle Golf 8 und ID.3 in Deutschland. In Wolfsburg ist eine jährliche Produktionskapazität von ca. 450.000 Modellen des Golf 8 möglich. Das Produktionswerk des ID.3 in Zwickau besitzt eine im Vergleich rund achtmal kleinere Kapazität (55.000 Pkw/Jahr). Auffallend ist, dass die Produktionsnetzwerke hauptsächlich in Deutschland angesiedelt sind, ein Komponentenwerk zur Fertigung des Batteriegehäuses liegt in Polen. An den deutschen Standorten Wolfsburg, Salzgitter und Baunatal findet der größte Anteil der Wertschöpfung des ID.3 seitens des OEM statt. Beim Golf 8 sind es die Standorte Chemnitz und ebenfalls Baunatal. Bei Betrachtung der Zulieferernetzwerke wird deutlich, dass große Wertschöpfungsanteile des BEV aus Asien und beim konventionellen Modell aus der EU (Deutschland) stammen. Bei Betrachtung des gesamten OEM-Produktionsnetzwerks auf Plattformebene, das markenübergreifend Modelle derselben Plattform (Golf 8: MQB evo; ID.3: MEB) berücksichtigt, lassen sich Unterschiede zwischen Multi-traktionsplattform und dedizierter E-Plattform feststellen: Das ID.3/MEB-Netzwerk ist insgesamt kleiner als das Golf 8/MQB-evo-Netzwerk und besitzt dadurch vergleichsweise weniger Produktionsstätten. Das Golf 8/MQB-evo-Netzwerk besitzt global mehrere geografische Cluster: Zum einen existiert eine Vielzahl an Produktionsstätten im europäischen Raum, zum anderen sind auch in China mehrere Produktionsstätten angesiedelt. Ebenso gibt es ein kleineres Cluster in Südamerika. Das MEB-Netzwerk ist derzeit global weniger breit gefächert. Hier

zeichnen sich überwiegend deutsche und chinesische Produktionsstätten ab, auch in den USA existiert ein Produktionsstandort.

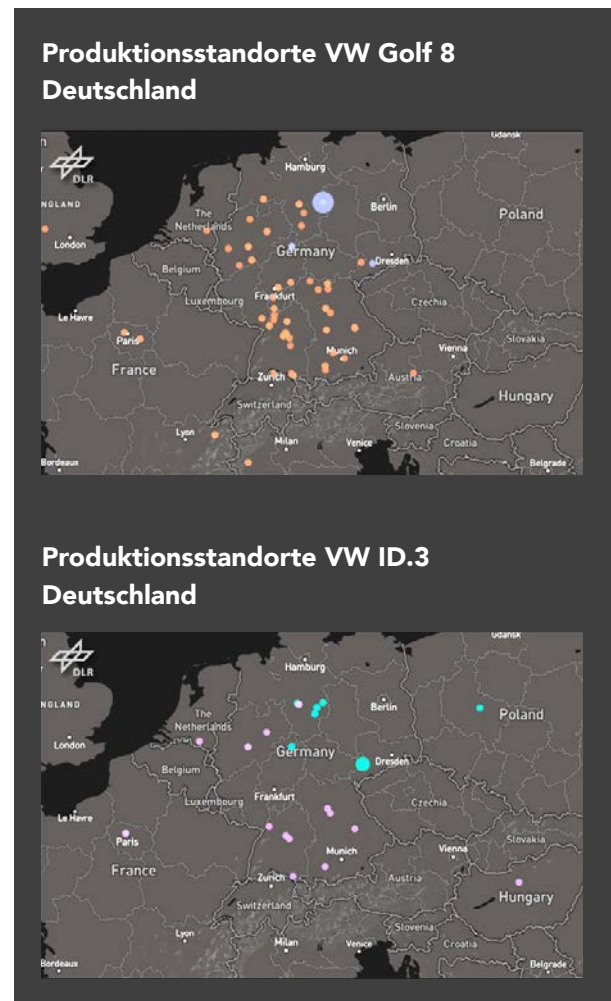


Abbildung 11: Produktionsstandorte VW Golf 8/ID.3 in Deutschland im Vergleich

## Veränderung von Lieferketten-/Wertschöpfungsnetzwerken am Beispiel ausgewählter Fahrzeugmodelle

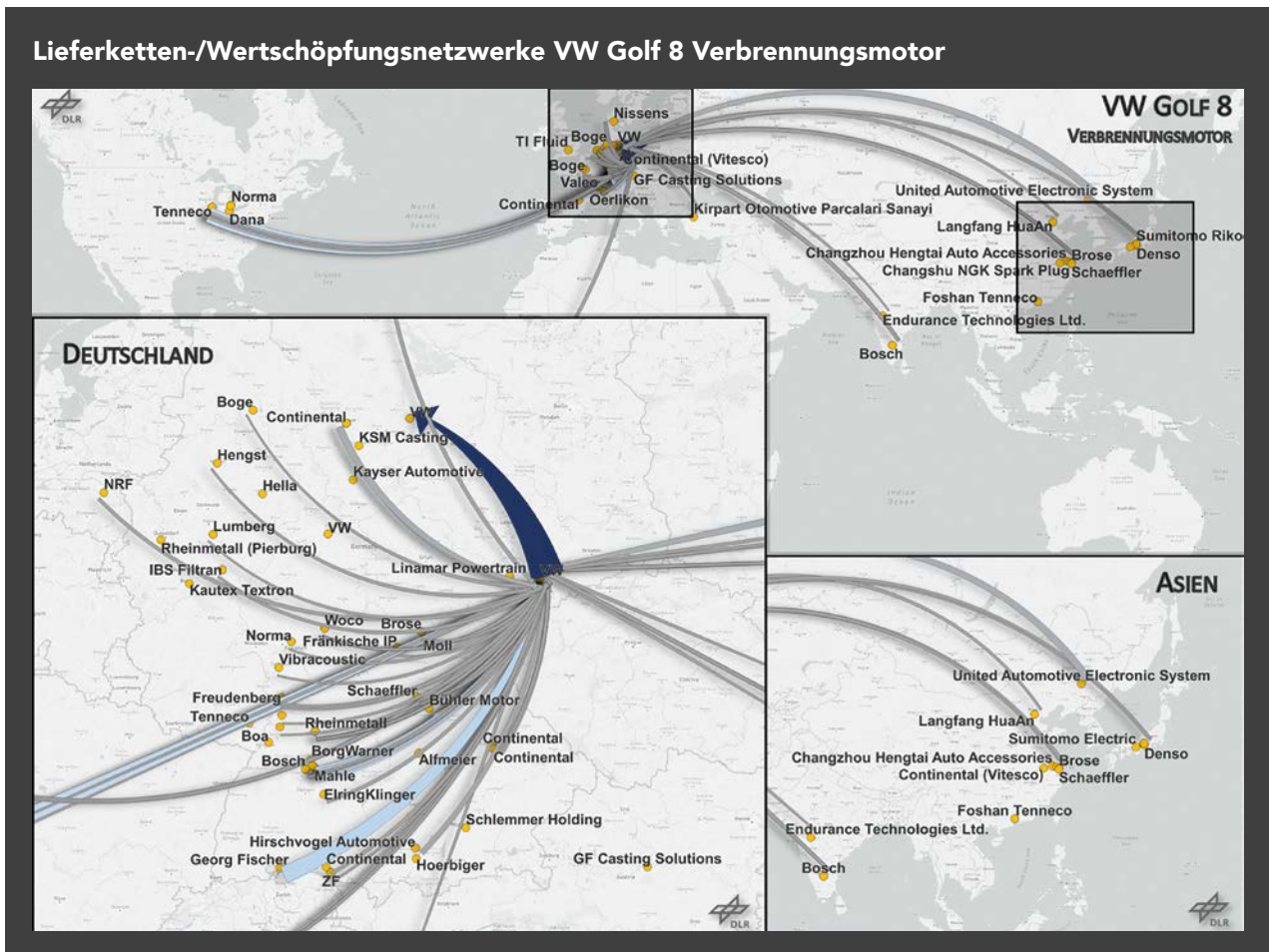
Im Folgenden wird eine Analyse von Veränderungen in Wertschöpfungsnetzwerken und -strukturen auf konkreter Modellebene und im Vergleich von verbrennungsmotorisch und rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen dargestellt. Hierfür werden exemplarisch acht Fahrzeugmodelle der Marken Volkswagen, BMW, Mercedes-Benz und Audi ausgewählt und deren Zulieferernetzwerke auf Komponenten- und Bauteilebene einander gegenübergestellt. Für den Vergleich der Volumenmodelle ID.3 und Golf 8 der Marke Volkswagen werden diese zusätzlich in sog. GeoMaps visualisiert. Die weiteren Modelle der Premium-Hersteller umfassen BMW 330i und i4, Mercedes E-Klasse und EQE sowie Audi Q3 und Q4 e-tron.

Alle Zulieferernetzwerke werden in Bezug auf ihre Struktur und Ausgestaltung untersucht. Betrachtet werden u. a. die Anzahl der Zulieferer für die gesamten Antriebsstränge und einzelne Schlüsselkomponenten, regionale/geografische Verschiebungen in der Zuliefererstruktur im Vergleich von Verbrenner- und Elektromodell sowie daraus resultierende Veränderungen bei Wertschöpfungsumfängen in der Aufteilung zwischen OEM und Zulieferern. Diese können entweder dem Ort der Wertschöpfung (z. B. Komponentenwerk) oder dem Hauptsitz des Unternehmens nach zugeordnet werden. Zur Darstellung derzeitiger Trends in der Veränderung geografischer Wertschöpfungsstrukturen wird der Fokus in diesem Factsheet auf letztere Auswertung (Hauptsitz des Unternehmens) gelegt.

Die Untersuchungen wurden jeweils für die Antriebsstränge insgesamt sowie im Detail für die Schlüsselkomponenten Ver-

brennungsmotor, Abgas- und Kraftstoffsystem und Getriebe bei den Verbrennermodellen sowie für das Batteriesystem, den E-Motor, die Elektrik/Elektronik und das Getriebe bei den Elektromodellen durchgeführt.

Exemplarisch werden im Folgenden die modellspezifischen Wertschöpfungsnetzwerke des Verbrennungsmotors und des Batteriesystems für die Modelle der Marke Volkswagen in GeoMaps visualisiert und gegenübergestellt, da sie den Großteil der Wertschöpfung im Antriebsstrang eines Pkw repräsentieren (Verbrennungsmotor: 36 % der Wertschöpfung bezogen auf den Gesamtantriebsstrang eines Pkw; Batteriesystem: bis zu 73 %). Sie stellen die Wertschöpfungs-/Zulieferernetzwerke der Komponenten „Verbrennungsmotor“ des VW Golf 8 und des „Batteriesystems“ des ID.3 gegenüber. Im oberen Abschnitt der Darstellungen ist jeweils das Gesamtnetzwerk in globaler Darstellung zu sehen, in den unteren Abschnitten Ausschnitte der Zulieferernetzwerke für Deutschland (links) und Asien (rechts). Je dicker und dunkler die Pfeile dargestellt sind, desto höher ist der Wertschöpfungsanteil dieser Komponenten/Bauteile am Antriebsstrang.



Quelle: DLR

Abbildung 12: Komponentennetzwerk/Wertschöpfungsströme „Verbrennungsmotor“ des VW Golf 8

Insgesamt 80 Bauteile im Zulieferernetzwerk „Verbrennungsmotor“ für den VW Golf 8 (siehe Abbildung 12) konnten über Zuliefererdatenbanken, Teardown- und Cutaway-Berichte, Artikel aus Automobilzeitschriften sowie Angaben der Hersteller identifiziert und eindeutig zugeordnet werden. Sie reichen von der Nocken- und Kurbelwelle über Zylinder, Kolben, Pleuel und Ventile bis hin zu Gehäusen, Dichtungen, Sensoren und Steuergeräten.

Bei einer Analyse des Verbrennungsmotorzulieferernetzwerks des VW Golf 8 ist zu erkennen, dass es stark auf deutsche Produktionsstandorte und Zulieferer ausgerichtet ist: Insgesamt 48 der 80 Bauteile (60 %) stammen von Zulieferern und Produktionsstandorten aus Deutschland. Weitere zwölf Bauteile aus dem EU-Ausland (Frankreich, Niederlande, Dänemark,

Schweiz; 15 %), neun Teile (11 %) aus den USA und sieben aus Asien (China, Japan; 9 %). Vier Bauteile kommen aus weiteren Weltregionen, insbesondere Indien (5 %).

Eine völlig andere Struktur besitzt das für den elektrifizierten Antriebsstrang des VW ID.3 dargestellte Zulieferernetzwerk für das Batteriesystem, wie in Abbildung 13 visualisiert. Insgesamt 14 Bauteile und Komponenten wurden hierfür identifiziert und eindeutig zugeordnet. Sie reichen von der Batteriezelle über das Gehäuse und die Batterieinnenverkabelung, bis hin zu Kühlungsleitungen und Sensoren. Generell ist die Anzahl der Bauteile und Komponenten in einem elektrischen Antriebsstrang (ca. 200) geringer als in einem verbrennungsmotorischen (ca. 1.200) (Kampker, 2014).

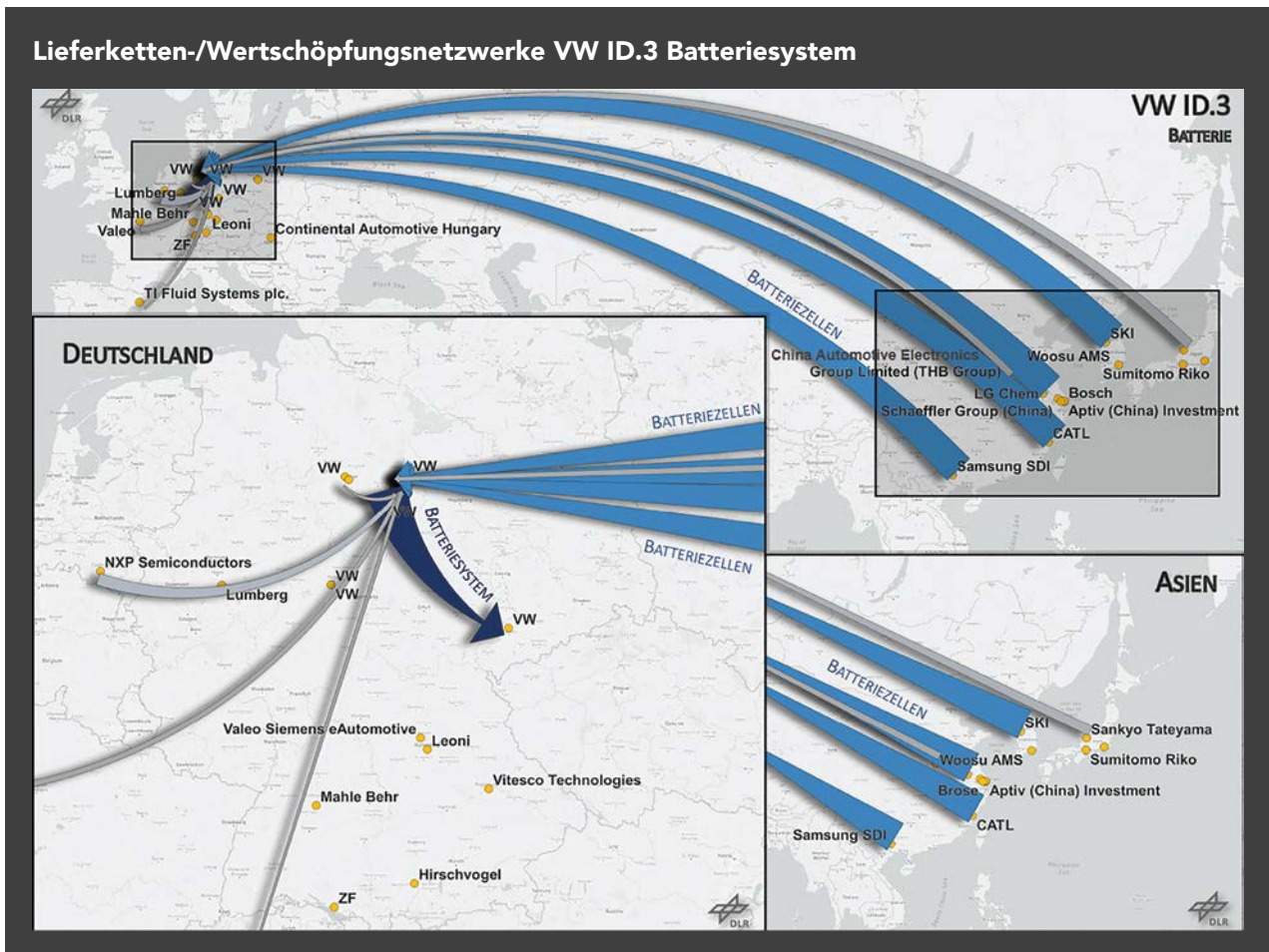


Abbildung 13: Komponentennetzwerk/Wertschöpfungsströme „Batteriesystem“ des VW ID.3

Gegenüber dem Verbrennungsmotor verschieben sich die Wertschöpfungsanteile der Zulieferer deutlich zugunsten von asiatischen Unternehmen. Insbesondere hervorzuheben sind die Zelllieferanten CATL, LG, Samsung SDI und SKI aus chinesischen und südkoreanischen Produktionsstandorten, die somit allein über 35 % Wertschöpfungsanteil am Antriebsstrang des ID.3 repräsentieren. Insgesamt 43 % aller Bauteile kommen aus dem asiatischen Raum, weitere 21 % aus dem europäischen Ausland (u. a. Frankreich, Spanien, Niederlande) und 36 % aus Deutschland. Im Anteil Deutschlands enthalten sind u. a. das Batteriegehäuse sowie auch die Montage der Batteriemodule und -packs in Braunschweig.

Bei Erweiterung der obigen Analysen auf alle weiteren Komponenten im Antriebsstrang der beiden Fahrzeugmodelle Golf 8 und ID.3 können weitere Aussagen zu Veränderungen der Wertschöpfungsnetzwerke im Vergleich von verbrennungsmotorisch und elektrisch betriebenen Volumenmodellen bei Volkswagen getroffen werden. Diese Analyse der Gesamtantriebsstränge im Vergleich wird im Folgenden beschrieben.



## Veränderung der Lieferketten/Wertschöpfungsstrukturen Gesamter Antriebsstrang | VW Golf 8 vs. VW ID.3

Struktur Zulieferernetzwerk „Antriebsstrang“ VW Golf 8 vs. ID.3						
Modell	Plattform	Anteil Komponenten DE	Anteil Komponenten EU	Anteil Komponenten Asien	Wertschöpfungsanteil am Antriebsstrang OEM	Wertschöpfungsanteil am Antriebsstrang Zulieferer
VW Golf 8	MQB	60,0%	75,5%	12,9%	20,8%	69,3% (79,2%)
VW ID.3	MEB	27,3% ↘	36,4% ↘	32,7% ↑	30,9% ↗	56,61% (69,1%) ↘

Quelle: DLR

Abbildung 14: Wertschöpfungsstruktur und Lokalisierung im Komponentennetzwerk „Antriebsstrang gesamt“ der Modelle VW Golf 8 und ID.3 im Vergleich

Im Vergleich der Wertschöpfungsnetzwerke „Antriebsstrang gesamt“ der Fahrzeugmodelle VW Golf 8 und ID.3 (siehe Abbildung 14) sind einerseits klare geografische Verschiebungen und andererseits ein zunehmender Grad der vertikalen Integration von Wertschöpfung weg von den Zulieferern und hin zum OEM Volkswagen zu erkennen.

Rund 60 % der analysierten 155 Komponenten und Bauteile im Antriebsstrang des VW Golf 8 stammen aus Deutschland, der Anteil steigt auf 76 %, wenn weitere Produktionsstandorte im direkt angrenzenden EU-Ausland hinzugezogen werden. Aus dem asiatischen Raum hingegen werden nur Komponenten in Höhe eines Anteils von weiteren ca. 13 % bezogen, aus dem US-amerikanischen Raum ca. 8 %. Insgesamt werden für den Golf 8 rund 96 % der identifizierten Bauteile im Antriebsstrang fremdbezogen, davon stammen rund 36 % aus dem Ausland. Für die Eigenfertigung des Golf 8 wurde ein auf den Komponenten basierender Wertschöpfungsanteil von knapp 21 % des OEM und ein Wertschöpfungsanteil von ca. 69 % der Zulieferer ermittelt. Allerdings muss betont werden, dass ca. 8 % der Wertschöpfung für Bauteile der Komponenten „Abgas- und Kraftstoffanlage“ und ca. 2 % im Bereich „Thermomanagement“ nicht zugeordnet werden konnten. Diese Bauteile beziehen sich beispielsweise auf Pumpen, Ventile, Klappen und Kondensatoren. Sie können mit hoher Wahrscheinlichkeit dem Wertschöpfungsanteil der Zulieferer zugeordnet werden, so

dass dieser unter Berücksichtigung dieser Annahme von rund 69 % auf 79 % ansteigen würde. Vergleichend dazu stammen beim VW ID.3 27 % der 55 untersuchten Komponenten und Bauteile im Antriebsstrang direkt aus Deutschland; werden die weiteren Anteile aus dem EU-Ausland addiert, dann kann ein Anteil von 36 % dargestellt werden. Aus dem asiatischen Raum werden ca. 33 % der Komponenten und Bauteile des ID.3 geliefert. Insgesamt werden beim ID.3 ca. 71 % der Teile fremdbezogen, davon stammen knapp 44 % aus dem Ausland. Der Eigenfertigungsanteil des Herstellers liegt beim ID.3 bei ca. 31 % und damit ungefähr 10 % höher als beim Golf 8. Zu begründen ist dies u. a. mit einem höheren Grad der vertikalen Integration in der Komponentenfertigung, konkret bei Volkswagen der Inhouse-Fertigung von E-Motor und Getriebe. Der Zuliefereranteil an der Wertschöpfung liegt im Vergleich zum Golf 8 niedriger und beträgt in dieser Auswertung ca. 57 %. Allerdings muss auch hier betont werden, dass ca. 11 % der Wertschöpfung für Bauteile der Komponenten „Leistungselektronik“ und ca. 1 % im Bereich „Thermomanagement“ nicht zugeordnet werden konnten. Diese Bauteile beziehen sich beispielsweise auf Adapter, Stecker, Systemschutzkomponenten, Laderegler und Sensoren. Sie können mit hoher Wahrscheinlichkeit dem Wertschöpfungsanteil der Zulieferer zugeordnet werden, der unter Berücksichtigung dieser Annahme von rund 57 auf 69 % ansteigen würde.

Auch bei allen weiteren untersuchten Fahrzeugmodellen der Automobilhersteller BMW, Mercedes-Benz und Audi sind signifikante Veränderungen in den Wertschöpfungsstrukturen im Vergleich der verbrennungsmotorisch und elektrisch betriebenen Fahrzeugmodelle zu erkennen (siehe Abbildung 15). Für diesen Vergleich herangezogen wurden die Fahrzeugmodelle BMW 330i und BMW i4, Mercedes-Benz E-Klasse und Mercedes EQE sowie Audi Q3 und Audi Q4 e-tron. Die Analyse der Wertschöpfungsstrukturen basiert auf der Definition von relevanten Indikatoren, z. B. der Anzahl der produzierten Teile und der generierten Wertschöpfung pro Land und Unternehmen, wobei sowohl der gesamte Antriebsstrang als auch einzelne Subsysteme – wie der Verbrennungsmotor und das Batteriesystem – berücksichtigt wurden.

Für die Modelle mit Verbrennungsmotor wurden insgesamt 126 Antriebsstrangkomponenten aus dem Lieferantennetzwerk für den BMW 330i, 118 Komponenten für die Mercedes E-Klasse und 125 für den Audi Q3 identifiziert. Diese Daten wurden über Zuliefererdatenbanken, Teardown- und Cutaway-Berichte, Artikel aus Automobilzeitschriften sowie Angaben der Hersteller identifiziert und eindeutig zugeordnet. Die Bauteile umfassen beim Verbrennungsmotor z. B. die Nocken- und Kurbelwelle, Zylinder, Kolben, Pleuel und Ventile. Ebenfalls enthalten sind Bauteile wie das Gehäuse, Dichtungen, Sensoren und Steuergeräte sowie andere Komponenten der Teilsysteme Getriebe, Kraftstoffsystem, Abgasanlage, Thermomanagement und Leistungselektronik. Für die Elektromodelle wurden insgesamt 52 Antriebsstrangkomponenten aus dem Lieferantennetzwerk für den BMW i4, 54 für den Mercedes EQE und 54 für den Audi Q4 identifiziert. Diese Komponenten umfassen beim Batteriesystem z. B. die Batteriezelle, das Batteriegehäuse, die interne Verkabelung, die Kühlkanäle sowie die relevanten Sensoren. Ebenso sind die weiteren Bauteile der Komponenten E-Motor, Getriebe, Thermomanagement und Leistungselektronik abgebildet.



Abbildung 15: Wertschöpfungsstruktur und Lokalisierung im Komponentennetzwerk „Antriebsstrang gesamt“ ausgewählter Modelle von BMW, Mercedes-Benz und Audi im Vergleich

Die Analyse der Zulieferernetzwerke für die verbrennungsmotorisch betriebenen Modelle zeigt, dass sie stark auf deutsche Produktionsstandorte und Zulieferer fokussiert sind: Zwischen 60 und 71 % der Komponenten werden aus Deutschland bezogen, zwischen 74 und 79 %, wenn weitere Zulieferer aus dem EU-Ausland miteinbezogen werden. Die Wertschöpfung der von EU-Zulieferern bezogenen Komponenten liegt bei allen drei Modellen zwischen 45 und 59 %. Der Beitrag zur Wertschöpfung von Komponenten aus asiatischen Ländern liegt dagegen bei BMW und Mercedes-Benz in dieser Analyse bei fast 0 %, bei Audi erreicht sie ca. 11 %. Letzteres resultiert aus der Fertigung der Kurbelwelle durch den Zulieferer Bharat Forge in Indien. Die Wertschöpfung der nordamerikanischen Zulieferer liegt zwischen 10 und 12 %. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der größte Teil der Wertschöpfung im Antriebsstrang der untersuchten Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor von deutschen, europäischen und in geringerem Maße von nordamerikanischen Zulieferern stammt, während asiatische Zulieferer nur eine untergeordnete Rolle in diesen Wertschöpfungsnetzwerken einnehmen.

Demgegenüber ist bei den Elektrofahrzeugen BMW i4, Mercedes EQE und Audi Q4 eine starke Verschiebung hin zu asiatischen Ländern und/oder Unternehmen zu beobachten. Hier sinkt der Anteil der Komponenten von deutschen Zulieferern auf Werte zwischen 46 und 54 %, der von europäischen Zulieferern auf 63 bis 67 %. Dieser Rückgang wird durch einen Anstieg der asiatischen Zulieferer kompensiert, die zwischen 17 und 20 % der Teile liefern. Bei Analyse der Wertschöpfungsanteile nach Hauptsitz des liefernden Unternehmens ist die Verschiebung in Richtung Asien sehr viel deutlicher abzulesen: Es zeigt sich, dass asiatische Zulieferer für insgesamt zwischen 41 und 49 % Wertschöpfungsanteil verantwortlich sind, während europäische Zulieferer nur noch zwischen 24 und 44 % besitzen. Amerikanische Zulieferer leisten einen weiteren Anteil in Höhe von 1 bis 3 %.

Der Übergang zur Elektrifizierung führt zu einem Rückgang des Wertschöpfungsanteils bei den europäischen Zulieferern und zu einem Anstieg bei den asiatischen Zulieferern, insbesondere in China. Abbildung 15 illustriert den Rückgang des Wertschöpfungsanteils am Antriebsstrang für europäische Zulieferer bei den neuen elektrifizierten Fahrzeugen, der zwischen -13 und -32% liegt, während gleichzeitig ein deutlich steigender Wertschöpfungsanteil aus Asien (insbesondere China) von +31 bis +49 % zu verzeichnen ist, der hauptsächlich auf die Lieferung von Batteriezellen aus Asien zurückzuführen ist, wie im Folgenden näher erläutert wird.

Das starke Wachstum bei asiatischen Anteilen, insbesondere in China, ist auf die hohen Wertschöpfungsanteile des Batteriesystems zurückzuführen. Vor allem die Batteriezellen machen mehr als 35 % der Wertschöpfung des Antriebssystems aus und werden bei allen drei Modellen von asiatischen Unternehmen geliefert. Im Fall des BMW i4 stammen sie vor dem Jahr 2022 von CATL (China), werden ab dann auch von Samsung SDI (Südkorea) bezogen. Für den Mercedes EQE werden sie von CATL und Farasis Energy, beides chinesische Unterneh-

men, zugeliefert. Beim Audi Q3 schließlich kommen sie von LG Energy Solution (Südkorea), ab dem Jahr 2021 von LG, CATL und Samsung. Es zeigt sich eine deutliche Zunahme der Abhängigkeit von asiatischen Lieferanten bei allen untersuchten Fahrzeugmodellen.

Der Wertschöpfungsanteil der deutschen Zulieferer am Batteriesystem sinkt aufgrund des hohen Wertschöpfungsanteils der Batteriezellen, die überwiegend in Asien produziert werden. Außerdem sind die Zulieferer stark von der zunehmenden vertikalen Integration betroffen, insbesondere bei der Montage von Batteriemodulen und -packs. Beim BMW i4 zum Beispiel können derzeit das Batteriegehäuse, die interne Verkabelung und die Montage der Batteriemodule und -packs einer deutschen Wertschöpfung zugerechnet werden. Die Montage der Batteriemodule und -packs, die in den BMW-Werken in Leipzig und Dingolfing stattfindet, ist nach der Zellproduktion diejenige Aktivität mit der höchsten Wertschöpfung bei der Herstellung von Batteriesystemen. Beim Mercedes EQE ist die in Deutschland erwirtschaftete Wertschöpfung geringer, da die Module derzeit noch vom chinesischen Unternehmen Farasis montiert werden. Die Aktivitäten mit der höchsten Wertschöpfung in Deutschland sind hier die Produktion des Batteriegehäuses, der Abdeckung und des Rahmens sowie die Montage des Batteriepacks. Auch beim Audi Q4 werden die Batteriemodule vom OEM montiert – hier im VW-Werk in Braunschweig bzw. zukünftig voraussichtlich auch im Audi-Werk in Neckarsulm.

Sowohl der BMW i4 als auch der Audi Q4 weisen eine relativ hohe Fertigungstiefe auf, da mehr als 50 % der Wertschöpfung des in Deutschland produzierten Batteriesystems von den OEM erwirtschaftet wird. Im Falle von BMW wird zudem auch der Elektromotor selbst hergestellt. Es wird erwartet, dass die vertikale Integration in den kommenden Jahren bei den entsprechenden Modellreihen weiter zunehmen wird, vor allem bei Audi und Mercedes-Benz (e-mobil BW, 2024). Mercedes-

Benz hat zum Beispiel angekündigt, die Produktion von Elektromotoren und die Montage von Batteriepacks und -modulen in die eigene Wertschöpfungskette zu integrieren. Mercedes-Benz wird zudem die Elektromotoren für die zukünftigen Modelle selbst entwickeln und produzieren sowie die derzeit von Zulieferern bezogenen Batteriemodule und Batteriepacks montieren. Das bedeutet, dass die Wertschöpfungsanteile des OEM im Vergleich zu den Zulieferern absehbar weiter steigen werden.

### Konsequenzen für die Zuliefererindustrie

Während die OEM vor allem mit der Komplexität der Variantenvielfalt, einschließlich des Wandels zur Elektromobilität, und dem anhaltenden Kostendruck beschäftigt sind, liegen die Herausforderungen für die Zuliefererindustrie in der Internationalisierung der Branche, dem mittelfristigen Wegfall von Wertschöpfungsumfängen im Antriebsstrang und im Kostendruck, der von den OEM auf sie übertragen wird. Zusätzlich fordert sie die CO<sub>2</sub>-Neutralität entlang der gesamten Wertschöpfungskette heraus, die von den OEM in den nächsten Jahren verlangt wird. Im Gegensatz zu den Herstellern sind bei den Zulieferern gleichermaßen global agierende Konzerne wie Bosch, Mahle und ZF wie zahlreiche mittlere und kleine Unternehmen vertreten. Knapp ein Drittel der deutschen Automobilzulieferer ist dabei durch kleine Unternehmen mit bis zu 500 Beschäftigten repräsentiert (Bratzel et al., 2015).

Die bislang steigende Modell- und Variantenvielfalt brachte Wettbewerbsvorteile für die Unternehmen der Zuliefererindustrie, die eine hohe Fertigungsqualität und Termintreue auch bei steigenden bzw. schwankenden Stückzahlen gewährleisten konnten. Gleichzeitig hat die zunehmende Modularisierung von Bauteilen die Voraussetzung für eine kontinuierliche Vergabe von Wertschöpfungsumfängen an die Zuliefererindustrie geschaffen. Die Zulieferer haben sich dabei entweder auf die Produktion von Gleichteilen oder Varianten spezialisiert. Gleichteillieferanten profitieren dabei von größeren Auftrags-

volumina und größerem Umsatz bei sinkenden Stückkosten durch Skaleneffekte, haben aber höhere Fixkosten durch Investitionen in Produktionsanlagen und müssen Rationalisierungseffekte über Preisnachlässe an die Hersteller weitergeben. Zudem sind sie stärker von einzelnen OEM abhängig. Spezialisieren sie sich dagegen auf diejenigen „sichtbaren“ Teile, die verschiedene Varianten voneinander unterscheiden, liegen ihre Chancen in steigenden Auftragseingängen und geringerem Kostendruck bei Nischenprodukten. Gleichzeitig müssen sie ihre Produktions- und Auslastungssteuerung beherrschen, weil die Stückzahlen je Auftrag eher abnehmen, das Einsparpotenzial durch Prozessoptimierungen gering ist und der Maschinenpark auch bei schwankender Auslastung profitabel betrieben werden muss. Hier besitzen kleinere und mittelständische Zulieferer Wettbewerbsvorteile.

Die Wertschöpfung hatte sich in den vergangenen Jahren immer stärker von den OEM hin zu den Zulieferern verschoben, Letztere besitzen derzeit einen Anteil von 70 bis 80 % an der automobilen Wertschöpfung. Eine niedrige Fertigungstiefe des einzelnen Unternehmens – beziehungsweise die hohe unternehmensübergreifende Arbeitsteilung – ist bei hohen Stückzahlen und einem starken Preisdruck in der Automobilindustrie vorteilhaft, macht die Hersteller jedoch auch stark von den Zulieferern abhängig. Derzeit ist die Tendenz zu erkennen, dass OEM auch durch die Rücknahme von Aufträgen die eigene Wertschöpfung und Beschäftigung im Zuge der zunehmenden Elektrifizierung steigern oder zumindest konstant halten wollen. So fertigt Mercedes-Benz in Untertürkheim künftig das elektronische Antriebssystem (EATS) selbst, nachdem ZF hier den Auftrag für die erste Modellgeneration hatte. Auch Volkswagen hat in Zwickau die eigene Wertschöpfung zu Lasten der Zulieferer erhöht. Chancen bestehen für Zulieferer vor allem dann, wenn sie in die Teileentwicklung eingebunden sind oder sich auf das Premiumsegment spezialisiert haben. Insbesondere Zulieferer im kostensensitiven Volumensegment sind einem anhaltenden Kostendruck ausgesetzt.

Die fortlaufende Internationalisierung der OEM fordert insbesondere die mittelständischen Zulieferer, weil die Hersteller auf regionales Sourcing setzen, also den Materialeinkauf vor Ort. Daher müssen die Zulieferer kundengetrieben auch in den anderen Weltmarktregionen produzieren, um weiterhin bei Vergaben berücksichtigt zu werden („follow your customer“). Dagegen ist eine kostenorientierte Auslandsproduktion vor allem für diejenigen Zulieferer eine Chance, die sich durch die Produktion großer Stückzahlen (statt technologisch innovativer Produkte) am Markt behaupten. Hier stehen niedrige Personalkosten im Vordergrund, gefolgt von niedrigeren Energie- und Rohstoffkosten.

Offen ist, ob der Wechsel zur Elektromobilität tatsächlich zu einer langfristigen Verschiebung von Wertschöpfungsanteilen führt. Die obigen Analysen spezifischer Fahrzeugmodelle lassen aber einen eindeutigen Trend hin zu sowohl einer geografischen Verschiebung (v. a. nach Asien) als auch einer höheren vertikalen Integration bei Automobilherstellern erkennen. Weitere Untersuchungen sollten zeigen, ob diese Entwicklungen auch bei anderen Automobilherstellern und Fahrzeugmodellen stattfinden und die zugehörigen Wertschöpfungsnetzwerke so vor einer grundlegenden Veränderung ihrer Struktur stehen – mit potenziell großen Auswirkungen für in Deutschland ansässige v. a. kleine und mittlere Zulieferer.

## Literatur

- Bratzel, S.; Retterath, G.; Hauke, N. (2015):  
Automobilzulieferer in Bewegung. Strategische Herausforderungen für mittelständische Unternehmen in einem turbulenten Umfeld. Baden-Baden.
- Bundesagentur für Arbeit (2023):  
Sonderauswertung von Beschäftigtenaten für die Strukturstudie 2023 im Auftrag der IMU Institut GmbH.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2024a):  
Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2024b):  
Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Ware.
- DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2024):  
Kostenstrukturen und -entwicklungen konventioneller und elektrifizierter Pkw/Lkw im Vergleich. Stuttgart. Veröffentlichung Q3 2024.
- EC – European Commission (2020):  
Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – a Foresight Study. European Commission. Brüssel.
- e-mobil BW (Hrsg.) (2019):  
Strukturstudie BW<sup>e</sup> mobil 2019. Transformation durch Elektromobilität und Perspektiven der Digitalisierung. Online verfügbar unter [https://www.transformationswissen-bw.de/fileadmin/media/Publikationen/e-mobil\\_Studien/Strukturstudie2019\\_2-Auflage\\_Web.pdf](https://www.transformationswissen-bw.de/fileadmin/media/Publikationen/e-mobil_Studien/Strukturstudie2019_2-Auflage_Web.pdf), zuletzt abgerufen am 02.04.2024.
- 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), zuletzt abgerufen am 02.04.2024.
- e-mobil BW (Hrsg.) (2023):  
Strukturstudie BW 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 abgerufen am 02.04.2024.
- e-mobil BW (2024):  
Factsheet „Transformationsstrategien der Automobilhersteller“. Online verfügbar unter [https://www.hub-edrive.de/fileadmin/media/Dashboard/05\\_Transformationsstrategien\\_der\\_Automobilhersteller/Transformations-Factsheet\\_5\\_Transformationsstrategien\\_der\\_Automobilhersteller.pdf](https://www.hub-edrive.de/fileadmin/media/Dashboard/05_Transformationsstrategien_der_Automobilhersteller/Transformations-Factsheet_5_Transformationsstrategien_der_Automobilhersteller.pdf), zuletzt geprüft am 10.04.2024.
- Fhg ISI – Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (2024):  
Meta-Markt-Monitoring: Zellproduktion. Online verfügbar unter <https://metamarketmonitoring.de/de/zellproduktion/>, zuletzt abgerufen am 02.04.2024.
- Hagedorn, M.; Hartmann, S.; Heilert, D.; Harter, C. (2019):  
Automobile Wertschöpfung 2030/2050. IPE Institut für Politikevaluation GmbH; fka GmbH; Roland Berger GmbH. Online verfügbar unter [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/automobile-wertschoepfung-2030-2050.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=16](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/automobile-wertschoepfung-2030-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=16), zuletzt abgerufen am 01.04.2024.
- Kampker, A. (2014):  
Elektromobilproduktion. Springer-Verlag. Heidelberg.
- Statistisches Bundesamt (2024):  
65 % mehr E-Autos im Jahr 2022 exportiert als im Vorjahr. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/03/PD23\\_N021\\_46\\_51.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/03/PD23_N021_46_51.html), zuletzt abgerufen am 02.04.2024.

VDA – Verband der Automobilindustrie (2022):

Jahresbericht 2022. Themen und Zahlen zur Entwicklung der deutschen Automobilindustrie. Berlin.

ZVEI – Zentralverband der Elektro- und Digitalindustrie (2022):

Faktenblatt Import 2022 – Import von Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien dominiert. Online verfügbar unter [https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Presse\\_und\\_Medien/Pressebereich/2022-041\\_Batterie\\_PK\\_2022/Faktenblatt\\_Import\\_End.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Pressebereich/2022-041_Batterie_PK_2022/Faktenblatt_Import_End.pdf), zuletzt abgerufen am 02.04.2024.

ZVEI – Zentralverband der Elektro- und Digitalindustrie (2023):

Faktenblatt Import 2023 – Steigender Import von Batterien: Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien dominieren. Online verfügbar unter [https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Presse\\_und\\_Medien/Publikationen/2023/Mai/Faktenblatt\\_Import/Faktenblatt\\_Import\\_End.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2023/Mai/Faktenblatt_Import/Faktenblatt_Import_End.pdf), zuletzt abgerufen am 02.04.2024.

## Hintergrund

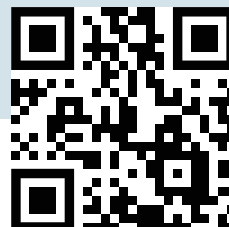
Das Projekt „Transformations-Hub Scale-up E-Drive“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Mit dem Transformations-Hub Scale-up E-Drive werden insbesondere kleine und mittlere Unternehmen befähigt, neue Technologietrends aufzunehmen, geeignete Partner zu finden und sich neue Geschäftsfelder zu erschließen. Dafür wird der bundesweit agierende Hub vorwettbewerbliche und fachspezifische Inhalte vermitteln sowie neue Chancenfelder in Bezug auf den elektrischen Antriebsstrang aufzeigen und durch gezielte Vernetzung neue Kooperationen initiieren.

Die Publikationsreihe „Transformations-Factsheet“ bereitet aktuelle Trends und Entwicklungen zu Branchen-, Markt-, Technologie-, Produkt- und Produktionswissen in kompakter Form auf und ordnet diese in den internationalen Kontext ein.

# SCALE-UP E-DRIVE

## Herausgeber

Transformations-Hub Scale-up E-Drive  
c/o e-mobil BW GmbH  
Leuschnerstraße 45, 70176 Stuttgart  
Telefon +49 711 892385-43  
hub-edrive@e-mobilbw.de



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages