

Scale-up E-Drive
Factsheet
„Entwicklungstrends bei Lieferketten und neue
Wertschöpfungsstrukturen“

April 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
Benjamin Frieske, Gabriel Möring-Martinez, Samuel Hasselwander, 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)

Das vorliegende Dashboard ist, wie in Abbildung 2 dargestellt, im Bereich „Wertschöpfungsketten“ angesiedelt und stellt relevante Kennzahlen und Entwicklungen hinsichtlich der Veränderung von Wertschöpfungsstrukturen und Lieferketten vor dem Hintergrund der Elektrifizierung des Antriebsstrangs bei ausgewählten Automobilherstellern dar.

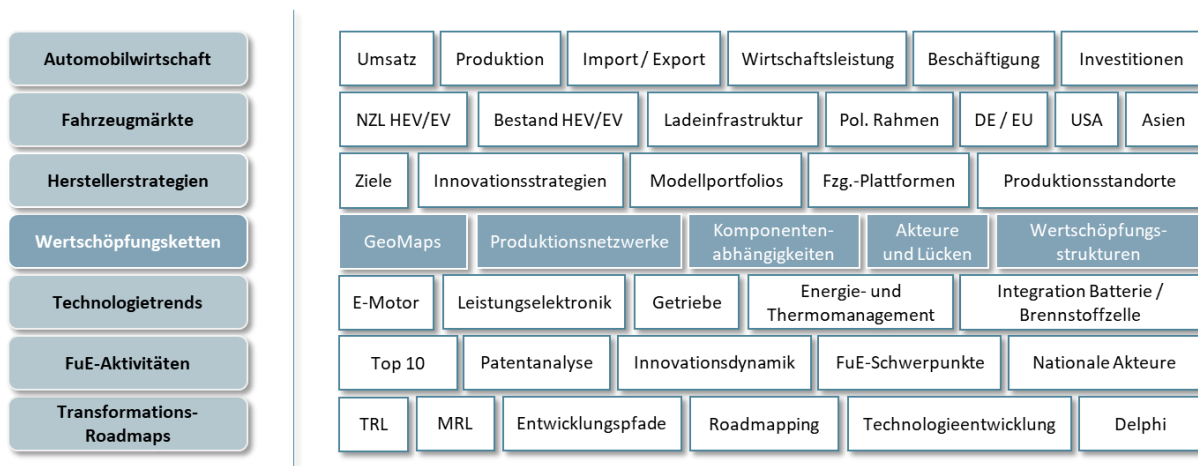


Abbildung 2: Fokusthemen der Dashboard-Publikationsreihe (Quelle: DLR)

Wertschöpfung der Automobilindustrie in Deutschland

2010
68 Mrd. €

2019
102 Mrd. €

↑

Anteile chinesischer Hersteller an Batteriezellfertigung weltweit

2020
83%

2022
84%



Import von Lithium-Ionen Batteriezellen aus China

2018 Importvolumen
0,7 Mrd. €

2022 Importvolumen
5,6 Mrd. €

Importanteil
78%

Importanteil
41%

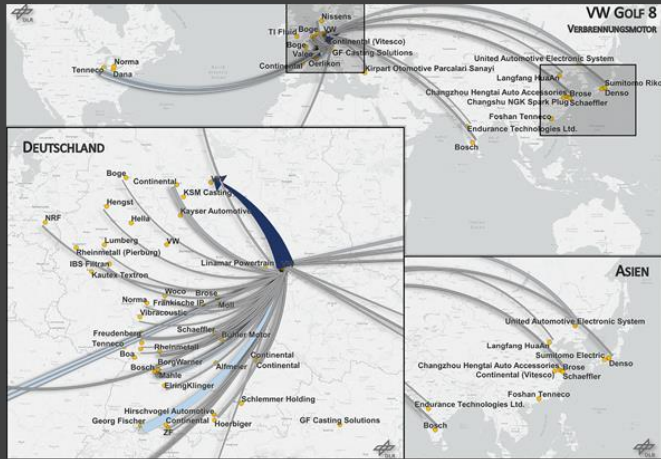
SCALE-UP
E-DRIVE

Anzahl Unternehmen mit Bezug zu „Elektromotoren (Automotive)“ in Deutschland

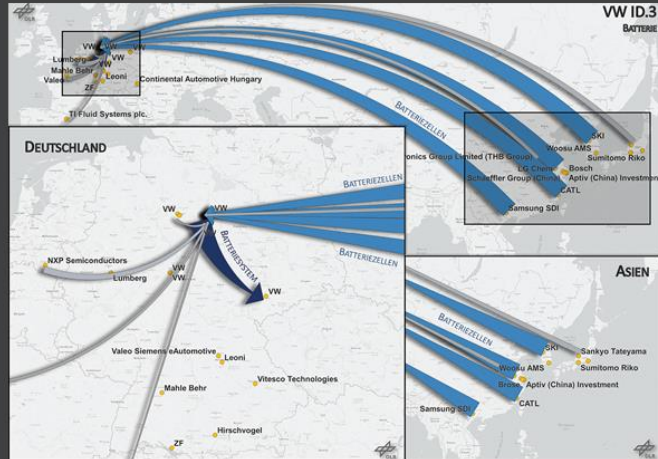
2023
343



Lieferketten- / Wertschöpfungsnetzwerke VW Golf 8 Verbrennungsmotor



Lieferketten- / Wertschöpfungsnetzwerke VW ID.3 Batteriesystem



Produktionsstandorte VW Golf 8 Deutschland



Produktionsstandorte VW ID.3 Deutschland



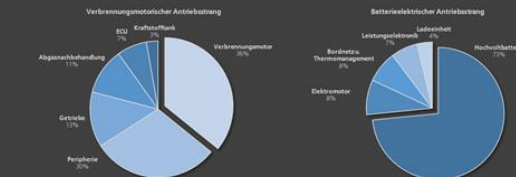
Lokalisierung neuer Wertschöpfung im Vergleich konventioneller / elektrifizierter Fahrzeugmodelle



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% (89,2%)

Neue Wertschöpfungsanteile im elektr. Antriebsstrang



Kontakt: benjamin.frieske@dlr.de // Quellen: Destatis (2024a, 2024b), DLR (2024), e-mobil BW (2022), istat.ai (2024), Transformationswissen BW (2021), zVEI (2022, 2023)

Abbildung 3: Transformations-Dashboard "Lieferketten und Wertschöpfungsstrukturen" (Quelle: DLR)

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 ausgestalten. 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 1990er Jahre erwirtschaftete sie mit 378 Mrd. EUR etwa 12 % der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland, seit Beginn der 2020er Jahre beträgt ihr Anteil über 20 %. Absolut ist diese seit 2010 von ca. 68 Mrd. EUR auf 105 Mrd. EUR im Jahr 2019 angestiegen, siehe Abbildung 4. 2020 ging die Bruttowertschöpfung 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).



Abbildung 4: Bruttowertschöpfung der Automobilindustrie in Deutschland, 2017 vs. 2020 (Quelle: Destatis, 2024a)

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-, Produkt- als auch Plattformstrategien aller großen deutschen Hersteller lassen den Schluss zu, dass die rein batterieelektrische Mobilität die mittelfristig dominierende Antriebsform beim Pkw darstellen wird.

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. Diese sind unter anderem: Radar, LiDAR, Kamerasysteme, Sensoren sowie neue Module zur Positionierung und Kommunikation der Fahrzeuge untereinander und mit der Infrastruktur.

Antriebskonzepte Komponenten	ICE	HEV	PHEV	REEV	BEV	FCEV
	Veränderungen der Systeme bis 2030					
Verbrennungsmotor	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Starter & 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
Batterie-System 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.
Brennstoffzellen-System	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	Neu

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

Abbildung 5: Übersicht über neue, modifizierte und wegfallende Komponenten je Antriebsstrang (Quelle: e-mobil BW, 2023)

Die deutsche Automobilindustrie richtet sich stark nach dem asiatischen Markt aus, v. a. nach dem chinesischen. OEM und Zulieferer müssen ihre Geschäftsmodelle und Produktangebote anpassen, wodurch hohe Investitionen in F&E und der Aufbau neuer, ggfs. regional differenzierter, Produktionskapazitäten notwendig werden (Hagedorn et al., 2019). Ebenfalls sind bisherige Produktionslinien umzustrukturieren und ein Aufbau von Know-How bei neuen Technologien des Antriebsstrangs und der Digitalisierung sind essenziell. Deutsche und internationale OEM 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.

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 ebenfalls die Zulieferer gezwungen, ihr bisheriges Geschäftsmodell zu überarbeiten. Das gilt vor allem für diejenigen Zulieferer, die zu einem hohen Anteil 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, direktspritzenden Turbomotoren besteht die Wertschöpfung überwiegend aus mechanischen Bauteilen wie dem Verbrennungsmotor, dem Getriebe und der Peripherie (Kühlkreisläufe, Lichtmaschine, Klimakompressor etc.). Dabei liegt mit über 35 % das größte Wertschöpfungspotential 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 % (UBS Limited, 2017). Mit Erweiterung des verbrennungsmotorischen Antriebsstrangs um Start-Stopp-Funktionalitäten oder Mildhybridisierung sowie dem zunehmenden Einsatz von Automatisierungsfunktionen steigt ebenfalls der Wertschöpfungsanteil der Steuergeräte (u. a. Engine Control Unit, ECU) sowie entsprechender Sensorik (e-mobil BW, 2023). **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Abbildung 6 zeigt die Wertschöpfungsanteile verbrennungsmotorischer und batterieelektrischer Antriebsstränge sowie 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 dem Wasserstofftank. Für die Brennstoffzelle ergeben sich Wertschöpfungsanteile von rund 60 % vor allem aus den aktuell noch sehr hohen Kosten für Bipolarplatten und Membran-Elektroden-Einheiten bei gleichzeitig sehr geringen Produktionsstückzahlen automotiver Brennstoffzellensysteme (James et al., 2018). Letztere tragen wie auch die aufwändigen Produktionsverfahren der Wasserstoff-Drucktanks aus Carbon zum hohen

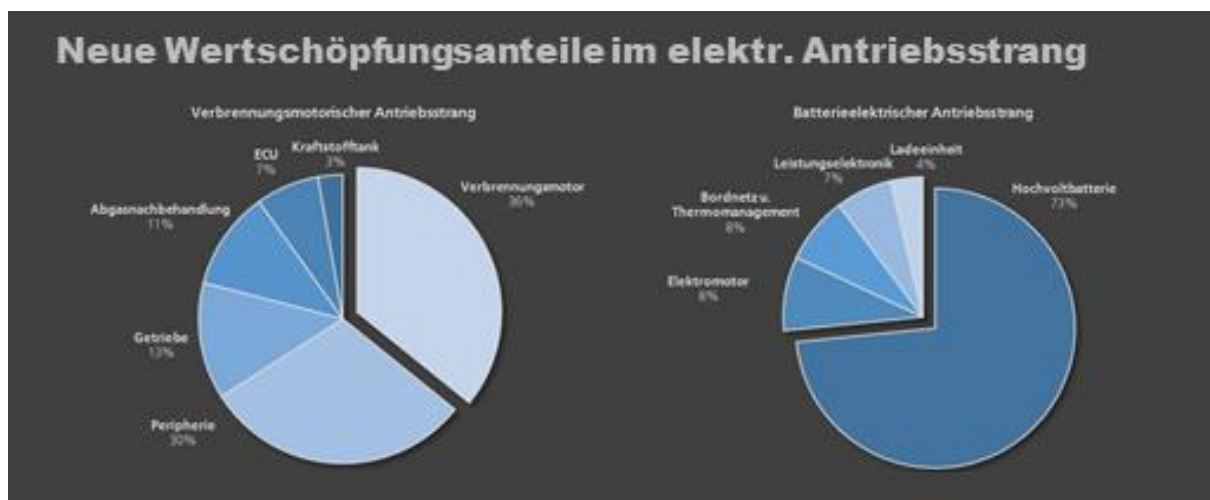


Abbildung 6: Vergleich der Wertschöpfungsanteile relevanter Komponenten im konventionellen und elektrischen Antriebsstrang (Quelle: DLR)

Wertschöpfungsanteil der Wasserstoffspeicher von rund 32 % bei (Houchins et al., 2017).

Das größte Potenzial bei neuen Antriebskomponenten liegt demnach in der Wertschöpfung im Bereich der Batterieherstellung. Diese umfasst derzeit ca. 50 % am gesamten BEV (Battery Electric Vehicle) und bis zu 73 % an einem BEV-Antriebsstrang. Die Zellherstellung nimmt dabei ca. zwei Drittel, die Packherstellung ein Drittel der Wertschöpfung für ein Batteriesystem ein. Der größte Wertschöpfungsanteil eines konventionellen Pkw hat dagegen der Verbrennungsmotor mit rund 36 %, danach folgt das Getriebe mit ca. 13 %. Rund 11 % sind der Abgasanlage zuzuordnen. Die Peripherie 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 sog. kritischen Komponenten und deren Versorgungssituation (inkl. Materialien/Rohstoffe) sollen im Folgenden beispielhaft für die E-Maschine dargestellt werden.

Eine strategische Abhängigkeit kann sich dabei auf verschiedene Stufen der Wertschöpfung beziehen: auf die Rohstoffgewinnung und -verfügbarkeit, auf Kapazitäten und Technologien zur (Weiter-)Verarbeitung dieses Rohstoffs hin 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, u. a. sind dies: Lithium, Kobalt, Nickel, Kupfer, Graphit, Silizium, Chrom und

Seltenerdmetalle wie Neodym, Dysprosium, Bor, 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 und Abhängigkeit ist in Abbildung 7 dargestellt:



Abbildung 7: Ausgewählte kritische Materialien, deren Anwendung und Abhängigkeiten (Quelle: e-mobil BW, 2022)

Der Wertschöpfungsprozess kann beim E-Motor 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 entstammen 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 hierbei für 98 bis 99 % aller Lieferungen an die EU verantwortlich (EC, 2020).



Abbildung 8: Anzahl Unternehmen mit Bezug zu „Elektromotoren (Automotive)“ in Deutschland 2023 (Quelle: istari.ai, 2024)

Ebenso dominiert China die zweite Stufe in der Wertschöpfungskette: Die hier verarbeiteten Materialien beziehen sich z. B. auf die Herstellung der NdFeB- (Neodym-Eisen-Bor) Permanentmagnete, an denen China

einen Anteil von ca. 85 % an der globalen Produktion dieses Bauteils 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 dritter 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 als mittel eingestuft.

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. Hierbei ging der Importwert von mit Verbrennungsmotor betriebenen Fahrzeugen auf ca. 23,5 Mrd. EUR (-12 % im Vergleich zum Jahr 2021) zurück, 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).



Abbildung 9: Anteile chinesischer Hersteller an Batteriezellfertigung weltweit, 2020 vs. 2022 (Quelle: Fhg ISI, 2024)



Abbildung 10: Import von Lithium-Ionen Batteriezellen aus China, 2018 vs. 2022 (Quelle: ZVEI, 2022 & 2023)

von Herstellern aus dem asiatischen Raum zu, wie in Abbildung 10 zu sehen ist: Während im Jahr 2018 noch ein Importwert von nur 0,8 Mrd. EUR für Lithium-Ionen-Batteriezellen aus China verzeichnet werden konnte (78 % Importanteil), so ist bis zum Jahr 2022 ein Wachstum von über 700 % auf dann 5,6 Mrd. EUR zu erkennen (41 % Importanteil) (ZVEI, 2022 & 2023).

Bei den für die Wertschöpfung relevantesten Komponenten im elektrifizierten Antriebsstrang – den Batteriezellen – stammen über 90 % 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

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 im Vergleich in Deutschland auf. In Wolfsburg wird eine jährliche Produktionskapazität von ca. 450.000 Modellen des Golf 8 ermöglicht. Zum Vergleich besitzt das Produktionswerk des ID.3 in Zwickau eine 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 die höchste 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, welches markenübergreifend Modelle derselben Plattform (Golf 8: MQB evo; ID.3: MEB) berücksichtigt, lassen sich Unterschiede zwischen Multitraktionsplattform 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 bei globaler Analyse 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 Produktionswerk.

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 gegenübergestellt, für den Vergleich der Volumenmodelle ID.3 und Golf 8 der Marke Volkswagen diese in sog. *GeoMaps* zusätzlich visualisiert. Die weiteren Modelle der Premium-Hersteller BMW, Mercedes-Benz und Audi umfassen den BMW 330i und i4, Mercedes E-Klasse und EQE sowie Audi Q3 und Q4 e-tron.

Alle Zulieferernetzwerke werden in Bezug auf deren Struktur und Ausgestaltung untersucht und gegenübergestellt. Betrachtet werden hierbei u. a. die Anzahl der Zulieferer für die gesamten Antriebsstränge und einzelne Schlüsselkomponenten, regionale/geographische 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 geographischer Wertschöpfungsstrukturen wird der Fokus in diesem Factsheet auf letztere Auswertung (Hauptsitz des Unternehmen) gelegt.

Die Untersuchungen wurden jeweils für die Antriebsstränge insgesamt sowie im Detail für die Schlüsselkomponenten Verbrennungsmotor, 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 diese 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.

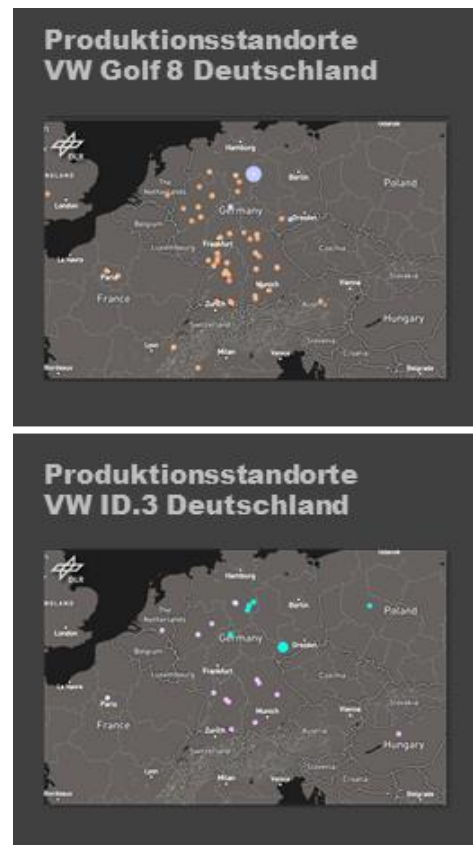


Abbildung 11: Produktionsstandorte VW Golf 8 / ID.3 in Deutschland im Vergleich (Quelle: DLR)

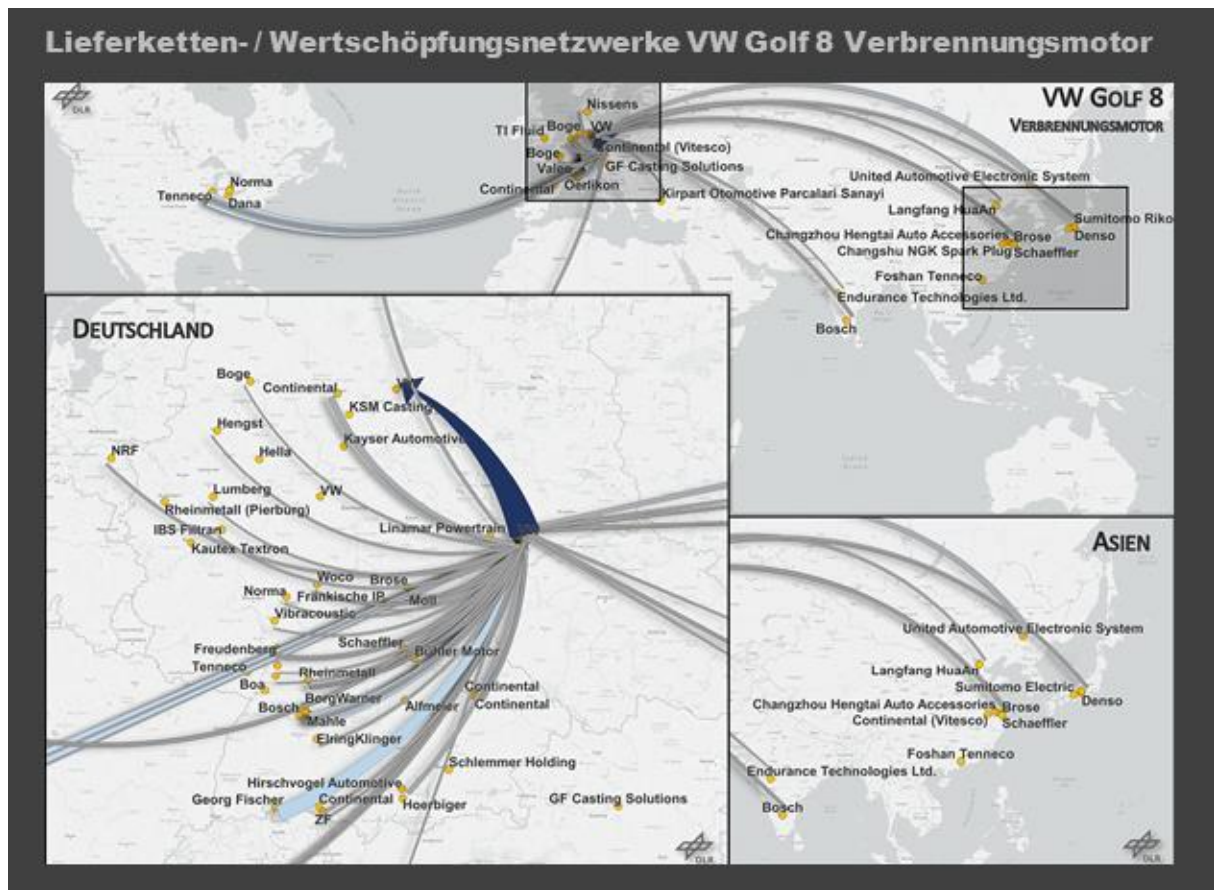


Abbildung 12: Komponentennetzwerk/Wertschöpfungsströme „Verbrennungsmotor“ des VW Golf 8 (Quelle: DLR)

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. Diese 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. Diese reichen von der Batteriezelle über das Gehäuse bis hin zur Batterieinnenverkabelung, 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).

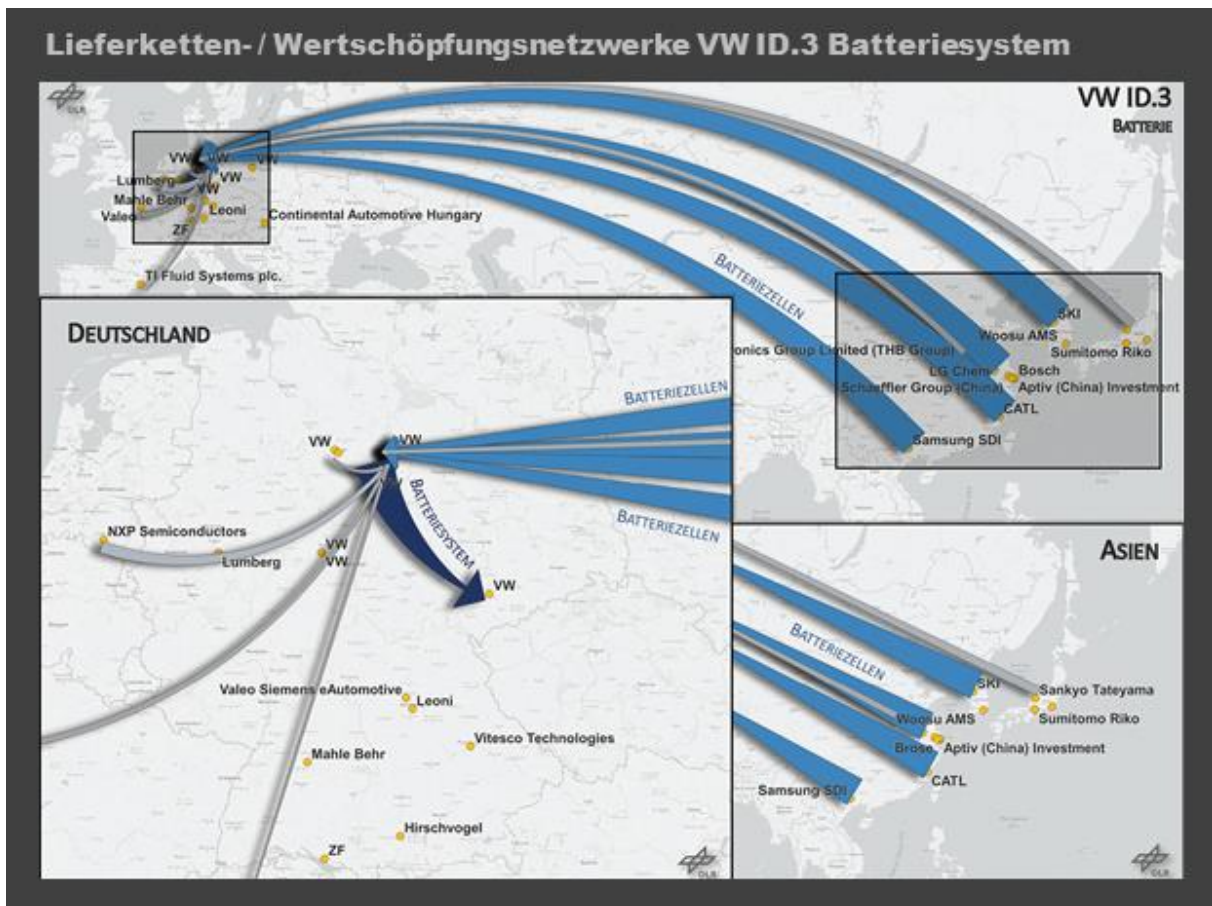


Abbildung 13: Komponentennetzwerk/Wertschöpfungsströme „Batteriesystem“ des VW ID.3 (Quelle: DLR)

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.

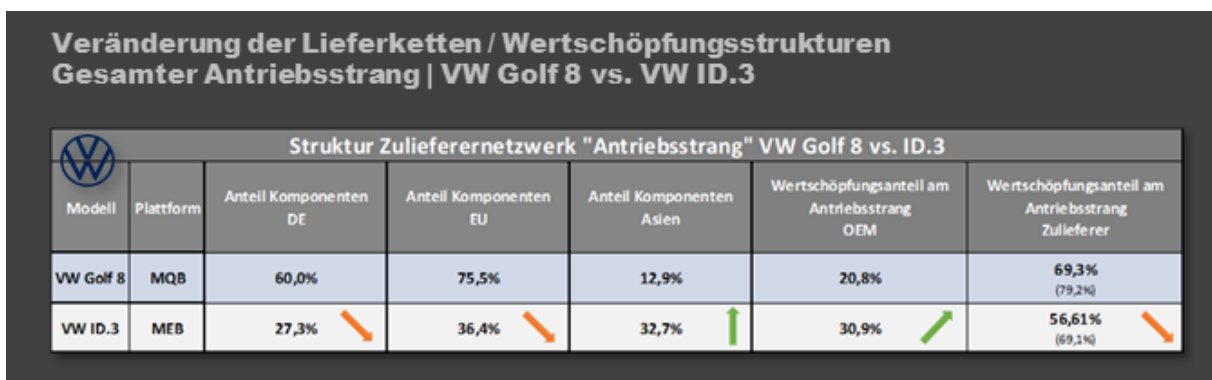


Abbildung 14: Wertschöpfungsstruktur und Lokalisierung im Komponentennetzwerk „Antriebsstrang gesamt“ der Modelle VW Golf 8 und ID.3 im Vergleich (Quelle: DLR)

Im Vergleich der Wertschöpfungsnetzwerke „Antriebsstrang gesamt“ der Fahrzeugmodelle VW Golf 8 und ID.3 (siehe Abbildung 14) sind einerseits klare geographische 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, insgesamt 76 %, wenn weitere Produktionsstandorte im direkten EU-Ausland hinzugezogen werden. Aus dem asiatischen Raum hingegen werden nur Komponenten in Höhe eines Anteils von ca. weiteren 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 hierbei 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, SCR-Systeme 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 direkten 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 im direkten Vergleich des Golf 8. Zu begründen ist dies u. a. mit einem höheren Grad der vertikalen Integration in der Komponentenfertigung, konkret bei Volkswagen der *In-house*-Fertigung von E-Motor und Getriebe. Der Zuliefereranteil an der Wertschöpfung sinkt im Vergleich zum Golf 8 mit ca. 57 % in dieser Auswertung ab. 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, so dass dieser 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.

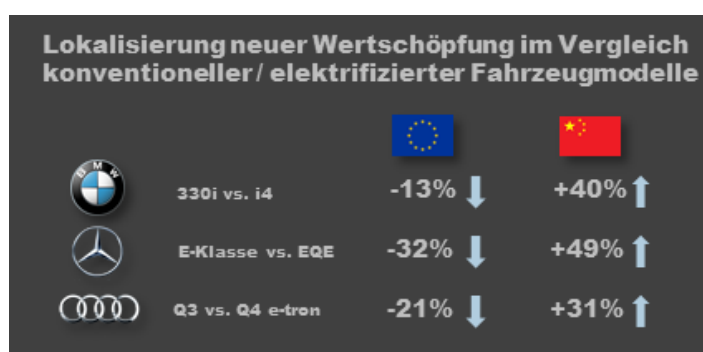


Abbildung 15: Wertschöpfungsstruktur und Lokalisierung im Komponentennetzwerk „Antriebsstrang gesamt“ ausgewählter Modelle von BMW, Mercedes-Benz und Audi im Vergleich (Quelle: DLR)

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 bei der Komponenten „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, Thermomanagements und Leistungselektronik abgebildet.

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 direkten 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 %. Für Letzteres verantwortlich ist die 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.

Auf der anderen Seite 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 die Anzahl der Komponenten von deutschen Zulieferern auf Werte zwischen 46 % und 54 %, 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 zuliefernden 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 zwischen 1 % und 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. In Abbildung 15 ist ein Rückgang des Wertschöpfungsanteils am Antriebsstrang für europäische Zulieferer bei den neuen elektrifizierten Fahrzeugen zu beobachten, der zwischen -13 % und -32 % liegt, während gleichzeitig ein deutlicher Anstieg des Wertschöpfungsanteils aus Asien (insbesondere China) von +31 % bis +49 % zu beobachten 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 z. T. auch von Samsung SDI (Korea) bezogen. Für den Mercedes EQE werden sie von CATL und Farasis Energy, beides chinesische Unternehmen, 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 Batteriezellenlieferanten bei allen untersuchten Fahrzeugmodellen.

Der Wertschöpfungsanteil der deutschen Zulieferer am Batteriesystem sinkt aufgrund der Abhängigkeit von Asien bei der Zellproduktion. Außerdem sind die Zulieferer stark von der zunehmenden vertikalen Integration betroffen, insbesondere bei der Montage von Batteriemodulen und -packs. Beim BMW i4 zum Beispiel tragen 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. dem Audi-Werk in Besigheim.

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 OEMs 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. 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 und die derzeit von Zulieferern bezogenen Batteriemodule und Batteriepacks montieren. Das bedeutet, dass die Wertschöpfungsanteile des OEM im Vergleich zu den Zulieferern absehbar weiter steigen wird.

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 CO₂-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 Auftragsvolumina 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 anhaltende 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 geographischen 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 Beschäftigtendaten 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.
- 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.) (2019a): Strukturstudie BW^e 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, 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_Zukunftsfaeihige_Lieferketten_und_neue_WertschoepfungsstruWertsc_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, zuletzt abgerufen am 02.04.2024.

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, 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, 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, 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, zuletzt abgerufen am 02.04.2024.