

Branchenausblick 2030+

Automotive
mit Schwerpunkt Ostdeutschland



Impressum

BRANCHENAUSBLICK 2030+
Automotive mit Schwerpunkt Ostdeutschland

ERSTELLT IM AUFTRAG VON
Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE

- Inselstraße 6, 10179 Berlin
- Königsworther Platz 6, 30167 Hannover
- Telefon +49 30 2787 13 14

DURCHFÜHRUNG
Fraunhofer IMW, Autor*innen:
Mar Viñallonga, Antonia Helena Sanllorente,
Dr. Frank Pothen
Fraunhofer ISI, Autor*innen:
Dr. Claus Doll, Anna Grimm, Dr. Luisa Sievers

PROJEKTLEITUNG
Malte Harrendorf, Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE

LEKTORAT
Gisela Lehmeier, FEINSCHLIFF

SATZ UND LAYOUT
pandamedien GmbH & Co. KG

TITELBILD
pandamedien GmbH & Co. KG

DRUCK
Spree Druck Berlin GmbH

VERÖFFENTLICHUNG
Februar 2022

BITTE ZITIEREN ALS
Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE (2022):
Branchenausblick 2030+: Automotive mit Schwerpunkt
Ostdeutschland. Berlin.

Vorwort

Die Bundesrepublik Deutschland und die Europäische Union haben sich ein ambitioniertes Klimaschutzziel gesetzt: Klimaneutralität bis Mitte des Jahrhunderts. Im Rahmen des Green Deal wurden die Emissionsminderungsziele für die EU jüngst von -40 auf -55 Prozent bis 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 angehoben.

Für Deutschland bedeutet dies unter anderem, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien deutlich beschleunigt werden muss, dass die CO₂-Zertifikatsmenge im Rahmen des ETS-Systems (Emissions Trading System) schneller reduziert wird, dass der CO₂-Preis voraussichtlich steigt und dass dadurch der Dekarbonisierungsdruck auf die ganze Gesellschaft – und insbesondere auf die Industrie – zunimmt. Gleichzeitig ist die Klimapolitik nicht der einzige Prozess, der derzeit die Gesellschaft und die Wirtschaft massiv herausfordert. Die Corona-Krise, die Veränderungen der Globalisierung, die Digitalisierung und der demografische Wandel haben große Auswirkungen auf alle Akteure.

Wie sind deutsche Industriebranchen von diesen gleichzeitig stattfindenden Transformationstrends betroffen? Welche Stärken und Schwächen mit Blick auf die Dekarbonisierung unter beibehaltener Wettbewerbsfähigkeit zeigen sie auf? Was sind besondere Risiken und Chancen des anstehenden Umbaus hin zu Nachhaltigkeit und langfristiger Leistungsfähigkeit? Und wie werden die Arbeit selbst und die Arbeitnehmer*innen in der Industrie dadurch betroffen?

In einer Studienreihe – Branchenausblick 2030+ – untersucht die Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE die Auswirkungen verschiedener Transformationsprozesse auf ausgewählte Industriebranchen. Der Fokus liegt dabei auf technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Potenzialen zu Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität; aber auch andere, für die Industriebranchen transformative Entwicklungen werden beleuchtet.

Die Studienreihe komplettiert den Szenarienprozess der IGBCE, in dem Zukunftsszenarien und industriepolitische Strategien für die kommende Dekade entwickelt wurden. Obwohl es immer schwierig ist, mittelfristige Prognosen zu industriellen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderungen zu machen, ist ein solcher Blick auf aktuelle Trends und Entwicklungstendenzen notwendig, um strategische Antworten auf strukturelle Veränderungen zu entwerfen. Es geht darum, die Zukunftsfähigkeit der Industrie kritisch zu beleuchten, Risiken zu identifizieren und politischen sowie gewerkschaftlichen Handlungsbedarf zu diskutieren.

Unser Ausgangspunkt ist und bleibt, dass die notwendige industrielle Modernisierung mit sozialer Gerechtigkeit, Guter Arbeit und gestärkter Mitbestimmung einhergehen muss.

Wir hoffen, mit dieser Studienreihe konstruktiv zur Debatte über die Herausforderungen, die Potenziale und die konkrete Ausgestaltung der sozial-ökologischen Transformation in der deutschen Industrie beizutragen.

Wir freuen freuen uns auf den Austausch!

Dr. Kajsa Borgnäs

Geschäftsführerin

Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE

Malte Harrendorf

Bereichsleiter Energiewende und Sektorenkoppelung

Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE

Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick: Zusammenfassung

Im Jahr 2019 erwirtschaftete die Automobilindustrie rund 4,4 Prozent der gesamten deutschen Bruttowertschöpfung und rund 21 Prozent der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes.¹ Somit ist der Automobilssektor nicht nur der wirtschaftsstärkste im Verarbeitenden Gewerbe, sondern auch für die deutsche Wirtschaft insgesamt von sehr großer Bedeutung.

Im internationalen Vergleich sind die deutschen Kraftfahrzeughersteller (OEMs) und Zulieferer führend. So positioniert sich Deutschland in Europa unter den Herstellerländern an erster Stelle und auch weltweit zählt Deutschland zu den Top-5-Herstellerländern.² Dies bringt die deutsche Automobilindustrie in eine sehr gute Ausgangslage auf internationalen Märkten. So exportierten die deutschen OEMs im Jahr 2020 rund drei Viertel ihrer in Deutschland produzierten Pkw in Absatzmärkte auf der ganzen Welt, insbesondere nach Europa, in die USA und nach China. Längst wurde die Produktion auch schon in andere Länder ausgeweitet.³ Deutsche Hersteller fertigten im Vor-Krisenjahr 2019 fast fünf Millionen Fahrzeuge im Inland sowie 11,4 Millionen Pkw im Ausland (davon rund die Hälfte in China). Diese Strukturen beeinflussen unternehmerische Geschäftspolitiken wesentlich. Zu großen Teilen sind die Hersteller von den Standards und Normen in anderen Weltregionen abhängig.

Zuletzt wurde die international verflochtene Automobilindustrie durch die Folgen der Corona-Pandemie und der Halbleiter-Krise auf eine harte Belastungsprobe gestellt. Der Zusammenbruch internationaler Lieferketten, der Mangel an grundlegenden Rohstoffen und nicht zuletzt die erschwerten Produktionsbedingungen zwangen viele OEMs dazu, bestehende Liefer- und Produktionskonzepte zu überdenken. Zeitgleich stoßen die voranschreitende Digitalisierung, die demografischen Entwicklungen und vor allem internationale und nationale Klimaschutzpolitiken weitere Transformationsprozesse in der Branche an.

Aus diesem Grund werden in diesem Branchenausblick folgende Fragestellungen basierend auf den Ergebnissen der aktuellen Forschungslage sowie quantitativer Datenanalysen beantwortet:

1. Wie ist die wirtschaftliche und handelspolitische Ausgangslage der Automobilindustrie, auch mit Blick auf die Corona-Pandemie und die Halbleiter-Krise? Wie steht es um die Beschäftigung, die Unternehmensstruktur und Investitions- und Innovationstätigkeit?
2. Inwiefern ist die Automobilindustrie von Transformationstrends wie der Digitalisierung, den Veränderungen der Globalisierung sowie dem demografischen Wandel betroffen?
3. Welche Technologien und Prozesse, aber auch Regularien und politische Weichenstellungen können zu einer erfolgreichen Nachhaltigkeitstransformation und Dekarbonisierung der Branche beitragen?
4. Mit Blick auf Innovation, Transformation und Leistungsfähigkeit in den kommenden Jahren: Welche Stärken und Schwächen, Risiken und Chancen ergeben sich für die deutsche Automobilindustrie?

In Deutschland konzentrieren sich die Automobilhersteller und Zuliefererindustrien vor allem im Westen und insbesondere im Süden Deutschlands. In Ostdeutschland hingegen haben sich einzelne OEMs nur mit reinen Produktionsstätten niedergelassen. Aufgrund der häufig räumlichen Nähe der Automobilzulieferer zu den Produktionswerken ist davon auszugehen, dass die meisten Zulieferer sich ebenfalls im Westen befinden. Dies wird in der Studie zu „Wirtschaftliche Bedeutung regionaler Automobilnetzwerke in Deutschland“ untersucht und bestätigt.⁴ Somit bringt die ostdeutsche Automobilindustrie andere Grundbedingungen mit sich als die deutsche Automobilbranche insgesamt. In dieser Studie wird daher ein besonderes Augenmerk auf die Ausgangslage der ostdeutschen Automobilbranche gelegt.

¹ Vgl. Statistisches Bundesamt 2021c.

² Vgl. OICA 2021.

³ Vgl. VDA 2021d.

⁴ Vgl. IW Consult GmbH et al. 2021.

Weiterhin wird der Begriff der Zulieferindustrien ausgeweitet. Das Statistische Bundesamt rechnet nur die direkten Zulieferindustrien zum Wirtschaftszweig 29 „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“. Andere eng mit der Automobilindustrie verbundene Industrien werden anderweitig erfasst.

Basierend auf zwei verschiedenen Datenanalysen nach einem Top-down- und einem Bottom-up-Ansatz wurden folgende Industrien als Kern-Zulieferindustrien für die Automobilbranche identifiziert und ebenfalls in die Auswertung im Rahmen dieser Studie eingeschlossen:

- Metallerzeugung und -bearbeitung
- Reparatur, Instandhaltung und Installation von Maschinen und Ausrüstungen
- Herstellung von Metallerzeugnissen
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen

In der deutschen Automobilindustrie sind im Jahr 2018 insgesamt 940.000 und in den Kern-Zulieferindustrien 260.000 Menschen beschäftigt gewesen. Davon entfallen sieben Prozent auf Ostdeutschland.⁵ Insgesamt ist die Beschäftigung in der Automobilbranche und den Zulieferindustrien durch einen hohen Anteil an Vollzeitbeschäftigung geprägt. Sowohl in der Kraftfahrzeug- als auch in der Chemieindustrie ist die Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten besonders hoch und liegt bei über 100.000 Euro.⁶ In den beiden Branchen liegen auch die Bruttostundenverdienste über den Durchschnittsbruttostundenverdiensten im Osten beziehungsweise Westen. Auffällig ist allerdings auch, dass der Anteil weiblicher und ausländischer Mitarbeiter*innen in der Automobil- und den Zulieferbranchen gering ist. Ebenso lässt sich feststellen, dass sich die Stellen der Expert*innen und Spezialist*innen, insbesondere IT-Fachkräfte, vor allem im Westen konzentrieren. Ähnlich sieht es mit den Ausbildungsmöglichkeiten aus. Dies könnte erklären, weshalb auch der Anteil junger Beschäftigter im Westen höher ist. Dahingegen gibt es in Ostdeutschland mehr Weiterbildungsangebote im Verhältnis zur Einwohnerzahl.⁷

Mit Hinblick auf die Unternehmensstruktur lässt sich feststellen, dass die meisten Betriebe der Automobil- und Zulieferindustrien kleine und mittlere Unternehmen

(KMU) sind. Besonders in den Zulieferindustrien wird der Umsatz maßgeblich von den KMU bestimmt. Zudem sind die KMU von einer hohen Abhängigkeit vom deutschen und europäischen Markt gekennzeichnet. Darüber hinaus konzentrieren sich die wettbewerbsstärkeren Großunternehmen im Westen Deutschlands.⁸

Die Unternehmensstruktur lässt weitere Rückschlüsse auf die Investitionen und Innovationstätigkeiten der Unternehmen zu. Da Forschung und Entwicklung (FuE) vor allem von Großunternehmen betrieben wird, ist es nicht verwunderlich, dass sich diese ebenfalls im Westen konzentriert. Außerdem entwickelte sich in den vergangenen Jahren ein Trend zur Verlagerung der FuE-Tätigkeiten zu den OEMs und den großen Top-5-Zulieferern.⁹ Insgesamt sind die FuE-Ausgaben in der Automobilindustrie sehr hoch. Mit Ausgaben in Höhe von rund 42 Milliarden Euro im Jahr 2019 positioniert sich die Automobilbranche mit Abstand an erster Stelle im Vergleich zu den anderen Industrien des Verarbeitenden Gewerbes. Die FuE-Aufwendungen in den Zulieferindustrien sind deutlich niedriger. Ihr Anteil am Gesamtumsatz liegt in sämtlichen Zulieferindustrien bei unter fünf Prozent. Am höchsten sind Ausgaben der Chemieindustrie in der Summe von fast fünf Milliarden Euro.¹⁰

Obwohl der Wirtschaftsstandort Ostdeutschland durch eine Vielzahl von KMU, ein starkes Lohngefälle zu Westdeutschland, insgesamt relativ wenige Produktionsstätten der OEMs und vor allem keinem einzigen Unternehmenssitz eines OEMs geprägt ist, bringt er doch einige Standortvorteile mit sich. So zeichnet sich die ostdeutsche Automobil- und Zulieferindustrie durch einen geringen Lock-in, das heißt, eine geringe Pfadabhängigkeit von der Verbrennungsmotor-Industrie, aus. Dies zeigt sich vor allem an den vielen Elektromobilitätsvorhaben der OEMs, die die Produktion teilweise oder sogar vollständig auf Elektromobilität umstellen. Auch die Ansiedlung des amerikanischen Autobauers Tesla lässt die Entstehung eines Elektromobilitäts-Clusters in Berlin/Brandenburg voraussehen. Diese Entwicklungen werden befeuert durch die hohe Akzeptanz der Industrie in der ostdeutschen Bevölkerung. Auch die Chemiebranche hat in Ostdeutschland mit dem mitteldeutschen Chemiedreieck ein festes Standbein – ein Bereich, der bei der Entwicklung einer nachhaltigen Batteriewertschöpfungskette eine wesentliche Rolle spielen könnte.

⁵ Eigene Berechnungen. Vgl. Hagedorn et al. 2019; Statistik der Bundesagentur für Arbeit 2021.

⁶ Vgl. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021.

⁷ Vgl. Bundesagentur für Arbeit 2018b, 2018a; Statistik Bundesagentur für Arbeit 2021; Territory Embrace GmbH 2021.

⁸ Eigene Berechnungen basieren auf noch nicht publizierten Rohdaten für Betriebsgröße, Beschäftigte und Umsatz pro Beschäftigten des Statistischen Bundesamtes 2021.

⁹ Vgl. Kohlisch et al. 2021.

¹⁰ Vgl. Stiftung Arbeit und Umwelt 2021.

Zukunftstrends Antriebe, Digitalisierung, Akteure und Märkte

Die Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (NPM)¹¹ rechnet bis 2030 mit 1,8 Millionen Neuzulassungen von Pkw mit elektrischen oder hybriden Antrieben und einem Bestand von bis zu 15 Millionen Fahrzeugen.¹² Für Lkw und Busse ist der Technologiepfad noch offen, es deutet aber alles auf einen wesentlichen Anteil von Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen hin. In beiden Fällen ist die Entwicklung der Lade- und Betankungsinfrastruktur essenziell für einen zügigen Markthochlauf. Für grünen Wasserstoff zeichnet sich dabei eine Nutzungskonkurrenz zwischen mobilen Anwendungen, Stahl- und Zementproduktion sowie Chemie ab.

Bis zum Jahr 2030 werden nach Prognosen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung erst zehn Prozent der neu zugelassenen Fahrzeuge und 1,5 Prozent der gesamten Pkw-Flotte auf deutschen Straßen mit einem Automatisierungslevel 4 (hochautomatisiert) unterwegs sein. Fahrerlose Pkw (Level 5) werden voraussichtlich frühestens ab 2035 in Serie verfügbar sein. Bedingt durch Kostendruck und Mangel an Fahrer*innen wird das Automatisierungslevel 4 jedoch bereits in 47 Prozent der schweren Lkw und in 28 Prozent der Reisebusse und Fahrzeuge des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) implementiert sein.¹³

Die Verknüpfung von Automatisierung und Entwicklungen im Bereich künstliche Intelligenz oder Machine Learning eröffnet neue Einsatzmöglichkeiten wie digitale Zwillinge, Qualitätssicherung, 3-D-Druck und Predictive Maintenance in der Fahrzeugproduktion. Bis zum Jahr 2030 könnte die Automobilindustrie den Rückstand in der Digitalisierung insbesondere gegenüber dem Maschinenbau aufholen und dabei ihren Zugang zu Kund*innen und Märkten erleichtern.

Internationale Tech-Konzerne verfügen über eine hohe Marktkapitalisierung und verfolgen über die Generierung und Kapitalisierung von Daten grundlegend andere Geschäftsmodelle als klassische OEMs.¹⁴ Für die Zukunft ist vorstellbar, dass OEMs und Zulieferer einerseits Tech-Konzerne durch eigene Standards und Systemlösungen aus dem Markt halten können oder dass Tech-Konzerne andererseits den wesentlichen Teil der Wertschöpfungskette übernehmen. Bis 2035 werden die traditionellen

OEMs vermutlich noch eine starke Stellung beibehalten. Sie müssen jedoch ihre Produktions- und Wertschöpfungsanteile gegenüber den Tech-Konzernen verteidigen.¹⁵ In beiden Szenarien spielen Kooperationen eine zunehmend wichtige Rolle.

Asiatische Automobilzulieferer konnten ihre Position gegenüber europäischen Unternehmen während der Covid-19-Krise verbessern und werden dies durch Kompetenz und innovationsfördernde Bedingungen auch in den kommenden Jahren fortführen.¹⁶ China wird auch weiter der wichtigste Absatzmarkt für deutsche Premium-Fahrzeuge bleiben. Während der europäische Markt insgesamt schrumpfen wird, hat er sich mittlerweile zum größten Absatzmarkt für Elektrofahrzeuge entwickelt. Für Zulieferer wie OEMs baut sich seitens asiatischer KomponentenhHersteller und zumeist amerikanischer Tech-Konzerne ein hoher Kosten- und Innovationsdruck auf. Dieser beruht auch auf dem gesunkenen Einfluss europäischer Hersteller auf die Setzung internationaler Normen und Standards im Nachgang zum Dieselskandal.

Herausforderung Demografie und Nachhaltigkeit

Die an sich schon herausfordernde Transformation von Produkten und Produktion in der Automobilwirtschaft wird zeitgleich durch Herausforderungen in den Bereichen Klimawandel, Rohstoffverfügbarkeit, Demografie und Innovationsdruck verstärkt. In Summe ist die Automobilindustrie, und hier besonders auf Einzeltechnologien spezialisierte kleine und mittelständische Zulieferunternehmen, stärker als viele andere Industrien betroffen.

Eine große Herausforderung ist die Reduktion der Treibhausgasemissionen. Die CO₂-Emissionen bei Pkw sanken seit 1995 um knapp fünf Prozent und bei Lkw um mehr als 32 Prozent. Durch die angestiegene Verkehrsmenge sind die absoluten Emissionen in diesem Zeitraum beim Pkw jedoch um 5,1 Prozent und im Straßengüterverkehr um 21 Prozent gestiegen.¹⁷

Zur Reduktion der Treibhausgase im Verkehr bieten sich grundsätzlich drei Pfade an, die sich unter den Schlagworten Vermeiden, Verlagern und Verbessern zusammenfassen lassen. In ihrem Abschlussbericht weist die NPM eindrücklich darauf hin, dass das gesamte Bündel technischer Verbesserungen und sozialer Innovationen zügig angegangen werden muss, um die international

¹¹ Vgl. BMVI 2021a.

¹² Vgl. SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP 2021.

¹³ Vgl. Krail et al. 2019; Krail 2020.

¹⁴ Vgl. Bernhart et al. 2020, 2021; Proff et al. 2021.

¹⁵ Vgl. Duna et al. 2020.

¹⁶ Vgl. ifo Institut 2021; Puls 2021.

¹⁷ Vgl. Umweltbundesamt 2021.

verbindlich zugesagte Minderung von Treibhausgasen einzuhalten. So muss der Hochlauf von Elektrofahrzeugen durch Investitionen in die Infrastruktur und Innovationsförderung begleitet werden.

Für die Automobilindustrie ergeben sich besonders risikobehaftete Lieferbeziehungen für seltene Erden für die Produktion von Elektromotoren sowie für Magnesium, Germanium, Borate und Scandium in Bezug auf Komponenten der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und 3-D-Druckverfahren. Den eher moderaten Einschätzungen des mittel- bis langfristigen Versorgungsrisikos über die aktuellen Engpässe durch die Covid-19-Krise hinaus steht dabei ein prognostiziertes Wachstum des Bedarfs bis 2030 auf das 20-Fache im Falle von Lithium und auf das 5-Fache bei Graphit, Kobalt, Dysprosium und Neodym gegenüber den heutigen Förder- beziehungsweise Verbrauchsmengen gegenüber. Recycling kann für seltene Erden in begrenztem Maße Ressourcen erschließen und lokale Arbeitsplätze schaffen, den Bedarf aus der Automobilindustrie jedoch nicht vollständig decken.¹⁸ Lange Transportwege und intransparente Lieferbeziehungen machen global hochgradig vernetzte Lieferketten ökologisch und sozial bedenklich. Der Aufbau regional geschlossener Wertschöpfungsketten im Sinne einer Kreislaufwirtschaft kann helfen, die Resilienz der deutschen und europäischen Automobilindustrie gegen unterschiedliche Verwerfungen zu erhöhen und gleichzeitig Ressourcen und Emissionen einzusparen.¹⁹ Die Ansiedlung des internationalen Produktionsclusters um Batterien und Elektromobilität in Brandenburg kann die Abhängigkeit von volatilen Weltmärkten spürbar verringern. Schließlich werden auch bis 2030 der Fachkräftemangel mit sinkenden Beschäftigtenzahlen an vielen ostdeutschen Automobilstandorten und der zunehmende Innovationsdruck durch Konkurrenten aus Fernost drängende Themen bleiben.

Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Automobilindustrie

Während ein wesentlicher Teil der Transformation der Automobilwirtschaft durch globale Entwicklungen wie den Wachstumsmarkt China oder die amerikanischen und chinesischen IT-Konzerne angetrieben wird, bedarf es zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung des Verkehrssektors leitender und unterstützender Rahmenbedingungen. Hierzu zählen ordnungs- und wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen wie zum Beispiel der „Europäische Green Deal“ oder das „deutsche Klimaschutzgesetz“, Normen und Standards sowie begleitende Entwicklungen auf

den Finanzmärkten und eine begünstigende Innovationspolitik. Für den Verkehrssektor sieht der Green Deal eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 90 Prozent bis 2050 gegenüber 1990 vor. Neben strengeren Flottengrenzwerten soll der Straßenverkehr ab 2026 unter das europäische Emissionshandelssystem fallen.²⁰ Mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 21.08.2021 wurden die deutschen Minderungsziele für das Jahr 2030 auf -65 Prozent (statt bisher -55 Prozent) und auf -88 Prozent für das Jahr 2040 verschärft. Deutschland soll danach bis 2045 klimaneutral sein.

Die Berichtspflichten im Bereich Nachhaltigkeit veranlassen große Unternehmen zur Erfüllung strenger Kriterien in den Gebieten Umwelt, Soziales und Betriebsführung und sie reichen diese an Lieferanten und Geschäftspartner weiter. Mit ihrer Sustainable Finance Strategy versucht die EU eine globale Taxonomie zu etablieren. China ist hier bereits einen Schritt voraus, weshalb die EU in Zugzwang zur Besetzung des Feldes nach eigenen ethischen Kriterien gerät. Der Green-Finance-Markt setzt an diese Kriterien an und beeinflusst damit immer deutlicher die Finanzierungsbedingungen der Unternehmen.²¹

¹⁸ Vgl. Blengin et al. 2020; DERA 2019; Huisman et al. 2020; Marscheider-Weideman et al. 2021.

¹⁹ Vgl. Europäische Kommission 2021c.

²⁰ Vgl. Europäische Kommission 2021f.

²¹ Vgl. Kammourieh et al. 2021; Sustainable Finance 2021.

Inhalt

Vorwort	3
Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick: Zusammenfassung	4
Abkürzungsverzeichnis	11
1. Einleitung	12
2. Status quo der Automobilindustrie	14
2.1 Überblick der Branche	14
2.2 Produktionsstandorte der Automobilhersteller	17
2.3 Wichtige Zulieferindustrien	18
2.4 Unternehmensstruktur und Beschäftigung	21
2.5 Unternehmensstruktur	24
2.6 Investitionen und Innovationsdynamik	30
3. Transformationstrends Antriebe, Digitalisierung und Märkte 2030+	34
3.1 Neue Antriebe und Kraftstoffe	34
3.2 Automatisiertes und vernetztes Fahren	35
3.3 Digitale und automatisierte Produktion	36
3.4 Neue Akteure und Rollen auf dem Fahrzeug- und Mobilitätsmarkt	37
3.5 Internationale Absatzmärkte und Handelsbeziehungen	39
3.6 Konsequenzen für Wertschöpfung und Beschäftigung	41
4. Herausforderungen Demografie und Nachhaltigkeit	42
4.1 Treibhausgasemissionen in Fahrzeugbau und Mobilität	42
4.2 Dekarbonisierungsoptionen im Verkehr	43
4.3 Rohstoffbedarf und Rohstoffverfügbarkeit	43
4.4 Sicherung der Lieferketten	45
4.5 Aufbau einer Kreislaufwirtschaft	45
4.6 Fachkräftemangel in der Produktion	46
4.7 Innovations- und Kostendruck	46
4.8 Konsequenzen für Wertschöpfung und Beschäftigung	48
5. Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Automobilindustrie	49
5.1 Der „Green Deal“ und das Gesetzespaket „Fit for 55“	49
5.2 Nationale Strategien zur Treibhausgasneutralität	49
5.3 Preise und Standards für Produkte und Dienstleistungen	50
5.4 Green Finance und Nachhaltigkeitsberichterstattung	50
5.5 Konsequenzen für Wertschöpfung und Beschäftigung	51
6. SWOT-Analyse	52
6.1 Stärken	54
6.2 Schwächen	54
6.3 Chancen	55
6.4 Risiken	56
7. Fazit und Handlungsempfehlungen	59
8. Anhang	61
8.1 Regionalisierung des Input-Output-Modells	61
9. Literatur	63

Abkürzungsverzeichnis

ACEA	Association des Constructeurs Européens d'Automobiles
AZI	Automobilzulieferindustrie
BA	Bundesagentur für Arbeit
BEV	Batterieelektrisches Fahrzeug
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BtL	Biomass-to-Liquid
CO	Kohlenmonoxid
Difu	Deutsches Institut für Urbanistik
EEA	Europäische Umweltagentur
EHS	Emissionshandelssystem
ESG	Environmental, Social und Governance
EU	Europäische Union
FuE	Forschung und Entwicklung
GP 2019	Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken, Ausgabe 2019
GTEC	German Tech Entrepreneurship Center
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IT	Informationstechnik
Kfz	Kraftfahrzeug
KI	Künstliche Intelligenz
KSP	Klimaschutzprogramm
Lkw	Lastkraftwagen
NfZ	Nutzfahrzeug
NO_x	Stickoxide
NPM	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
OEM	Original Equipment Manufacturer (Automobilhersteller)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PGM	Platingruppenmetall
Pkw	Personenkraftwagen
PtL	Power-to-Liquid
StVO	Straßenverkehrsordnung
SUV	Sport Utility Vehicle
USA	United States of America
VDA	Verband der Automobilindustrie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes nach Wirtschaftszweigen im Jahr 2019 (in Mrd. Euro)	15
Abbildung 2:	Die Top-10-Herstellerländer für Fahrzeuge weltweit (in Mio. Einheiten)	15
Abbildung 3:	Die fünf wichtigsten Exportländer für deutsche Pkw (in Tsd. Einheiten)	15
Abbildung 4:	Inlandsproduktion von Pkw deutscher OEMs (in Mio. Einheiten)	16
Abbildung 5:	Produktionsstandorte OEMs in Deutschland	17
Abbildung 6:	Produktionsstandorte in Ostdeutschland	17
Abbildung 7:	Grafische Darstellung des Konzeptes „Automotivness“	19
Abbildung 8:	Grafische Darstellung der Methodik mit dem Top-down- und Bottom-up-Ansatz	20
Abbildung 9:	Beschäftigte der Automobilindustrie in Ostdeutschland und Westdeutschland	21
Abbildung 10:	Anteile der Berufsgruppen in der Automobilindustrie in Ostdeutschland	22
Abbildung 12:	Anteil der IT-Berufe in der Automobilindustrie	22
Abbildung 11:	Anteile der Berufsgruppen in der Automobilindustrie in Westdeutschland	22
Abbildung 13:	Beschäftigungsstruktur in der deutschen Automobilindustrie und den Zulieferindustrien	23
Abbildung 14:	Unternehmensstruktur in der Automobilindustrie und den Zulieferbranchen. Anteile in Prozent von KMU	25
Abbildung 15:	Inlands- und Auslandsanteile am Umsatz in den Zulieferbranchen	26
Abbildung 16:	Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten je Wirtschaftszweig	27
Abbildung 17:	Umsatz pro Beschäftigten je Wirtschaftszweig	27
Abbildung 18:	Weiterbildungen nach Bereichen in den Bundesländern	28
Abbildung 19:	Anzahl der Weiterbildungen im Bereich Elektromobilität pro 1 Mio. Einwohner	28
Abbildung 20:	Relative Veränderung der Beschäftigtenzahlen der IHKs zwischen 2010 und 2019	29
Abbildung 22:	Anteile an Ausbildungsangeboten in Ost- und Westdeutschland	29
Abbildung 21:	Beschäftigtenanzahl der IHKs in 2019	29
Abbildung 23:	FuE-Ausgaben West- und Ostdeutschland	31
Abbildung 24:	FuE-Aufwendungen der Chemie- und Automobilindustrie	31
Abbildung 25:	FuE-Aufwendungen der weiteren Zulieferbranchen	31
Abbildung 26:	FuE-Aufwendungen 2019 im Branchenvergleich	32
Abbildung 27:	Branchenvergleich der (internen) FuE-Intensität im Jahr 2019	32
Abbildung 28:	Kfz-Patentanmeldungen nach Anmeldergruppen für die Jahre 2010 und 2018	33
Abbildung 29:	Prognostizierte Markthochlaufentwicklung elektrisch betriebener Fahrzeuge in Europa bis 2050 ..	35
Abbildung 30:	Prognostizierte Marktanteile der Automatisierungsstufen an Pkw-Neuzulassungen bis 2030, alle Segmente	36
Abbildung 31:	Digitalisierungsindex 2018 und 2023 nach Branchen	37
Abbildung 32:	Anzahl Kooperation in den Bereichen Automatisierung, Vernetzung, Elektrifizierung und Mobilitätsdienste 2010 bis 2020	38
Abbildung 33:	Realer Exportwert deutscher Zulieferer für Teile und Zubehör, 2011 bis 2018	40
Abbildung 34:	Spezifischer Schadstoffausstoß des Pkw-Verkehrs bezogen auf die Verkehrsleistung	42
Abbildung 35:	Rohstoffe, deren Versorgungsrisiko und Bedarf nach Technologien und Sektoren	44
Abbildung 36:	Bevölkerungsentwicklung bis 2040	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Fünf identifizierte Kern-Zulieferbranchen	19
Tabelle 2:	Anforderungsniveau, Berufsabschluss und Altersstruktur in der Automobilindustrie und den Zulieferbranchen	24
Tabelle 3:	Durchschnittliche Bruttomonats- und Bruttostundenverdienste	25
Tabelle 4:	Aktivitäten und Kooperationen ausgewählter Tech-Konzerne im Bereich automatisiertes und vernetztes Fahren	39
Tabelle 5:	SWOT-Analyse	52

1. Einleitung

Die Automobilwirtschaft ist seit jeher ein Eckpfeiler der deutschen Wirtschaft. Im Jahr 2019 erwirtschafteten allein die Hersteller von Fahrzeugen und die direkten Zulieferer rund 4,4 Prozent²² der deutschen Bruttowertschöpfung. Insgesamt waren im Jahr 2018 in der Automobilwirtschaft, das heißt, in der Industrie, den Zulieferbetrieben, dem Handel und dem Aftermarket rund 2,2 Millionen Menschen angestellt.²³ Auch in Ostdeutschland ist die Automobilwirtschaft von großer Bedeutung. Von den etwa 940.000 Beschäftigten im direkten Fahrzeugbau entfielen im Jahr 2018 7,9 Prozent²⁴ auf ostdeutsche Betriebe.

Trotz des stetigen Wachstums der Branche steht die Automobilwirtschaft in den kommenden Jahren vor grundlegenden Veränderungen. Mit dem „European Green Deal“ hat sich die Europäische Union das ambitionierte Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu werden. Das im Juli 2021 von der EU-Kommission verabschiedete Paket „Fit for 55“ enthält eine Reihe von Vorschlägen und Rechtsinstrumenten, die die Emissionsminderung um 55 Prozent bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 ermöglichen und den Weg zur Klimaneutralität ebnen sollen. Im Oktober 2021 legte die vom Bundesverkehrsministerium berufene Expertenkommission „Nationale Plattform Zukunft der Mobilität“ ihren Ergebnisbericht vor, in dem sie Strategien zur Erreichung der Klimaschutzziele im deutschen Verkehr vorstellt. Diese Zielsetzungen stellen die europäische und deutsche Wirtschaft vor eine tiefgreifende Umstrukturierung, die auch vor der Automobilindustrie nicht Halt macht. Neben der Einhaltung klimapolitischer Ziele stellen auch die Digitalisierung und neue Technologien, internationale Verflechtungen und Konkurrenzen sowie der demografische Wandel die Automobilwirtschaft vor neue Aufgaben.

Besonders am Wirtschaftsstandort Ostdeutschland werden entscheidende Umwälzungsprozesse erwartet, da die Region zusätzlich vor einer Reihe eigener Herausforderungen steht. Als sogenannte „verlängerte Werkbank“ der deutschen Automobilwirtschaft ist Ostdeutschland nicht

nur von globalen, sondern auch von westdeutschen Betrieben stark abhängig. Die wirtschaftliche Wertschöpfung in den Ländern der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik ist im Vergleich zu Westdeutschland noch immer niedriger, die FuE weniger stark ausgeprägt und die Sicherung und Akquirierung von Fachkräften schwieriger.

Das Hauptziel der vorliegenden Studie ist, die Auswirkungen der zu erwartenden Transformationen auf die Automobilbranche für Deutschland allgemein und speziell für Ostdeutschland darzustellen und darauf basierend Handlungsempfehlungen für Gewerkschaften, Politik, Industrie und Öffentlichkeit in der Region aufzustellen.

Während in der offiziellen Bezeichnung der Automobilwirtschaft „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagen teilen“ zwar die direkten Zulieferer mit inbegriffen sind, werden die Zulieferer aus anderen Branchen wie der Eisen- und Stahlindustrie oder der Gummi- und Kunststoffbranche außer Acht gelassen. Der Wandel in der Automobilwirtschaft wirkt sich jedoch aufgrund der engen Beziehungen zur Automobilindustrie auch erheblich auf diese vorgelagerten Wirtschaftssektoren aus. Daher werden in diesem Branchenausblick nicht nur die Automobilindustrie, sondern auch ihre eng verzahnten Zulieferbranchen betrachtet.

In Kapitel 2 wird zunächst ein grober Überblick über die Ausgangslage der Automobilindustrie in Deutschland allgemein gegeben. Nach der Identifikation der Automobilwirtschaft und der Zulieferindustrien und der Regionalisierung der Daten wird in einem nächsten Schritt die Automobilwirtschaft in Ostdeutschland näher betrachtet. Dabei wird in dieser Studie ein besonderes Augenmerk auf die Produktionsstandorte, die Unternehmensstrukturen und die Beschäftigung sowie die Investitionsdynamik und Forschung und Entwicklung gelegt.

In Kapitel 3 werden zentrale Zukunftstrends in den Themenfeldern neue Antriebe und Kraftstoffe, Digitalisierung

²² Eigene Berechnung. Vgl. Statistisches Bundesamt 2021f.

²³ Vgl. Hagedorn et al. 2019.

²⁴ Eigene Berechnung. Vgl. Statistisches Bundesamt 2021c.

und Vernetzung sowie neue Akteure und internationale Absatzmärkte dargestellt. Soweit möglich werden wahrscheinliche Entwicklungen und alternative Entwicklungspfade bis zum Jahr 2030 und darüber hinaus diskutiert.

Kapitel 4 befasst sich mit den zukünftigen Herausforderungen der Industrie in Bezug auf die Klimaziele und Minderungsoptionen im Verkehr, auf Rohstoffverfügbarkeit, Lieferkettensicherheit, Kreislaufwirtschaft sowie Demografie und Innovationsdruck auf OEMs und Zulieferer. Zukunftstrends und Herausforderungen sind dabei eng miteinander verwoben.

Schließlich zeigt Kapitel 5 die Rahmenbedingungen für die zukünftige Geschäftstätigkeit innerhalb der Automobilindustrie und für deren Transformation auf. Zentral hierbei sind die europäische und nationale Gesetzgebung zum Klimaschutz, Umweltpreise und Nachhaltigkeitsstandards sowie die Rolle der Finanzmärkte. Für die deutsche Automobilindustrie insgesamt wie auch speziell für die ostdeutsche Zulieferindustrie werden in Kapitel 6 aus den vorangegangenen Analysen Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken für die Unternehmen und die regionale Entwicklung herausgearbeitet. Diese SWOT-Analyse erlaubt abschließend in Kapitel 7 die Identifikation der bedeutendsten Handlungsfelder in Ostdeutschland und die Formulierung spezifischer Ansätze, wie sich der Wirtschaftsstandort in Zukunft positionieren kann.

In dieser Studie werden sowohl qualitative als auch quantitative methodische Herangehensweisen genutzt. Für die Datenanalyse werden Daten und Quellen des Statistischen Bundesamtes und, im Falle von Beschäftigtenzahlen, der Bundesagentur für Arbeit verwendet, die der Öffentlichkeit zugänglich sind und auch in wissenschaftlichen Analysen eine breite Anwendung finden. Zukunftstrends, Herausforderungen und Rahmenbedingungen werden mittels strukturierter Literatursichtung identifiziert und bewertet.

2

2. Status quo der Automobilindustrie

2.1 Überblick der Branche

Die Automobilindustrie, welche in den volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes als Wirtschaftszweig 29 „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ klassifiziert wird, hatte im Jahr 2019 einen Anteil von 4,4 Prozent an der gesamten Bruttowertschöpfung in Deutschland und mit rund 21 Prozent den größten Anteil der Bruttowertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe (siehe Abbildung 1). Damit gehört die Automobilwirtschaft zu den bedeutendsten Industrien in Deutschland.

Auch international ist die deutsche Automobilwirtschaft gut aufgestellt. So belegt Deutschland in der Rangliste der Herstellerländer für Pkw und Nutzfahrzeuge weltweit Rang 4 und innerhalb der EU Rang 1. (siehe Abbildung 2).

Der Großteil der innerhalb Deutschlands produzierten Fahrzeuge wird exportiert. Die Exportquote lag im Jahr 2020 bei 75,3 Prozent (Pkw) beziehungsweise 72,6 Prozent (Nutzfahrzeuge). Die Hauptabnehmerländer der deutschen Automobilwirtschaft sind das Vereinigte Königreich, die USA und China (Abbildung 3).

Die Corona-Pandemie traf die weltweite Wirtschaft hart. Allein in Deutschland brach das Bruttoinlandsprodukt (BIP) im Jahr 2020 um 4,6 Prozent gegenüber 2019 ein. Im Vergleich dazu ist das BIP im Zuge der Finanzkrise im Jahr 2009 um 5,7 Prozent gegenüber 2008 gesunken. Die Corona-Pandemie hatte zwar schwerwiegende Folgen für die deutsche Wirtschaft, jedoch in einem geringeren Ausmaß als die Finanzkrise.²⁵ Auch die weltweite Automobilwirtschaft litt unter den Folgen der Corona-Pandemie: Gesundheitspolitische Maßnahmen wie der Lockdown führten dazu, dass vielerorts die Produktion eingestellt, zumindest aber stark eingeschränkt wurde. Weiterhin behinderten weltweite Grenzsicherungen die international verflochtenen Lieferketten.²⁶ Dies bewirkte

einen drastischen Rückgang der Automobil-Produktion auf der ganzen Welt. So wurden im Vergleich zu 2019 im Jahr 2020 weltweit rund 16,9 Prozent weniger Pkw produziert. In der EU ging die Produktion um 23,3 Prozent zurück, dies entspricht etwa fünf Millionen weniger produzierten Pkw.²⁷ Dies wird auch im Vergleich der Produktionszahlen der Jahre 2019 und 2020 in den Top-10-Herstellerländern für Fahrzeuge deutlich (siehe Abbildung 2). Beispielsweise verringerte sich in China die Anzahl der produzierten Fahrzeuge (Pkw und Nutzfahrzeuge) um 11,3 Millionen Fahrzeuge.

In der deutschen Automobilwirtschaft reduzierte sich die Produktion im ersten Halbjahr 2020 um 40 Prozent auf 1,5 Millionen Pkw – der niedrigste Wert seit 45 Jahren. Besonders ausgeprägt war der Produktionsrückgang im Monat April. Durch den bundesweiten Lockdown wurde die Produktion nahezu gänzlich eingestellt und ging um 97 Prozent zurück.²⁸ Die Entwicklung der Inlandsproduktion seit dem Jahr 2008 ist in Abbildung 4 dargestellt. Der starke Produktionseinbruch im Jahr 2020 – welcher sogar stärker als der im Zuge der Finanzkrise 2009 ausfiel – ist deutlich zu erkennen. Auf diesen Angebotsschock folgte anschließend ein globaler Nachfrageschock. So verringerte sich im Jahr 2020 die weltweite Nachfrage nach Fahrzeugen, insbesondere nach Pkw, drastisch: Im Vergleich zu 2019 wurden weltweit 15,3 Prozent, in der EU 23,7 Prozent und in Deutschland 19,1 Prozent weniger Pkw neu zugelassen.²⁹ Auch die Exportzahlen von Fahrzeugen in der EU verzeichneten 2020 einen deutlichen Rückgang von 16,9 Prozent.³⁰ In Deutschland ging der Export von Pkw und Nutzfahrzeugen im Jahr 2020 um 24 Prozent beziehungsweise 22 Prozent zurück, da die Pkw-Nachfrage unter anderem in den fünf wichtigsten Abnehmerländern stark sank. Beispielsweise hat sich die Zahl der exportierten Pkw in das Vereinigte Königreich gegenüber 2019 um 34 Prozent reduziert (siehe Abbildung 3).

²⁵ Vgl. Statistisches Bundesamt 2021e.

²⁶ Vgl. Puls et al. 2020.

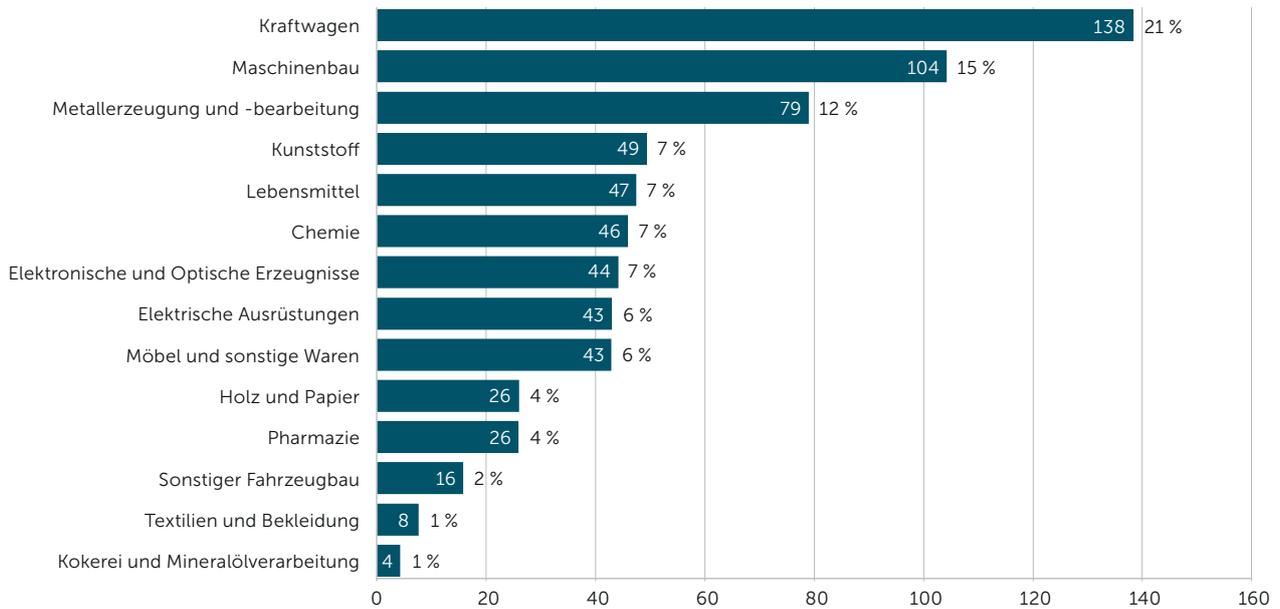
²⁷ Vgl. ACEA 2021b.

²⁸ Vgl. VDA 2020.

²⁹ Vgl. ACEA 2021b; VDA 2021a.

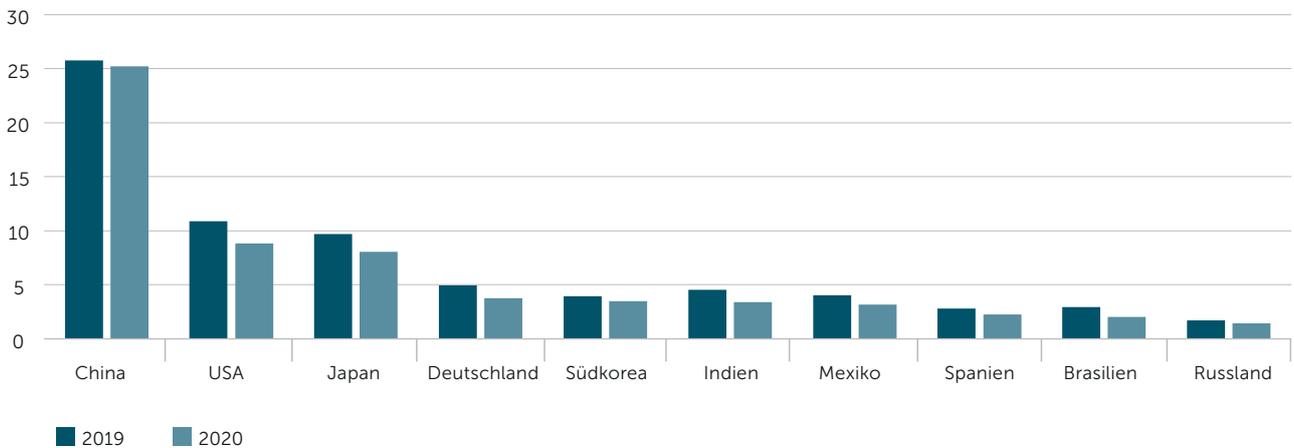
³⁰ Vgl. ACEA 2021b.

Abbildung 1: Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes nach Wirtschaftszweigen im Jahr 2019 (in Mrd. Euro)



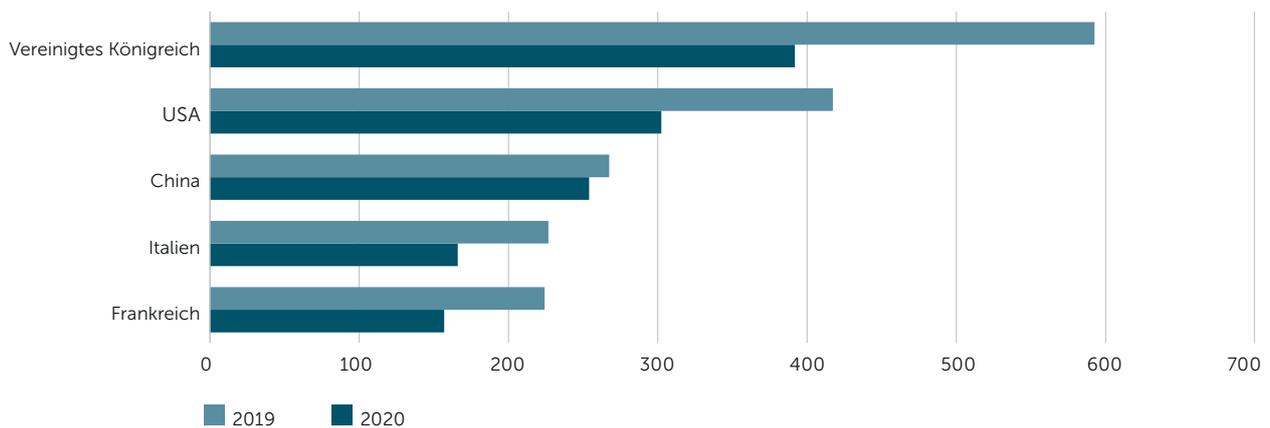
Quelle: Statistisches Bundesamt 2021c

Abbildung 2: Die Top-10-Herstellerländer für Fahrzeuge weltweit (in Mio. Einheiten)



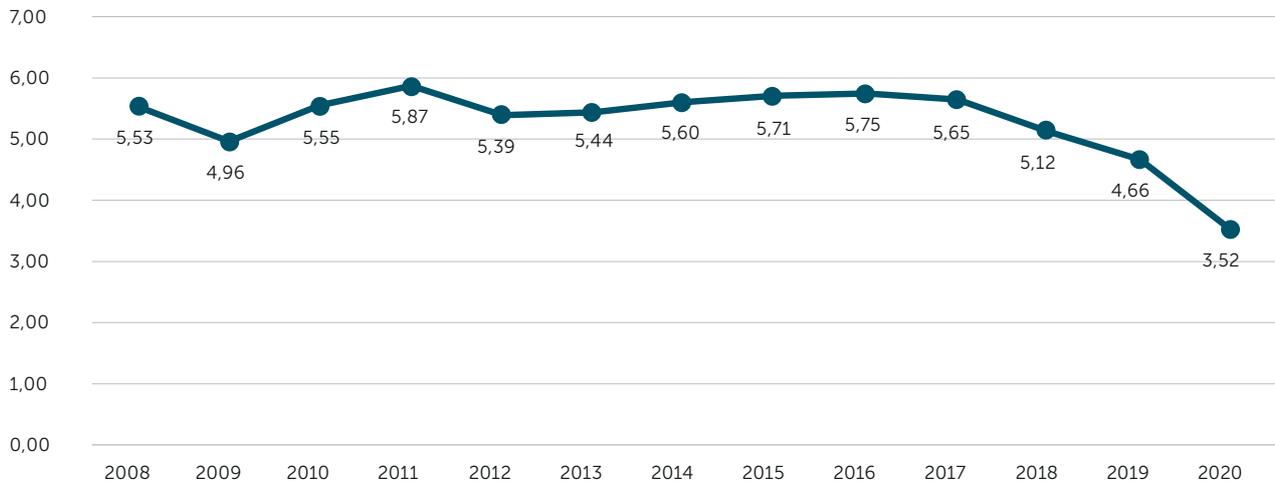
Quelle: OICA 2021

Abbildung 3: Die fünf wichtigsten Exportländer für deutsche Pkw (in Tsd. Einheiten)



Quelle: VDA 2021d

Abbildung 4: Inlandsproduktion von Pkw deutscher OEMs (in Mio. Einheiten)



Quelle: VDA 2021b

Zwar konnte sich die Automobilwirtschaft in der zweiten Jahreshälfte 2020 in Deutschland wieder etwas erholen, sie wurde aber Ende desselben Jahres von der nächsten globalen Krise, der sogenannten Halbleiter-Krise, eingeholt. Durch die Corona-Pandemie und den Digitalisierungstrend kam es zu einer erhöhten Nachfrage nach Unterhaltungselektronik. Kombiniert mit einer sinkenden Nachfrage in der von Produktionsrückgängen gezeichneten Automobilindustrie führte dies dazu, dass sich die Chip- und Halbleiterindustrie zunehmend nach der IT- und Unterhaltungsbranche ausrichtete, die für Chiphersteller ohnehin von größerer Bedeutung als die Automobilbranche ist.³¹ Als es wegen des Mangels an wichtigen Rohstoffen und zentralen Bauteilen zu weltweiten Lieferengpässen in der Halbleiterindustrie kam, traf dies demnach die Automobilwirtschaft besonders hart. Denn gerade durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs und die zunehmende Automatisierung ist der Bedarf an Halbleiter- und Chiptechnik rasant gestiegen. Bereits im vierten Quartal 2020 waren viele deutsche Automobilzulieferbetriebe gezwungen, ihre Produktion zu drosseln oder gar einzustellen.³² Ausgehend von den Zulieferindustrien dehnten sich die Auswirkungen der Halbleiter-Krise auch auf die OEMs aus, sodass in den ersten drei Quartalen des Jahres 2021 die Produktion in Deutschland in der gesamten Automobilwirtschaft um drei Prozent im Vergleich zum Krisenjahr 2020 gesunken ist.³³ Insgesamt prognostiziert das amerikanische Beratungsunternehmen

AlixPartners den weltweiten Produktionsrückgang aufgrund der Halbleiter-Krise im Jahr 2021 auf 7,7 Millionen Fahrzeuge.³⁴

Die Corona-Pandemie und die Halbleiter-Krise demonstrieren einmal mehr die enge globale Verflechtung der deutschen Automobilwirtschaft. Zwar waren die deutschen Automobilhersteller gerade aufgrund ihrer international angesiedelten Produktionsstandorte und ihrer weltweiten Absatzmärkte weniger stark von den Auswirkungen der Corona-Pandemie betroffen als beispielsweise die südeuropäischen Automobilhersteller, dennoch lässt sich ein Neudenken der OEMs hin zu kürzeren und regionaleren Lieferketten, aber auch zum Insourcing von Vorleistungen erkennen.³⁵ Im Gegensatz dazu ist die deutsche Automobilzulieferindustrie (AZI) weitaus abhängiger vom deutschen und europäischen Markt.³⁶ Darüber hinaus steht sie in Konkurrenz mit insbesondere mittelosteuropäischen Zulieferbetrieben, die mit Niedriglohnwerken einen erheblichen Preisdruck auf deutsche Betriebe ausüben, auch wenn diese Werke beispielsweise kaum bis gar keine FuE betreiben und somit den deutschen Produzenten zumeist in Qualität und Produktionsentwicklung nachstehen.³⁷ Das Zurückbesinnen vieler OEMs auf regionalere Lieferketten könnte für die AZI nun eine günstige Gelegenheit bieten, wieder vermehrt Aufträge von deutschen OEMs zu akquirieren. Gleichzeitig könnte das Insourcing von Vorleistungen der OEMs vor allem bei Tier-3-Zulieferern, also

³¹ Vgl. Frieske et al. 2021.

³² Vgl. Frieske et al. 2021.

³³ Vgl. VDA 2021e.

³⁴ Vgl. AlixPartners 2021.

³⁵ Vgl. Puls et al. 2020.

³⁶ Vgl. Puls et al. 2020.

³⁷ Vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019.

Zulieferern von Teilen und Komponenten, bestehende Geschäftsbeziehungen bedrohen. Auf die spezifischen Auswirkungen der Veränderungen in den Lieferketten wird in Kapitel 4 genauer eingegangen.

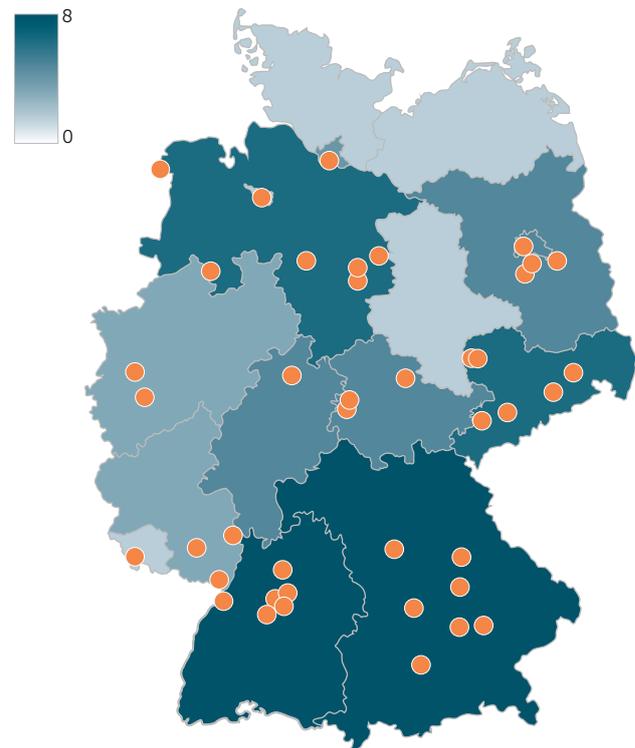
2.2 Produktionsstandorte der Automobilhersteller

Grundsätzlich lässt sich annehmen, dass sich die Produktionsstandorte der Zulieferer in geografischer Nähe zu den Werken der Automobilhersteller befinden. Der Grund hierfür sind die Lieferbedingungen, die die OEMs setzen. Das vorherrschende Produktionskonzept der OEMs ist die sogenannte schlanke Produktion, das heißt, die OEMs spezialisieren sich auf einzelne Produktionsstufen und lagern die Vormontage beziehungsweise Vorproduktion einzelner Systeme und Module an die Zulieferer aus. Für eine reibungslose Montage der Fahrzeuge erfolgt die Anlieferung nach dem „just in sequence“-Prinzip, also der Anlieferung der Teile entsprechend der Produktionsabfolge zur richtigen Zeit an den richtigen Ort. Diese Methode bindet die Zulieferer räumlich an die Produktionsstandorte der OEMs.

Abbildung 5 illustriert die Hauptproduktionsstandorte der OEMs in Deutschland. Diese konzentrieren sich besonders in den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg, in denen auch der Großteil der deutschen OEMs ihren Unternehmenssitz hat (Porsche, Mercedes-Benz, Audi, BMW, MAN).³⁸ In Ostdeutschland dagegen befinden sich keine Unternehmenszentralen der OEMs. Die Produktionsstandorte der OEMs in Ostdeutschland liegen vor allem in Sachsen, dort sind es sechs Werke (im Vergleich zu Baden-Württemberg mit acht Werken). In Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt befinden sich keine Werke der OEMs (siehe Abbildung 6).³⁹

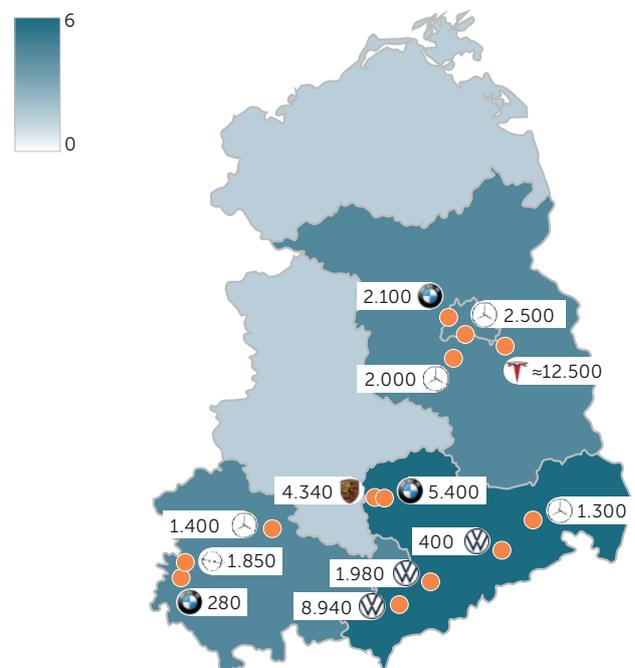
Bei den zwölf Produktionsstandorten in Ostdeutschland handelt es sich um reine Produktionsstätten, in denen entweder Motoren oder Fahrzeugkomponenten hergestellt oder die Fahrzeuge endmontiert werden. Der Öffentlichkeitsauftritt der OEMs lässt vermuten, dass in keinem der Standorte in großem Umfang Forschung und Entwicklung durchgeführt wird. Die Entwicklungszentren der OEMs befinden sich meist in Westdeutschland nahe ihren Hauptsitzen. Eine Ausnahme könnte die Gläserne Manufaktur in Dresden bilden, die Volkswagen zu einem Forschungs- und Innovationsstandort auszubauen plant. Hier sollen innovative Projekte in Kleinserie erprobt werden, bevor sie in Großserie an anderen Standorten implementiert werden sollen.⁴⁰

Abbildung 5: Produktionsstandorte OEMs in Deutschland



Quelle: Siehe Fußnote 38

Abbildung 6: Produktionsstandorte in Ostdeutschland



Quelle: Siehe Fußnote 39

³⁸ Vgl. Audi AG 2021; BMW Group 2021a; Daimler AG 2021e; Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG 2020; Ford Motor Company 2021; MAN Truck & Bus 2021; Volkswagen 2021; Wikipedia 2021.
³⁹ Vgl. BMW Group 2021b, 2021c, 2021d; Daimler AG 2021a, 2021b, 2021c, 2021d; Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG 2020; Land Brandenburg 2021; Statista 2018; Volkswagen Sachsen 2021a, 2021b, 2021c.
⁴⁰ Vgl. Volkswagen Sachsen 2021d.

Weiterhin lässt sich in den vergangenen Jahren eine Ausrichtung der Produktionsstandorte hin zur Elektromobilität feststellen. Beispielsweise strukturiert Volkswagen seine Montagewerke in Dresden und Zwickau für eine reine Produktion von Elektrofahrzeugen um.⁴¹ Im Leipziger Standort von BMW wird bereits seit 2013 der vollelektrische BMW i3 produziert. Im Mai 2021 wurde die Fertigung von Hochvoltbatterien und Batteriekomponenten für die gesamte BMW Group aufgenommen, welche bis 2022 weiter ausgebaut werden soll.⁴² Auch Porsche produziert seit über zehn Jahren verschiedene Plug-in-Hybrid-Modelle und implementiert zurzeit eine Produktionslinie für den vollelektrischen SUV Macan.⁴³ Das Opel-Werk in Eisenach stellt seit dem Jahr 2020 ebenfalls einen Plug-in-Hybrid-SUV, den Grandland X, her und der Daimler-Konzern plant, ab 2023 den Mercedes eSprinter in Ludwigsfelde zu produzieren.⁴⁴

Nicht zuletzt wird in Grünheide (Mark) in Brandenburg seit Frühjahr 2020 die Gigafactory des amerikanischen Elektroautomobilherstellers Tesla errichtet. Diese steht neben viel Lob für Beschäftigungs- und Wertschöpfungschancen auch unter scharfer Kritik einerseits aufgrund des hohen Wasserverbrauchs und potenzieller Umweltverschmutzung und andererseits aufgrund von Mangel an Tarifverträgen und Mitbestimmungsrecht der Beschäftigten. Niedrige Löhne und gewerkschaftsfeindliches Klima sind bereits existierende Kritikpunkte von Tausenden Tesla-Beschäftigten in den USA. Brandenburg gilt als eher wasserarmes Bundesland, wodurch wasserintensive Produktion womöglich negative Folgen für den lokalen Trinkwasserbestand haben könnte.⁴⁵ Wirtschaftlich kann die Gigafactory Grünheide eine große Chance für die Region sein, da das Unternehmen Rock Tech bis zum Jahr 2024 die größte Lithiumfabrik Europas in Brandenburg errichten möchte, die zusammen mit Teslas Gigafactory und einer neuen Kathodenfabrik von BASF in derselben Region fast die gesamte Wertschöpfungskette des Elektroautobaus abdecken würde.⁴⁶ Durch die Neuansiedlung von Produktionsstätten entstehen in Brandenburg viele Arbeitsplätze und eine erhöhte Arbeitsnachfrage, die auch durch die Nähe zu Berlin gedeckt werden könnte. Dadurch könnte Brandenburg ein Industriecluster für Elektromobilität und somit ein zentraler Standort für die Automobilindustrie in Deutschland werden. Diese Entwicklungen stellen einen zukunftsorientierten Umbruch der ostdeutschen Industrie in die Moderne dar, der das Wirtschaftswachstum in Ostdeutschland fördert und einen Anreiz zum Anschluss an die wirtschaftliche Wertschöpfung in Westdeutschland setzt.

2.3 Wichtige Zulieferindustrien

In der Klassifikation der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes, Ausgabe 2008 (WZ 2008), wird die Automobilindustrie als „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ (WZ 29)⁴⁷ erfasst. Sie ist in drei Untergruppen gegliedert: Die „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren“ (WZ 29.1) und die „Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern“ (WZ 29.2), die nach deren wirtschaftlichem Schwerpunkt den Automobilherstellern zugeordnet werden. Die Untergruppe „Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen“ (WZ 29.3) umfasst Automobilzulieferer im engeren Sinne.

Die Identifikation der Zulieferer im engeren Sinne ist durch die Zuordnung zum WZ 29.3 unproblematisch. Daneben existieren „Zulieferer im weiteren Sinne“, die zwar anderen Wirtschaftszweigen zugewiesen sind, aber ebenfalls eng mit der Automobilbranche verzahnt sind. Ein Beispiel hierzu sind Pkw-Reifen, die dem Wirtschaftszweig 22 „Gummi- und Kunststoffwaren“ zugeordnet sind und eindeutig mit der Automobilindustrie in Zusammenhang stehen. Die eingesetzte Methodik nutzt zwei unterschiedliche und unabhängige Ansätze, um den Grad der Verzahnung oder Verflechtung zu bestimmen. Dies erlaubt eine gegenseitige Prüfung der Richtigkeit der Ergebnisse.

Der Grad der Verflechtung mit dem Automobilssektor lässt sich durch einen Indikator berechnen, der den Anteil des Outputs entlang der gesamten Wertschöpfungskette des jeweiligen Sektors für die Automobilindustrie beschreibt. Dieser Indikator lässt sich für Ost- und Westdeutschland separat berechnen. Den Verflechtungsgrad beziehungsweise Indikator bezeichnen wir im Folgenden als „Automotiveness“. So bedeutet beispielsweise eine Automotiveness von 20 Prozent, dass 20 Prozent des Produktionswertes des jeweiligen Sektors an die Automobilindustrie und die restlichen 80 Prozent an andere Sektoren vertrieben werden. Dies ist etwa der Fall für den Sektor Gummi und Kunststoff in Westdeutschland, wie in Abbildung 7 dargestellt. Für den Sektor Glas und Glaswaren sind es dagegen sieben Prozent des Produktionswertes, die an die Automobilindustrie gehen. Somit kann geschlussfolgert werden, dass die Gummi- und Kunststoffindustrie etwa drei Mal stärker von der Automobilindustrie abhängig ist als der Glassektor. Dennoch existieren natürlich auch einzelne Betriebe im Glassektor, die spezielle Bauteile für die Automobilindustrie herstellen und somit eine sehr hohe Abhängigkeit aufweisen.

⁴¹ Vgl. Volkswagen Sachsen 2021c, 2021d.

⁴² Vgl. BMW Group 2021e.

⁴³ Vgl. Porsche AG 2020.

⁴⁴ Vgl. Metzner 2021; Opel 2020.

⁴⁵ Vgl. Richter 2021.

⁴⁶ Vgl. Delhaes, D. 2021.

⁴⁷ Vgl. Destatis 2021a.

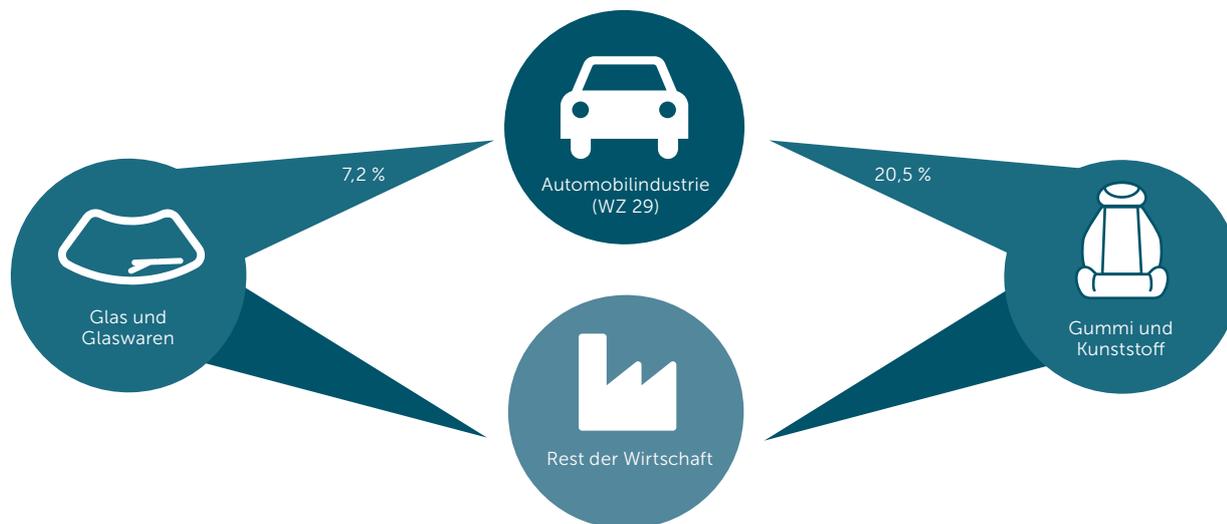
Die Automotiveness ist ein Branchen-Durchschnittswert. Die Berechnung der Automotiveness erfolgt durch zwei Ansätze: Den Bottom-up und den Top-Down-Ansatz. Die relevantesten Informationen zur Methodik finden sich im Exkurs und weitere Details im Anhang.

Beide angewandten Methoden liefern ähnliche Ergebnisse zur Automotiveness der Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes. Sie erlauben eine eindeutige Identifikation der Kern-Zulieferbranchen, da die Resultate der Bottom-up-Methode die der Top-down-Methode bestätigen. Die fünf Kern-Zulieferbranchen mit absteigender Automotiveness sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Automotiveness dient nicht nur zur methodischen quantitativen Identifizierung der Kern-Zulieferbranchen, sondern auch zur Analyse der Wertschöpfung und Beschäftigung in den jeweiligen Wirtschaftszweigen in Ostdeutschland, die im Zusammenhang mit der Automobilindustrie stehen. Diese Kennzahlen werden im nächs-

ten Abschnitt vorgestellt. Für die Kern-Zulieferbranchen werden im Folgenden die Abkürzungen aus Tabelle 1 verwendet. Weiterhin wurde bei der Identifikation der Kern-Zulieferbranchen die Annahme getroffen, dass bei einem Automotiveness-Wert von unter zehn Prozent die betreffenden Sektoren kaum vom Automobilsektor abhängig und somit nicht zu den Kern-Zulieferbranchen zu zählen sind. Eine Ausnahme hierbei ist die Chemieindustrie, die auch die Herstellung von synthetischem Kautschuk beinhaltet. Mit dem niedrigen Wert von 2,2 Prozent sollte sie zwar nicht den Kern-Zuliefererbranchen zugeordnet werden, jedoch ist sie so stark mit dem Kunststoffsektor verflochten, der wiederum mit der Automobilindustrie in einem starken Zusammenhang steht, dass es sinnvoll ist, diese als Kern-Zulieferindustrie zu betrachten. Dahingegen wurden die Branchen „Glas, Glaswaren und Keramik“, „Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren“ sowie „Papier und Pappe“ mit einem Automotiveness-Wert von 6,4 Prozent, 2,1 Prozent und 1,8 Prozent nicht als Kern-Zulieferbranchen eingestuft.

Abbildung 7: Grafische Darstellung des Konzeptes „Automotiveness“



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung vom Fraunhofer IMW

Tabelle 1: Fünf identifizierte Kern-Zulieferbranchen

WZ	Name	Abkürzung	Automotiveness (in Prozent)
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	Metallerzeugung	24,5
33	Reparatur, Instandhaltung und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	Inst. Maschinen	13,6
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	Metallerzeugnisse	13,5
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	Kunststoff	12,8
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	Chemie	2,2

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung vom Fraunhofer IMW

Exkurs

Die Identifikation der Zulieferer geschieht durch zwei verschiedene und unabhängige datenbasierte Methoden nach dem **Top-Down-** beziehungsweise **Bottom-up-Ansatz**, diese sind in Abbildung 8 skizziert.

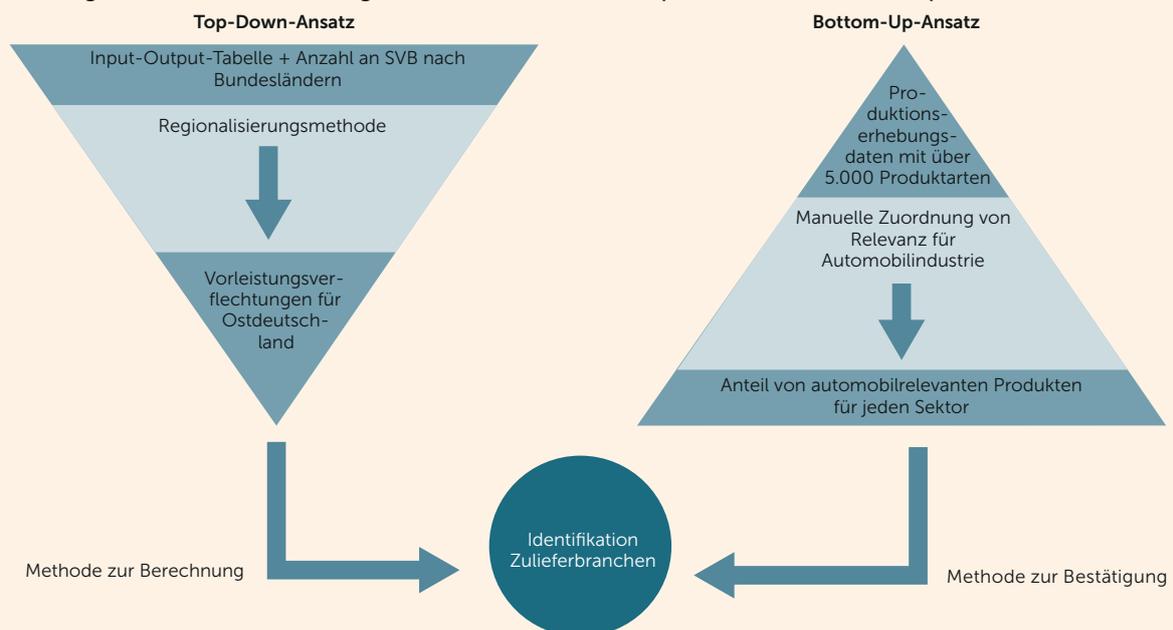
Im **Top-Down-Ansatz** wird eine Analyse von Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes durchgeführt. Das Ziel ist eine Klassifikation der Sektoren basierend auf deren Vorleistungsverflechtungen mit der Automobilindustrie. Der Top-Down-Ansatz stützt sich auf eine Regionalisierungsmethode, die Daten der öffentlichen Statistik mit Algorithmen aus der wissenschaftlichen Literatur verbindet.⁴⁸ Die wichtigsten Dateninputs sind die Input-Output-Tabelle für Deutschland im Jahr 2017 und die sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen für die einzelnen Bundesländer. Diese Methode wird als Basis für die Indikator-Berechnung genutzt. Der Indikator kann mithilfe dieser Methode spezifisch für die ostdeutsche Automobilindustrie und Zulieferer ausgerechnet werden. Weitere Details zur Methodik befinden sich im Anhang.

Der **Bottom-up-Ansatz** stützt sich auf die vierteljährliche Produktionserhebung des Statistischen Bundesamtes. Dieser Datensatz unterscheidet mehr als 5.000 Produktarten (GP-9-Steller), die nach Relevanz für den Automobilsektor eingestuft werden können. Hierbei wird zur Vereinfachung angenommen, dass sämtliche Vorprodukte, die nicht eindeutig der Automobilindustrie

zugeordnet werden können, nicht als relevant einzustufen sind. Dadurch ist grundsätzlich eine präzise Zuordnung möglich, wobei jedoch Grauzonen bestehen bleiben. Dies betrifft insbesondere Tier-3-Zulieferer, das heißt Zulieferer einzelner Teile und Grundelemente wie beispielsweise Kunststoffe, Schrauben oder Lautsprecher. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass diese als Einzelteile in die Produktion von Kraftfahrzeugen eingehen, aber zumeist nicht spezifisch für die Automobilindustrie gefertigt werden. Dahingegen gestaltet sich die Einteilung von Scheibenwischern oder Kurbelwellen als unkompliziert. Dieser Ansatz liefert keinen regionalisierten Automotivness-Indikator, da die Daten zur Produktionserhebung nicht regionalisiert vorliegen. Nichtsdestoweniger stellen die Ergebnisse des Bottom-up-Ansatzes eine wertvolle Option zum Abgleich mit den Ergebnissen aus dem Top-down-Modell dar, um die Konsistenz der Resultate zu prüfen.

Ebenso wurden die **direkten** Vorleistungsverflechtungen, das heißt die direkten Auswirkungen der Automobilindustrie, berechnet und mit den Ergebnissen beider Methoden verglichen. Dieser Vergleich bekräftigt die Zuverlässigkeit des Indikators, da der Indikator des Bottom-up-Modells zwischen denen des Top-Down-Modells und der direkten Vorleistungsverflechtungen liegt. Dies ist nachvollziehbar, denn die Einordnung der für den WZ 29 relevanten Produktarten deckt die direkten und zum Teil auch die indirekten Effekte ab.

Abbildung 8: Grafische Darstellung der Methodik mit dem Top-down- und Bottom-up-Ansatz



Quelle: Eigene Darstellung vom Fraunhofer IMW

⁴⁸ Pothen et al. 2018; Többen et al. 2015.

2.4 Unternehmensstruktur und Beschäftigung

Im Jahr 2018 waren insgesamt 940.000 Arbeitnehmer*innen (entspricht drei Prozent der Gesamtbeschäftigung in Deutschland) in der Automobilindustrie beschäftigt. Davon waren 7,9 Prozent (74.605) in Ostdeutschland beschäftigt. Dies entspricht etwa sieben Prozent der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe in Ostdeutschland. Die Zahl der Beschäftigten insgesamt ist seit 2013 um zwölf Prozent gestiegen. Der Anteil an ostdeutschen Beschäftigten ist von 2013 bis 2019 um ein halbes Prozent von 7,5 Prozent auf 8 Prozent gestiegen. Diese Entwicklung ist in Abbildung 9 zu erkennen.

2.4.1 Berufsgruppen in der Automobilindustrie

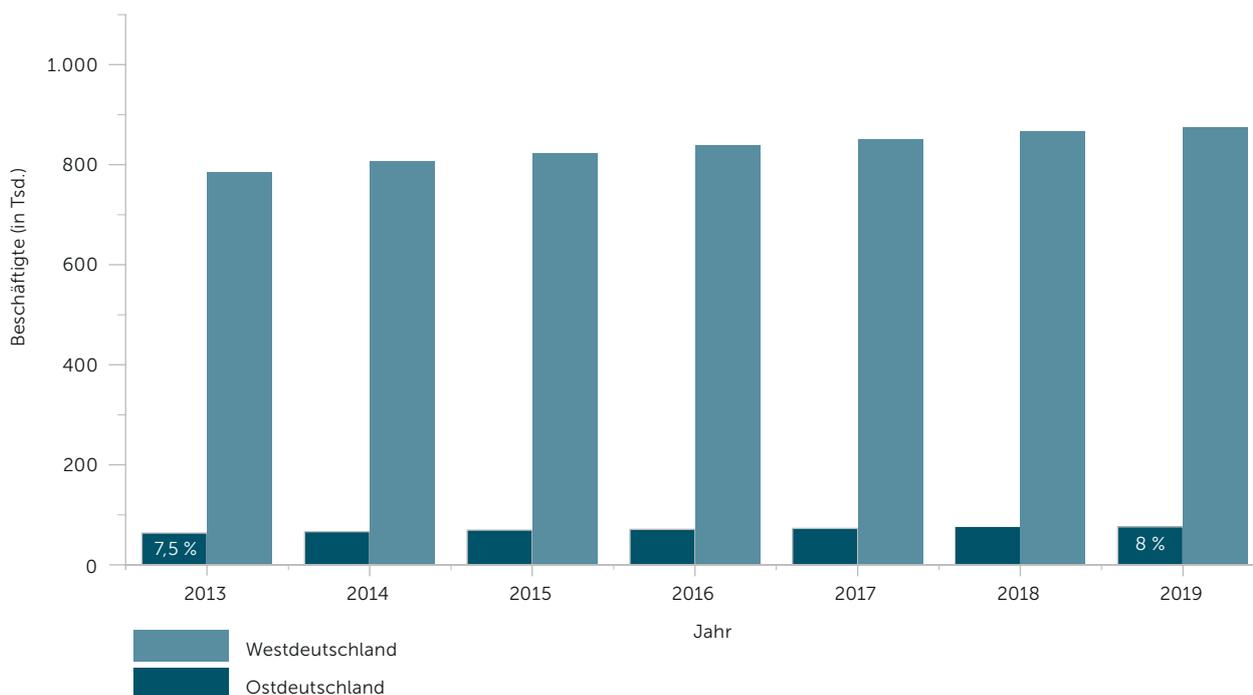
Die relevantesten Berufe in der Automobilindustrie, die in Ost- und Westdeutschland über 95 Prozent beziehungsweise knapp 90 Prozent der Berufe ausmachen, lassen sich in den folgenden acht Berufsgruppen zusammenfassen:

1. Metallherzeugung und -bearbeitung
2. Maschinenbau und Technikberufe
3. Forschung und Entwicklung, Konstruktion und Produktionsplanung
4. Unternehmensorganisation
5. Industrielle Herstellung
6. Einkauf und Vertrieb
7. Personalwesen
8. Lagerwirtschaft

Die Verteilung der Berufe in beiden Regionen ist in Abbildung 10 und Abbildung 11 dargestellt. Während in Ostdeutschland Berufe in der Metallherzeugung und -bearbeitung eine wichtigere Rolle als im Westen spielen, ist der Anteil der Berufe in FuE, Konstruktion und Produktionsplanung in Westdeutschland um acht Prozent höher.

Interessant ist die Betrachtung zukunftsrelevanter IT-Berufe, die eng mit den Trends zur Digitalisierung und Vernetzung der Produktion (Industrie 4.0) zusammenhängen. Wie in Abbildung 12 zu erkennen ist, liegt deren Anteil in Ostdeutschland deutlich unter dem in Westdeutschland. Auch der Anstieg in den Jahren von 2013 bis 2019 war mit 8,5 Prozent in Ostdeutschland geringer als in Westdeutschland (+39,5 Prozent). Dies lässt darauf schließen, dass sich der Trend zur Digitalisierung in Ostdeutschland weniger auf das Berufsbild in der Automobilbranche auswirkt. Unabhängig davon ist die hohe Akzeptanz für die Industrie in der Bevölkerung in Ostdeutschland bemerkenswert, wie eine Studie der Industrie- und Handelskammer (IHK) in Halle-Dessau ergab.⁴⁹

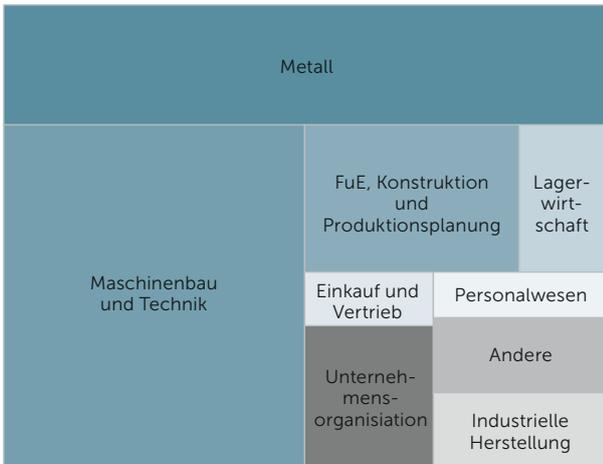
Abbildung 9: Beschäftigte der Automobilindustrie in Ostdeutschland und Westdeutschland



Quelle: Bundesagentur für Arbeit 2018b, 2018a

⁴⁹ Vgl. Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau 2017.

Abbildung 10: Anteile der Berufsgruppen in der Automobilindustrie in Ostdeutschland



Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit 2021

Abbildung 11: Anteile der Berufsgruppen in der Automobilindustrie in Westdeutschland

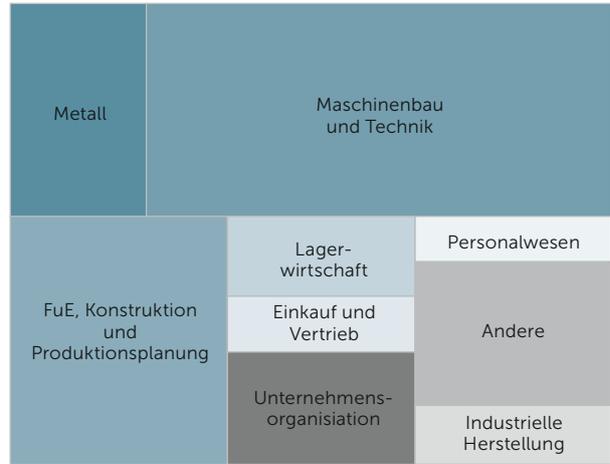
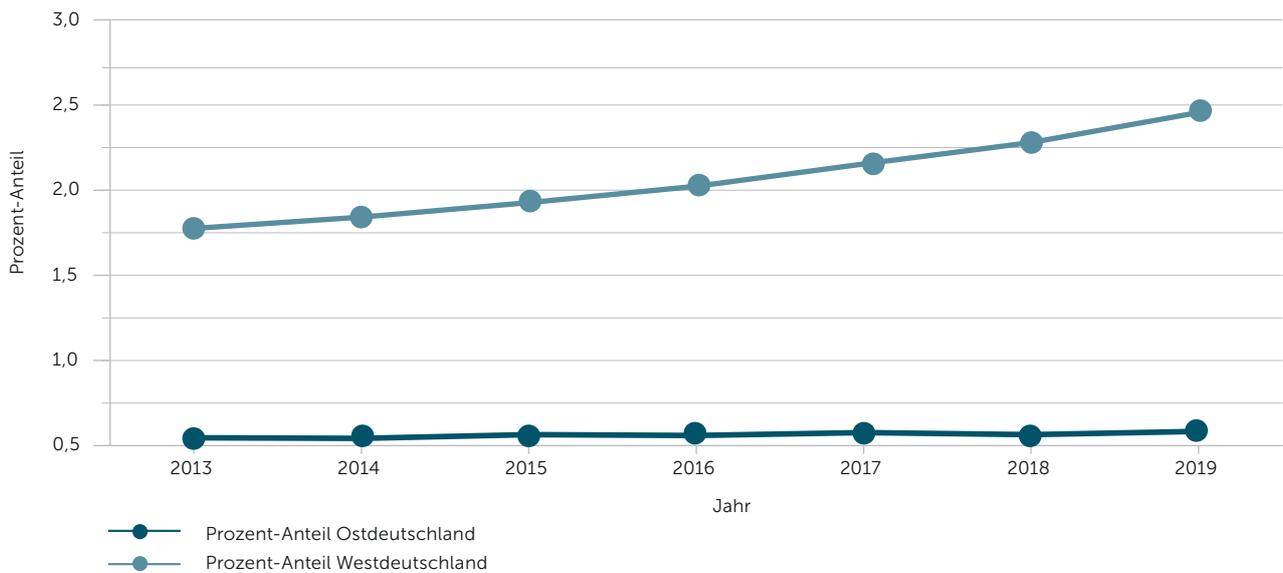


Abbildung 12: Anteil der IT-Berufe in der Automobilindustrie



Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit 2021

2.4.2 Beschäftigte in den Kern-Zulieferbranchen

In Ostdeutschland sind in den identifizierten Kern-Zulieferbranchen etwas über 260.000 Beschäftigte tätig. Davon sind knapp 15 Prozent in für die Automobilindustrie relevanten Bereichen beschäftigt. Die Beschäftigungsstruktur dieser Sektoren unterscheidet sich stark von der durchschnittlichen Struktur in Deutschland. Dies wird deutlich in Abbildung 13.

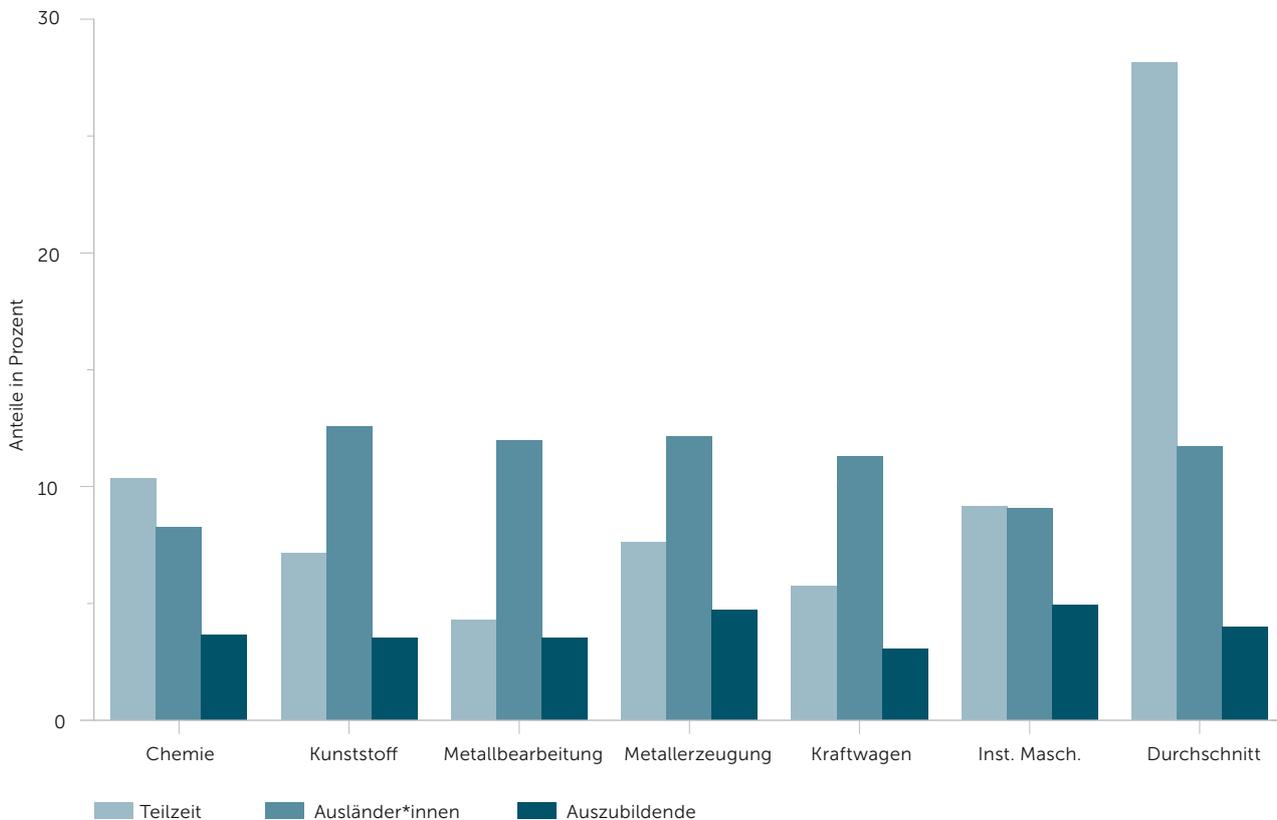
Zwar ist generell der Anteil an Teilzeitbeschäftigung in Ostdeutschland höher als in Westdeutschland (31 Prozent im Vergleich zu 28 Prozent), in den Zulieferbranchen ist der Wert in Ostdeutschland jedoch niedriger. So liegen die Anteile von Teilzeitbeschäftigten in der Automobilindustrie und allen Zulieferbranchen unter dem deutschen

Durchschnitt (28 Prozent). Mit zehn Prozent hat die Chemiebranche den höchsten Anteil an Teilzeitbeschäftigung in den Zulieferindustrien.

Die Werte der Ausländer*innen- und Auszubildendenanteile in der Automobil- und den Zulieferindustrien sind dem Durchschnittswert ähnlich, jedoch sind generell die Anteile ausländischer Beschäftigter und Auszubildender in Ostdeutschland geringer als in Westdeutschland.

Tabelle 2 gibt Aufschluss über die Anforderungsprofile, Berufsabschlüsse, Altersstruktur und die Frauenanteile in der Automobil- und den Kern-Zulieferindustrien. In Anbetracht der Anforderungsprofile lässt sich feststellen, dass die Anteile über alle Profile hinweg zwischen Ost und West

Abbildung 13: Beschäftigungsstruktur in der deutschen Automobilindustrie und den Zulieferindustrien



Quelle: Bundesagentur für Arbeit 2018b, 2018a

sehr ähnlich sind. Auffällig ist, dass in Ostdeutschland in allen untersuchten Sektoren mehr Fachkräfte angestellt sind als in Westdeutschland. Generell liegt im Durchschnitt in Ostdeutschland der Anteil der Spezialist*innen und Expert*innen mit 25 Prozent leicht unter dem Durchschnittswert im Westen von 26 Prozent. In den betrachteten Sektoren liegt dieser Anteil in Ostdeutschland nur in der Chemieindustrie über dem Durchschnitt – wenn auch noch immer unter dem westdeutschen Durchschnitt. Mit einem Blick auf die Automobilindustrie selbst fällt auf, dass hier die Anteile der Helfer*innen und Fachkräfte deutlich höher sind als in Westdeutschland (Ostdeutschland: 81 Prozent; Westdeutschland: 66 Prozent). Dementsprechend überwiegt in Westdeutschland der Anteil der Spezialist*innen und Expert*innen den in Ostdeutschland (35 Prozent beziehungsweise 19 Prozent).

Trotz der zunehmenden Akademisierung der Beschäftigten und der wachsenden Nachfrage nach zum Beispiel digitalen Kompetenzen, welche hauptsächlich bei Beschäftigten mit akademischem Berufsabschluss liegen, hat der Großteil der Beschäftigten in den betrachteten Industrien sowohl im Osten als auch im Westen keinen akademischen Abschluss. Allein die Chemieindustrie hat mit 20 Prozent im Osten und 18 Prozent im Westen einen überdurchschnittlichen Anteil an Beschäftigten mit

akademischem Hintergrund. Im Westen ist der Grad der Akademisierung auch in der Automobilindustrie hoch: 20 Prozent der Beschäftigten haben einen akademischen Berufsabschluss. Dies steht in einem starken Kontrast zu der Automobilindustrie in Ostdeutschland, in der nur zehn Prozent der Beschäftigten einen akademischen Abschluss haben. Allerdings entspricht dies auch den im vorherigen Abschnitt diskutierten Anforderungsprofilen in der Branche. Auffällig ist auch der geringe Grad der Akademisierung in der Kunststoffbranche und der Metallherzeugung. Sowohl im Westen als auch im Osten liegt in diesen Sektoren der Anteil der Akademiker*innen unter den jeweiligen Durchschnittswerten. Im Westen ist darüber hinaus der Anteil der Beschäftigten ohne Berufsausbildung in allen Sektoren deutlich höher als im Osten. Hinsichtlich der Altersstruktur gibt es weder große sektorale noch regionale Unterschiede. Generell lässt sich nur ein höherer Anteil junger Beschäftigter im Westen feststellen.

Der Frauenanteil ist bei allen Zuliefersektoren sehr gering und liegt zwischen 17 Prozent und 32 Prozent. Diese Anteile liegen weit unter dem ostdeutschen und westdeutschen Durchschnitt von fast 49 Prozent beziehungsweise 46 Prozent. Das bedeutet, dass im Osten nur maximal eine von drei Stellen und im Westen eine von vier Stellen von einer Frau besetzt wird.

Tabelle 2: Anforderungsniveau, Berufsabschluss und Altersstruktur in der Automobilindustrie und den Zulieferbranchen

Anteil (in Prozent)	Chemie		Kunststoff		Metallerzeugung		Kraftwagen		Durchschnitt	
	Ost	West	Ost	West	Ost	West	Ost	West	Ost	West
Helfer*innen	12	13	20	22	14	19	25	13	15	16
Fachkräfte	56	54	63	58	69	63	56	53	60	58
Spezialist*innen	17	19	11	12	12	12	11	15	12	13
Expert*innen	15	14	6	8	5	6	8	19	13	13
Ohne Ausbildung	6	10	7	17	7	16	6	12	8	13
Mit Berufsabschluss	70	68	80	66	80	70	82	62	65	61
Mit akad. Berufsabschluss	20	18	8	9	7	6	10	20	17	16
Unb. Abschluss	4	4	5	8	6	8	2	6	10	10
Unter 25 Jahre	7	8	6	9	8	11	7	8	7	10
25–55 Jahre	70	70	71	70	68	68	74	72	71	70
55–65 Jahre	22	22	22	20	24	20	19	20	21	19
65 Jahre und älter	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
Frauen	32	26	27	25	19	19	17	17	49	46

Quelle: Bundesagentur für Arbeit 2018b, 2018a

2.5 Unternehmensstruktur

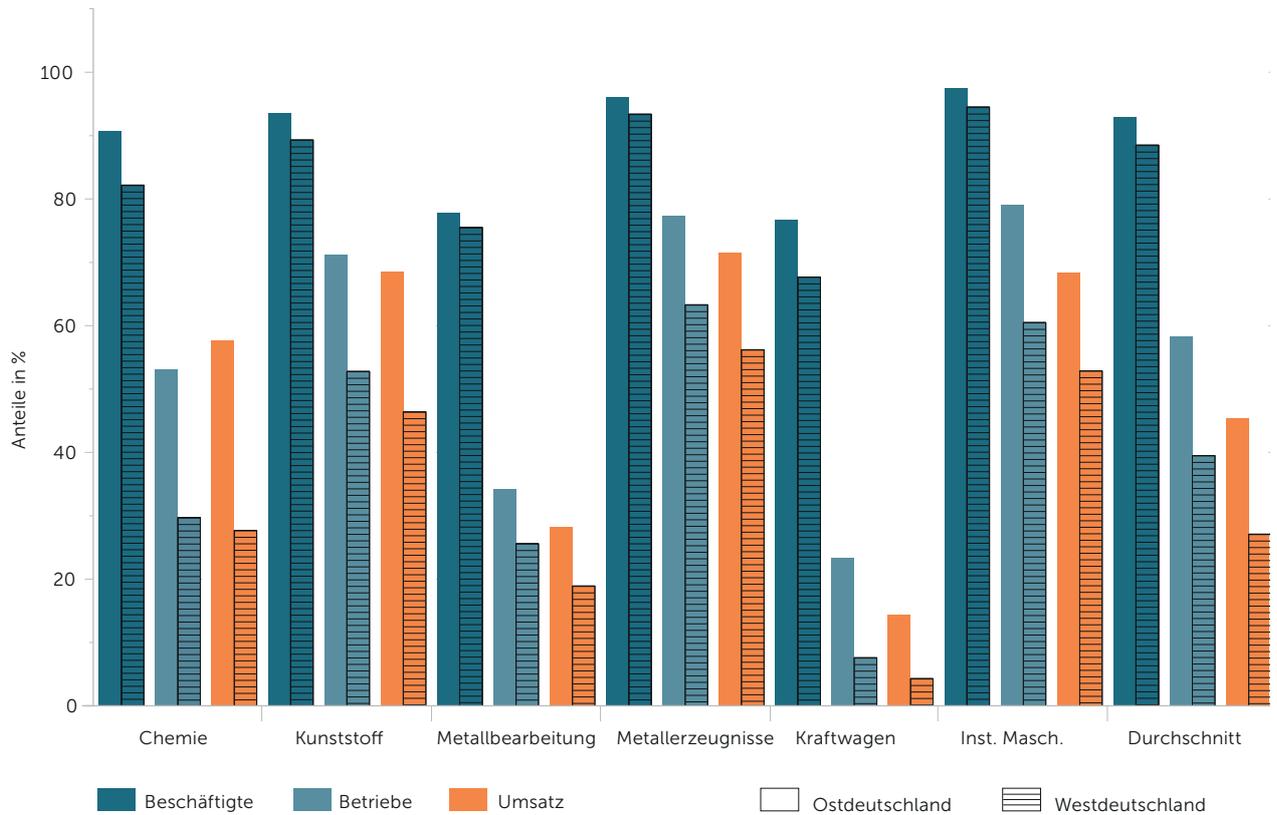
Ungefähr 20 Prozent der Unternehmen in den Kern-Zulieferbranchen sind in Ostdeutschland angesiedelt. Eine Ausnahme bildet der Wirtschaftsbereich Installation von Maschinen: 27 Prozent der Unternehmen in diesem Wirtschaftszweig (WZ 33) haben ihren Sitz in Ostdeutschland.

Die meisten Zulieferbetriebe in Ost- und Westdeutschland sind kleine und mittlere Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten (KMU). Die Wirtschaftszweige Chemie, Metallbearbeitung und Kraftwagen haben sowohl im Westen als auch im Osten einen höheren Anteil von etwa 50–90 Prozent an großen Unternehmen (>250 Beschäftigte). Die Mehrheit der Beschäftigten arbeitet in beiden Regionen in KMU, wenn auch mit einem höheren relativen Anteil in Ostdeutschland. Dies wird durch Abbildung 14, die die Prozentanteile von Beschäftigten, Betrieben und Umsatz der KMU darstellt, bestätigt. In allen Sektoren außer der Automobilindustrie und der Metallbearbeitung sind über 80 Prozent in KMU beschäftigt, wobei in Ostdeutschland der Wert in allen Sektoren höher ist als in Westdeutschland. Größere regionale Unterschiede zwischen West und Ost lassen sich in Hinblick auf den Umsatz und die Zahl der Betriebe feststellen. In Ostdeutschland ist in allen Branchen der Anteil an KMU größer als im Westen. Somit haben die KMU auch einen größeren Anteil am gesamten Umsatz in Ostdeutsch-

land. In der Chemie- und Kunststoffbranche sowie in den Sektoren der Metallerzeugung und der Installation von Maschinen machen KMU über die Hälfte des gesamten Umsatzes der Branchen aus. In den Sektoren für Kunststoff, Metallbearbeitung und Installation von Maschinen liegt der Anteil sogar bei rund zwei Dritteln und höher. Dagegen sind die Anteile der Großunternehmen am Umsatz in der Metallbearbeitungs- und Automobilindustrie höher. Die größere Bedeutung der KMU in Ostdeutschland im Vergleich zu Westdeutschland spiegelt sich auch im Durchschnitt über alle Wirtschaftsbereiche hinweg wider.

Eine wichtige Kenngröße der Zulieferbranchen ist der durchschnittliche Bruttomonatsverdienst beziehungsweise Bruttostundenverdienst. Diese sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Auffällig ist, dass der Verdienst in Westdeutschland für alle Branchen und auch im Durchschnitt höher ist. Die höchsten Verdienste weisen der Chemie- und der Automobilssektor auf, mit über 24 Euro (brutto) in Ostdeutschland und 32 Euro in Westdeutschland. Diese Werte sind um 20 Prozent höher als im regionalen Durchschnitt. Dagegen sind die Bruttostundenverdienste in den Sektoren Metallerzeugnisse und Kunststoff am niedrigsten (16 Euro im Osten und 21 Euro im Westen) und liegen sogar unter den Durchschnittswerten.

Abbildung 14: Unternehmensstruktur in der Automobilindustrie und den Zulieferbranchen. Anteile in Prozent von KMU



Quelle: Die Rohdaten für Betriebsgröße, Beschäftigte und Umsatz pro Beschäftigten stammen aus noch nicht publizierten Daten in Genesis-Online vom Statistischen Bundesamt 2021.

Tabelle 3: Durchschnittliche Bruttomonats- und Bruttostundenverdienste

Wirtschaftszweig	Durchschnitt. Bruttomonatsverdienste (in Euro)		Durchschnitt. Bruttostundenverdienste (in Euro)	
	Ost	West	Ost	West
Chemie	3.970	5.236	24,4	32,1
Kunststoff	2.676	3.446	16,4	21,1
Metallbearbeitung	3.395	4.362	20,8	26,8
Metallzeugnisse	2.664	3.569	16,3	21,9
Kraftwagen	3.920	5.734	24,0	35,2
Inst. Maschinen	3.356	4.236	20,6	26,0
Durchschnitt	3.148	4.318	19,3	26,5

Quelle: Statistisches Bundesamt 2019

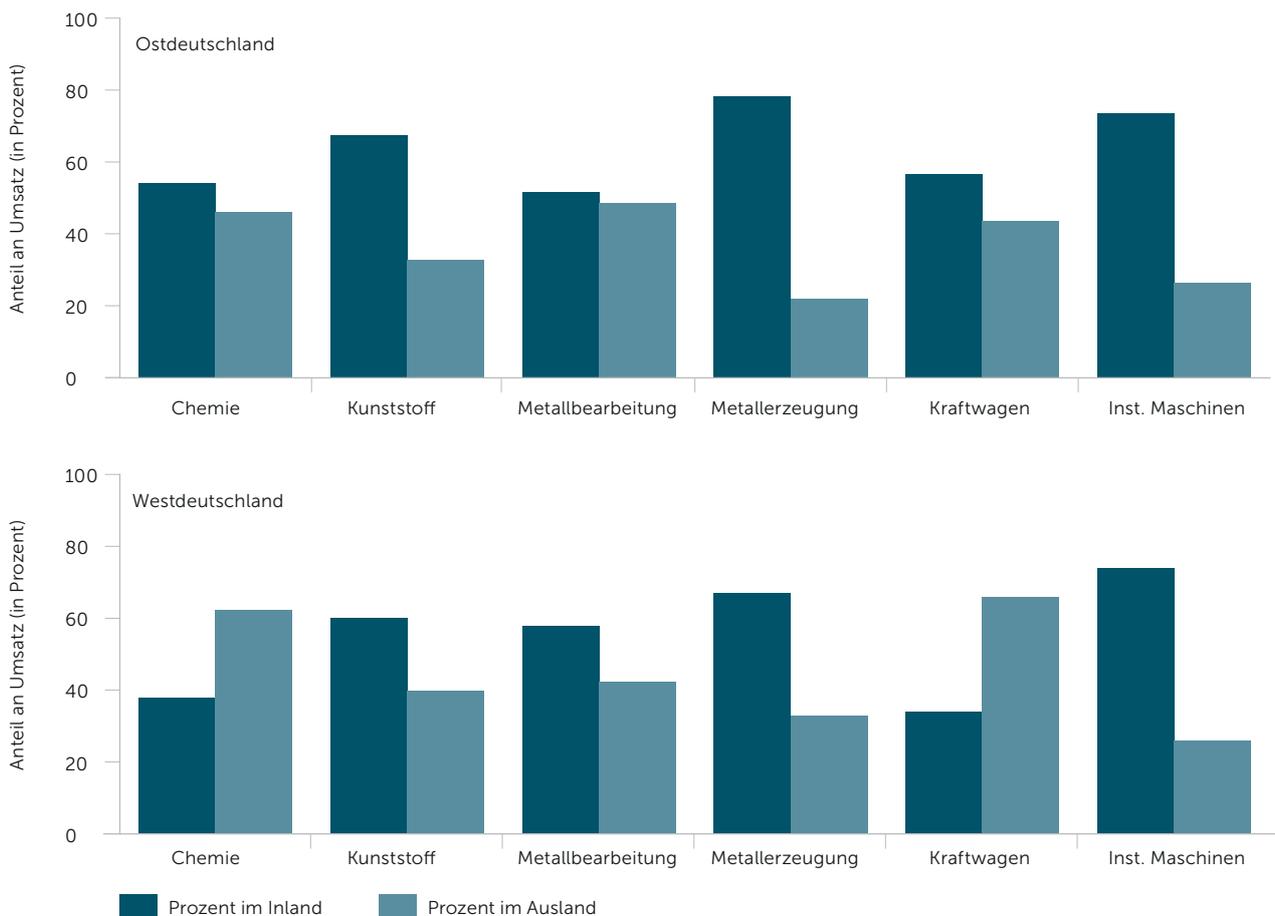
Generell sind die Ausland-Anteile am Umsatz für alle Zulieferbranchen geringer als die Inland-Anteile. In Ostdeutschland liegen die Exporte in allen Sektoren mit Ausnahme der Metallbearbeitung unter denen Westdeutschlands. Nur in der Chemie- und Automobilindustrie überwiegt in Westdeutschland der Exportanteil, wie in Abbildung 15 gut sichtbar ist. Das heißt, im Allgemeinen verkaufen die Unternehmen in Ostdeutschland weniger Produkte auf internationalen Märkten als die in Westdeutschland.

Die Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten ist in den Zulieferwirtschaftszweigen und in der Automobilindustrie in Ostdeutschland geringer als in Westdeutschland (siehe Abbildung 16). Am höchsten ist der Unterschied im Kraftwagensektor mit einer relativen Differenz von 51 Prozent und am ähnlichsten ist er im Kunststoffsektor mit 17 Prozent. In der Chemieindustrie beträgt

die Differenz zwar 27 Prozent, dennoch ist die höhere Wertschöpfung der Chemieindustrie in Ostdeutschland verglichen mit den anderen Branchen in der Region erwähnenswert. So ist die Wertschöpfung in der Chemieindustrie beispielsweise 53 Prozent höher als im Sektor für Metallerzeugnisse.

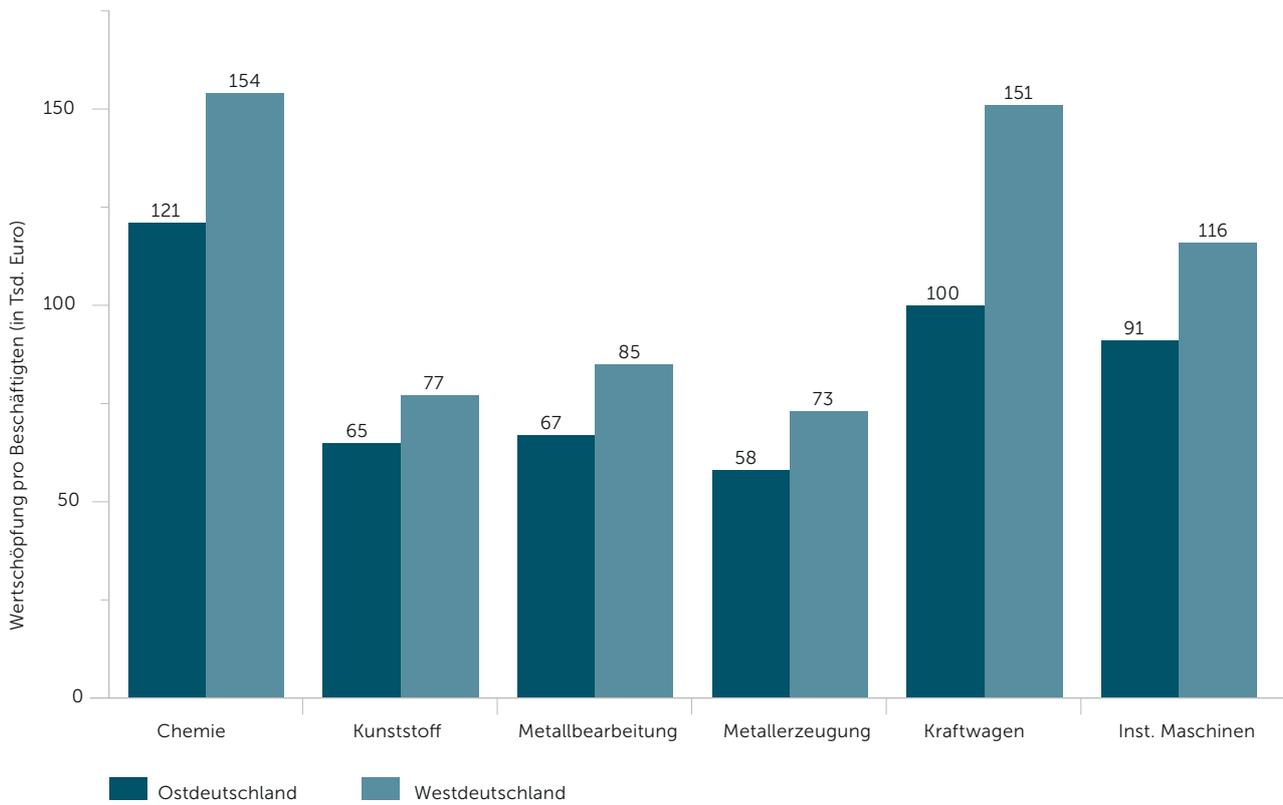
Der Umsatz je Beschäftigten ist für jeden Sektor und auch im Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes in Ostdeutschland geringer als in Westdeutschland. Eine Ausnahme bildet allein die Chemieindustrie, wobei die Werte beider Regionen nicht stark voneinander abweichen. Den höchsten Wert verbucht die Automobilindustrie mit 362.000 und 517.000 Euro in Ost- und Westdeutschland. In Ostdeutschland ist jedoch die Chemieindustrie mit einem Umsatz von 439.000 Euro pro Beschäftigten am besten aufgestellt.

Abbildung 15: Inlands- und Auslandsanteile am Umsatz in den Zulieferbranchen



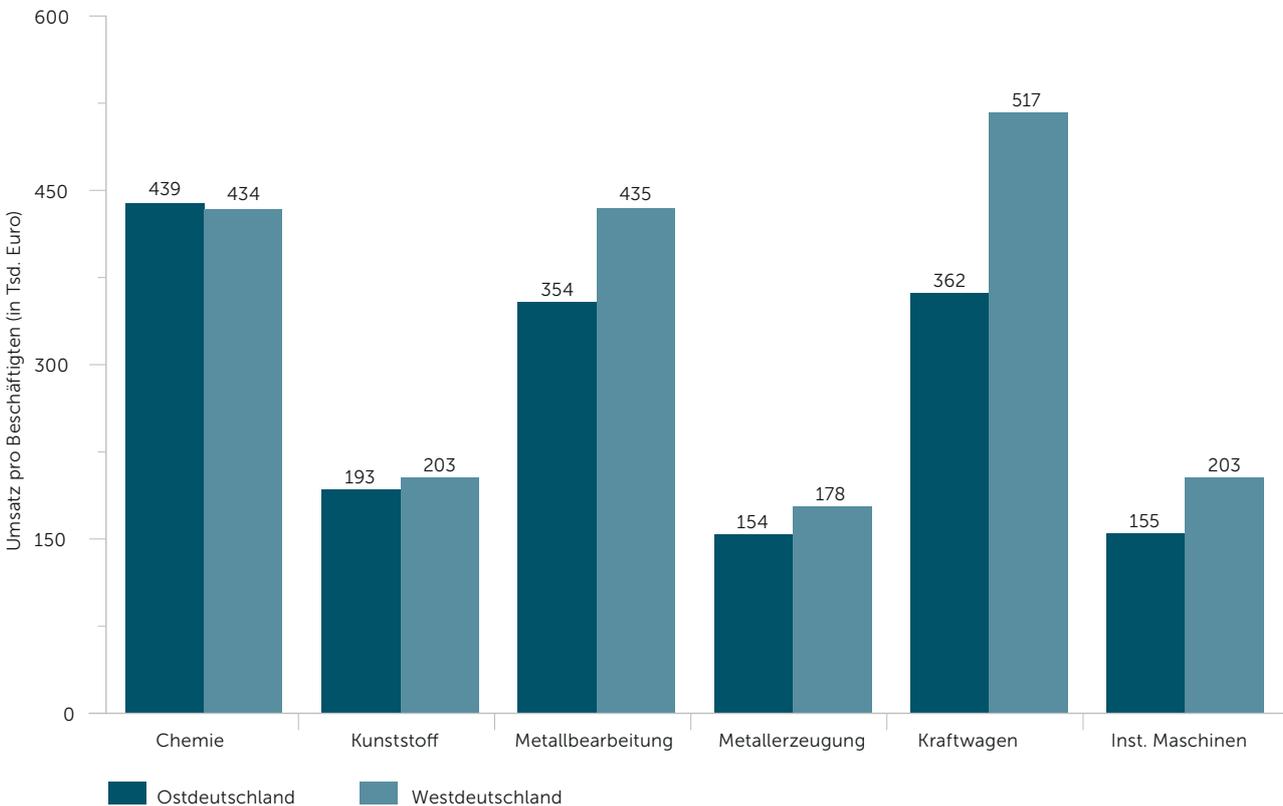
Quelle: Destatis 2021c

Abbildung 16: Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten je Wirtschaftszweig



Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021

Abbildung 17: Umsatz pro Beschäftigten je Wirtschaftszweig

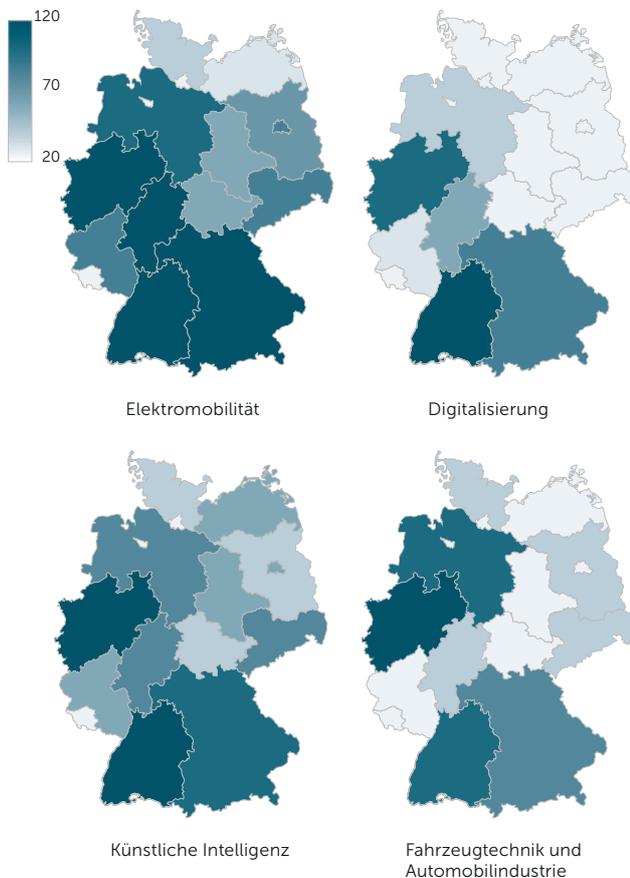


Quelle: Die Rohdaten stammen aus noch nicht publizierten Daten in Genesis-Online vom Statistischen Bundesamt 2021.

2.5.1 (Weiter-)Qualifizierungen und Qualifikationsanforderungen

In Kapitel 2.4.1 hat sich herausgestellt, dass der Anteil der Beschäftigung in zukunftsrelevanten IT-Berufen im Osten im Vergleich zum Westen deutlich geringer ist. Aus diesem Grund ist ein Blick auf die Weiterbildungsmöglichkeiten insbesondere in den Bereichen Digitalisierung, künstliche Intelligenz (KI) und Elektromobilität in der Automobilindustrie notwendig, um die zukünftige Entwicklung in der Beschäftigungsstruktur zu untersuchen. Die Zahl der Weiterbildungsangebote für die jeweiligen Bereiche verteilt über die Bundesländer ist in Abbildung 18 dargestellt. Diese Weiterbildungen werden durch Bildungsgutscheine von der Bundesagentur für Arbeit (BA) gefördert und von der BA in die Kategorie „Fortbildung/Qualifizierung, Umschulung, berufliche Weiterbildung oder Nachholen des Berufsabschlusses“ eingeordnet.

Abbildung 18: Weiterbildungen nach Bereichen in den Bundesländern

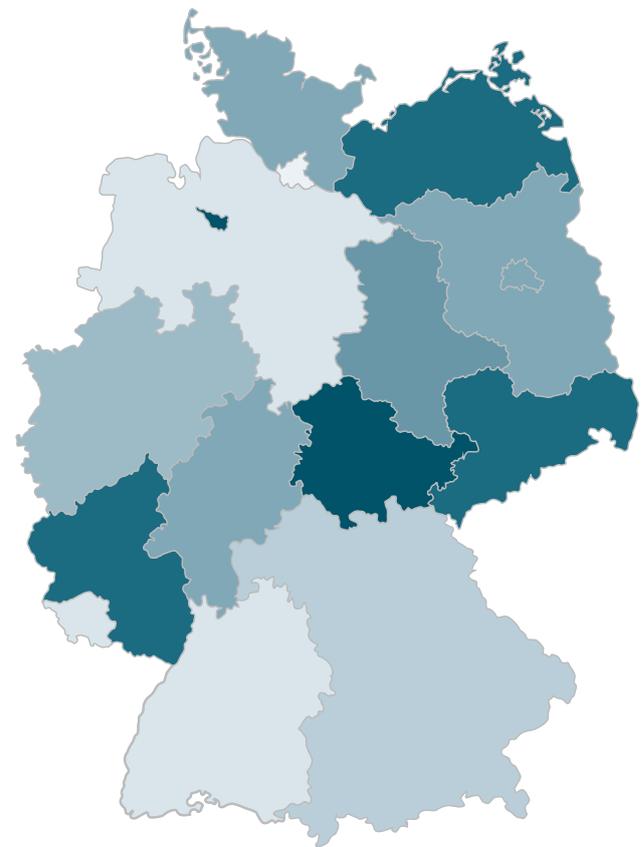


Quelle: Bundesagentur für Arbeit 2021

In Abbildung 18 wird deutlich, dass – in absoluten Zahlen – die meisten Weiterbildungen in Westdeutschland angeboten werden, besonders im Süden und in Nordrhein-Westfalen. Die Weiterbildungseinrichtungen sind zumeist in den größten Städten der Bundesländer angesiedelt, das heißt, nicht zwangsläufig in der Nähe von OEMs. Wird wiederum die Anzahl der Weiterbildungen pro eine Million Einwohner betrachtet, ist die Zahl der Weiterbildungsmöglichkeiten in Ostdeutschland vergleichsweise hoch (siehe Abbildung 19).

Weitere Aufschlüsse zu Weiterbildungsmöglichkeiten liefern die Industrie- und Handelskammern. Die IHKs sind Zusammenschlüsse von Unternehmen innerhalb einer Region. Insgesamt gibt es 79 IHKs in Deutschland.⁵⁰ Eines der primären Ziele der IHKs ist die Förderung der Wirtschaft, weshalb sie Förderprogramme sowie Aus- und Weiterbildungen anbieten. Die Größe der IHKs, gemessen an der Zahl der Angestellten, lässt sich als Indikator für regionale Disparitäten in den Qualifikationsmöglichkeiten verwenden.

Abbildung 19: Anzahl der Weiterbildungen im Bereich Elektromobilität pro 1 Mio. Einwohner



Quelle: Bundesagentur für Arbeit 2021

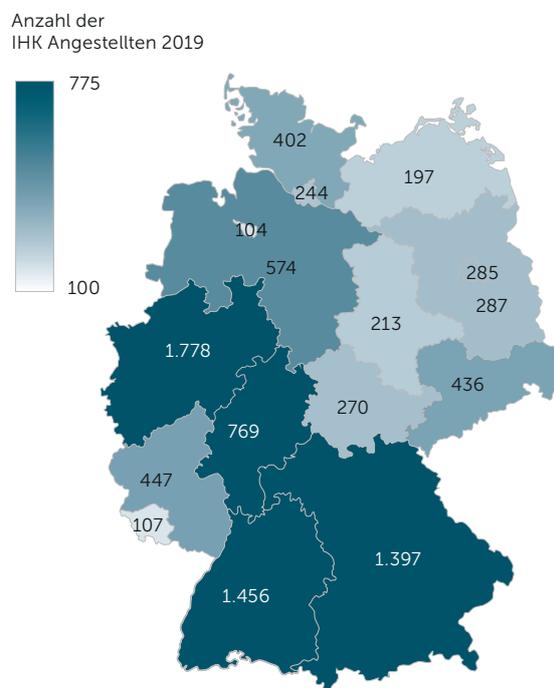
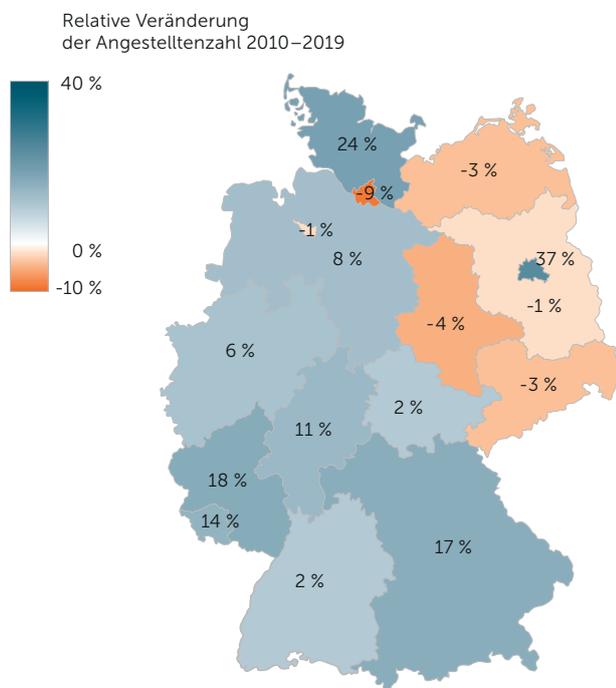
⁵⁰ Vgl. IHK 2019.

Die Anzahl der IHK-Angestellten war im Jahr 2019 in den westlichen Bundesländern deutlich höher als im Osten, siehe Abbildung 21. Die absolute Anzahl der Beschäftigten war zwar im Westen mehr als viermal so hoch wie im Osten, wird hingegen die Mitarbeiter*innenzahl pro Einwohner*in betrachtet, gab es im Osten zehn Prozent mehr Beschäftigte als im Westen. Auch in Hinblick auf die Entwicklung der Zahlen zwischen 2010 und 2019 wird offensichtlich, dass die IHKs im Westen stärker vertreten sind (siehe Abbildung 20). Mit Ausnahme von Berlin und Thüringen verringerte sich die Mitarbeiter*innenanzahl in den IHKs der östlichen Bundesländer, während die IHKs

im Westen 2019 generell mehr Angestellte beschäftigten als im Jahr 2010.

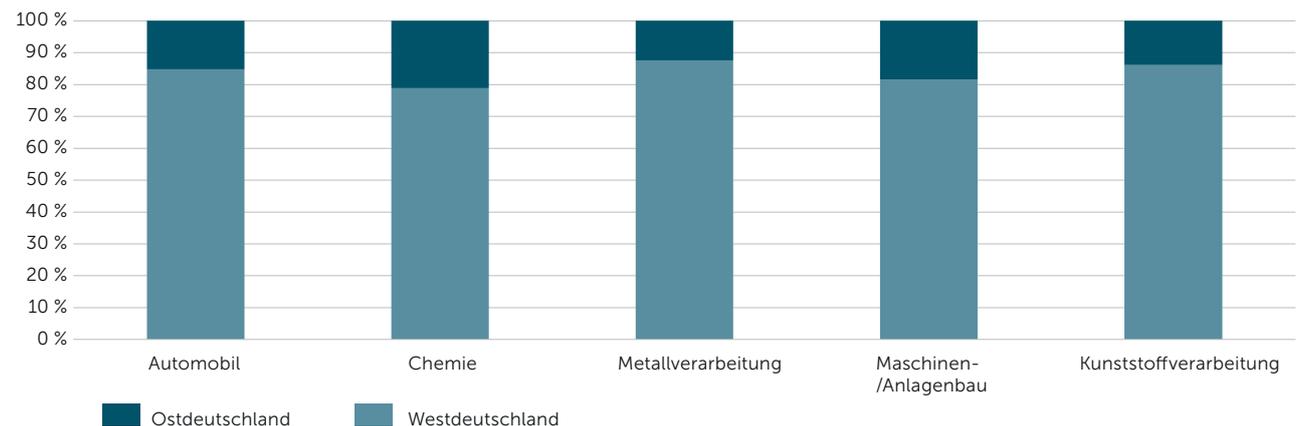
Auch das Angebotsvolumen an Ausbildungsplätzen in Online-Portalen wie „ausbildung.de“ zeigt, dass es im Westen deutlich mehr Ausbildungsmöglichkeiten in der Automobilindustrie und ihren Zuliefersektoren gibt als im Osten (siehe Abbildung 22). Dazu wurden Ausbildungsplätze nach Branche (Automobil, Pharma/Chemie, Metallverarbeitung, Maschinen-/Anlagenbau und Kunststoffverarbeitung) und Region gefiltert, aggregiert und pro Einwohner gerechnet. Die Prozentsätze geben

Abbildung 20: Relative Veränderung der Beschäftigtenzahlen der IHKs zwischen 2010 und 2019



Quelle: IHK 2019

Abbildung 22: Anteile an Ausbildungsangeboten in Ost- und Westdeutschland



Quelle: Territory Embrace GmbH 2021

an, welchen Pro-Kopf-Anteil die Regionen West/Ost am jeweiligen Angebotsvolumen der Branchen haben. In Ostdeutschland hat beispielsweise die Chemie- und Pharmaindustrie den höchsten Anteil von 21 Prozent an Ausbildungen pro Einwohner*in. Im Gegensatz dazu beträgt der Anteil in der Metallverarbeitung nur zwölf Prozent. In der Automobilindustrie beläuft sich der Anteil an den gesamten Ausbildungen im Osten auf 15 Prozent.

2.6 Investitionen und Innovationsdynamik

Ausschlaggebend für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen in den jeweiligen Branchen ist ihre Innovationstätigkeit, die in der Regel mit FuE-Aufwendungen einhergeht/korreliert. Die Automobilindustrie war sowohl 2018 mit 27 Milliarden Euro als auch 2019 mit 28 Milliarden Euro die dominierende Branche bei den FuE-Aufwendungen im deutschen Wirtschaftssektor.⁵¹ Diese Zahlen repräsentieren mehr als 37 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der gesamten Wirtschaft. Der Anstieg der Aufwendungen von einer Milliarde Euro trug fast ein Drittel zum absoluten Wachstum des Jahres 2019 bei. Die externen Aufwendungen haben ebenfalls einen Anstieg von fast einer Milliarde erlebt und somit insgesamt ein Plus von fast 8.000 Stellen in Vollzeitäquivalenten bewirkt. Für das Jahr 2019 bedeutet dies, dass trotz der aktuellen Krisenerscheinungen der Kfz-Branche diese weiterhin eine Vorreiterrolle für die positiven Entwicklungen der FuE der deutschen Wirtschaft beibehält. Werden die Ausgaben nach Beschäftigtengrößenklassen gegliedert, stellt sich heraus, dass etwas über 85 Prozent der FuE-Ausgaben von Großunternehmen getätigt werden.⁵² Diese befinden sich in der deutschen Automobilindustrie hauptsächlich im Westen (siehe Abschnitt 2.5, Abbildung 14). Dies lässt darauf schließen, dass die FuE-Ausgaben hauptsächlich in Westdeutschland getätigt werden. Diese regionale Disparität des Sektors stimmt mit der Disparität der absoluten Ausgaben für FuE des Wirtschaftssektors überein.

In Westdeutschland entsprachen die FuE-Ausgaben der Wirtschaft im Jahr 2018 rund 73 Prozent der gesamten FuE-Ausgaben, während in Ostdeutschland der Anteil bei 40 Prozent lag. Der Anteil der wirtschaftsinternen Ausgaben für FuE am BIP lag 2018 in Ostdeutschland bei rund einem Prozent und etwas über zwei Prozent in Westdeutschland (siehe Abbildung 23). Der relative Anstieg der Ausgaben von 2012 bis 2018 betrug zwei Prozent beziehungsweise 10,5 Prozent. Diese Zahlen zeigen, dass in Unternehmen in Ostdeutschland weniger Geld für FuE

ausgegeben wird. Die Ausgaben des Staates sind ungefähr 2,5-mal höher in Ostdeutschland als in Westdeutschland und deren relativer Anstieg ist ebenfalls höher.

Die FuE-Aufwendungen der Zulieferbranchen sowie der Automobilindustrie in den Jahren 2005 bis 2017 sind in Abbildung 24 und Abbildung 25 zu sehen. Die Automobil- und Chemieindustrie sind die Branchen mit den höchsten Ausgaben für FuE. Beide Branchen hatten 2008 einen Einbruch durch die Finanzkrise, wovon sich die Automobilbranche im Vergleich zur Chemieindustrie schneller erholte. Dabei machen nicht nur die 4-mal so hohen FuE-Aufwendungen der Automobilindustrie einen großen Unterschied aus, sondern auch ihr stetiges Wachstum, was bei der Chemie nicht festzustellen ist. Bei den Sektoren für Kunststoff und Metallenerzeugnisse ist seit 2005 ein stetiges Wachstum festzustellen. Anders sieht es bei der Metallherzeugung und der Installation von Maschinen aus. Die Aufwendungen in der Metallherzeugung sind konstant geblieben. Im Sektor der Installation von Maschinen kam es 2012 zu einem deutlichen Rückgang, bevor sich die Ausgaben bei ungefähr 200.000 Euro pro Jahr einpendelten.

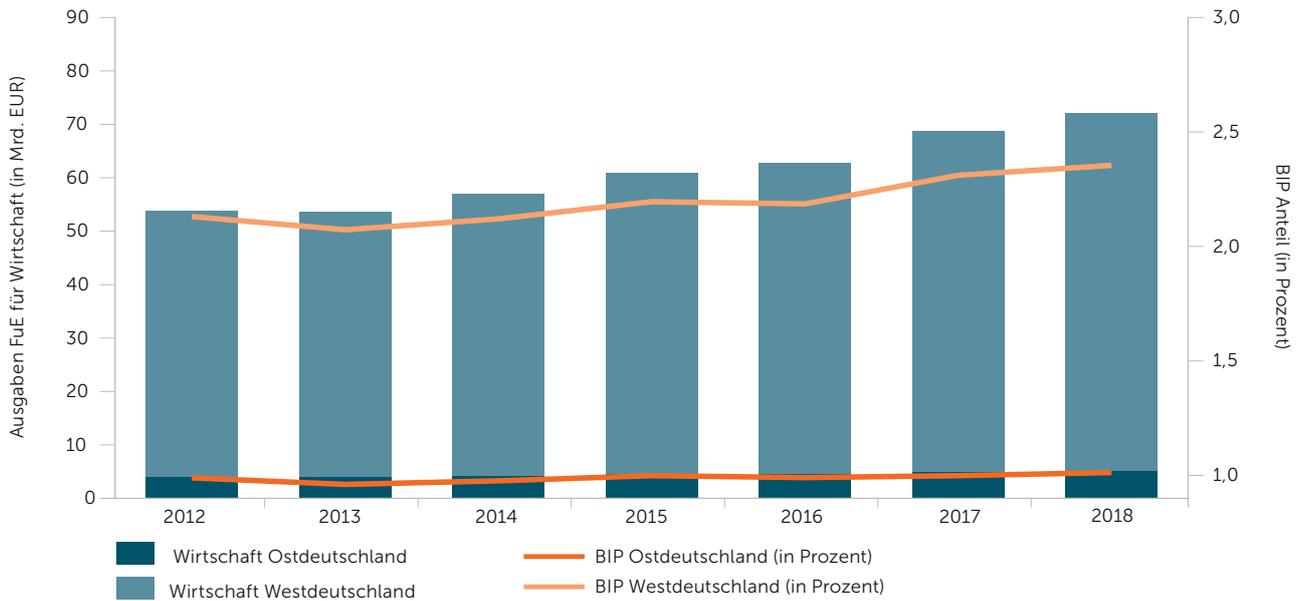
Auch im Branchenvergleich stehen die Automobilindustrie und die Zulieferer gut dar. Abbildung 26 gibt einen Überblick über die FuE-Tätigkeiten in der Automobilbranche und ihren Zulieferindustrien im Vergleich zu den anderen Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes. Im Jahr 2019 hatte die Automobilindustrie den mit Abstand höchsten Anteil an FuE-Aufwendungen im Verarbeitenden Gewerbe: Insgesamt hat die Branche rund 42 Milliarden Euro in FuE investiert. Unter den Kern-Zulieferbranchen positioniert sich die Chemieindustrie mit FuE-Aufwendungen in Höhe von rund 4,9 Milliarden Euro im Vergleich zu den anderen Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes ebenfalls gut auf dem 5. Rang. Die Aufwendungen in den restlichen Kern-Zulieferindustrien fallen hingegen mit zwischen 639 Millionen und rund 1,6 Milliarden Euro deutlich geringer aus.

Bei der Betrachtung der FuE-Intensität (Abbildung 27), also dem Anteil der internen FuE-Aufwendungen am gesamten Umsatz in den Branchen, ergibt sich ein anderes Bild. Mit einem Anteil von 5,7 Prozent liegt die Automobilindustrie nun hinter der Pharmaindustrie und den Herstellern von elektronischen und optischen Erzeugnissen auf dem dritten Rang. Bei sämtlichen Kern-Zulieferindustrien liegt die FuE-Intensität unter fünf Prozent. Bei der Industrie für Metallbearbeitung liegt der Anteil sogar nur bei 0,7 Prozent.

⁵¹ Vgl. Kreuels 2020.

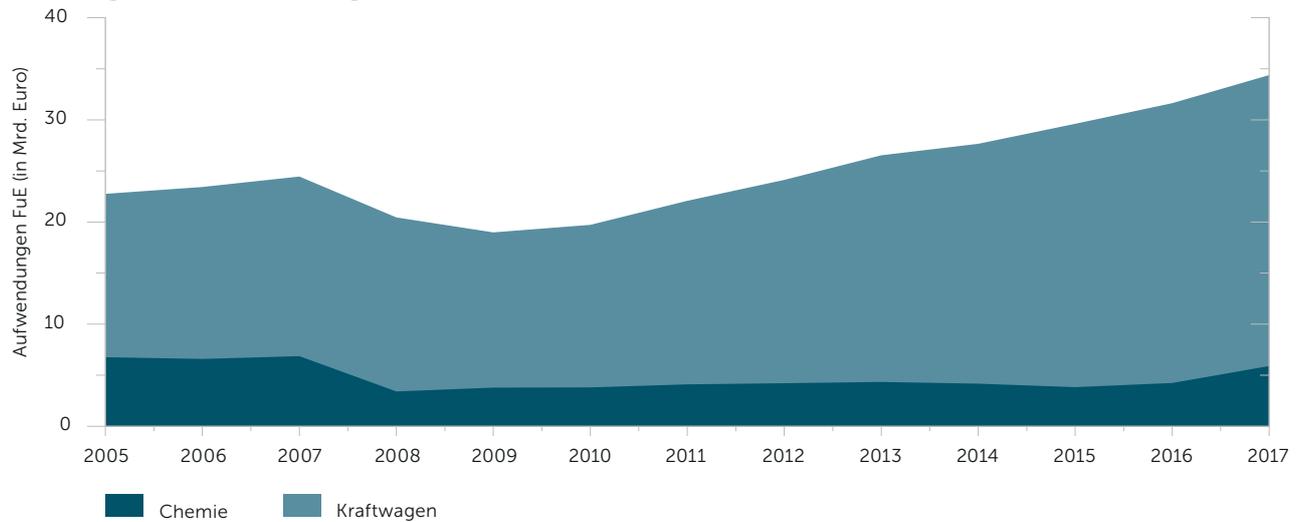
⁵² Vgl. Kreuels 2020.

Abbildung 23: FuE-Ausgaben West- und Ostdeutschland



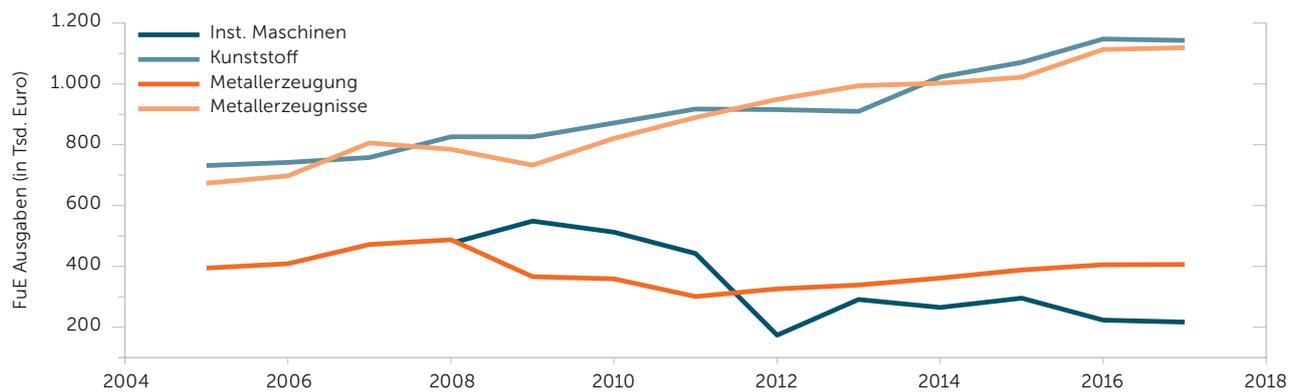
Quelle: Destatis 2021a, Statistisches Bundesamt 2021

Abbildung 24: FuE-Aufwendungen der Chemie- und Automobilindustrie



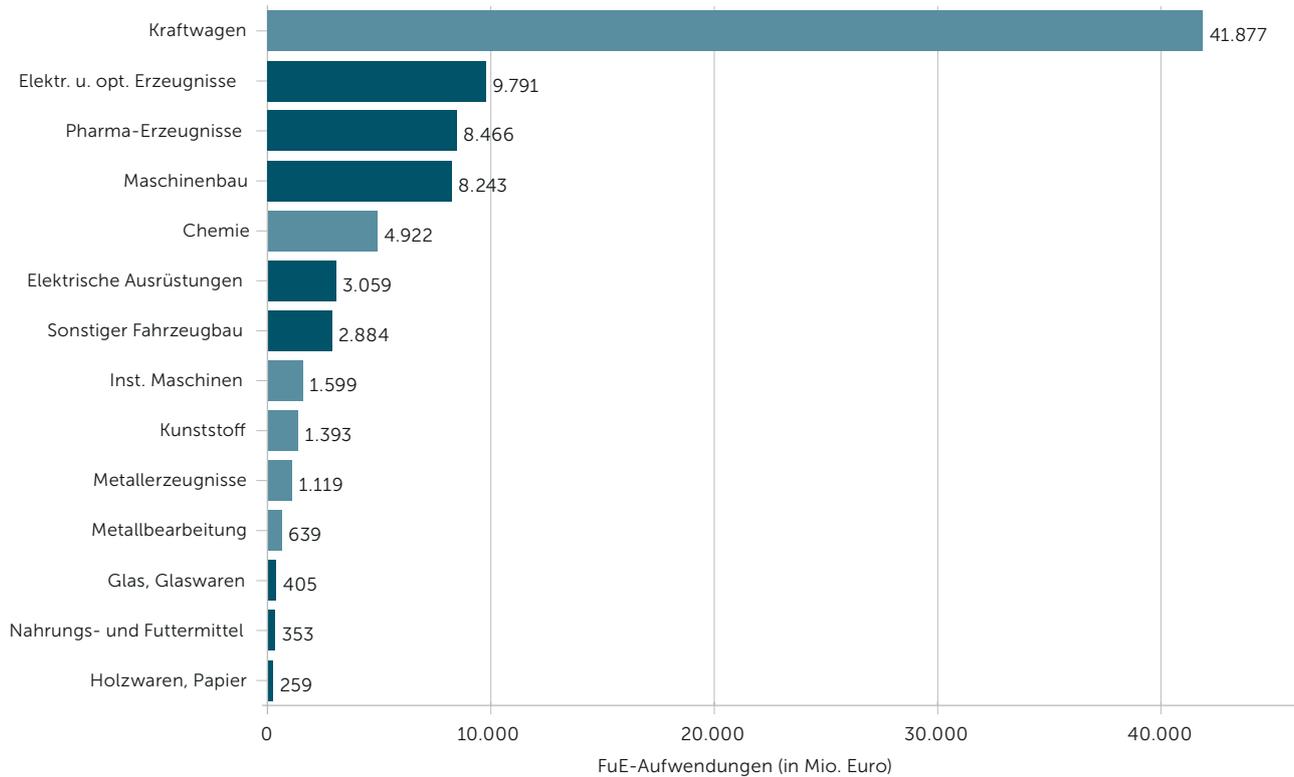
Quelle: Statistisches Bundesamt 2021a

Abbildung 25: FuE-Aufwendungen der weiteren Zulieferbranchen



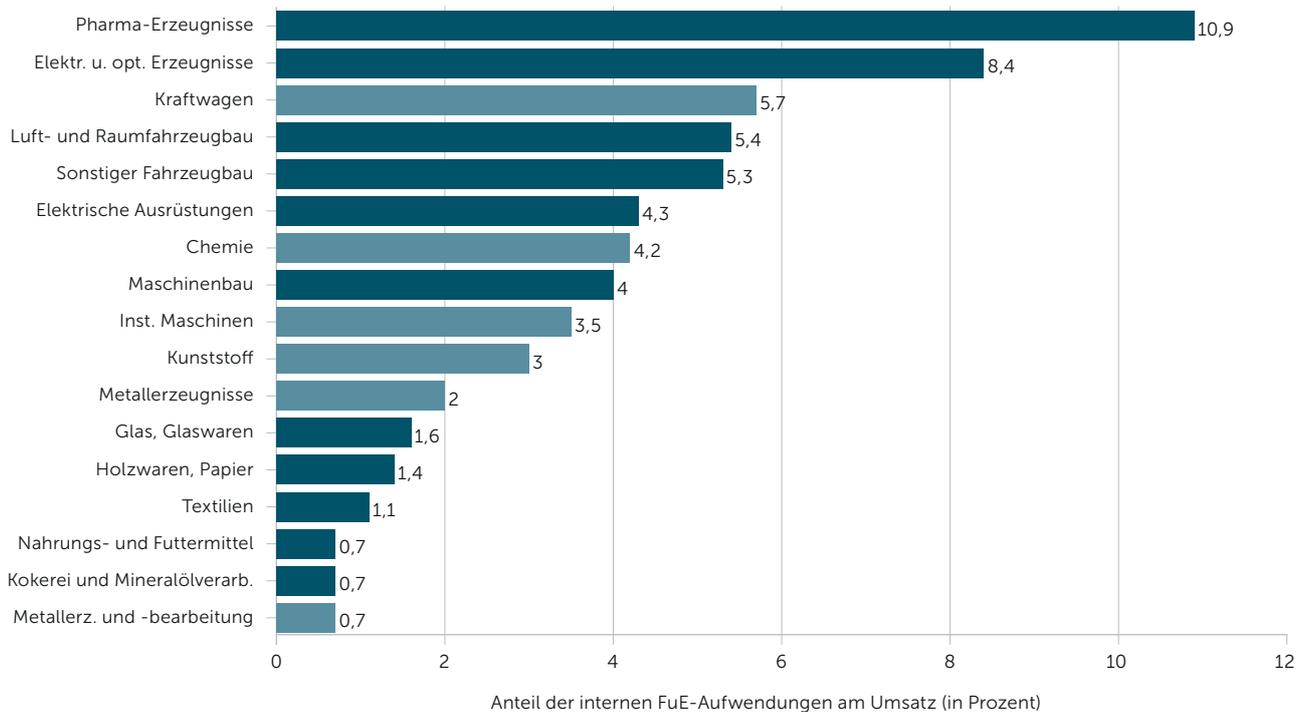
Quelle: Statistisches Bundesamt 2021a

Abbildung 26: FuE-Aufwendungen 2019 im Branchenvergleich



Quelle: Stiftung Arbeit und Umwelt 2021

Abbildung 27: Branchenvergleich der (internen) FuE-Intensität im Jahr 2019



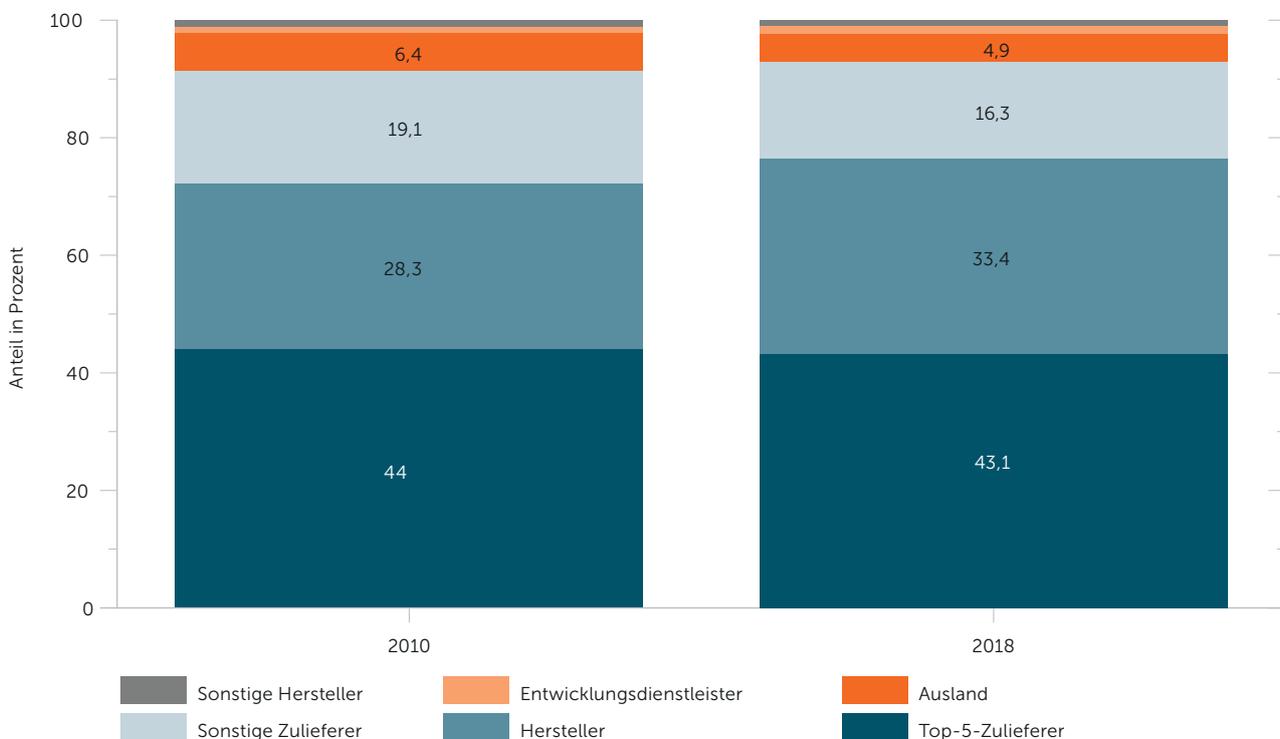
Quelle: Stiftung Arbeit und Umwelt 2021

Neben den Ausgaben für FuE lässt auch die Zahl der Patentanmeldungen auf die Innovationstätigkeit der Unternehmen schließen. Im Allgemeinen ist die Zahl der Patentanmeldungen in Deutschland in den Jahren von 2012 bis 2018 konstant geblieben, jedoch ist der relative Anteil Ostdeutschlands in diesem Zeitraum um 23 Prozent zurückgegangen, sodass im Jahr 2018 der Anteil der Patentanmeldungen nur noch rund fünf Prozent betrug.⁵³ Dies deutet darauf hin, dass die Unternehmen in Ostdeutschland weniger FuE betreiben als die westdeutschen Betriebe und dass sich die FuE in den vergangenen Jahren negativ entwickelte.

In Bezug zur deutschen Automobilindustrie werden Patente typischerweise vorrangig von den fünf größten Zulieferbetrieben in Deutschland (Bosch-Gruppe, Schaeffler-Gruppe, ZF Friedrichshafen, Mahle und Hella) und den OEMs angemeldet. Im Jahr 2018 hatten diese Unternehmen einen Anteil von 76,8 Prozent an allen Patentanmeldungen in der Automobilindustrie.⁵⁴ Dies bekräftigt die Annahme, dass die Innovationskraft innerhalb der Automobilindustrie vor allem bei den Großunternehmen liegt,

und bietet eine mögliche Erklärung dafür, weshalb in Ostdeutschland die FuE-Tätigkeiten vergleichsweise gering sind. Darüber hinaus ließ sich in den vergangenen Jahren der Trend feststellen, dass sich die Patentanmeldungen immer mehr zu den OEMs verlagern.⁵⁵ So ist die Zahl der Patentanmeldungen in der gesamten Automobilindustrie in den Jahren von 2010 bis 2018 um 35 Prozent gestiegen. Doch während sich der Anteil der OEMs um fünf Prozent vergrößert hat, ist der Anteil bei den Zulieferern leicht gesunken (siehe Abbildung 28).

Abbildung 28: Kfz-Patentanmeldungen nach Anmeldegruppen für die Jahre 2010 und 2018



Quelle: Kohlisch et al. 2021

⁵³ Vgl. DPMA 2021.

⁵⁴ Vgl. Kohlisch et al. 2021.

⁵⁵ Vgl. Kohlisch et al. 2021.

3

3. Transformationstrends Antriebe, Digitalisierung und Märkte 2030+

Die Transformation der Automobilindustrie findet zeitgleich auf mehreren Ebenen statt: Antriebswechsel, Automatisierung und Digitalisierung von Produkten, Dienstleistungen und Produktion, Neuordnung von Lieferketten und Handelsbeziehungen sowie das Auftreten neuer Akteure. Mögliche Entwicklungen bis 2030 und darüber hinaus werden in den folgenden Abschnitten umrissen.

3.1 Neue Antriebe und Kraftstoffe

Der Ausstieg aus dem klassischen Verbrennungsmotor stellt einen zentralen Pfeiler der Transformation dar und ist weltweit aus klima- sowie wirtschaftspolitischen Erwägungen in vollem Gange. Unterschiedliche Fahrzyklen, Kosten, Effizienz und Verfügbarkeit alternativer Kraftstoffe sowie die Konkurrenz von Energiequellen in den Wirtschaftsbereichen sorgen dabei für verschiedene Entwicklungspfade von Antriebs- und Kraftstoffsystemen in den Verkehrsbereichen. So weist zwar die direkte Nutzung von Strom in batterieelektrischen Antrieben den höchsten energetischen Wirkungsgrad aller Alternativen auf, ist aber gerade im See- und Luftverkehr nicht praktikabel. Mit aktuell laufenden Feldversuchen zu Hybrid-Oberleitungs-Lkw in mehreren europäischen Ländern werden im Straßengüterverkehr Optionen zur direkten Stromnutzung getestet.

Im **Pkw-Segment** haben die OEMs in den vergangenen Jahren massiv in den Aufbau von Produktionskapazitäten batterieelektrischer Antriebe investiert. Im Jahr 2018 haben deutsche und europäische OEMs ihre Investitionen in den Aus- und Umbau von Produktionsstätten für Elektrofahrzeuge gegenüber 2017 auf 8,4 Milliarden Euro mehr als verdoppelt.⁵⁶ Für die kommenden fünf bis zehn Jahre planen deutsche OEMs Investitionen in Höhe von 140 Milliarden US-Dollar hälftig in Deutschland und China und stellen damit knapp die Hälfte des weltweit geschätzten Volumens von 300 Milliarden US-Dollar. 45 Prozent der Investitionen aller untersuchten OEMs entfallen dabei auf das Zielland China.⁵⁷

Nach Schätzungen der NPM der Bundesregierung kann sich der Absatz elektrisch angetriebener Fahrzeuge in den Segmenten Klein- und Kompaktfahrzeuge von 145.000 Fahrzeugen im Jahr 2021 auf 1,5 Millionen im Jahr 2030 erhöhen. Im Oberklassensegment wird eine Steigerung von 100.000 Fahrzeugen in den Jahren 2021/2022 auf 250.000 Fahrzeuge im Jahr 2030 geschätzt. Dies sind zusammen über 50 Prozent der Neuzulassungen. Der Bestand elektrisch betriebener Pkw liegt dann je nach Schätzung bei bis zu 15 Millionen Fahrzeugen.⁵⁸

Deutschland liegt damit nach Norwegen, Schweden und Frankreich im oberen Drittel der prognostizierten Markthochläufe in Europa (vgl. Abbildung 29). Bis 2050 werden für alle europäischen Länder Marktanteile von nahezu 100 Prozent für batterieelektrisch oder hybrid angetriebene Fahrzeuge prognostiziert.⁵⁹

Nutzfahrzeuge, insbesondere im lokalen Liefer- und Zustellverkehr, eignen sich vielfach für elektrische Fahrzyklen. Hier werden bis 2027 120 Modelle durch die OEMs angekündigt. Neuzulassungen werden bis 2025 auf 250.000 Fahrzeuge und bis 2030 auf 750.000 Fahrzeuge in Deutschland geschätzt. Hieraus leitet sich ein Bestand von zwei Millionen Fahrzeugen mit rein elektrischem oder hybridem Antrieb ab. Für den europäischen Markt schätzt der europäische Automobilherstellerverband (ACEA) den Bestand bis 2030 auf etwa 270.000 Lkw mit elektrischen Antrieben und etwa 60.000 Fahrzeuge mit Wasserstoff-Brennstoffzellen.⁶⁰ Zum Vergleich: Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt den Anteil abgesetzter elektrischer und hybrider leichter Nutzfahrzeuge je nach unterstelltem Szenario 2030 auf zwischen 40 und 80 Prozent sowie den Anteil von Bussen auf zwischen 53 und 66 Prozent.⁶¹ Die Entwicklungen hängen jedoch stark von den Preisen und

⁵⁶ Vgl. Deutscher Bundestag 2018; Gropp 2019.

⁵⁷ Ohne Ausgaben der Zulieferindustrie sowie für Forschung und Entwicklung. Quelle: Reuters-Studie der Geschäftsberichte von OEMs aus Europa, USA und Asien, Linnert et al. 2019.

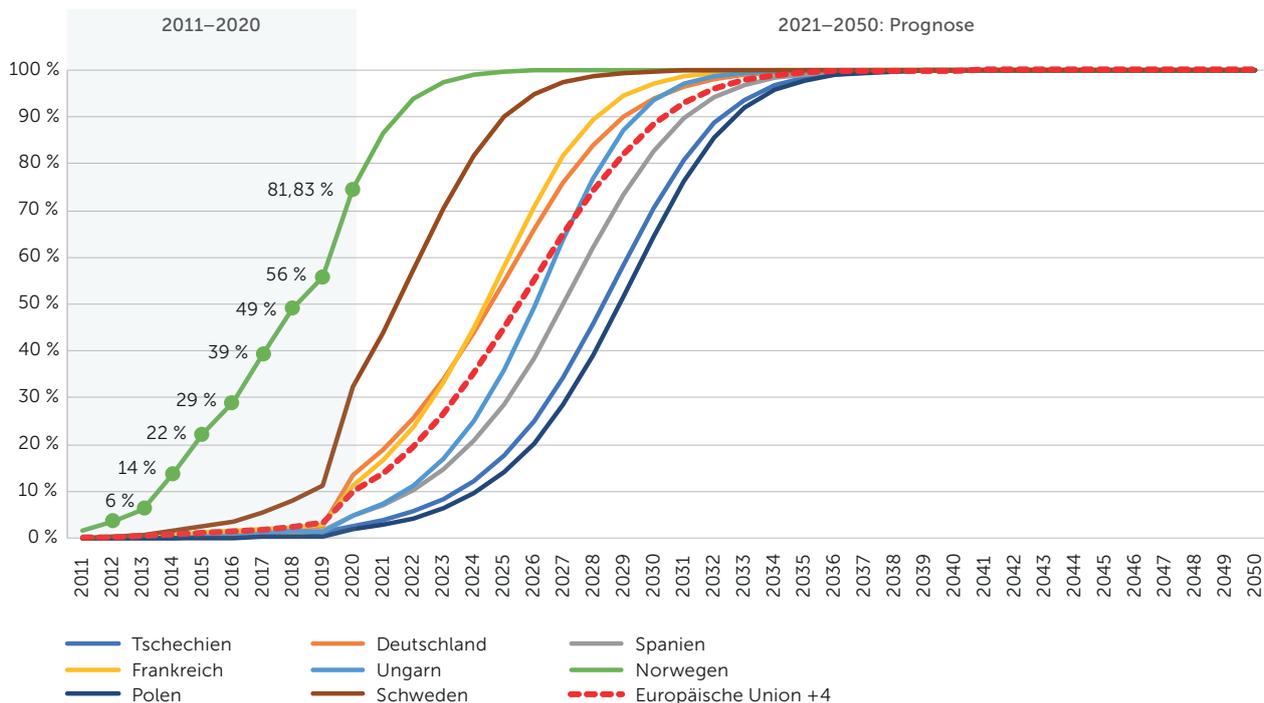
⁵⁸ Vgl. NPM Ergebnisbericht, BMVI 2021a.

⁵⁹ Vgl. Münzel et al. 2019; Plötz et al. 2021.

⁶⁰ Vgl. ACEA 2021a.

⁶¹ Vgl. IEA 2021.

Abbildung 29: Prognostizierte Markthochlaufentwicklung elektrisch betriebener Fahrzeuge in Europa bis 2050



Quelle: Plötz et al. 2021

Betriebskosten der Fahrzeuge gegenüber Diesel-Lkw sowie von der Dichte der Lade- und Betankungsinfrastrukturen ab.

Im Bereich Busse und schwere NfZ spielen **Wasserstoff und Brennstoffzellen** voraussichtlich eine wichtige Rolle. Die Entwicklung hier ist jedoch mit größeren Unsicherheiten behaftet. **Synthetische Kraftstoffe** werden aufgrund des hohen Energieaufwandes bei deren Erzeugung vor allem im Schiffs- und Luftverkehr als Beimischung zum Einsatz kommen. Für den Straßenverkehr sind weiterhin Biokraftstoffe als Alternative zu fossilen Kraftstoffen von möglicher Bedeutung.⁶²

Die Anzahl von **Elektro-Ladestationen** insbesondere im privaten und halböffentlichen Bereich wird sich bis zum Jahr 2030 auf sieben bis zehn Millionen ausweiten. Der Zuwachs im öffentlichen Bereich um etwa eine Million Ladestationen wird durch hohe Sicherheitsanforderungen sowie die zunehmende Batteriekapazität und damit abnehmende Reichweitenangst in Grenzen gehalten.⁶³ Für schwere Lkw und Busse sind Schnellladenetze an Autobahnen durch private Konsortien in Vorbereitung. Zusätzlich kann bis 2030 mit einem flächendeckenden Netz an Wasserstofftankstellen für 700 und 350 Bar

Druckbetankung insbesondere für Lkw und Busse gerechnet werden.⁶⁴ Für einen schnellen Umstieg vom Dieselmotor auf Batterie- und Wasserstoffantriebe bedarf es einer koordinierten europäischen Strategie sowie Normungen im Bereich der Brennstoffzelle.

3.2 Automatisiertes und vernetztes Fahren

Die Automatisierung von Fahrfunktionen bis hin zum vollständig fahrerlosen Fahren wird mutmaßlich ähnlich umwälzende Wirkungen auf Lebens- und Geschäftsmodelle haben wie die Erfindung des Automobils, die Verbreitung der Elektrizität vor gut 100 Jahren, das Internet oder die Verfügbarkeit mobiler Datennetze und Endgeräte zu Beginn des 21. Jahrhunderts. Die technologische Entwicklung erfolgt jedoch in Schüben und erlebte in den vergangenen Jahren Rückschläge durch tödliche Unfälle mit hochautomatisierten Fahrzeugen. Die technologische Entwicklung des automatisierten Fahrens lässt sich in folgende Technologiebereiche gliedern:⁶⁵

- Umfelderkennung über Radar- oder Kamerasysteme,
- Datenverarbeitung inklusive Software für Datenfusion und -interpretation,
- Aktirik, wie elektronische Stabilitätskontrolle, sowie
- Ortung über digitale Karten und Satellitennavigation.

⁶² Vgl. Lehmann et al. 2020 zum Thema Technologieoffenheit.

⁶³ Vgl. Bundesregierung 2019; Meyer et al. 2020.

⁶⁴ Vgl. H2 Mobility 2021.

⁶⁵ Vgl. IW Consult GmbH et al. 2021.

Bis zum Jahr 2030 und darüber hinaus werden sowohl der Anteil von Pkw mit Assistenzsystemen als auch die Komplexität und Leistungsfähigkeit der installierten Funktionen weiter ansteigen. Neue innovative Assistenzsysteme werden zunächst in der Oberklasse eingeführt und sich dann sukzessive abwärts bis in niedrigere Fahrzeugklassen durchsetzen. Allerdings werden 2030 nach Prognosen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung erst zehn Prozent der neu zugelassenen Fahrzeuge und 1,5 Prozent der gesamten Pkw-Flotte auf deutschen Straßen mit dem Automatisierungslevel 4 (hochautomatisiert) unterwegs sein. Fahrerlose Pkw (Level 5) werden voraussichtlich frühestens ab 2035 in Serie verfügbar sein.⁶⁶ Ein HochlaufszENARIO für die Automatisierung von Fahrzeugen ist in Abbildung 30 dargestellt. Durch die erhöhte Bequemlichkeit und die Möglichkeit, sich anderen Tätigkeiten zu widmen, gewinnt der Pkw als Privatfahrzeug oder in Mobilitätsflotten mutmaßlich weitere Attraktivität.⁶⁷

Im Marktsegment **Nutzfahrzeuge** existieren bereits großflächige Modellversuche und erste kommerzielle Anwendungen in den Bereichen Werksverkehre und Platooning⁶⁸. Im Jahr 2030 könnte das Automatisierungslevel 4 bereits in 47 Prozent der schweren Lkw und 28 Prozent der Reisebusse implementiert sein. Unter den Neuzulassungen wird der Anteil in diesen Fahrzeugklassen auf 70 Prozent, bei Kleinbussen sogar auf 76 Prozent geschätzt.

Hinzu kommen zahlreiche Pilotprojekte im **ÖPNV**, welche bis 2030 in den Regelbetrieb übergehen dürften. Durch die ferngesteuerte Übernahme von Fahrfunktionen im Level-4-Betrieb durch eine Leitstelle könnten die Betreiber mit entsprechenden rechtlichen Anpassungen auch ohne Le-

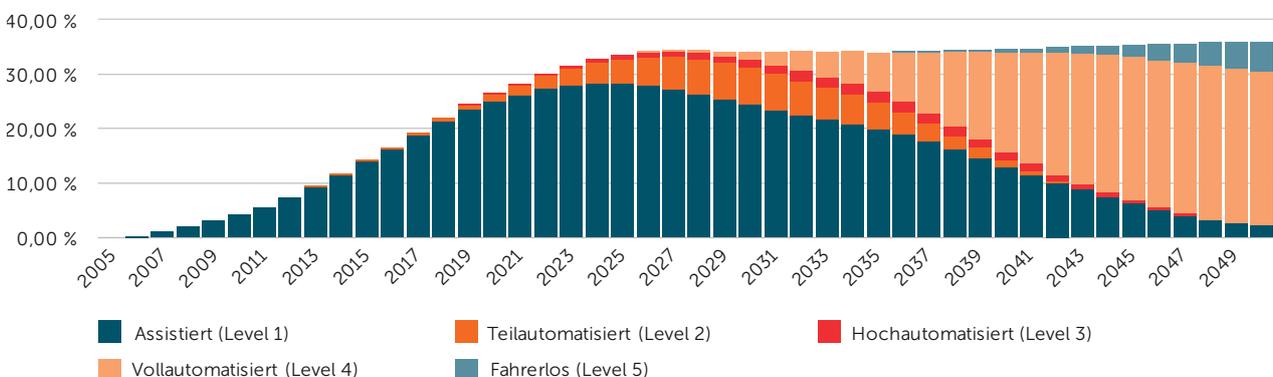
vel-5-Fahrzeuge Kosteneinsparungen realisieren und auf den Fachkräftemangel reagieren. Auch die Ausweitung des autonomen Betriebs auf den Omnibusverkehr wird bereits erprobt. Öffentlicher Personenverkehr und Wirtschaftsverkehr werden dementsprechend die Entwicklung und Erprobung hochautomatisierter Fahrzeuge vorantreiben.⁶⁹

Die deutschen OEMs sind auf diese Entwicklung gut vorbereitet, wohingegen besonders kleine Zulieferer noch Qualifikationsbedarf im Bereich Digitalisierung und Automatisierung haben. Entsprechend stellt die Automatisierung eine Chance für die Industrie dar, jedoch mit nennenswerten Herausforderungen für die Beschäftigten in Form des Wechsels von maschinenbau- zu IT-orientierten Tätigkeiten. Die Risiken für die Industrie bestehen im Fachkräftemangel und der Konkurrenz durch asiatische Unternehmen oder durch Tech-Konzerne, die im Bereich des automatisierten Fahrens aktiv sind (vgl. Kapitel 3.4 und Kapitel 3.5).

3.3 Digitale und automatisierte Produktion

Das Schlagwort Industrie 4.0 beschreibt verschiedene Konzepte, deren zentrales Ziel die Optimierung von Industrieprozessen ist. Die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion bilden die Grundlage. Die Konzepte umfassen zum einen das Monitoring von Anlagen und Abläufen sowie die damit in Zusammenhang stehenden Potenziale durch die vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance). Zum anderen schließen sie die teils vorgelagerten oder parallelen Prozesse in der Planung und Entwicklung von Produkten und Produktionsprozessen ein. Eine große Rolle spielt dabei der Einsatz digitaler Zwillinge, also digitale Abbilder von Produkten als auch Prozessen. Digitale Zwillinge ermöglichen schnell-

Abbildung 30: Prognostizierte Marktanteile der Automatisierungsstufen an Pkw-Neuzulassungen bis 2030, alle Segmente



Quelle: Krail et al. 2019

⁶⁶ Vgl. Krail et al. 2019; Krail 2020.

⁶⁷ Vgl. ADAC 2017.

⁶⁸ Kopplung mehrerer Fahrzeuge über digitale Kommunikation in Form einer „virtuellen Deichsel“. Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Platooning>

⁶⁹ Vgl. Kaiser et al. 2020; PWC 2021a.

lere und flexiblere Erprobung von Ideen und den Einsatz virtueller Testverfahren sowie die vereinfachte Speicherung von Konstruktionsdaten.⁷⁰

Während die Produktion von Fahrzeugteilen wie beispielsweise der Karosserie hochautomatisiert ist, sind in der Fahrzeugmontage die Potenziale der Automatisierung noch nicht ausgeschöpft. Der Blick in die Vergangenheit zeigt, dass der Automatisierungsfortschritt dabei nicht linear verläuft. Die Verknüpfung von Automatisierung und Entwicklungen im Bereich künstliche Intelligenz oder des maschinellen Lernens eröffnet neue Einsatzmöglichkeiten wie Industriekamerasysteme für die Qualitätssicherung in der Produktion. Über die Kostenersparnis durch Digitalisierung und Automatisierung wird Deutschland und anderen Hoch-Lohn-Ländern ein möglicherweise entstehender Zugewinn an Attraktivität als Produktionsstandort zugeschrieben.⁷¹

Die interne Zufriedenheit mit den digitalen Prozessen im Fahrzeugbau liegt mit lediglich 40 Prozent in einem Branchenvergleich aus dem Jahr 2018 an vorletzter Stelle (vgl. Abbildung 31). Das Niveau und die Verbreitung der Digitalisierung sind bei KMU deutlich schwächer ausgeprägt als bei großen Unternehmen. Der vom BMWi bis 2018 periodisch ermittelte Fünfjahresausblick zum Wachstum der Digitalisierung in Unternehmen fällt bis 2023 mit einer Steigerung von 54 auf 56 von 100 möglichen Punkten noch leicht positiv aus, hat sich aber im Vergleich zur Vergangenheit aufgrund des nach wie vor schleppenden Breitbandausbaus, geringer Kenntnis der Mitarbeitenden und einem Mangel an IT-Fachkräften merklich abgekühlt.

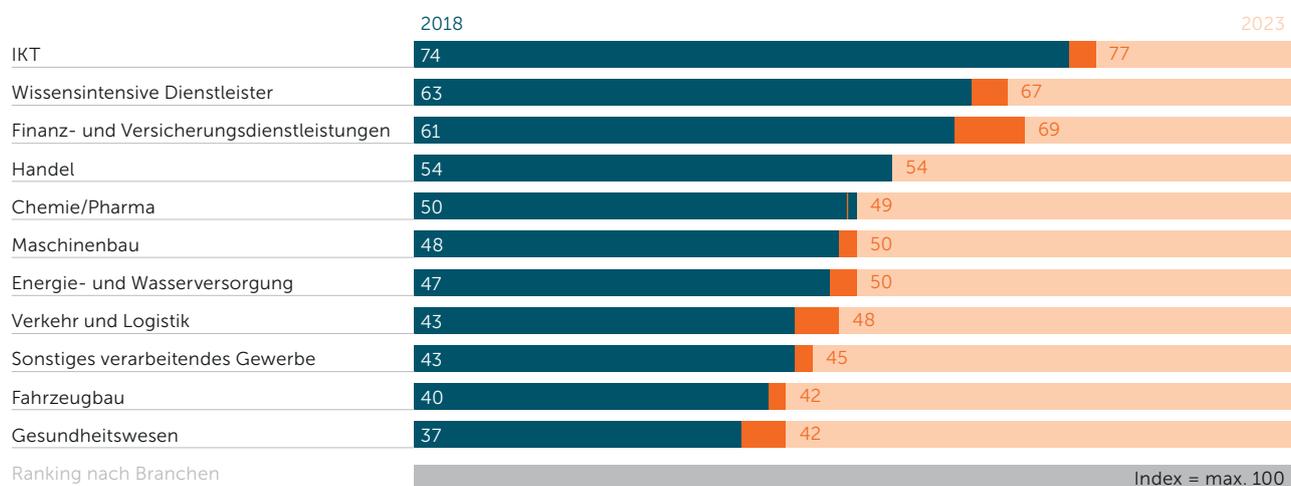
Bis zum Jahr 2030 könnte die Automobilindustrie den Rückstand in der Digitalisierung insbesondere gegenüber dem Maschinenbau aufholen und dabei ihren Zugang zu Kund*innen und Märkten erleichtern. Neue Fertigungstechnologien über 3-D-Druck und digitale Zwillinge ermöglichen das Erschließen eines regionalen Standortvorteils für das Cluster Ostdeutschland durch die Flexibilisierung der Produktion beispielsweise für Kleinserien. Die Chancen des Haltens oder sogar Verbesserns der Wettbewerbssituation der deutschen Industrie stehen den Risiken eines schleppenden Ausbaus der digitalen Infrastruktur, der Verfügbarkeit von IT-Fachkräften und dem Festhalten der Unternehmen an gewohnten Produktionsformen und Geschäftsmodellen gegenüber.

3.4 Neue Akteure und Rollen auf dem Fahrzeug- und Mobilitätsmarkt

Die zunehmende Relevanz von Digitalisierung und Elektrifizierung im Automobil ermöglicht und fordert die Beteiligung von Technologiekonzernen und Start-ups an den automobilen Wertschöpfungsketten. Dies wird die Landschaft der Automobilindustrie sowohl auf Seiten der OEMs als auch der Zulieferunternehmen nachhaltig verändern.

Global agierende **Technologie- und Digitalkonzerne** (Tech-Konzerne) wie Google, Apple, Amazon, Baidu oder Tencent engagieren sich besonders in den Bereichen automatisiertes Fahren, Vernetzung der Produktion, Daten, Algorithmen und Mobilitätsdienste. Unter anderem durch die Bedingungen der Covid-19-Pandemie ist der Kapitalstock dieser Unternehmen im Gegensatz zur produzierenden Wirtschaft erheblich angewachsen. Durch die Automatisierung und Vernetzung zielen diese auf die

Abbildung 31: Digitalisierungsindex 2018 und 2023 nach Branchen



Quelle: Weber et al. 2018

⁷⁰ Vgl. Emmelmann et al. 2017.

⁷¹ Vgl. Krzywdzinski 2020; Winkelhake 2021; Weber et al. 2018.

Gewinnung neuer Kundengruppen, die Generierung und Kapitalisierung von Daten sowie Effizienzgewinne in Geschäftsprozessen ab. Die neuen Akteure verfolgen dabei oft grundlegend andere Geschäftsmodelle als etablierte Hersteller und legen einen Fokus auf die Generierung und Kapitalisierung von Daten.⁷²

Etablierte Hersteller in Deutschland sehen sich dabei einer wachsenden Zahl und einem breiteren Spektrum von konkurrierenden Unternehmen gegenüber, wobei die zukünftige Aufteilung von Wertschöpfungsanteilen im Mobilitätsmarkt noch unklar ist. Insbesondere der Rückstand von OEMs und Zulieferern gegenüber den Tech-Konzernen bei digitalen Komponenten wird für das Ausmaß potenziell kleinerer Wertschöpfungsanteile der deutschen Automobilindustrie ausschlaggebend sein. Mit dem 2020 gegründeten Unternehmensnetzwerk Catena-X zielt die Automobilindustrie auf den Aufbau eines offenen Ökosystems für den Austausch von Daten entlang der gesamten automobilen Wertschöpfungskette ab.⁷³ Cartena-X basiert auf der im Aufbau befindlichen europäischen Datenplattform GAIA-X und hängt von deren Erfolg ab.⁷⁴

Für die zukünftige Rolle neuer Akteure im Automobilsektor sind grundsätzlich zwei extreme Szenarien vorstellbar: OEMs und Zulieferer können Tech-Konzerne durch eigene Standards und Systemlösungen vom Markt halten oder Tech-Konzerne übernehmen den wesentlichen Teil der Wertschöpfungskette durch das Setzen von Standards und Lizenzvergabe. Im letzteren Fall laufen OEMs in Ge-

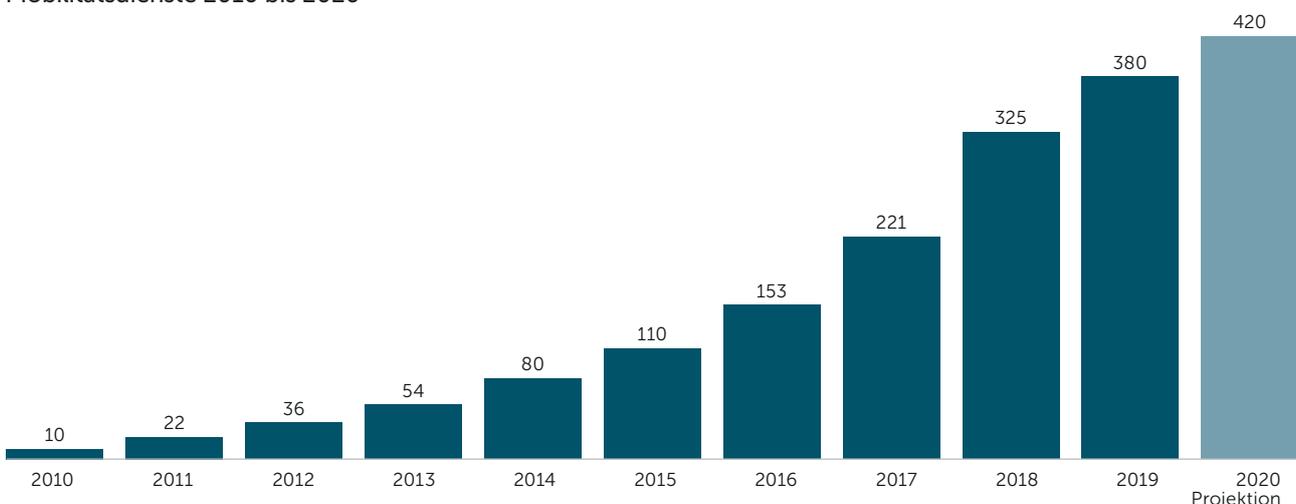
fahr, zu reinen Zulieferern konfektionierter Fahrzeuge degradiert zu werden und den direkten Endkundenkontakt zu verlieren. Reale Wertschöpfungsketten können jedoch auch eine Mischung dieser extremen Szenarien darstellen. Insgesamt ist ein teilweises Eindringen der Tech-Konzerne in den Automotive-Markt zu erwarten. Bis 2035 werden die traditionellen OEMs vermutlich noch eine starke Stellung behalten, müssen jedoch ihre Wertschöpfungsanteile und Profite gegenüber den Tech-Konzernen verteidigen.⁷⁵

In beiden Szenarien spielen **Kooperationen**, sowohl in der Forschung wie in der Produktion, eine zunehmend wichtige Rolle. Sektorübergreifende Allianzen könnten zu marktbestimmenden Akteuren werden. Die Anzahl der Kooperationen zwischen der Automobilindustrie und Tech-Konzernen hat sich von zehn im Jahr 2010 auf 420 im Jahr 2020 gesteigert und verspricht weiter zu wachsen.⁷⁶

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Aktivitäten und Kooperationen ausgewählter Tech-Konzerne im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens. Insbesondere die Google-Tochter Waymo mit der bisher größten Test-erfahrung fahrerloser Fahrzeuge und die Integration von Moovit in die Intel-Tochter Mobileye mit deren Plänen zur Markteinführung fahrerloser Taxidienste in mehreren Ländern ab 2024 deuten eine dynamische Marktentwicklung im Bereich des automatisierten Fahrens an.

Neue Akteure treten aktuell zu großen Teilen in den USA oder im asiatischen Raum auf, was in Deutschland zu

Abbildung 32: Anzahl Kooperation in den Bereichen Automatisierung, Vernetzung, Elektrifizierung und Mobilitätsdienste 2010 bis 2020



Quelle: Hofstätter et al. 2020

⁷² Vgl. Bernhart et al. 2020; Bernhart et al. 2021; Proff et al. 2021.

⁷³ Webseite Cartena-X: <https://catena-x.net/de/>

⁷⁴ Deutscher GAIA-X-Hub am BMK: BMWi – Der deutsche Gaia-X Hub

⁷⁵ Vgl. Duna et al. 2020.

⁷⁶ Vgl. Hofstätter et al. 2020.

einem Verlust von Markt- sowie Wertschöpfungsanteilen und damit Beschäftigung führen kann. Insbesondere das Festhalten an alten Produktionsformen, Technologien und Prozessen sowie eine mangelnde Bereitschaft zur Digitalisierung können hier zum Risiko werden (Vergleiche Kapitel 3.3). Die niedrigeren Eintrittsbarrieren im Mobilitätsmarkt durch digitale oder elektrische Komponenten und Konzepte bergen gleichzeitig für jeden Standort, damit auch insbesondere für Ostdeutschland, große Potenziale.

Die grundsätzlich einfachere Konstruktionsweise von Elektroantrieben im Vergleich zum Verbrennungsmotor senkt die Markteintrittsbarriere, womit in den vergangenen Jahren neue Akteure im Feld elektrischer Fahrzeuge Fuß fassen konnten. So hat sich Tesla von einem **Start-up-Unternehmen** zum weltweit größten Produzenten batterieelektrischer Pkw (BEVs) entwickelt. Der Erfolg von Tesla geht auch darauf zurück, dass nicht nur das Antriebssystem, sondern das komplette Fahrzeugsystem innoviert wurde. Somit ist die Einordnung von Tesla in Zulieferer, OEM oder Tech-Konzern nicht klar zu fassen. Die klassischen OEMs und chinesische Marken holen hier auf, auch dank der Konjunkturprogramme. Gleichzeitig ziehen sich Investoren aus Tesla zurück und weitere Akteure wie NIO, XPeng oder Li Auto kopieren deren Geschäftsmodelle wie vertikale Integration und die Online-Konfiguration von Fahrzeugen.

Dem deutschen Start-up-Monitor 2020 zufolge lassen sich von 1.946 untersuchten Start-up-Unternehmen in Deutschland 32 Prozent dem IKT-Sektor (Platz 1) und sechs Prozent dem Sektor Automobilwirtschaft, Mobilität und Logistik (Platz 4) zuordnen. Die Automobilindustrie finanziert die Mobility-Start-Ups zu etwa einem Drittel

vollständig oder als Mischfinanzierung. Das bedeutendste finanzielle Engagement der OEMs und Zulieferer fließt dabei zu über 30 Prozent in den Bereich automatisiertes und vernetztes Fahren, gefolgt von Elektromobilität mit etwa 20 Prozent und Mobilitätsdiensten mit circa 15 Prozent.⁷⁷

Für die zukünftige Entwicklung spielen Start-ups auch aus anderen Branchen insbesondere in den Bereichen Algorithmen, maschinelles Lernen und Big-Data-Anwendungen eine wesentliche Rolle bei der Transformation der Automobilindustrie. Vor allem kleinere OEMs und Zulieferer sind auf deren Innovationskraft angewiesen, um die voraussichtlich massiven Investitionen für hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge zu schultern. Die Automobilhersteller werden unterschiedliche Wege zur Nutzung des Wissens der Start-ups zwischen Akquisition und Partnerschaften gehen. Zur Beschleunigung von Innovationszyklen und für ein besseres gegenseitiges Verständnis von Strukturen, Prozessen und Herausforderungen könnten sich zudem industrieübergreifende internationale Netzwerke wie das German Tech Entrepreneurship Center (GTEC) etablieren.⁷⁸

3.5 Internationale Absatzmärkte und Handelsbeziehungen

Weltweit und in Deutschland ist die Automobilindustrie Dank der schnellen Erholung der asiatischen Märkte besser als erwartet aus der Covid-19-Krise gekommen. Asiatische Unternehmen konnten ihre Position gegenüber europäischen Zulieferern dabei ausbauen und werden dies durch höhere Kompetenz und innovationsfördernde Bedingungen auch in den kommenden Jahren tun. Zusammen mit den schwieriger werdenden globalen Handelsbeziehungen ergeben sich hieraus deutliche

Tabelle 4: Aktivitäten und Kooperationen ausgewählter Tech-Konzerne im Bereich automatisiertes und vernetztes Fahren

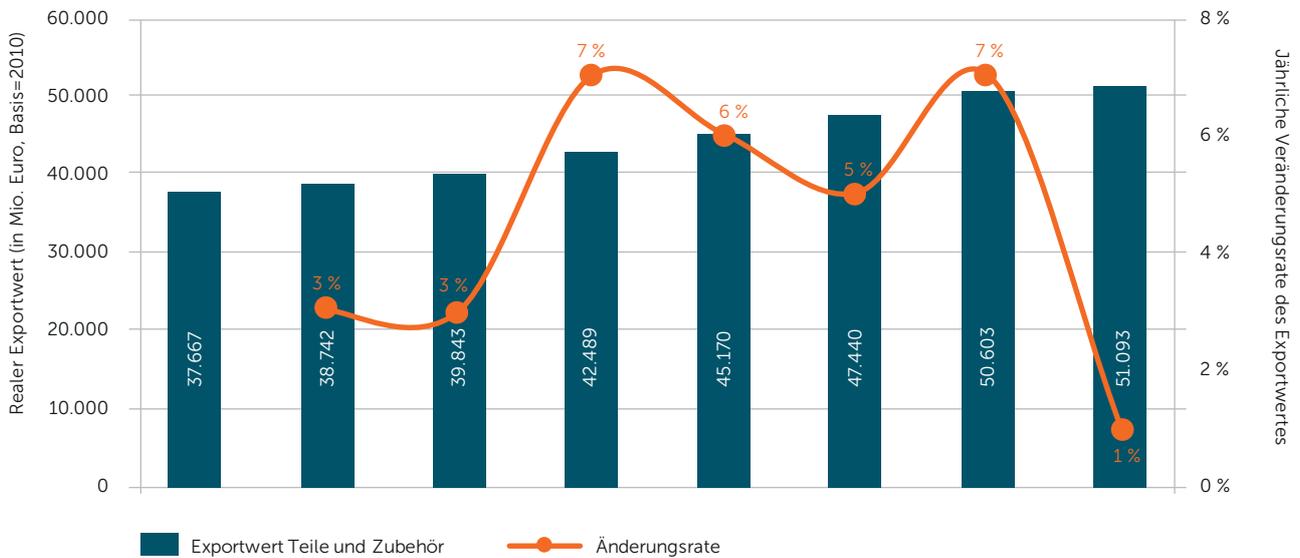
Akteur	Kooperationen	Engagement im Markt für AF
Tencent	BMW, Geely	Datenplattformen und Validierung
Apple	Toyota, BMW	Entwicklungsplattform, Validierung und vollautomatisierte Fahrzeuge
Google (Waymo)	Ford	Entwicklung und Test fahrerloser Fahrzeuge; Mobilitätskonzepte
Amazon	Plus	Anwendung fahrerloser Fahrzeuge in der Logistik
Microsoft	Volkswagen	Softwareentwicklung
Intel (Mobileye)	Moovit	Fahrzeugentwicklung und Mobilitätsdienste: fahrerlose Taxidienste
NVIDIA	Daimler	Software-Architektur für das automatisierte Fahren

Quelle: Fraunhofer ISI Internet-Recherche

⁷⁷ Interne Erhebungen des Fraunhofer ISI im Zeitraum Herbst 2019 bis Sommer 2020.

⁷⁸ Vgl. Bernhart et al. 2014; VDA 2016.

Abbildung 33: Realer Exportwert deutscher Zulieferer für Teile und Zubehör, 2011 bis 2018



Quelle: Hagedorn et al. 2019

Konsequenzen für die Geschäftsmodelle der OEMs sowie die Umsätze speziell kleinerer Zulieferunternehmen.⁷⁹ Auch der Exportwert der Automobilzulieferer ist mit 51 Milliarden Euro im Jahr 2018 und einem jährlichen Wachstum zwischen drei Prozent und sieben Prozent zwischen 2011 und 2018 nennenswert (Abbildung 33).⁸⁰ Der Aufbau eines ost- und mitteleuropäischen Produktionsnetzwerks der Automobilzulieferer unterstützt diese Entwicklung.⁸¹

Die für die deutsche Automobilindustrie wichtigsten Weltmärkte Europa, China/Asien und Nordamerika lassen sich wie folgt charakterisieren:

- **Europa:** Der europäische Markt für Neuzulassungen stagniert seit Jahren und wird zukünftig vermutlich schrumpfen.⁸² Er wurde 2020 von einem Negativtrend von minus 25 Prozent durch die Corona-Pandemie geprägt. Negative Auswirkungen zeigten sich vor allem für Verbrenner, wohingegen der Absatz von Elektrofahrzeugen so stark angestiegen ist, dass Europa im Jahr 2020 noch vor China zum weltweit größten Markt für Elektrofahrzeuge wurde.
- **China:** Die Fahrzeugproduktion in China ist Covid-19-bedingt lediglich um fünf Prozent eingebrochen. Dies lässt auf weiteres Marktpotenzial im asiatischen Raum und eine gute Ausgangsposition der deutschen
- **Ostasien:** Die asiatischen Zulieferer sind durch stringente Kostendisziplin bei gleichzeitigem Aufrechterhalten der Innovationstätigkeit gegenüber anderen Weltregionen gestärkt aus der Covid-19-Krise hervorgegangen. Die Konkurrenz zu deutschen OEMs und Zulieferunternehmen wird zudem verstärkt durch eine bessere Ausgangsposition bei Chip-, Halbleiter- und Batteriefertigung. Dies trifft besonders auf Korea und Japan zu. Japan wird sich noch deutlicher auf die Wasserstoff-Technologie auch im Pkw-Bereich fokussieren. Mit dem Ausstieg fast aller deutscher OEMs aus dieser Technologie und der mutmaßlich hohen Bedeutung von Wasserstoff und Brennstoffzellen für Lkw und Busse geraten die traditionellen OEMs lang-

OEMs dort schließen. Die Gefahr der Konkurrenz durch chinesische Hersteller für in Deutschland produzierte hochwertige Premiumfahrzeuge wird derzeit als gering eingestuft, Risiken bestehen jedoch durch verkürzte Wertschöpfungsketten und Handelschranken. Die hohe Dichte an Ladepunkten sowie mehrere Förderinstrumente sorgen für einen schnellen Markthochlauf meist in China produzierter Elektrofahrzeuge. Durch eine hohe Technologieakzeptanz der Bevölkerung und den schnellen Aufbau digital vernetzter Städte stellt China einen potenziell großen Markt für das automatisierte Fahren dar.⁸³

⁷⁹ Vgl. GTAI 2021.

⁸⁰ Vgl. Puls 2021; ifo Institut 2021.

⁸¹ Vgl. CMS Law Tax 2016.

⁸² Vgl. VDA 2021c; Deloitte 2021; IEA 2021 Fraunhofer ISI; Puls 2021.

⁸³ Vgl. VDA 2021c; Hagedorn et al. 2019; Puls 2021; e-mobil-BW 2019; Bormann et al. 2018.

fristig unter Druck.⁸⁴ Die Entwicklungsmöglichkeiten der weltweit noch führenden deutschen Tier-1-Zulieferer, wie Bosch im Bereich Brennstoffzelle, hängen von der deutschen und europäischen Klima-, Energie- und Mobilitätspolitik ab.

- **Nordamerika:** Verbrennungsmotoren spielen bis 2030 in den USA noch eine vorherrschende Rolle. Allerdings werden starke regionale Cluster wie Kalifornien und einige Ostküsten-Staaten stringente Förderprogramme für emissionsfreie Fahrzeuge auflegen. Bis 2030 wird die USA vermutlich wirtschaftspolitisch einen uneinheitlichen Kurs mit periodisch verhängten Handelshemmnissen gegen China, aber auch gegen europäische Firmen fahren. Für die USA ist mit einer engeren Verbindung zwischen OEMs und Tech-Konzernen zu rechnen. Alternativ könnte ein Zusammenschluss amerikanischer und europäischer OEMs zur Erstellung eines eigenen IT-Ökosystems rund um geteilte autobasierte Mobilität und automatisiertes vernetztes Fahren der Gefahr der Marginalisierung der OEMs zu reinen Hardware- und Komponentenlieferanten entgegentreten.⁸⁵

Für die OEMs bedeutet dies, ihre Stellung im wichtigen chinesischen Markt der Oberklasse-Fahrzeuge durch konstante Innovationen zu halten. Für Zulieferer wie OEMs baut sich seitens asiatischer Komponentenhersteller und zumeist amerikanischer Tech-Konzerne ein hoher Kosten- und Innovationsdruck auf. Da der Anteil der Produktion für den nationalen Markt in Ostdeutschland höher ist als im Westen, ist dieser Teil Deutschlands vulnerabler gegenüber einer sinkenden einheimischen Kfz-Nachfrage. Dem kann durch konsequente Automatisierung und Digitalisierung von Produktdesign, Produktion und Vertrieb und gleichzeitig durch den Ausbau von Allianzen mit global agierenden Unternehmen begegnet werden.

3.6 Konsequenzen für Wertschöpfung und Beschäftigung

Einschätzungen zu den **regionalwirtschaftlichen und Arbeitsmarkteffekten** des Antriebswandels müssen direkte Effekte in den Automobilbetrieben und nachgelagerte Effekte, zum Beispiel bei Erstellung und Service neuer Komponenten, von Infrastrukturen und Dienstleistungen um den Antriebsstrang sowie indirekte Effekte durch Änderungen der Nachfrage und die Verlagerung von Fertigungsstandorten berücksichtigen. In einer Gesamtbetrachtung muss kein großer Rückgang der Arbeitsplätze insgesamt erfolgen. In jedem Fall ist jedoch eine Neuqualifikation von Beschäftigten in erheblichem Maße

und eventuell die Verlagerung von Arbeitsstandorten zu bewältigen.

Wegfallenden Arbeitsplätzen in der Automobilindustrie steht eine erhöhte Arbeitsnachfrage in der Elektroindustrie durch Aufbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur sowie im Energiesektor gegenüber. Über die Aufwertung des Produkts Automobil können gleichzeitig zusätzliche Arbeitsplätze im IT-Bereich entstehen. Schließlich ist der Effekt der **Industrie 4.0** auf den heimischen Arbeitsmarkt ambivalent: Durch effizientere Produktionsverfahren wegfallende Jobs könnten zumindest teilweise durch die Rückverlagerung von Produktionsstätten aus Niedriglohnländern – auch zur Minimierung von Lieferkettenrisiken – aufgefangen werden.

Der europäische **Absatzmarkt** wird voraussichtlich schrumpfen, und die Verlässlichkeit des Leitmarktes China für in Deutschland gefertigte Produkte hängt von der chinesischen Handelspolitik sowie der Innovationsfähigkeit der heimischen Industrie ab, den technologischen Vorsprung bei Premiumprodukten zu halten. Gleichzeitig drängen Tech-Konzerne und vornehmlich asiatische Zulieferer in Kernfelder der deutschen Automobilindustrie vor. Die hieraus erwachsenden Risiken können mittel- bis langfristig durch einen Trend zur autoarmen Mobilität gerade junger urbaner Menschen verstärkt werden. Insgesamt werden die Entwicklungen auf dem Automobilmarkt den Wirtschaftsstandort Deutschland und die heimische Beschäftigung stärker beeinflussen als der technologische Wandel selbst.

⁸⁴ Vgl. PwC Strategy& 2021a; PwC Strategy& 2021c; PwC Strategy& 2021b.

⁸⁵ Vgl. Bormann et al. 2018; Deloitte 2021; Hagedorn et al. 2019.

4. Herausforderungen Demografie und Nachhaltigkeit

Die an sich schon herausfordernde Transformation von Produkten und Produktion in der Automobilwirtschaft wird zeitgleich von Herausforderungen in den Bereichen Klimawandel, Rohstoffverfügbarkeit, Demografie und Innovationsdruck überlagert. In Summe ist die Automobilindustrie, speziell die auf Einzeltechnologien spezialisierten kleinen und mittelständischen Zulieferunternehmen, mutmaßlich stärker betroffen als andere Industrien.

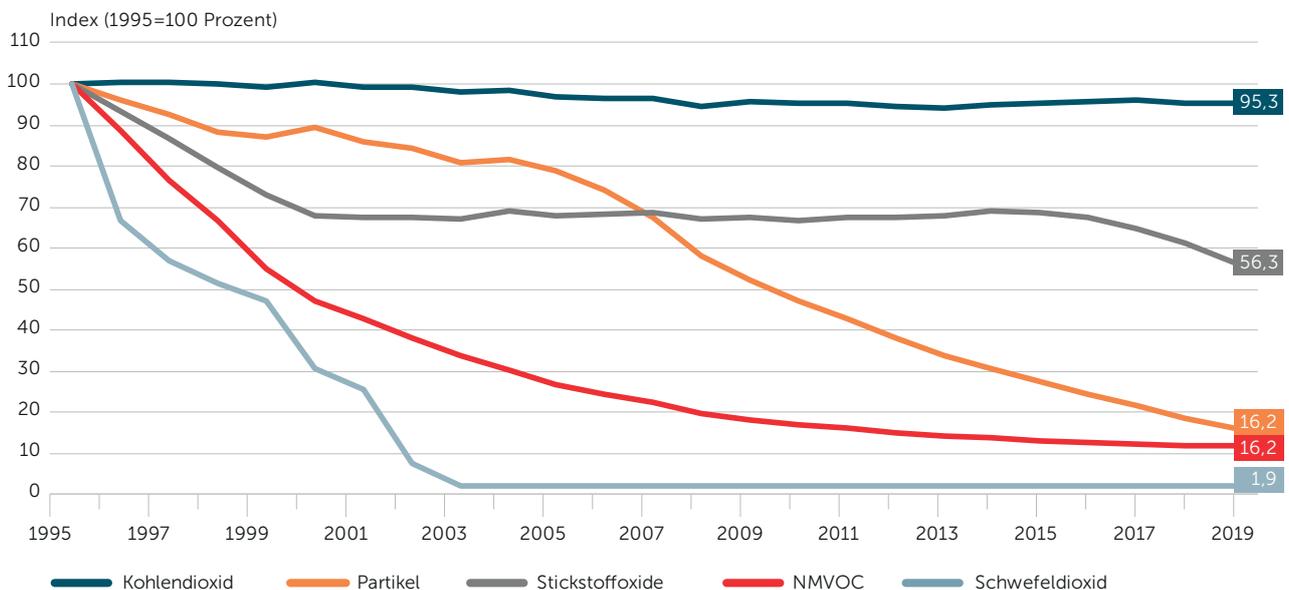
4.1 Treibhausgasemissionen in Fahrzeugbau und Mobilität

Ein Großteil der Emissionen des Pkw-Verkehrs konnte durch effizientere Motoren, Filter- und Abgastechnik sowie verbesserte Kraftstoffe deutlich reduziert werden: um 44 Prozent bei Stickoxiden, um 84 Prozent bei Partikeln (Feinstaub) und sogar um 98 Prozent bei Schwefeldioxid (vgl. Abbildung 34). Beim Lkw-Verkehr betragen die Reduktionen sogar 90 Prozent bis 99 Prozent. Diese Luftschadstoffe stellen dementsprechend nicht mehr die vordringliche Aufgabe einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung der kommenden Jahrzehnte dar. Dagegen

erweist sich die Reduktion der Treibhausgas-Emissionen als eine umso größere Herausforderung. Die spezifischen CO₂-Emissionen beim Pkw-Verkehr sanken seit 1995 um knapp fünf Prozent und beim Lkw-Verkehr um mehr als 32 Prozent. Durch die angewachsene Verkehrsmenge sind die absoluten Emissionen in diesem Zeitraum beim Pkw-Verkehr jedoch um 5,1 Prozent und im Straßengüterverkehr um 21 Prozent gestiegen.⁸⁶

Eine Gesamtbilanzierung der Klimawirkungen des motorisierten Verkehrs muss neben den direkten Emissionen durch den Kraftstoffeinsatz auch die Lebenszyklusemissionen durch den Bau und die Entsorgung von Fahrzeugen und Batterien, die Gewinnung, Verarbeitung und den Transport von Kraftstoffen sowie die Emissionen der Stromerzeugung berücksichtigen. Bei Verbrennungsfahrzeugen konzentriert sich dieser „ökologische Rucksack“ auf die Kraftstoffproduktion und lässt sich mit etwa 15 Prozent der Gesamtemissionen abschätzen. Bei Elektro-Pkw tragen die Emissionen der Stromerzeugung 50 Prozent bis 70 Prozent und die Batterieproduktion zehn Prozent bis 25 Prozent zur

Abbildung 34: Spezifischer Schadstoffausstoß des Pkw-Verkehrs bezogen auf die Verkehrsleistung



Quelle: Umweltbundesamt 2021

⁸⁶ Vgl. Umweltbundesamt 2021.

Klimabilanz bei: Diese Faktoren hängen jedoch sehr stark von der Dimensionierung und dem Produktionsstandort der Batterie, der Lebensfahrleistung sowie vom verwendeten Strommix ab. Nach Schätzungen der Agora-Verkehrswende fällt die Lebenszyklusbilanz von Elektro-Pkw beim heutigen Strommix durchschnittlich zehn Prozent bis 15 Prozent günstiger aus als von vergleichbaren Diesel- oder Benzinfahrzeugen. Stammt der Strom vollständig aus erneuerbaren Energieanlagen, stoßen diese sogar um die Hälfte weniger CO₂-Emissionen aus.⁸⁷

4.2 Dekarbonisierungsoptionen im Verkehr

Zur Reduktion der Treibhausgase im Verkehr bieten sich grundsätzlich drei Pfade an, die sich unter den Schlagworten Vermeiden, Verlagern und Verbessern zusammenfassen lassen.

Die **Vermeidung** von Fahrten im Personenverkehr lässt sich grundsätzlich durch die Umgestaltung von Städten und Regionen („Stadt der kurzen Wege“) oder über den Ersatz von Arbeits- und Geschäftsreisen durch virtuelle Formate umsetzen. Im Güterverkehr können effiziente Logistikprozesse oder aufkommensarme Produktions- und Lagerhaltungsstrukturen zur besseren Auslastung von Transportkapazitäten und zur Vermeidung von Wegen beitragen. Das Konzept der Kreislaufwirtschaft (vgl. Kapitel 4.5) greift diese Potenziale auf. In beiden Fällen muss jedoch mit Rebound-Effekten gerechnet werden, bei denen eingesparte Transportzeiten und -kosten zum Teil in zusätzliche Aktivitäten münden.

Die **Verlagerung** von Personen- und Güterverkehr im Nah- und speziell im Fernverkehr stellt eine Priorität der Klimapolitik der Bundesregierung dar. Im Personennahverkehr fordern der Nationale Radverkehrsplan 3.0 sowie der Koalitionsvertrag von Grünen, FDP und SPD die Verdopplung des Radverkehrs und ÖPNVs bis 2030.⁸⁸ Je nach Umsetzungsgrad schätzt die NPM das Minderungspotenzial eines besseren Stadtverkehrs auf 4,3 bis 7,0 Mt CO₂-Äquivalente. Im Fernverkehr sehen der Masterplan Schienengüterverkehr und das Klimaschutzprogramm (KSP 2030) der Bundesregierung eine Steigerung des Bahnanteils im Güterverkehr von heute 18 Prozent auf 25 Prozent im Jahr 2030 vor. Vornehmlich durch die Elektrifizierung und Kapazitätsausweitung sowie weitere Senkungen der Trassenpreise kann die Bahn im Personen- und Güterverkehr einen Beitrag zur Minderung von 6,5 Mt CO₂-Äquivalenten leisten. Die Möglichkeiten der Verlagerung auf den Schienenverkehr ist jedoch durch Netzkapazitäten, lange Planungs- und Bauzeiten, die räumliche

Verteilung der Verkehrsnachfrage sowie durch Anforderungen an Komfort und Flexibilität von Reisenden und Verladern begrenzt.⁸⁹

In ihrem Abschlussbericht weist die NPM nachdrücklich darauf hin, dass das gesamte Bündel **technischer Verbesserungen** und sozialer Innovationen zügig angegangen werden muss, um die international verbindlich zugesagte Minderung von Treibhausgasen einzuhalten. So muss der Hochlauf von Elektrofahrzeugen von Investitionen in die Infrastruktur und Innovationsförderungen begleitet werden. Im Zielszenario von 14 Millionen E-Pkw im Jahr 2030 sind die Neuzulassungen mit den Schwerpunkten Kompakt- und Mittelklasse-Pkw sowie Sports Utility Vehicles (SUV) auf 2,7 Millionen Fahrzeuge jährlich zu steigern. Für eine Einsparung von 13 Mt CO₂-Äquivalenten müssen die Kosten insbesondere von Batteriezellen um bis zu 50 Prozent sinken, die Produktionskapazitäten auf 100 bis 300 GWh ansteigen, Recyclingkapazitäten und die Erschließung von Rohstoffquellen ausgebaut und nachhaltige Batterietypen entwickelt werden. Bei Nutzfahrzeugen ist eine Minderung von bis zu 16,5 Mt CO₂-Äquivalenten erreichbar, wenn bis 2025 ein europäisch abgestimmter Technologiepfad eingeschlagen, Infrastrukturen aufgebaut und begleitende regulatorische Maßnahmen wie eine CO₂-gespreizte Lkw-Maut harmonisiert eingeführt werden. Bezüglich der Rolle alternativer Kraftstoffe, strombasiert über Power-to-Liquid (PtL) oder Biomasse-to-Liquid (BtL), herrscht wegen des hohen Mengenbedarfs und der geringen Energieeffizienz innerhalb der NPM keine Einigkeit.⁹⁰

Das Maßnahmenbündel der NPM ergibt eine Vermeidung von bis zu 35 Mt CO₂-Äquivalenten im Jahr 2030 oder eine Minderung von etwa 40 Prozent gegenüber 1990. Dies reicht nicht aus, um die durch den Green Deal der EU oder das Bundesverfassungsgericht geforderten verschärften Ziele von -65 Prozent bis 2030 (vgl. Kapitel 5.2) einzuhalten. Weitere technische und soziale Innovationen sowie eine Beschleunigung der Energiewende müssen hierzu kurzfristig konzipiert und umgesetzt werden.

4.3 Rohstoffbedarf und Rohstoffverfügbarkeit

Mit der derzeit aktuellen vierten Studie zur Rohstoffkritikalität aus dem Jahr 2020 betrachtet die EU 30 Rohstoffe als „kritisch“, wobei die geopolitische Verfügbarkeit, die Sicherheit von Lieferketten aus den Gewinnungsländern und die Verwendung in Schlüsselsektoren der EU-Industrie als Bewertungskriterien genutzt werden. Speziell für den deutschen Markt beobachtet und bewertet die Deutsche Rohstoffagentur DERA die Kritikalität und den

⁸⁷ Vgl. Helms et al. 2019.

⁸⁸ Vgl. SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP 2021.

⁸⁹ Vgl. BMVI 2021a; BMVI 2021b; BMVI 2017.

⁹⁰ Vgl. BMVI 2021a.

erwarteten zukünftigen Bedarf von Rohstoffen für Schlüsseltechnologien, siehe Abbildung 35.⁹¹

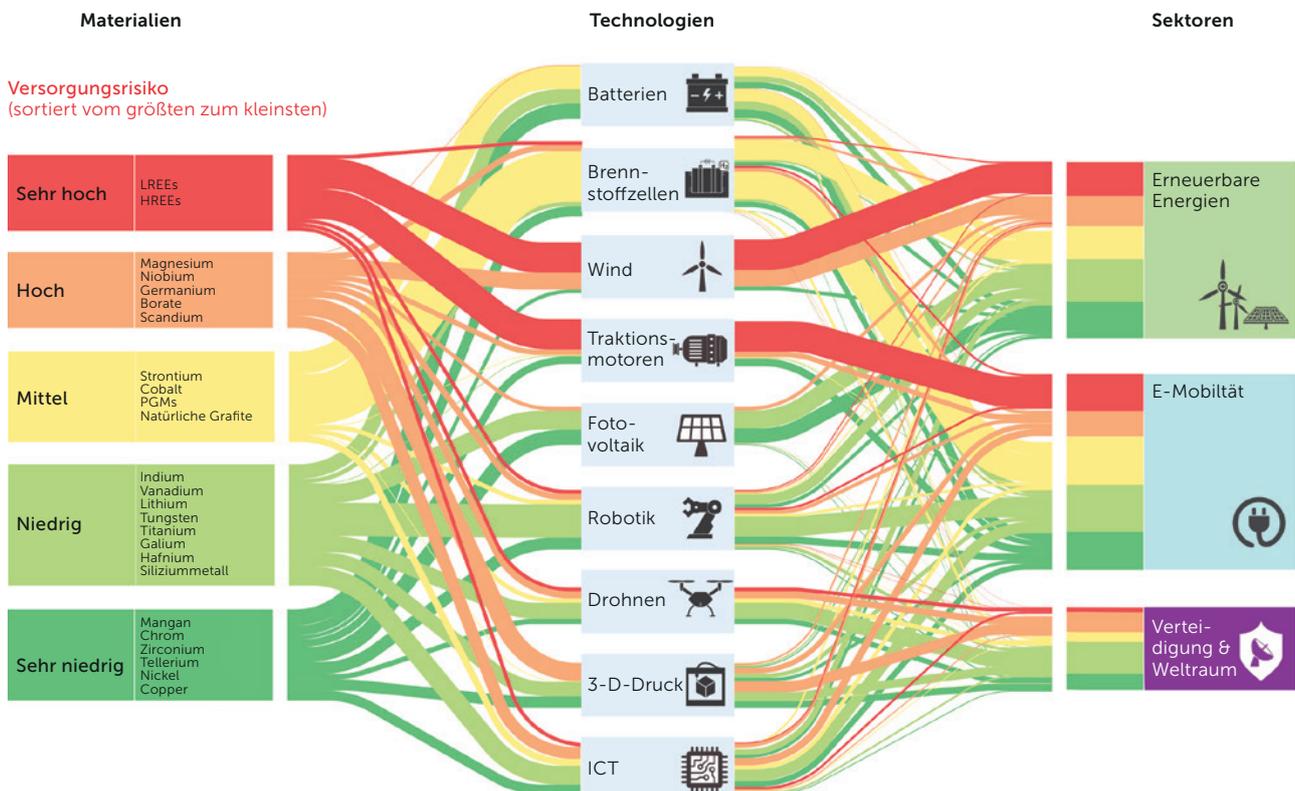
Für die Automobilindustrie ergeben sich demnach besonders risikobehaftete Lieferbeziehungen für seltene Erden für die Produktion von Elektromotoren sowie für Magnesium, Germanium, Borate und Scandium in Bezug auf IKT-Komponenten und 3-D-Druckverfahren. Strontium, Platingruppenmetalle (PGMs), Kobalt und natürliches Graphit spielen eine wesentliche Rolle für Batterien und Brennstoffzellen und werden durch die prospektiven EU-Analysen als kritische Rohstoffe mit moderatem Versorgungsrisiko eingeordnet. Für einige technische Komponenten wie beispielsweise Brennstoffzellen ist die Konzentration der Produktion, in diesem Fall in den USA, Kanada, Japan und Südkorea und mit einem marginalen Anteil in Europa, bedeutender als das Lieferkettenrisiko von Rohstoffen.

Den eher moderaten Einschätzungen des jetzigen Versorgungsrisikos steht dabei ein prognostiziertes Wachstum des Bedarfs bis 2030 auf das 20-Fache im Falle von Lithium und auf das 5-Fache bei Graphit, Kobalt, Dysprosium und Neodym den heutigen Förderbeziehungsweise Verbrauchsmengen gegenüber. Speziell für die Automobilindustrie und deren Zukunftsfelder Elektromo-

bilität, Brennstoffzelle, Automatisierung und Vernetzung von Fahrzeugen und Produktion lassen sich folgende Aussagen treffen:

1. 74 Prozent der Materialien für die Batteriefertigung stammen aus China, Afrika und Lateinamerika, wobei China 66 Prozent aller Batteriezellen weltweit fertigt. Europa trägt derzeit hingegen lediglich ein Prozent zur Zellproduktion bei; größere Investitionsprojekte sind jedoch in Europa angekündigt.
2. Etwa die Hälfte der Kosten eines Brennstoffzellen-Stacks wird durch Platin für die Katalysatoren verursacht. Herkunftsländer sind Südafrika, Russland und Simbabwe. Bedeutender als das Lieferkettenrisiko ist jedoch die Konzentration der Produktion von Brennstoffzellen in den USA, Kanada, Japan und Südkorea. Europa leistet auch hier aktuell nur etwa ein Prozent des Marktanteils.
3. IKT-Technologien bilden das gesamte Spektrum des Bedarfs an seltenen Rohstoffen aus allen Technologiebereichen ab. Europa ist hier weitgehend abhängig von weltweiten Rohstoffmärkten sowie von den Produktionskapazitäten von Komponenten und Fertigwaren aus Südostasien.

Abbildung 35: Rohstoffe, deren Versorgungsrisiko und Bedarf nach Technologien und Sektoren



Quelle: Huisman et al. 2020

⁹¹ Vgl. Blengin et al. 2020; Huisman et al. 2020; DERA 2019; Marscheider-Weideman et al. 2021.

Recycling kann für seltene Erden in begrenztem Maße Ressourcen erschließen und lokale Arbeitsplätze schaffen, den Bedarf aus der Automobilindustrie jedoch nicht vollständig decken. Die wirtschaftlich, sozial und ökologisch nachhaltige Gestaltung von Lieferketten für Primärrohstoffe ist daher auch in Zukunft nötig. Gleichwohl kann Recycling sowohl zur Ressourcenschonung als auch zur Rohstoffversorgungssicherheit einen Beitrag leisten. Hierfür muss die bereits bestehende Kreislaufwirtschaft über den Produktlebenszyklus von Fahrzeugen, Batterien und Komponenten hinweg an neue Fahrzeugtechnologien angepasst und ausgebaut werden.⁹²

Im Gegensatz zu seltenen Erden ist das Recycling empfindlicher biologischer Rohstoffe wie Naturkautschuk oder deren Substitution durch künstliche Materialien nur sehr begrenzt möglich.⁹³

4.4 Sicherung der Lieferketten

Global vernetzte Lieferketten und Wertschöpfungskreisläufe bieten den Vorteil, die Spezialisierung und unterschiedliche Kostenstrukturen weltweiter Produktions- und Entwicklungsstandorte im Portfolio heimischer Unternehmen nutzbar zu machen. Lange Transportwege und intransparente Lieferbeziehungen machen diesen hohen Grad der Globalisierung ökologisch und sozial jedoch bedenklich. Naturkatastrophen wie der Tsunami bei Fukushima im Jahr 2011, Extremwetterereignisse und jüngst die Folgen der Covid-19-Pandemie zeigen eindrücklich die Anfälligkeit dieses hohen internationalen Vernetzungsgrades. Die Folgen des Klimawandels, politische Verwerfungen oder Störungen der Welthandelsbeziehungen werden deren ökonomische Effizienz auch nach Ende der Covid-19-Pandemie mutmaßlich weiter schwächen. Hinzu kommt die beabsichtigte Wirkung von Instrumenten der Klima- und Nachhaltigkeitspolitik wie deutlich erhöhte CO₂-Preise oder die ökologische und soziale Zertifizierung von Produkten und Dienstleistungen.⁹⁴

Die Ansiedlung des internationalen **Produktionsclusters um Batterien und Elektromobilität** in Brandenburg, wie bereits in Kapitel 2.2 diskutiert, kann die Abhängigkeit von volatilen Weltmärkten spürbar verringern. Dies gilt speziell für die Kathodenfabrik von BASF in Schwarzheide sowie die erste von sechs geplanten Lithiumfabriken in Europa durch das deutsch-kanadische Unternehmen Rock

Tech. Gemeinsam mit der geplanten Tesla Gigafactory in Grünheide deckt Brandenburg damit nahezu die gesamte Wertschöpfungskette von Elektrofahrzeugen ab. Die Ansiedlungen können lokale Zulieferer stärken und auf die gesamte Automobilwirtschaft in Ostdeutschland ausstrahlen. Erfolgsfaktoren der Region Brandenburg umfassen Gewerbeflächen, eine gute Verkehrsanbindung, die Verfügbarkeit ausgebildeter Fachkräfte und die Nähe zu Standorten erneuerbarer Energien.

Die **Digitalisierung** in der Automobilindustrie setzt Halbleiter für hochleistungsfähige Prozessoren und Speicher in der Fahrzeugindustrie voraus, für welche jedoch momentan eine Importabhängigkeit von wenigen nicht-europäischen Herstellern vorliegt. Der Handelskonflikt zwischen den USA und China um Mikroelektronik hat sich in den vergangenen Jahren verschärft, während die europäische Politik um ihre Position ringt. Bislang waren Versuche, eine eigene Fertigung in Europa aufzubauen, wenig aussichtsreich, was hauptsächlich an fehlenden Subventionen lag. Die aktuelle Marktsituation lässt daher einen verstärkten Abzug der Halbleitermassenfertigung erwarten. Durch die pandemiebedingten Chip-Lieferengpässe seit Dezember 2020 zeigten sich jedoch mögliche Vorteile eines forcierten Ausbaus europäischer Fertigungskapazitäten für Halbleiter, um eine gestärkte Verhandlungsposition zu erreichen.⁹⁵

4.5 Aufbau einer Kreislaufwirtschaft

Der Aufbau regional geschlossener Wertschöpfungsketten im Sinne einer Kreislaufwirtschaft kann helfen, die Resilienz der deutschen und europäischen Automobilindustrie gegen unterschiedliche Verwerfungen zu erhöhen und gleichzeitig Ressourcen und Emissionen einzusparen. So benennt die Europäische Kommission das Ziel einer starken Kreislaufwirtschaft in der „strategischen Autonomie“ der EU und das entsprechende Ausrichten ihrer Industrie- und Handelspolitik hierzu. Die Circular Economy Initiative Deutschland der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften sieht die Kreislaufwirtschaft als wichtigste Grundlage, um Deutschlands Klima-, Ressourcen- und Entwicklungsziele zu erreichen und die Resilienz der Wirtschaft zu erhöhen.⁹⁶

Ohne die Kreislaufwirtschaft aus regionaler Produktion und Recycling kann die Treibhausneutralität in der Fahrzeugproduktion wie auch in anderen Industriezweigen

⁹² Vgl. Tercero Espinoza et al. 2020.

⁹³ Die Reifenindustrie nahm 2017 72 Prozent des vornehmlich aus Südostasien stammenden Naturrohstoffs ab. Die Ausweitung der Produktion war in der Vergangenheit durch Pilzbefall verhindert worden und derartiges kann auch zukünftig die Produktionsmengen beschränken. Ebenso erlaubt das langsame Wachstum der Kautschukbäume eine Produktionsausweitung nur im Zehnjahreshorizont. Deshalb wurde von den führenden Reifenherstellern die GPSNR gegründet.

⁹⁴ Vgl. Kagermann et al. 2021.

⁹⁵ Kagermann et al. 2021.

⁹⁶ Vgl. Europäische Kommission 2021c; Europäische Kommission 2021d; Circular Economy Initiative Deutschland 2021; Kagermann et al. 2021.

nicht erreicht werden. Für Traktionsbatterien ist die Kreislaufwirtschaft zudem ein kritischer Wettbewerbsvorteil, da die Batterie für etwa 40 Prozent der Wertschöpfung von Elektrofahrzeugen aufkommt. Bis 2030 ließen sich ungefähr zehn Prozent des jährlichen Batteriebedarfs durch recycelte Batterien decken. Europa könnte sich dabei zu einem Leitmarkt für ein grünes und hocheffizientes Batterierecycling mit den dazu gehörigen Technologien entwickeln. Für ein effizientes Recycling fehlt es jedoch noch an einer ausreichenden Standardisierung von Batteriezellen.⁹⁷

Neue **Geschäftsmodelle** für mehr Circular Economy und Ressourcenentkopplung setzen dabei auch einen Handlungsrahmen für Deutschlands **Digitalisierung**. Für eine erfolgreiche Kreislaufwirtschaft werden umfassende digitale Informationen über die Zusammensetzung der Produkte sowie den Ressourcenverbrauch entlang des gesamten Produktlebenszyklus und der Wertschöpfungskette benötigt.

Die Europäische Umweltagentur (EEA) benennt zudem den hohen Exportanteil deutscher **Altfahrzeuge**, die fehlende Transparenz und den geringen Rücklauf von Altfahrzeugen als generelle Herausforderungen beim Aufbau einer umfassenden Kreislaufwirtschaft. Dies betrifft Zulieferer unter anderem über Konzepte und Geschäftsmodelle zur modularen Nutzung und Erneuerung von Komponenten.⁹⁸

4.6 Fachkräftemangel in der Produktion

Bis zum Jahr 2040 wird die Bevölkerung in Deutschland voraussichtlich um ein Prozent sinken, insbesondere in den ländlichen Regionen. Während im wirtschaftlich starken Süden und in den Stadtstaaten Berlin und Hamburg ein Bevölkerungszuwachs prognostiziert wird, sinkt die Bevölkerung in allen anderen Bundesländern. Besonders stark fällt der Bevölkerungsrückgang in den neuen Bundesländern (ohne Berlin) aus. Hier wird die Bevölkerung um 4,1 Prozent (Brandenburg) bis 17,2 Prozent (Sachsen-Anhalt) sinken. Noch deutlicher fällt die Entwicklung der Bevölkerung im arbeitsfähigen Alter aus. Auch hier liegen vier der neuen Länder mit -16,4 Prozent (Sachsen) bis -26,7 Prozent (Sachsen-Anhalt) deutlich unter dem Bundeschnitt von -11 Prozent (vgl. Abbildung 36).⁹⁹

In den für die Automobilindustrie in Ostdeutschland wichtigen Landkreisen Leipzig, Nordsachsen und Zwickau wird der Rückgang zwischen 20 Prozent und 30 Prozent liegen und auch durch den Zuwachs im Stadtkreis Leipzig (+10,6 Prozent) nicht aufgewogen. In den Landkreisen

Bautzen und Görlitz wird die Bevölkerung im arbeitsfähigen Alter um jeweils mehr als 30 Prozent zurückgehen. Nicht berücksichtigt bei den Prognosen sind mögliche Zuwanderungen von Arbeitskräften durch die Entstehung neuer Fertigungsanlagen für E-Mobilitätskomponenten an diesen Standorten.¹⁰⁰

Auch 2030 wird der **Fachkräftemangel** in Deutschland ein wichtiges Thema bleiben. Der Anteil der Beschäftigten in der Automobilindustrie, die in den Bereichen IT, Forschung und Entwicklung, Konstruktion und Produktionsplanung (akademische Berufe) arbeiten, ist in Ostdeutschland deutlich geringer als im Westen, der Anteil von Facharbeiter*innen und Hilfskräften hingegen höher. Dies kann einen Vorteil für die ostdeutschen Standorte darstellen, da für die beiden letztgenannten Berufsgruppen ein niedrigerer Stellenwegfall durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs prognostiziert wird. Zudem ist die Anzahl von Fortbildungen im Bereich Elektromobilität im Verhältnis zur Bevölkerungszahl in den östlichen Bundesländern höher als in den westlichen (vgl. Kapitel 2).¹⁰¹

4.7 Innovations- und Kostendruck

Der Innovationsdruck in der Automobilindustrie erhöhte sich etwa seit Beginn der 2000er-Jahre mit verschärften Emissionsgrenzwerten, einer erkennbaren Marktsättigung in den Industrieländern sowie einem Wertewandel bei den Präferenzen jüngerer Menschen. Später kam hierzu der Druck in Richtung alternativer Antriebe (Kapitel 3.1), automatisierter Fahrfunktionen (Kapitel 3.2), Digitalisierung und Automatisierung der Produktion (Kapitel 3.3) und schließlich der Markteintritt neuer Akteure (Kapitel 3.4). Die strenger werdenden Bedingungen im Wachstumsmarkt China und der unter Covid-19-Bedingungen verschärfte Wettbewerb mit asiatischen Zulieferern erhöhen den Druck auf Kosteneffizienz, Geschwindigkeit und Innovationskraft für die etablierten Hersteller und Zulieferer. Gleichzeitig ermöglichen verfügbare Finanzmittel der Europäischen Union und der Bundesregierung den Unternehmen, neue Produkte, Dienstleistungen und Produktionsverfahren zum Beispiel in Reallaboren zu entwickeln und zu erproben.

Der Innovations- und Kostendruck bei Herstellern und Zulieferern schlägt sich vermehrt sichtbar in einem Wandel der etablierten Produktions- und Entwicklungsnetzwerke in der Automobilindustrie nieder (vgl. Kapitel 3.4). Aktuell zeigt sich ein Trend zur **Rückwärtsintegration von Produktionsschritten** von den Zulieferern zu den OEMs,

⁹⁷ Vgl. Kagermann et al. 2021; Neef et al. 2021.

⁹⁸ Vgl. Velten et al. 2020.

⁹⁹ Vgl. BBR 2021.

¹⁰⁰ Vgl. Destatis 2021a; Pothen et al. 2021; Statista 2021b.

¹⁰¹ Vgl. Mönning et al. 2018; Statista 2021a.

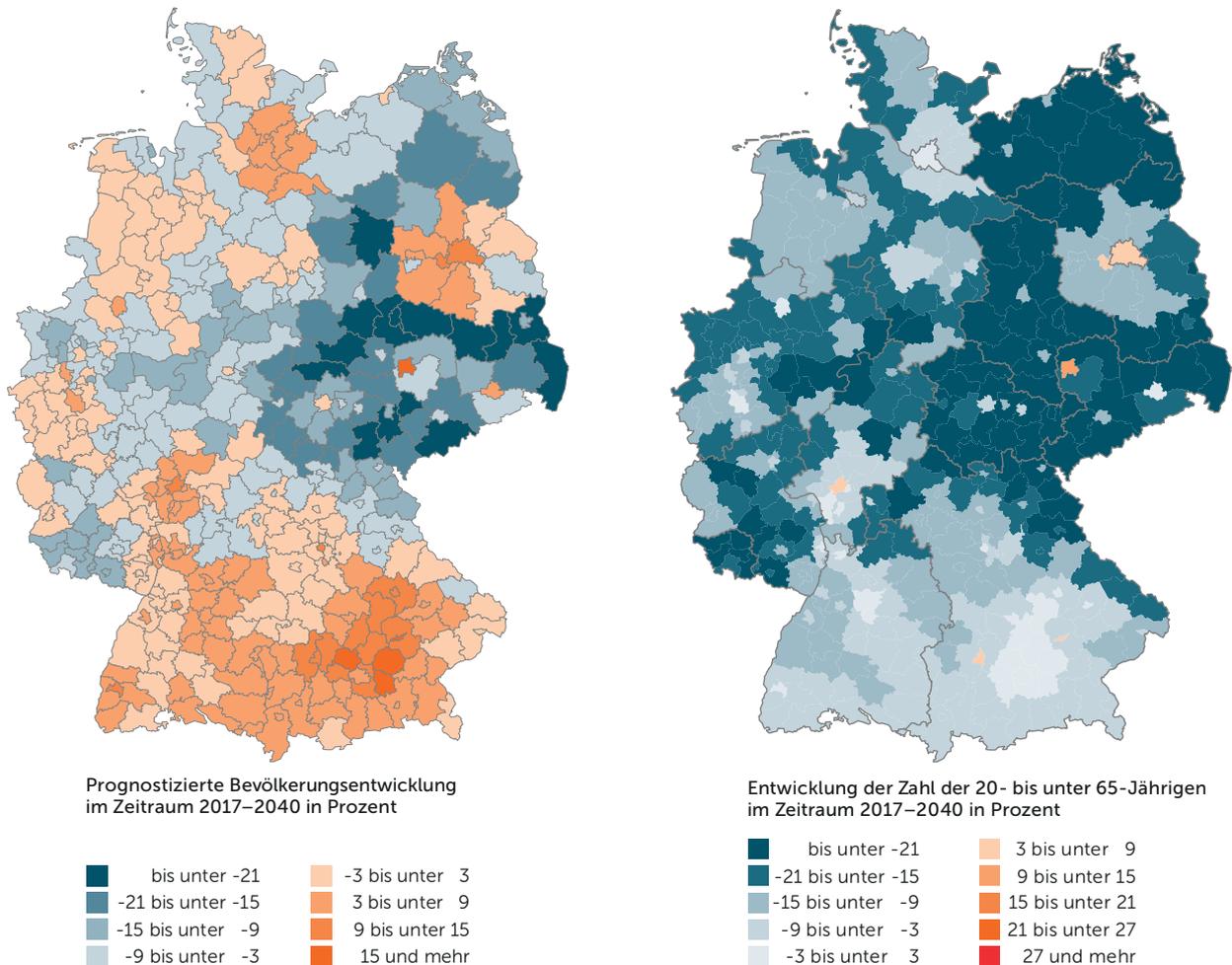
der sich durch den Aufbau standardisierter Fahrzeugplattformen verstärken kann. Große Zulieferer reagieren teils durch den Aufbau eigener Fahrzeugmodelle oder Plattformen, während sich kleinere Zulieferer, insbesondere mit Fokus auf den klassischen Antriebsstrang, in einer schwierigen Ausgangsposition befinden. Daneben erhöhen Tech-Konzerne den **Innovationsdruck** in der Industrie und neue Firmen insbesondere aus Fernost drängen auf den Markt der Zulieferer und setzen kleine OEMs und die klassischen Zulieferer unter Druck.

Andererseits können die erhöhte Innovationsgeschwindigkeit im Automobilsektor unter anderem durch den Markteintritt internationaler Tech-Konzerne und ein starker Druck in Richtung vernetzter und automatisierter Mobilität auf lokaler Ebene die **Rolle der Zulieferer** stärken. Inländische Start-up-Unternehmen entstehen insbesondere in den Bereichen Elektroantrieb, Automatisierung und neue Mobilitätskonzepte. Diese können als Konkurrenten etablierter Unternehmen auftreten, jedoch auch

deren Entwicklungs- und Innovationspolitik aktiv unterstützen. Eine Konsolidierung des Marktes kleiner, auf klassische Komponenten fokussierter Zulieferer zugunsten von OEMs, Tech-Konzernen und Start-ups ist möglich.

Gleichzeitig setzt mit der Generation Y ein langsamer **Wertewandel** jüngerer Menschen hin zu weniger und späterem Führerscheinwerb und Autobesitz ein. Dieser wird durch die breite Verfügbarkeit von Angeboten geteilter Mobilität und die Umgestaltung urbaner Räume unterstützt. Zudem bleibt die Technikbegeisterung in den westlichen Industrieländern deutlich hinter derjenigen in vornehmlich asiatischen Schwellenländern wie Indien oder China zurück. Aktuell kündigt der Digitalisierungsschub in der Arbeitswelt als Folge der Covid-19-Maßnahmen einen teilweisen Ersatz von Arbeitswegen und Dienstreisen durch Homeoffice und Videokonferenzen an. Für den privaten Bereich legen Studien jedoch nahe, dass sich die ursprünglichen Mobilitäts- und Reismuster der Menschen wieder einstellen werden.¹⁰²

Abbildung 36: Bevölkerungsentwicklung bis 2040



Quelle: BBR 2021

¹⁰² Vgl. Bernhart et al. 2021; Deloitte 2020; Caba, R. und Rauch, C. (2020): Mobility Zeitgeist Studie.

Nach Zahlen des Umweltbundesamtes zum **Umweltbewusstsein** zählten 2019 61 Prozent der Bürger*innen das Thema Umwelt- und Klimaschutz zu den wichtigsten gesellschaftlichen Themen und äußern große Besorgnis über den Klimawandel; dieser Anteil lag 2017 bei 37 Prozent. Die Besorgnis der Menschen in Deutschland über den Klimawandel drückt sich jedoch weniger im individuellen Handeln als in Forderungen nach gesetzlicher Regulierung durch die Politik aus.¹⁰³ Gleichzeitig hält sich das Interesse an SUV in mittleren und höheren Altersklassen. Für die Automobilindustrie bedeutet dies, Produkte und Dienstleistungen für sich weiter differenzierende Kundenerwartungen entwickeln und anbieten zu müssen.

Nachhaltigkeit ist für die Geschäftsmodelle von Unternehmen und damit für die Gestaltung von Lieferketten von zunehmender Bedeutung. Dieser Trend ist nicht zuletzt vom Boom von **Green-Finance-Produkten** auf den Aktienmärkten und sich entwickelnden Nachhaltigkeitsberichtspflichten zunehmend auch für kleine und mittelständische Unternehmen getrieben (vgl. Kapitel 5.4). Diese Rahmenbedingungen setzen Unternehmen der produzierenden Wirtschaft unter Druck, um den geltenden gesetzlichen Regelungen zu genügen, ihren Zugang zu Kapital sicherzustellen und um konkurrenzfähig in einem zunehmend auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Umfeld zu bleiben.

4.8 Konsequenzen für Wertschöpfung und Beschäftigung

Demografisch bedingt ist mit einem Rückgang der Erwerbsbevölkerung zu rechnen, dies wird den Wegfall von Berufen zwar etwas ausgleichen können, den Fachkräftemangel aber höchstwahrscheinlich verschärfen. Für den Arbeitsmarkt wird somit nicht der Rückgang, sondern die Veränderung der Arbeitsplätze im Zuge der Transformationen gravierender ausfallen. Den Beschäftigten der Industriesektoren werden dabei beispielsweise hohe Flexibilität, die Bereitschaft zur Neuqualifikation und der Wechsel von Betriebsstandorten abverlangt.

Die **Elektrifizierung der Fahrzeuge** geht einher mit der Umstellung der Stromerzeugung auf erneuerbare Energien, welche ebenfalls zu Änderungen in Wertschöpfungs- und Beschäftigungsstrukturen führt. Die Elektrifizierung führt zwar zu einem Rückgang der Arbeitsplätze im Bereich des verbrennungsmotorischen Antriebs inklusive der vorgelagerten Bereiche um neun Prozent.¹⁰⁴ Gleichzeitig entstehen aber neue Wertschöpfungsketten und Arbeitsplätze

in den Bereichen Elektrotechnik, Infrastruktur, Mobilitätsdienste und Energie. Gleichwohl sind hier strukturelle Verwerfungen auf dem Arbeitsmarkt zwischen Sektoren und Regionen zu beachten.¹⁰⁵

Der Aufbau einer Kreislaufwirtschaft zum Recycling knapper Rohstoffe für die Elektromobilität, die Erweiterung von Fertigungskapazitäten für Batterien und der Ausbau erneuerbarer Energien können zu einer zusätzlichen Arbeitskräftenachfrage in nennenswerter Höhe führen. Der im Zuge des Kohleausstiegs von der Bundesregierung errichtete Zukunftsfonds zur Transformation der Regionen in Höhe von 40 Milliarden Euro bis zum Jahr 2038 kommt auch der Automobilindustrie und der Entwicklung grüner Technologien zugute.¹⁰⁶ Ein Teil davon könnte dazu dienen, den Standortvorteil der ostdeutschen Automobilindustrie im Bereich elektrifizierter Antriebstechnologie weiter auszubauen.

¹⁰³ Vgl. Umweltbundesamt 2019; Allensbach 2019; Kraftfahrtbundesamt 2021; Fraunhofer ISI 2021, 2020; ADAC 2020 und 2021; PWC 2021b.

¹⁰⁴ Z. B. Bauer et al. 2018: -23.000 bis -97.000 oder VDA Weber et al. 2018: 80.000

¹⁰⁵ Vgl. Puls 2021, CATI et al. 2020; Hagedorn et al. 2019; Grimm et al. 2020; Wietschel et al. 2017.

¹⁰⁶ Bundesregierung 2021b.

5. Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Automobilindustrie

Während ein wesentlicher Teil der Transformationen der Automobilwirtschaft durch globale Entwicklungen wie den Wachstumsmarkt China oder die amerikanischen und chinesischen IT-Konzerne angetrieben wird, bedarf es zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung des Verkehrssektors leitender und unterstützender Rahmenbedingungen. Hierzu zählen ordnungspolitische Rahmenbedingungen, wie sie durch den „European Green Deal“ oder das deutsche Klimaschutzgesetz (KSG) vorgelegt wurden, Normen und Standards sowie begleitende Entwicklungen auf den Finanzmärkten und eine begünstigende Innovationspolitik.

5.1 Der „Green Deal“ und das Gesetzespaket „Fit for 55“

Der „European Green Deal“ stellt das Strategieprogramm der Europäischen Kommission zum Erreichen der Ziele des Pariser Klimaabkommens 2015 und zur gleichzeitigen Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und Ressourceneffizienz der europäischen Wirtschaft dar. Der EU-Haushalt stellt hierfür ein Drittel des Gesamtbudgets von 2021 bis 2027 bereit. Damit werden 600 Millionen Euro in das europäische Emissionshandelssystem (EHS) integriert.¹⁰⁷

Am 14. Juli 2021 stellte die EU-Kommission das Gesetzespaket „Fit for 55“ zur konkreten Umsetzung des European Green Deals vor. Damit soll das Ziel, die Treibhausgasemissionen in der EU bis zum Jahr 2030 um 55 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu verringern und Europa bis zum Jahr 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu gestalten, erreicht werden. Die vorgeschlagenen Maßnahmen in den Bereichen Verkehr, Energieerzeugung, Gebäude und Landnutzung sollen außerdem die Wettbewerbsfähigkeit der EU erhöhen, soziale Härten abfedern und Länder außerhalb der EU zu einem nachhaltigen Wirtschaften anregen.¹⁰⁸

Im **Straßenverkehr** sollen die CO₂-Flottengrenzwerte von Neufahrzeugen für Pkw von 37,5 Prozent auf 55 Prozent und für leichte Nutzfahrzeuge von 31 Prozent auf

50 Prozent gegenüber dem Jahr 2020 verschärft werden. Bis zum Jahr 2035 sollen diese vollständig neutralisiert werden, was praktisch einem Zulassungsverbot von Verbrennungsmotorfahrzeugen in diesen Segmenten gleichkommt. Um einen schnellen Markthochlauf für alternative Antriebstechnologien zu ermöglichen, sollen europaweit bis 2025 alle 60 km für Pkw sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge Stromladepunkte und bis 2030 alle 150 km Wasserstofftankstellen errichtet werden.¹⁰⁹

Einen wesentlichen Punkt des Gesetzespaketes stellt die **Reform des EHS** dar. Die Gesamtzahl der Zertifikate soll demnach reduziert und kostenlose Zertifikate für den Luftverkehr sollen abgeschafft werden. Die Einnahmen aus dem EHS werden für klimaschonende Projekte und zur Abfederung von Härten für Personen und Kleinunternehmen verwendet.

Deutschland, die skandinavischen Länder und Luxemburg müssen im Straßenverkehr und in anderen Sektoren, die bisher nicht im EHS berücksichtigt wurden, bis 2030 50 Prozent der Treibhausgasemissionen gegenüber 2005 reduzieren. Dies stellt eine deutliche Verschärfung des bisher geltenden Ziels von 38 Prozent dar. Diese Reduktionsziele gelten jedoch nicht in jedem EU-Staat gleichermaßen, da diese im Rahmen der Lastenteilung unterschiedlich belastet werden.¹¹⁰

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) begrüßte im Vorfeld der Veröffentlichung des „Fit for 55“-Pakets die Ziele und Ambitionen ausdrücklich, weist jedoch auf den längerfristigen Bedarf von Verbrennungsfahrzeugen in einigen Wirtschaftsbereichen und die benötigte Zeit für die vollständige Transformation der Automobilindustrie hin.¹¹¹

5.2 Nationale Strategien zur Treibhausgasneutralität

Die nationalen Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Wirtschaft werden durch das KSG aus dem Jahr

¹⁰⁷ Webseite der EU-Kommission: Europäische Kommission 2021f.

¹⁰⁸ Vgl. Europäisches Klimagesetz, Europäische Kommission und Europäisches Parlament 2021a.

¹⁰⁹ Vgl. Europäisches Klimaschutzgesetz: Europäische Kommission 2021a

¹¹⁰ Vgl. EU-Lastenteilungsverordnung: Europäische Kommission 2021e.

¹¹¹ Positionspapier des VDA: Scheel et al. 2021.

2019 vorgegeben. Nach dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichts vom 29.04.2021 zur Generationengerechtigkeit und den Zielen der europäischen Gesetzgebung wurden mit der Novelle des KSG die Minderungsziele für das Jahr 2030 auf -65 Prozent (statt bisher -55 Prozent) und auf -88 Prozent für das Jahr 2040 verschärft. Bis zum Jahr 2045, und damit zwei Jahre vor dem Ziel der EU, soll Deutschland klimaneutral werden. Der Verkehrssektor muss hiernach die Emissionen bis zum Jahr 2030 um 36 Prozent gegenüber 2020 reduzieren, das heißt, den Ausstoß von 150 Mt auf 95 Mt CO₂-Äquivalente verringern.¹¹²

Mit einem Sofortprogramm 2022 für kurzfristig wirkende Maßnahmen, die den Ausstoß von Treibhausgasen sichtbar und messbar mindern, will die Bundesregierung die ambitionierten Klimaschutzziele erreichen. Hierfür werden acht Milliarden Euro für die Dekarbonisierung der Industrie, grünen Wasserstoff, energetische Gebäudesanierung, klimafreundliche Mobilität sowie nachhaltige Wald- und Landwirtschaft zur Verfügung gestellt. Für den Verkehrssektor stehen hiervon 1,2 Milliarden Euro in folgenden Bereichen zur Verfügung:¹¹³

- Aufbau lückenloser Radnetze und Ladeinfrastrukturen: fast 400 Millionen Euro
- Verlagerung von Schwerlasttransporten auf Bahn und Schiff: 400 Millionen Euro
- Modernisierung des Bahnbetriebs: 200 Millionen Euro
- Schnelllade-Hubs in Stadtquartieren: 200 Millionen Euro

Diese Sofortmaßnahmen ordnen sich in die Strategie der NPM zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors ein (vgl. Kapitel 4.2). Über die gesamte Legislaturperiode 2021 bis 2025 will die Bundesregierung den Klimaschutz in allen Sektoren mit 93 Milliarden Euro statt 80 Milliarden Euro in der Vorperiode vorantreiben.

5.3 Preise und Standards für Produkte und Dienstleistungen

Die Bundesregierung hat ab 2021 eine CO₂-Bepreisung für den Verkehr eingeführt. Der Preis steigt schrittweise von 25 Euro auf bis zu 65 Euro im Jahr 2026 an. Danach müssen Emissionsrechte per Auktion ersteigert werden. Der CO₂-Preis entfällt zwar nur auf fossil angetriebene Fahrzeuge, er bleibt jedoch selbst bei einem deut-

lich steigenden Anteil elektrifizierter Fahrzeuge bis 2030 oder 2035 für den Straßenverkehr insgesamt relevant.

Deutschland und einige Nachbarländer könnten bis 2030 die Straßenbenutzungsgebühren für schwere Lkw vereinheitlichen, nach CO₂-Ausstoß staffeln und weiter anheben, um verlässliche und transparente Rahmenbedingungen für eine schnelle Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs zu schaffen. Für Pkw könnte in Deutschland eine moderate entfernungsabhängige Straßenbenutzungsgebühr eingeführt werden. Die Ausweitung von Umweltzonen und deutlich höhere Parkgebühren werden voraussichtlich in vielen Städten die Einfahrt mit Verbrennungsfahrzeugen verteuern. Hierzu muss die Reform des Straßenverkehrsgesetzes und der StVO weiterentwickelt werden.

Die Standards zur Luftreinhaltung für Benzin- und Dieselfahrzeuge sehen mit der für 2025 geplanten **Emissionsnorm Euro 7** insbesondere weitere Verschärfungen für Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO_x) vor. In Reaktion darauf haben viele Staaten und auch Automobilhersteller selbst den Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor beschlossen. Die europäischen Mitgliedstaaten erhalten Vorgaben für den flächendeckenden und am Markthochlauf ausgerichteten Ausbau der Ladeinfrastruktur für batterieelektrische und mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge.¹¹⁴

Die Klimaschutzziele führen insbesondere in derzeit CO₂-intensiven Produktionsbereichen zu höheren Kosten, etwa in der Stahlerzeugung. Davon ist die Automobilindustrie indirekt betroffen. Um die Verlagerung von CO₂-Emissionen zu vermeiden, soll als Grenzausgleichsmechanismus ein CO₂-Preis für Einfuhren emissionsintensiver Produkte eingeführt werden. Die Sorgfaltspflicht bei der Einhaltung von Menschenrechten fordert die Bundesregierung auf der Grundlage von Empfehlungen der UN, der EU-Kommission und des Europarats mit dem „Nationalen Aktionsplan Wirtschaft und Menschenrechte“ NAP bereits seit 2017 ein.¹¹⁵ Durch das im Juni 2021 beschlossene deutsche **Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz** (LkSG) wird die Einhaltung grundlegender Menschenrechte und ökologischer Standards entlang der gesamten Liefer- und Wertschöpfungsketten nun verbindlich geregelt. Den Batterien von Elektroautos kommt mit Blick auf den Abbau von Kobalt und Lithium dabei eine besondere Bedeutung zu.¹¹⁶

5.4 Green Finance und Nachhaltigkeitsberichterstattung

Zur Verwirklichung der Ziele des Green Deals sind große

¹¹² Bundesregierung 2021a; Deutscher Bundestag 2019, BMU 2021; Bundesregierung 2020.

¹¹³ Bundesregierung 2021c.

¹¹⁴ Vgl. Europäisches Parlament 2019.

¹¹⁵ Vgl. BMEL – Agenda 2030 – Nationaler Aktionsplan Wirtschaft und Menschenrechte (NAP).

¹¹⁶ Vgl. BMZ 2021.

Investitionen notwendig. Kapitalmärkte sollen eine wichtige flankierende Rolle zur Erreichung der umweltpolitischen Ziele einnehmen und verstärkt private Finanzströme in nachhaltige Anlageformen lenken.

Mit ihrer **Sustainable-Finance-Strategie** verfolgt die EU drei übergeordnete Ziele:

- Neuausrichtung der Kapitalströme hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft
- Bessere Abbildung finanzieller Risiken, die sich aus Klimawandel, Ressourcenverschwendung, Umweltzerstörung und sozialen Problemen ergeben, in Investitions- und Finanzierungsentscheidungen
- Höhere Transparenz und langfristige Orientierung finanz- und realwirtschaftlicher Aktivitäten und Entscheidungen

Ein zentrales Element dieser Strategie bildet die **Taxonomie für nachhaltige Aktivitäten**, die in einem hinreichend detaillierten und trennscharfen Kriterienkatalog zunächst für sechs Umweltziele nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten definiert. Dieser Katalog soll sukzessive angepasst und erweitert werden.

Daraus ergeben sich auch erweiterte Offenlegungspflichten, die große kapitalmarktorientierte Unternehmen in den Gebieten Umwelt, Soziales und Betriebsführung bereits seit 2017 im Rahmen der nichtfinanziellen Erklärungen veröffentlichen müssen. Die ESG-Anforderungen (Environmental, Social und Governance) werden häufig an Lieferanten und Geschäftspartner weitergegeben, um die Scopes 2 und 3 der Nachhaltigkeitsberichterstattung (**Corporate Social Responsibility**) zu erfüllen. So stellen die OEMs zunehmend hohe Anforderungen an die CO₂-Bilanz ihrer Zulieferer. Mit der neuen Corporate Social Reporting Directive (CSRD) sollen sowohl die Berichtspflichten als auch der Kreis der berichtspflichtigen Unternehmen wesentlich erweitert und damit auf einen wesentlichen Teil der Automobilzulieferindustrie übertragen werden.¹¹⁷

Impact Investment oder **Green Finance** stellt mit geschätzten 6,4 Milliarden Euro zurzeit noch einen Nischenmarkt in der Investitionstätigkeit dar. Bis 2030 ist jedoch von einem deutlichen Bedeutungswachstum auszugehen. Bis dahin werden hohe internationale Standards des ESG-Reportings mit den Investitionstätigkeiten ver-

schmelzen und so alle Bereiche der Wertschöpfungskette in der Automobilproduktion durchdringen.¹¹⁸ Letztlich spiegeln neu gesetzte Prioritäten der Finanzmärkte und gesetzgeberische Aktivitäten Werte und Einstellungen wider. Damit ändern sich auch die Entscheidungsgrundlagen der produzierenden Wirtschaft.¹¹⁹

5.5 Konsequenzen für Wertschöpfung und Beschäftigung

Neben der Mobilitätswende stellen die Energiewende und der Ausbau der IT-Infrastrukturen die drängendsten Herausforderungen für das kommende Jahrzehnt dar. Bei deren konsequenter Verfolgung könnte insbesondere in Ostdeutschland eine nennenswerte Zahl neuer und hoch qualifizierter Arbeitsplätze entstehen. Diese können jedoch durchaus soziale Härten durch den Wechsel in andere Branchen und an andere Standorte mit sich bringen.

Die Anforderungen an nachhaltige Produkte und Lieferketten durch das Klimaschutzgesetz und den europäischen Green Deal werden den Kostendruck auf die Automobilbranche insgesamt steigern. Mit dem sich weiter verschärfenden Fachkräftemangel, dem Eindringen finanzkräftiger internationaler Technologiekonzerne in den Mobilitätsmarkt und dem Aufstreben asiatischer Zulieferer muss sich die Industrie zusätzlich auf ein schwierigeres Umfeld einstellen.

Stringente Rahmenbedingungen sind dabei wichtig, um einerseits Planungssicherheit für die Unternehmen zu schaffen sowie um faire Wettbewerbsbedingungen auf den globalen Märkten herzustellen. Mittelfristig bieten hohe heimische Standards auch Chancen für Wertschöpfungsanteile und Beschäftigung, wenn zentrale Märkte und Produktionsstandorte dem europäischen Beispiel folgen. Die Vielzahl der teils gegenläufigen Trends für die Automobilzulieferer kann neben der Förderung lokaler Cluster aus Unternehmen und Hochschulen dabei insbesondere durch die verstärkte Qualifikation in den Bereichen IT-Hardware und Software design abgefangen werden.

¹¹⁷ ESG-Kriterien bilden die Basis für das sogenannte „Green“ oder „Impact Investment“, bei welchem Finanzkapital vornehmlich oder nur an Unternehmen mit nachhaltigen Unternehmenszielen vergeben wird, vgl. Europäische Kommission 2021b.

¹¹⁸ Vgl. Göck et al. 2021; Then et al. 2021.

¹¹⁹ OECD 2021.

6. SWOT-Analyse

Tabelle 5: SWOT-Analyse der deutschen (dünn) und ostdeutschen (fett) Automobil(zuliefer)industrie

Stärken ("Strengths")	Schwächen ("Weaknesses")
<ul style="list-style-type: none"> ☺ Höchste Bruttowertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe ☺ Deutsche Automobilindustrie ist sehr gut vertreten auf internationalen Absatzmärkten; viele internationale Produktionsstandorte ☺ Anstieg der Beschäftigung in der Automobilindustrie in den vergangenen Jahren ☺ Hoher Anteil an Vollzeitbeschäftigung in der Automobilindustrie ☺ Überdurchschnittliche Bruttostundenverdienste in der Chemie- und Kraftwagenindustrie ☺ Produktionsausbau der Elektromobilität: Erweiterung bzw. Umstellung der Produktion auf Elektromobilität der OEMs ☺ Starke Chemie- und Kunststoffstandorte als Basis für neue Industrien ☺ Hohe Wettbewerbsfähigkeit der Chemiebranche aufgrund hoher Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten ☺ Höchste FuE-Aufwendungen der Automobilindustrie im Verarbeitenden Gewerbe, Chemieindustrie auf dem 5. Rang im Verarbeitenden Gewerbe ☺ Im Vergleich zu Westdeutschland mehr Weiterbildungsangebote (erfasst durch die BA) im Bereich der Zukunftstrends (Digitalisierung, KI und Elektromobilität) im Verhältnis zur Einwohnerzahl ☺ Geringer Lock-in (Technologien zur Produktion konventioneller Fahrzeuge) in ostdeutschen Produktionsstätten ☺ Hohe Akzeptanz für Industrie in der Bevölkerung ☺ Starke Automobilwirtschaft-Cluster vor allem in Sachsen und Thüringen ☺ Entwicklung des Standortes Berlin/Brandenburg zu einem Hotspot für Elektromobilität 	<ul style="list-style-type: none"> ☹ Hohe Abhängigkeit von internationalen Rohstofflieferungen ☹ Hohe Abhängigkeit der Zulieferbetriebe von Nachfrage auf regionalen Märkten, Konzentration der Unternehmenssitze und Produktionsstandorte der OEMs im Süden und Westen Deutschlands ☹ Zulieferbetriebe sind vorrangig KMU ☹ Geringer Anteil von weiblichen und ausländischen Beschäftigten in der Automobil- und den Zulieferindustrien ☹ Anteil der internen FuE-Ausgaben am gesamten Umsatz bei sämtlichen Zulieferindustrien unter fünf Prozent ☹ FuE wird fast ausschließlich in Großunternehmen betrieben ☹ Sinkende Tendenz der Patenanmeldungen der Zulieferindustrie ☹ Gesamtumsatz der Zulieferbranchen vor allem durch KMU bestimmt ☹ Im Vergleich zu Westdeutschland Anzahl und Aufwuchs der IT-Beschäftigten geringer ☹ Weniger junge Beschäftigte in der Automobilindustrie und den Zulieferbetrieben ☹ Im Vergleich zu Westdeutschland geringerer Anteil an Azubis und Ausbildungsstellen in der Automobilindustrie und den Zulieferbranchen ☹ Spezialist*innen-/Expert*innenpositionen über alle Sektoren hinweg vor allem im Westen ☹ Starkes Lohngefälle zwischen Ost- und Westdeutschland ☹ Konzentration der Ausbildungsmöglichkeiten in der Automobilindustrie und den Zulieferbetrieben im Westen ☹ Im Vergleich zu Westdeutschland geringere Ausgaben für FuE sowie weniger Patentanmeldungen ☹ Keine OEM-Produktionsstätten in Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern

Chancen ("Opportunities")

- 😊 Steigende private und gewerbliche Nachfrage nach E-Fahrzeugen
- 😊 Zunehmende Nachfrage nach vollautomatisierten Fahrzeugen
- 😊 Elektronische und digitale Komponenten als neue Geschäftsfelder für Zulieferer
- 😊 Aufbau digitaler Kompetenzen durch erfolgreiche Kooperationen zwischen OEMs und Tech-Konzernen
- 😊 Digitalisierung der Produktion als Standortvorteil
- 😊 Hohe Innovationskraft und hohe europäische Produktionsstandards sichern internationale Schlüsselstellung
- 😊 Ansiedlung neuer Unternehmen und Aufbau von Produktionskapazitäten in Ostdeutschland
- 😊 Breites Spektrum an neuen Arbeitsplätzen kann Arbeitskräftebedarf und –angebot harmonisieren
- 😊 Regionen profitieren von FuE um die Automobilwirtschaft
- 😊 Höhere regionale Resilienz durch Verlagerung der Wertschöpfung auf mehrere Sektoren, wie Automobilindustrie und erneuerbare Energien

Risiken ("Threats")

- 🚫 Zögerlicher Ausbau von Lade-, Wasserstoff- und digitalen Infrastrukturen
- 🚫 Zunehmende Konkurrenz um erneuerbare Energieträger
- 🚫 Begrenzte Wirtschaftlichkeit neuer Geschäftsfelder
- 🚫 Verlagerung bzw. Entstehung von Wertschöpfungsketten für neue Technologiekomponenten vornehmlich im Ausland
- 🚫 Soziale Härten durch Verschiebung bei Qualifikationsanforderungen und Lohnniveaus
- 🚫 Insourcing bzw. Backsourcing seitens OEMs
- 🚫 Digitale Kompetenzen konzentrieren sich auf Tech-Konzerne
- 🚫 Rückgang des Fahrzeugabsatzes
- 🚫 Festhalten an alten Technologien und Produktionsverfahren
- 🚫 Sinkende internationale Wettbewerbsfähigkeit und Standortattraktivität Deutschlands
- 🚫 Hohe Abhängigkeit der ostdeutschen Zulieferindustrie von der Innovationskraft ihrer Kund*innen durch geringe eigene Forschung
- 🚫 Parallele Entwicklungs- und Investitionsbedarfe insbesondere für KMU herausfordernd oder sogar existenzbedrohend

6.1 Stärken

Die Automobilindustrie ist einer der wichtigsten Wirtschaftszweige Deutschlands und erbringt im Verarbeitenden Gewerbe mit Abstand die höchste Bruttowertschöpfung. Auch im internationalen Vergleich zählt Deutschland zu den Top-Herstellerländern für Kraftfahrzeuge und zeichnet sich durch eine enge internationale Vernetzung aus. Neben dem deutschen und europäischen Markt bedienen die deutschen Automobilhersteller und Zulieferer auch internationale Absatzmärkte und haben weltweit Produktionsstandorte aufgebaut. Dies versetzt die deutsche Automobilwirtschaft in eine wettbewerbsfähige Position und macht sie weniger abhängig von einzelnen Märkten.

In Deutschland verzeichnete die Automobilindustrie in den vergangenen Jahren einen stetigen Anstieg der Beschäftigungszahlen. Im Jahr 2018 waren allein 940.000 Menschen in der Automobilindustrie beschäftigt, wovon die meisten in Vollzeitbeschäftigungsverhältnissen angestellt waren. Ein ähnliches Bild zeichnet sich in den Kern-Zulieferindustrien ab. Darüber hinaus liegen die Bruttostundenverdienste in der Automobilindustrie und in der Chemiebranche über dem bundesweiten Durchschnitt.

Gerade die Chemieindustrie zählt unter den Kern-Zulieferern der Automobilindustrie zu den wirtschaftsstärksten Industrien und erwirtschaftet sowohl in West- als auch in Ostdeutschland eine hohe Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten. Die deutschlandweit verteilten Chemieparcs gelten neben den Industrieparks der Chemie- und Kunststoffbranche als Basis für neue Industrien und bilden eine wichtige Grundlage für Innovationen. Dies spiegelt sich auch in den FuE-Aufwendungen, die Aufschluss über die FuE-Tätigkeiten in den Industrien geben, wider. So rangiert die Chemieindustrie hinsichtlich ihrer FuE-Ausgaben im Verarbeitenden Gewerbe an fünfter Stelle. Viele der Innovationen aus der Chemieindustrie finden Einzug in den Kraftwagensektor. Dieser platziert sich in Bezug zu seinen FuE-Ausgaben selbst an erster Stelle im Verarbeitenden Gewerbe. Fast 42 Milliarden Euro hat die Automobilindustrie im Jahr 2019 in FuE-Tätigkeiten investiert – dies sind rund 32 Milliarden Euro mehr als in der zweitplatzierten Branche, der Herstellung von elektronischen und optischen Erzeugnissen.

Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Elektromobilität in Deutschland sind die FuE-Tätigkeiten der Automobilbranche und ihrer Zulieferindustrien ein wichtiger Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen. Dass die Elektromobilität schon heute von hoher Priorität für die deutschen Automobilhersteller ist, wird an den vielen Projekten der OEMs in Deutschland, in Europa und der Welt deutlich. So werden vielerorts die Produktionsanlagen für die Herstellung von Elektrofahrzeugen erweitert oder vollständig auf Elektromobilität umgestellt.

Wird die Automobilbranche in Ostdeutschland betrachtet, fällt auch hier das Beschäftigungswachstum ins Auge. In den Jahren von 2013 bis 2019 ist der Anteil der Beschäftigten um sieben Prozent gestiegen. Dies lässt auf einen attraktiver werdenden Arbeitsmarkt in Ostdeutschland schließen und ist darüber hinaus grundlegend für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung, da es eine höhere Wertschöpfung in der Region mit sich bringt. Dass in Ostdeutschland viele Bestrebungen zur Förderung der ansässigen Automobilindustrie bestehen, wird auch an den Weiterbildungsmöglichkeiten ersichtlich. So werden hier im Vergleich zu Westdeutschland mehr Weiterbildungsangebote pro Einwohner*in im Bereich wichtiger Zukunftstrends wie der Elektromobilität, künstlichen Intelligenz, Digitalisierung und Fahrzeugtechnik angeboten.

Generell lässt sich in Ostdeutschland eine sehr hohe Akzeptanz für die Industrie seitens der Beschäftigten und der Bevölkerung im Allgemeinen verzeichnen. Eine Befragung im Rahmen einer Studie der Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau von 2017 ergab, dass 89 Prozent der Teilnehmer*innen die Förderung bestehender Unternehmen in der Region und die Neuansiedlung von Industrie unterstützen. Diese Akzeptanz ist äußerst wichtig für einen erfolgreichen Strukturwandel und positioniert Ostdeutschland in einer exzellenten Ausgangslage. Kombiniert mit regionalen Chemie- und Kunststoffparks sowie der schlanken Produktionsstruktur in der Automobilwirtschaft führt dies zu einem geringen Lock-in der Automobilindustrie in Ostdeutschland. Die Industrie weist eine geringere Pfadabhängigkeit von den konventionellen Produktionstechnologien auf und kann sich somit flexibler an Umstrukturierungen für beispielsweise Elektromobilität anpassen. Dies wird an den vielversprechenden Elektromobilitätsvorhaben der ansässigen OEMs, insbesondere in Sachsen, und nicht zuletzt an der laufenden Ansiedlung von Tesla in der Region Berlin/Brandenburg deutlich.

6.2 Schwächen

Die internationale Verflechtung der Zulieferindustrie und die schlanke Produktionsstruktur der OEMs bergen das Risiko einer starken Abhängigkeit von globalen Lieferketten in sich: die starke Abhängigkeit der deutschen Automobilindustrie von globalen Lieferketten. Dies ist erst jüngst durch die Corona-Pandemie offensichtlich geworden. Zwar konnten Automobilhersteller durch ihre internationalen Absatzmärkte die Pandemie gut überstehen, aber die meisten Zulieferindustrien, die vor allem an den heimischen und europäischen Markt gebunden sind, haben es schwerer, die Folgen der Pandemie zu bewältigen. Im Zuge der Halbleiter-Krise ist zudem deutlich geworden, dass die Automobilindustrie und insbesondere die Zulieferindustrien auf Rohstoff- und Vorproduktimporte stark angewiesen sind.

Ein Grund dafür, dass die Zulieferindustrien schwerer die Folgen der Krise überwinden können, liegt an der Unternehmensstruktur in den verschiedenen Industrien. So sind die Unternehmen in allen Sektoren überwiegend kleine und mittlere Unternehmen, die deutlich weniger robust sind als Großunternehmen und daher auch stärker von Marktveränderungen betroffen sind beziehungsweise sich langsamer an diese anpassen können. Die hohe Zahl der KMU in den Zulieferbranchen liefert auch eine mögliche Erklärung dafür, dass der Anteil der internen Ausgaben für FuE der Kern-Zulieferindustrien an ihrem Umsatz in keiner einzigen Branche die Fünf-Prozent-Marke überschreitet. Denn FuE wird in der Automobilindustrie und ihren Zulieferbranchen fast ausschließlich von Großunternehmen, also den OEMs und den Top-5-Zulieferern, betrieben. Zwischen 2010 und 2018 nahmen zudem die Patentanmeldungen durch OEMs im Vergleich zu den Zulieferern zu. Diese Beobachtung impliziert das Insourcing von FuE durch die OEMs und kann mit einer Schwächung der Zulieferer einhergehen.

Die ostdeutsche Automobilindustrie und die Zulieferindustrien sind besonders stark von KMU geprägt. So liegt der Anteil der KMU am Gesamtumsatz der Branchen, ausgenommen die Metallbearbeitungs- und die Kraftwagenindustrie, bei über 50 Prozent.

Die meisten Werke der OEMs und damit auch der Zulieferbetriebe befinden sich im Westen und Süden Deutschlands, da dort die OEMs vorrangig ihre Unternehmenssitze haben. Dies führt dazu, dass sich dort auch die FuE-Tätigkeiten und somit Patentanmeldungen konzentrieren, da diese zumeist in den Unternehmenszentralen durchgeführt werden.

In Ostdeutschland befindet sich momentan kein einziger Unternehmenshauptsitz eines Automobilherstellers, stattdessen handelt es sich bei den Werken ausschließlich um Produktionsstätten, in denen kaum Forschung und Entwicklung betrieben wird. Aus diesem Grund wird Ostdeutschland oft als „verlängerte Werkbank“ bezeichnet, auch wenn erste Innovationstätigkeiten in den ostdeutschen Werken der OEMs, zum Beispiel in der Gläsernen Manufaktur von VW in Dresden, aufgenommen werden.

In Bezug zur Beschäftigungsstruktur in Ostdeutschland lassen sich weitere Schwächen erkennen. Zum einen ist die Zahl der jungen Beschäftigten in der Automobilindustrie gering. Zum anderen sind die meisten Angestellten in Helfer-/Fachkräfte-Positionen beschäftigt und weisen ein eher niedriges Qualifikationsniveau auf. Dagegen sind in Westdeutschland mehr junge Menschen beschäftigt und auch mehr Beschäftigte in Spezialist*innen- beziehungsweise Expert*innenpositionen

tätig. Diese Kennzahlen schlagen sich auch im starken Lohngefälle zwischen ost- und westdeutschen Betrieben nieder. Gerade junge Beschäftigte, darunter oft Auszubildende, sind ausschlaggebend für die Transformation des Arbeitsmarktes, zum Beispiel die Digitalisierung in der Produktion (Industrie 4.0). Auch hier weist die Beschäftigungsstruktur in Ostdeutschland Defizite auf. So befindet sich der Großteil der Ausbildungsangebote der Automobilindustrie und der Kern-Zulieferer im Westen. Entsprechend ist der Anteil an Auszubildenden in diesen Branchen in Ostdeutschland geringer.

Weiterhin ist die Zahl der IT-Beschäftigten niedrig und verzeichnete nur einen geringen Anstieg über die vergangenen Jahre. Im Allgemeinen lässt sich sowohl im Osten als auch im Westen ein nur niedriger Anteil ausländischer und weiblicher Fachkräfte feststellen.

Darüber hinaus sind die Betriebe im Osten stark von der Nachfrage im heimischen Markt abhängig. Dies könnte sich negativ auf die Anpassungsfähigkeit der Unternehmen an neue strengere nationale Regulierungen oder Verordnungen auswirken. Demgegenüber sind westdeutsche Betriebe internationaler aufgestellt, sodass Nachfrageveränderungen auf einzelnen Märkten weniger stark ins Gewicht fallen.

6.3 Chancen

Die jüngst stark wachsende Nachfrage nach elektrischen Fahrzeugen stellt eine große Chance für die deutsche Automobilindustrie dar. So hat sich Deutschland nach einer anfänglich zögerlichen Marktentwicklung zum größten Absatzmarkt für batterieelektrische Fahrzeuge und Plug-in-Hybride in Europa und zum drittgrößten Absatzmarkt weltweit entwickelt. Die heimischen OEMs können bei guten Angeboten auch auf die Markentreue der Konsument*innen setzen und so ihre national und international hohen Marktanteile halten oder gar ausbauen. Neben privaten Kund*innen spielt der gewerbliche Sektor eine wesentliche Rolle beim zukünftigen Absatz elektrischer Fahrzeuge.

Deutsche OEMs und Zulieferer sind auf dem Feld des assistierten, automatisierten und schließlich fahrerlosen Fahrens gut aufgestellt. Dies zeigt sich an Patentaktivitäten wie auch den Kooperationen mit internationalen Technologiekonzernen. Die frühzeitig erfolgte gesetzliche Regelung des automatisierten Fahrens in realen Testumgebungen durch die Bundesregierung unterstützt dabei den Standort Deutschland als „Living Lab“ für neue Technologien und Anwendungen. Insbesondere im kommerziellen Einsatz bieten automatisierte Systeme ernst zu nehmende Potenziale. Autonome Lieferfahrzeuge und autonome Shuttles im ÖPNV können die Keimzelle

für eine Integration dieser Technologie in den Alltag von Unternehmen und Verbrauchern bilden.

Die Digitalisierung von Produktionsprozessen ist in allen Bereichen der Industrie geboten. Speziell in der hochgradig kompetitiven Automobilindustrie bietet sie die Chance, Marktanteile gegen konkurrierende Unternehmen zu verteidigen. Für die eigenen Absatzmärkte bietet eine digitalisierte, automatisierte und vernetzte Produktion die Möglichkeit, auf die Individualisierung von Produkten sowie auf sich immer weiter verkürzende Produktionszyklen angemessen reagieren zu können. Automatisierung in der Produktion ist schließlich ein Kernelement, um dem Fachkräftemangel in der Automobilindustrie zu begegnen.

Produkt- und Produktionsstandards werden durch gesetzliche Normen in Deutschland und Europa auf einem hohen Niveau gehalten. Die zertifizierte Nachhaltigkeit von Produkten und Dienstleistungen über deren gesamten Lebenszyklus hinweg wird zudem in verstärktem Maße über Corporate-Social-Responsibility-Standards und Finanzierungsbedingungen auf dem Kapitalmarkt an ökonomischer Bedeutung für die Unternehmen gewinnen. Insgesamt sichert die Innovationskraft der deutschen Industrie in Verbindung mit hohen europäischen Produktionsstandards die internationale Schlüsselstellung deutscher OEMs und Zulieferunternehmen.

Die Automobilwirtschaft hat eine der höchsten Forschungs- und Entwicklungsquoten innerhalb der Industriesektoren und bietet ein breites Spektrum von Arbeitsplätzen. Diese decken unterschiedliche Qualifikationsniveaus ab und bieten vielfältige Qualifikationsmöglichkeiten an. Regionale Wirtschafts- und Sozialstrukturen können hier partizipieren.

Sowohl der Kohleausstieg als auch das Programm „Fit for 55“ und das darauf abgestimmte Sofortprogramm der Bundesregierung bieten den Regionen Finanzmittel in erheblichem Umfang zur Modernisierung und ökologischen Ausrichtung der Wirtschaftszweige. Der Aufbau einer europäischen Kreislaufwirtschaft insbesondere im Bereich Batterierecycling ist möglich und böte mittel- und langfristig enorme Vorteile für die Nachhaltigkeit von Elektrofahrzeugen, die Rohstoffgewinnungskosten sowie bei der Abhängigkeit von schwer prognostizierbaren und volatilen globalen Rohstoff- und Komponentenmärkten.

Speziell Ostdeutschland kann vom Trend zur Elektrifizierung durch mehrere Standortfaktoren profitieren. Zunächst sind die Zulieferunternehmen weniger pfadabhängig und in tiefen Netzwerken gebunden. Zum anderen bieten gute infrastrukturelle Voraussetzungen, die Verfügbarkeit von Gewerbeflächen und eine starke chemische Industrie das Potenzial zum Auf- und Aus-

bau von Produktionsanlagen. Eine Voraussetzung sind jedoch die Investitionen in die regionale regenerative Energieversorgung. Die Tesla Gigafactory in Grünheide, die Zellfertigung durch BASF Rock Tech oder das Bosch Halbleiterwerk sind Beispiele von Investitionen in Ostdeutschland. Diese Investitionen können weitere Ansiedlungen in Brandenburg, aber auch in anderen ostdeutschen Regionen nach sich ziehen.

Die geringere Pfadabhängigkeit der ostdeutschen Zulieferunternehmen im Vergleich zu traditionell gewachsenen Automobilclustern bietet die Chance, neue Geschäftsfelder auf Grundlage elektronischer und digitaler Komponenten zu eröffnen. Kooperationen mit Tech-Konzernen können hier zu Kompetenzaufbau und stabilen Umsatzzahlen beitragen. Die Digitalisierung der Produktion kann speziell in Ostdeutschland ein weiterer Standortfaktor und Treiber für die Ansiedlung von Unternehmen rund um die gerade entstehenden Elektromobilitäts- und IT-Cluster sein.

Im Vergleich zu westdeutschen Clustern ist der Anteil der ostdeutschen Automobilindustrie an der regionalen Wertschöpfung und Beschäftigung geringer. Dies ermöglicht einen leichteren Umbau und damit eine schnellere Partizipation der regionalen Wirtschaft an der parallel verlaufenden Energiewende. Voraussetzungen für das Gelingen der Transformation sind die Spezialisierung der ostdeutschen Chemieindustrie auf Komponenten für Batterien oder grünen Wasserstoff sowie konsequente Investitionen der Regionen in den Ausbau erneuerbarer Energien.

6.4 Risiken

Die Automobilindustrie hat bereits hohe Investitionen in den Auf- und Ausbau von Produktionskapazitäten in die Elektromobilität getätigt. Der aktuell hohe Absatz voll-elektrischer und hybrider Fahrzeuge deutet auf eine hohe Nachfrage durch die Kund*innen hin. Ohne einen entschlossenen Hochlauf der Ladeinfrastrukturen besteht das Risiko, dass die Antriebswende als wichtige Säule der nationalen Klimastrategie ins Stocken gerät und durch mangelnde Nachfrage sowie damit geringere Produktionsauslastung in wirtschaftliche Probleme gerät.

Batterieelektrische Antriebe eignen sich für das Segment Pkw sowie den regionalen Wirtschaftsverkehr. Für Lkw und Busse im Fernverkehr könnte sich potenziell die Brennstoffzelle als Antriebstechnologie durchsetzen. Hier bestehen noch größere Herausforderungen bezüglich der Kosten und Zuverlässigkeit. Risiken existieren in den Bereichen Forschung und Entwicklung, in der Doppelbelastung der Industrie beim Aufbau von Produktionskapazitäten für batterieelektrische und Brennstoffzellenantriebe, in der Verfügbarkeit bezahlbaren

grünen Wasserstoffs sowie im verzögerten Ausbau einer flächendeckenden Betankungsinfrastruktur.

Grüner Wasserstoff wird neben dem Verkehrssektor auch in der energieintensiv produzierenden Wirtschaft in großen Mengen benötigt, etwa in der Stahl- und Zementproduktion und in der Grundstoffchemie. Dadurch entsteht eine direkte Konkurrenzsituation ohne gesicherte industrielle Produktion und ausreichende Verfügbarkeit erneuerbarer Energien.

Der Rückzug einzelner Automobilhersteller aus den Feldern Carsharing, Ridepooling oder Mobilitätsplattformen deutet darauf hin, dass diese anfänglich vielversprechenden Geschäftsmodelle wenig erfolgreich sind. Das Risiko besteht, dass sich diese Erfahrung auch beim Engagement der Industrie für Kreislaufwirtschaft, Recycling und nachhaltige Lieferketten wiederholt. Damit geriete eine wichtige Säule der nachhaltigen Transformation der Automobilindustrie in Gefahr.

Die international aktiven Tech-Konzerne wie Google, Apple oder Tencent haben ihre Marktkapitalisierung während der Covid-19-Krise weiter ausgebaut. Hierdurch bietet sich die Möglichkeit, deren Pläne im Bereich Digitalisierung, Vernetzung, autonomes Fahren ohne nennenswerte Beteiligung der klassischen OEMs zu realisieren. Die OEMs und Zulieferer laufen damit Gefahr, zu White-Label-Lieferanten degradiert zu werden, während die Tech-Konzerne wichtige Standards setzen. Auch ist dann nicht vorhersehbar, wie viele der klassischen OEMs überleben können. Der deutsche Mittelstand ist im Bereich Digitalisierung nicht optimal aufgestellt. Hinzu kommen hohe Anforderungen an den Datenschutz sowie eine gerade im Vergleich zu asiatischen Ländern gering ausgeprägte Aufgeschlossenheit der Bevölkerung gegenüber neuen Technologien. Hieraus erwächst das Risiko, dass der umsatzstarke Markt digitaler Geschäftsmodelle in der Produktionskette und mit den Endkund*innen von asiatischen und amerikanischen Unternehmen abgeschöpft wird. Wertschöpfungsketten für neue Technologiekomponenten können sich damit ins Ausland verlagern. Verschleppte Investitionen von Unternehmen und öffentlicher Hand in die Digitalisierung und das Festhalten an überlieferten Produktionsformen können dieses Risiko deutlich verschärfen.

China stellt nach wie vor den wichtigsten Markt für die deutsche Automobilindustrie dar. Hierdurch begeben sich die Unternehmen in eine schwer kalkulierbare Abhängigkeit. Zum einen ist mit dem Fokus auf deutsche Oberklassefahrzeuge in China die Kompatibilität zum europäischen Markt begrenzt, zum anderen können sich die Produktions- und Absatzzahlen dort durch politische Entscheidungen und das weitere Wachsen einheimischer OEMs relativ kurzfristig einrüben. Auch der europäische und

nordamerikanische Markt könnten weiter schrumpfen. Faktoren für diese Entwicklung sind ein voranschreitender Wertewandel der Konsument*innen, eine stringendere Klimapolitik sowie der weitere Umbau der urbanen Räume weg vom Konzept der „autogerechten Stadt“.

Die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland ist noch gut, kann sich aber durch mangelnde Investitionen in die Digitalisierung, langsame Modernisierung der Infrastrukturen sowie ein unzeitgemäßes Bildungs- und Ausbildungssystem verschlechtern. Ferner besteht die Gefahr höherer Produktionskosten durch steigende Rohstoffpreise und eine zunehmende Unsicherheit bezüglich globaler Handelsbeziehungen. Insgesamt befinden sich Deutschland und Europa in einem Wettbewerb der Fördersysteme mit China und anderen Weltregionen. Der liberale europäische Binnenmarkt könnte hier gegenüber staatlichen Wirtschaftshilfen in anderen Regionen im Nachteil sein.

Während sich die Gesamtzahl der Arbeitsplätze durch den Antriebswechsel zur Elektromobilität mutmaßlich nicht ändern wird, werden sich Beschäftigungsverhältnisse sowohl zwischen Branchen als auch räumlich verschieben. Hieraus erwachsen soziale Härten für die betroffenen Beschäftigten durch den Zwang zu Neuqualifizierungen, Einbußen in den Lohnniveaus oder notwendige Ortsveränderungen. Für die betroffenen Industrien besteht das Risiko darin, dass diese Anforderungen nicht akzeptiert werden und somit der Fachkräftemangel bestehen bleibt oder sich gar verschärft.

Die geforderte Technologieoffenheit bezüglich der zukünftigen Antriebssysteme speziell im Lkw-Segment erfordert parallele Entwicklungs- und Investitionsanstrengungen. Diese sind für KMU gerade ohne große Forschungsabteilungen herausfordernd oder gar existenzbedrohend. Bei der Entscheidung für einen Technologiepfad besteht für die Unternehmen das Risiko verlorener Investitionen (Sunk Investments).

Die eigenen Forschungs- und Patentaktivitäten der ostdeutschen Automobilindustrie fallen im Vergleich zu den westdeutschen Clustern gering aus. Damit sind sie in hohem Maße abhängig von der Innovationskraft ihrer Kund*innen. In transformativen Märkten, in denen die Kund*innen der Zulieferer selbst auf Impulse angewiesen sind, kann dies problematisch sein und zum Verlust von Aufträgen führen. Hinzu kommen die strenger werdenden ESG-Standards, welche von Auftraggebern auch an kleine Unternehmen weitergereicht werden. Die entsprechenden strengen Berichtspflichten können hier schließlich kurzfristig existenzbedrohend sein. Förder- und Unterstützungsmöglichkeiten durch die öffentliche Hand könnten im Nachgang zur Covid-19-Krise zurückgefahren werden.

Die OEMs verfolgen schon seit längerem die Strategie des Insourcings, um Produktions- und Lieferketten zu verkürzen und besser kontrollieren zu können. Gerade für die Zulieferindustrie in Ostdeutschland könnte dies größere Folgen haben, da sich hier keine OEM-Hauptstandorte befinden. Auch die im Aufbau begriffene Neuansiedlung von Tesla bietet keine Möglichkeit zur Kompensation, da das Unternehmen klassische Zulieferstrukturen durch ein geschlossenes Produktionskonzept umgeht.

Über die vergangenen Jahre hat sich im asiatischen Raum eine Anzahl international konkurrenzfähiger Automobilzulieferer aufgebaut. Diese drängen jetzt auch in die westlichen Märkte und stellen damit eine Konkurrenz für etablierte Zulieferer dar. Damit steigt deren Kosten- und Innovationsdruck, um langfristig am Markt bestehen zu können. Besonders betroffen sind Unternehmen, die sich auf den klassischen Antriebsstrang fokussiert haben. Dies trifft überwiegend auf die ostdeutschen Zulieferer zu.

7

7. Fazit und Handlungsempfehlungen

Die Automobilproduktion befindet sich im Umbruch. Wesentliche Säulen der zukünftigen Mobilität sind im Rahmen des ersten „Fit for 55“-Paketes sowie dem Koalitionsvertrag gesetzt und bilden die strategischen Leitlinien für die Unternehmen. OEMs und Zulieferer sind nun gefordert, ihre Geschäftsmodelle anzupassen, Innovationen zu generieren und entsprechende Investitionen zu tätigen.

Forschung und Innovationen

Aufgrund der eher schwachen Finanzausstattung benötigen KMU Unterstützung, um den hohen Anforderungen in allen Phasen der Entwicklungs-, Innovations- und Produktionsprozesse gerecht zu werden. Hierfür bedarf es einer engen Abstimmung zwischen Politik und Unternehmen.

1. Konsequente Unterstützung der KMU in ihren FuE-Aktivitäten durch Subventionen und gezielte Förderprogramme etwa im Bereich Digitalisierung der Produktion.
2. Unterstützung von Innovationsnetzwerken aus Unternehmen mit Fokus auf KMU und Start-ups, Hochschulen und der lokale Politik. Diese beinhalten neben direkt zuordenbaren Automobiltechnologien auch Bereiche wie KI, IT, Energiesysteme und insbesondere Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologien.
3. Pilot- und Demonstrationsprojekte kommunaler Mobilitätskonzepte mit elektrischen und autonomen Fahrzeugen unter Einbezug lokaler Zulieferer.
4. Weiterer Ausbau des Forschungs- und Innovationsstandorts Ostdeutschland im Bereich der Elektromobilität und Digitalisierung, beispielsweise durch den Aufbau von Demonstrations- und Testfeldern für autonomes Fahren in Ostdeutschland.
5. Nutzung der Standortgegebenheiten in Ostdeutschland aus Chemiesiedlecke und den Wissenschafts- und Forschungsclustern in Dresden, der Lausitz oder dem Ballungsraum Berlin-Brandenburg.
6. Förderprogramme für internationale und sektorübergreifende Kooperationen der Automobilzulieferunternehmen in Ostdeutschland in den Bereichen Forschung, Wissenstransfer und Markterschließung.

Bildung und Qualifizierung

Für die Transformation der Automobilindustrie und das Abfedern möglicher sozialer Härten ist die Identifikation des zukünftigen Fachkräftebedarfs und darauf abgestimmte Aus-, Weiterbildungs- und Anwerbeprogramme zentral. Hierfür sind insbesondere die Tarifpartner und die Industrie- und Handelskammern gefordert.

7. Stärkung von Aus- und Weiterbildungsprogrammen in den Bereichen Digitalisierung, Batterietechnologien, Leistungselektronik, Kreislaufwirtschaft und Mobilitätsdienste. Umschulungsprogramme in zukunftsrelevante Berufszweige, insbesondere in den Bereichen IT und Energiesysteme zum Auffangen der Härten der Transformation.
8. Erstellung mikrofundierter Arbeitsmarktstudien in enger Kooperation mit den Unternehmen, um den genauen Aus- und Weiterbildungsbedarf konkret zu benennen.
9. Entwicklung und Auflage von Programmen und Anlaufstellen für Unternehmen zur Unterstützung bei der Identifikation passgenauer, auch zukünftiger Weiterbildungsbedarfe.
10. Duale Studiengänge zur Förderung des beruflichen Einstiegs in die Automobilbranche und zur Erhöhung des Angebots an Spezialist*innen und Expert*innen.
11. Aktives Anwerben ausländischer Spezialist*innen und Fachkräfte aus den Bereichen Digitalisierung und IT-Systeme.

Zukunftsfähige Infrastrukturen

Die Dekarbonisierung und Automatisierung von Mobilität sowie der industriellen Produktion erfordern hohe Investitionen in Infrastrukturen, die durch geeignete Rahmenbedingungen zügig vorangetrieben werden müssen. Dies betrifft sowohl die Digitalisierung, Energienetze als auch Lade- und Tankinfrastrukturen für alternative Antriebe.

12. Schneller Ausbau eines flächendeckenden Breitband- und 5G-Netzes prioritär an Industriestandorten. Dies bietet die Voraussetzung sowohl für automatisiertes Fahren als auch für digitale und vernetzte Produktion.

13. Beschleunigung und Förderung des öffentlichen, halböffentlichen und privaten Aufbaus von Schnellladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge insbesondere an Gewerbestandorten und Fernstraßen.
14. Förderung des privatwirtschaftlichen Aufbaus von 350-Bar-Wasserstofftankstellen für Lkw an relevanten Logistik- und Industriestandorten.
15. Schneller Aufbau von Produktionskapazitäten in grünen Wasserstoff für Chemie, Stahlproduktion und Mobilität im Zuge der Energiewende in Ostdeutschland.
16. Zügiger Ausbau von Kapazitäten zur erneuerbaren Energieerzeugung und zu intelligenten Energienetzen zum Anschluss an Industriestandorte.

Politische Rahmenbedingungen

Der europäische Green Deal und dessen Umsetzung im Gesetzespaket „Fit for 55“ sowie die Novelle des Klimaschutzgesetzes der Bundesregierung geben die Rahmenbedingungen für die Dekarbonisierung der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaftsbereiche vor. Eine darauf abgestimmte Wirtschafts- und Außenhandelspolitik kann die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie im Rahmen der kompetitiver werdenden Weltmärkte stärken. Die Schaffung verlässlicher Rahmenbedingungen für die Industrie bedarf jedoch noch der Konkretisierung auf mehreren Ebenen.

17. Schnelle Etablierung europäischer Standards für die Nachhaltigkeitsbewertung in Lieferketten und die Unternehmensberichterstattung mit Berücksichtigung kleiner Unternehmen.
18. Einrichtung und Durchsetzung von Grenzausgleichsmechanismen für den europäischen Markt als Mittel gegen Carbon Leakage.
19. Vorantreiben der zügigen Investitionen in klimaneutrale Produktionstechnologien durch Instrumente wie Carbon Contracts for Difference.
20. Unterstützung einer effizienten Kreislaufwirtschaft für hohe Recyclingquoten knapper Rohstoffe, speziell für Batterien und Elektronik. Hierfür bedarf es ressort- und länderübergreifender Koordination sowie des Wissensaufbaus zur konkreten Umsetzung inklusive der Wirkung ordnungs- und preispolitischer Instrumente.

8. Anhang

8.1 Regionalisierung des Input-Output-Modells

Input-Output-Tabellen werden in Deutschland wie in fast allen Staaten Europas nur auf nationaler Ebene erstellt. Subnationale Tabellen sind in der öffentlichen Statistik Deutschlands nicht verfügbar. Daher muss eine Regionalisierung der Input-Output-Tabelle für Deutschland¹²⁰ durchgeführt werden, um die Automobilzulieferindustrie in Deutschland zu isolieren. Diese Regionalisierung kann nur näherungsweise erfolgen, wobei die Einbindung diverser Datenquellen die Genauigkeit der Approximation erhöht. Um die Effekte getrennt für Ostdeutschland und Westdeutschland berechnen zu können, verwenden wir daher bundeslandspezifische Zahlen zu Beschäftigung, Konsumausgaben und Investitionen.

Die Bundesagentur für Arbeit veröffentlicht die Zahlen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in verschiedenen Wirtschaftszweigen und Bundesländern.¹²¹ Sie werden als Quartalszahlen publiziert. Wir bilden den Durchschnitt über die Quartale des Jahres 2018, um unterjährige Schwankungen auszugleichen. Zusätzlich binden wir Daten zum Anteil der Bundesländer am gesamtdeutschen Konsum der privaten Haushalte und des Staates ein.¹²² Ebenfalls muss den unterschiedlichen Konsumstrukturen der privaten Haushalte in den einzelnen Bundesländern Rechnung getragen werden. Beispielsweise geben Durchschnittsbürger*innen in Mecklenburg-Vorpommern einen geringeren Anteil ihres Einkommens für Miete aus als der/die durchschnittliche Deutsche. Dafür verwenden wir bundeslandspezifische Informationen zur Aufteilung des Konsums auf verschiedene Produkte und Dienstleistungen basierend auf Zahlen der Einkommens- und Verbraucherstichprobe (EVS) für das Jahr 2013.¹²³ Informationen zu Bruttoanlageinvestitionen in den einzelnen Bundesländern sind ebenso öffentlich zugänglich.¹²⁴ Hierbei wird zwischen neuen Anlagen, neuen Ausrüstungen und sonstigen Anlagen und neue Bauten unterschieden.

Eine Schwierigkeit bei der Verwendung dieser verschiedenen Datenquellen stellen unterschiedliche Güterklassifikationen dar. Die in der Input-Output-Tabelle genutzte Klassifikation bildet die Grundlage: In dieser wird zwischen 72 Gütergruppen nach „Classification of Products by Activity“ (CPA) unterschieden. Diese wird mit den Beschäftigtenzahlen verknüpft, die nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008), aufgeteilt sind.¹²⁵ Da CPA und WZ eine parallele Struktur aufweisen – jedem Produkt in der CPA ist ein Sektor in der WZ zugeordnet – passen sie zueinander. Anders ist es bei der Aufteilung des Konsums in den einzelnen Bundesländern. Hierbei werden Güter in 58 Gütergruppen nach der „Classification Of Individual Consumption by Purpose“ (COICOP) klassifiziert.¹²⁶ Um die unterschiedlichen Konzepte zusammenzufügen, wurde die COICOP-Klassifikation in das Format der WZ 2008 überführt. Bei den Anteilen der Bundesländer am Konsum des Staates sowie an den Investitionen wird nicht nach Gütergruppen unterschieden.

Das Ziel der regionalen Disaggregation ist es, Aussagen darüber zu treffen, welche Effekte auf Wertschöpfung und Beschäftigung in verschiedenen Wirtschaftszweigen durch die Automobilindustrie entstehen. Dafür müssen zwei Input-Output-Tabellen erstellt werden, die miteinander verknüpft sind: eine für Ost- und eine für Westdeutschland.

Der erste Schritt der Disaggregation der deutschen Input-Output-Tabelle wird durch die Beschäftigtenzahlen erreicht. Zuerst wird für jeden Wirtschaftszweig der Anteil der Beschäftigten in den fünf ostdeutschen Bundesländern an den Beschäftigten in ganz Deutschland und analog dazu der Anteil in Westdeutschland berechnet. Diese Anteile werden verwendet, um die Bruttoproduktionswerte, den Einsatz der Vorleistungen, die Bruttowertschöpfung, die Gütersteuern, die Bruttolöhne sowie Importe und Exporte

¹²⁰ Vgl. Destatis 2021b.

¹²¹ Vgl. Statistik Bundesagentur für Arbeit 2021.

¹²² Vgl. Statistisches Bundesamt 2021d.

¹²³ Vgl. Statistisches Bundesamt 2021b.

¹²⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt 2021a.

¹²⁵ Vgl. Destatis 2021a.

¹²⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt 2017.

te auf die zwei Regionen herunterzubrechen. Mit dieser Methode sind mehrere Annahmen verbunden. Erstens wird die gleiche Produktivität für alle Beschäftigten in den jeweiligen Wirtschaftszweigen in Deutschland unterstellt. Zweitens wird angenommen, dass alle Unternehmen in Deutschland die gleiche Produktionstechnologie verwenden. Drittens wird die gleiche Lohnstruktur über alle Regionen Deutschlands hinweg unterstellt. Viertens wird angenommen, dass sich die Export- und Importquote der Produkte in allen Regionen Deutschlands gleicht.

Die größte Herausforderung bei der Regionalisierung der deutschen Input-Output-Tabelle besteht darin, den Austausch von Waren und Dienstleistungen zwischen beiden Regionen zu bestimmen. Sie entsteht, da sich für die Produktkategorien lediglich Nettoexporte, also Exporte abzüglich Importe, direkt ergeben. Es können keine Aussagen über die Bruttoimporte und die Bruttoexporte zwischen den Regionen Ost- und Westdeutschland getroffen werden. Relevant wird dieser Punkt, da dieselben Produkte gleichzeitig importiert als auch exportiert werden. Dieses Phänomen, das unter den Bezeichnungen Cross-Hauling oder Intra Industry Trade bekannt ist, kann durch Produktheterogenität erklärt werden.¹²⁷ Es ist davon auszugehen, dass Nahrungsmittel nicht ausschließlich in der Region konsumiert werden, in der sie produziert werden. Zusätzlich werden mit hoher Wahrscheinlichkeit andere Nahrungsmittel für den Konsum importiert. Damit würden Nahrungsmittel, die in der Statistik in eine Produktkategorie fallen, gleichzeitig importiert und exportiert. Wenn Cross-Hauling in die Berechnungen einbezogen wird, können die Handelsflüsse zwischen Ost- und Westdeutschland genauer abgebildet werden.

Um dem Cross-Hauling im Modell gerecht zu werden, wird die Modified Cross-Hauling-Adjusted Regionalization Method MCHARM¹²⁸ verwendet. Diese berechnet anhand der verfügbaren Importe und Exporte jeder Produktgruppe aus der nationalen Input-Output-Tabelle den Anteil des Cross-Haulings am gesamten Handelsvolumen. Mit der Annahme, dass dieser nationale Anteil für alle Bundesländer gleich ist, können Handelsflüsse zwischen Bundesländern explizit berechnet werden.

Schlussendlich wird eine multiregionale Input-Output-Tabelle geschätzt, in der Vorleistungen, letzte Verwendungen und Wertschöpfung sowohl für Ostdeutschland als auch für den Rest Deutschlands quantifiziert sind.

Mit dieser können Aussagen über die Zusammenhänge von Beschäftigung und Wertschöpfung zwischen Ostdeutschland und dem Rest Deutschlands getroffen werden. Konkret kann damit quantifiziert werden, wie viele Arbeitsplätze sowie welche Wertschöpfung in Ostdeutschland und im Rest Deutschlands mit einem ökonomischen Impuls durch die Automobilindustrie in Ostdeutschland verbunden sind.

¹²⁷ In den Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes werden 72 Produktkategorien unterschieden, die in der Regel eine Vielzahl einzelner Produkte umfassen. Beispielsweise werden in der Gütergruppe 29 (Kraftwagen und Kraftwagenteile) Automobile, Nutzfahrzeuge sowie deren Komponenten (etwa Motoren und Getriebe) zusammengefasst.

¹²⁸ Vgl. Fujimoto 2019.

9. Literatur

ACEA (2021a): Economic and Market Report. EU Automotive Industry. European Automobile Manufacturers Association.

ADAC (2017): Die Evolution der Mobilität.

AlixPartners (Hrsg.) (2021): Der Chipmangel führt weltweit zu 7,7 Millionen weniger produzierten Fahrzeugen im Jahr 2021. Online verfügbar unter <https://www.alixpartners.de/media-center/press-releases/press-release-shortages-related-to-semiconductors-to-cost-the-auto-industry-210-billion-in-revenues-this-year-says-new-alixpartners-forecast/>.

Audi AG (2021): Audi in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.audi.com/de/company/profile/locations/germany.html>.

Bauer, W.; Riedel, O.; Herrmann, F.; Borrmann, D.; Sachs, C.; Schmid, S.; Klötzke, M. (2018): ELAB 2.0. Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland. Stuttgart: Fraunhofer IAO; DLR Institut für Fahrzeugkonzepte.

BBR (2021): Raumordnungsprognose 2040. Online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/fachbeitraege/raumentwicklung/raumordnungsprognose/2040/01-start.html>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Bernhart, W.; Riederle, S. (2020): Autonomous mobility is coming. Not even the coronavirus can stop it. München.

Bernhart, W.; Riederle, S. (2021): So close yet so far. The bumpy road to autonomous driving. München.

Blengin, G. A.; Latunussa, C. E. L.; Eynard, U.; Torres de Matos, C.; Wittmer, D.; Georgitzikis, K.; Pavel, C.; Carra-ra, S.; Mancini, L.; Unguru, M.; Blagoeva, D.; Mathieux, F.; Pennington, D. (2020): Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020). Final Report. Brüssel: Europäische Kommission.

BMU (Hrsg.) (2021): Novelle des Klimaschutzgesetzes beschreibt verbindlichen Pfad zur Klimaneutralität 2045. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/pressemitteilung/novelle-des-klimaschutzgesetzes-beschreibt-verbindlichen-pfad-zur-klimaneutralitaet-2045/>.

BMVI (2017): Masterplan Schienengüterverkehr. Berlin.

BMVI (2021a): Ergebnisbericht der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität. Ergebnisse aus drei Jahren NPM (2018–2021). Berlin: Nationale Plattform Zukunft der Mobilität.

BMVI (2021b): Nationaler Radverkehrsplan 3.0. Fahrradland Deutschland 2030. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

BMW Group (2021a): BMW Group Werke. Online verfügbar unter <https://www.bmwgroup-werke.com/de.html>.

BMW Group (Hrsg.) (2021b): Unser Werk. Kennzahlen im Überblick. Online verfügbar unter <https://www.bmwgroup-werke.com/leipzig/de/unser-werk.html#ace-448405740>.

BMW Group (Hrsg.) (2021c): Unser Werk. Werk in Zahlen. Online verfügbar unter <https://www.bmwgroup-werke.com/berlin/de/unser-werk.html>.

BMW Group (Hrsg.) (2021d): Unser Werk in Eisenach - Klein, aber oho. Online verfügbar unter <https://www.bmwgroup.jobs/de/de/standorte/werke-in-deutschland/werk-eisenach.html#location=DE,DE/Eisenach>.

BMW Group (Hrsg.) (2021e): Produktionsstart für Batteriemodule im BMW Group Werk Leipzig. Leipzig. Online verfügbar unter https://www.bmwgroup-werke.com/leipzig/de/aktuelles/Start_Batteriemodulfertigung.html#1036428476.

BMZ (2021): Das Lieferkettengesetz ist da. Online verfügbar unter <https://www.bmz.de/de/entwicklungspolitik/lieferkettengesetz>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.

Bormann, R.; Fink, P.; Holzapfel, H. (2018): Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Transformation by Disaster oder by Design?

Bundesagentur für Arbeit (2021): Aus- und Weiterbildungsdatenbank KURSNET. Online verfügbar unter www.kursnet.arbeitsagentur.de.

Bundesagentur für Arbeit, S. (2018a): Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen (WZ 2008) (Quartalszahlen). Region Ostdeutschland.

Bundesagentur für Arbeit, S. (2018b): Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen (WZ 2008) (Quartalszahlen). Region Westdeutschland.

Bundesregierung (2019): Masterplan Ladeinfrastruktur der Bundesregierung. Ziele und Maßnahmen für den Ladeinfrastrukturaufbau bis 2030. Berlin.

Bundesregierung (2020): Nationaler Emissionshandel. Grundlage für CO₂-Preis steht. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/nationaler-emissionshandel-1684508>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.

Bundesregierung (2021a): Klimaschutzgesetz 2021. Generationenvertrag für das Klima. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.

Bundesregierung (2021b): Kohleausstieg und Struktur-
stärkung. Von der Kohle hin zur Zukunft.

Bundesregierung (2021c): Zusätzliches Geld für den Klimaschutz. Sofortprogramm 2022. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/buerokratieabbau/sofortprogramm-klimaschutz-1934852>, zuletzt geprüft am 15.11.2021.

Caba, R. und Rauch, C. (2020): Mobility Zeitgeist Studie. Die mobile Generation Z. Zukunftsinstitut GmbH und Ford-Werke GmbH. Frankfurt am Main.

Chemnitz Automotive Institute; Automobilzulieferer Sachsen; automotive thüringen (2020): Elektromobilität trotz der Automobilkrise, Entwicklungen in Europa 2020–2025.

Circular Economy Initiative Deutschland (2021): Circular Economy Roadmap für Deutschland. München.

CMS Law Tax (2016): Die Automobilindustrie in Osteuropa. CEE German Desk. CMS Legal Services EEIG.

Daimler AG (Hrsg.) (2021a): Berlin, Mercedes-Benz Werk. Online verfügbar unter <https://www.daimler.com/karriere/ueber-uns/standorte/standort-detailseite-5245.html>.

Daimler AG (Hrsg.) (2021b): Kamenz, Deutsche ACCU-MOTIVE GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <https://www.daimler.com/karriere/ueber-uns/standorte/standort-detailseite-5066.html>.

Daimler AG (Hrsg.) (2021c): Kölleda, MDC Power GmbH. Online verfügbar unter <https://www.daimler.com/karriere/ueber-uns/standorte/standort-detailseite-5196.html>.

Daimler AG (Hrsg.) (2021d): Ludwigsfelde, Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH. Online verfügbar unter <https://www.daimler.com/karriere/ueber-uns/standorte/standort-detailseite-5265.html>.

Daimler AG (2021e): Standorte Übersicht. Online verfügbar unter <https://www.daimler.com/karriere/ueber-uns/standorte/>.

Delhaes, D. (2021): Im Windschatten der Elektromobilität. Tesla, BASF und die größte Lithium-Fabrik Europas: Brandenburg könnte sich zum neuen industriellen Zentrum Deutschlands entwickeln. Handelsblatt 14.10.2021, Nr. 199, S. 11. Berlin.

Deloitte (2021): Deloitte Global Supplier Risk Monitor 2021. Frühzeitige Risikoidentifikation und proaktive Transformation in Zeiten von COVID-19 und Disruption in der Autoindustrie.

DERA (2019): DERA-Rohstoffliste 2019. Angebotskonzentration bei mineralischen Rohstoffen und Zwischenprodukten – potenzielle Preis- und Lieferrisiken. Berlin: Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Destatis (2021a): Übersicht über die Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). Wiesbaden.

Destatis (2021b): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output-Rechnung.

Destatis (2021c): Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Früheres Bundesgebiet/Neue Länder, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008 2-/3-/4-Steller). Jahresbericht für Betriebe im Verarb. Gewerbe.

Deutscher Bundestag (2018): Investitionen europäischer Autohersteller im Bereich Elektromobilität. Sachstand. Berlin.

Deutscher Bundestag (Hrsg.) (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz. KSG. Berlin.

Deutsches Patent- und Markenamt (2021): Patentanmeldungen: Bundesländer, Jahre. Berichterstattung über Forschung und Entwicklung.

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG (Hrsg.) (2020): Mut. Der Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht der Porsche AG 2020. Stuttgart.

Duna, G.; Hehl, B.; Prabhakaran, S. (2020): Achieving successful partnerships between automotive and technology companies. USA: Ernst & Young LLP.

Emmelmann, C.; Möhrle, M.; Möller, M.; Rudolph, J.-P.; D'Agostino, N. (2017): Bionic Smart Factory 4.0: Konzept einer Fabrik zur additiven Fertigung komplexer Produktionsprogramme. In: Industrie 4.0 Management, (33), S. 38–42.

e-mobil-BW (Hrsg.) (2019): Strukturstudie BWe mobil 2019. Transformation durch Elektromobilität und Perspektiven der Digitalisierung. Stuttgart: DLR, IMU, bridgeIT.

Europäische Kommission (2021a): Europäisches Klimagesetz. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_de, zuletzt geprüft am 13.09.2021.

Europäische Kommission (2021b): Overview of sustainable finance. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/overview-sustainable-finance_en, zuletzt geprüft am 13.09.21.

Europäische Kommission (2021c): Strategic dependencies and capacities. Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery. Commission Staff Working Document. Brüssel.

Europäische Kommission (2021d): Trade Policy Review – An Open, Sustainable and Assertive Trade Policy. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brüssel.

Europäische Kommission (Hrsg.) (2021e): Vorschlag für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/842 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030 als Beitrag zu Klimaschutzmaßnahmen zwecks Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen von Paris. COM/2021/555 final. In: EUR-Lex.

Europäische Kommission (Hrsg.) (2021f): Europäischer Grüner Deal: Kommission schlägt Neuausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft in der EU vor, um Klimaziele zu erreichen. Brüssel. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_3541.

Europäisches Parlament (Hrsg.) (2019): Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011 (Neufassung). (EU) 2019/631.

European Automobile Manufacturers Association (2021b): The Automobile Industry. Pocket Guide 2021/2022.

Ford Motor Company (2021): Ford in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.ford.de/ueber-ford/standorte-anfahrt>.

Fraunhofer ISI (2021): xEV Datenbank.

Frieske, B.; Stieler, S. (2021): Die „Halbleiter-Krise“ als Folge der Covid-19-Pandemie.

Fujimoto, T. (2019): Appropriate assumption on cross-hauling national input-output table regionalization. In: Spatial Economic Analysis, 106–128.

Göck, M.; Dentz, M.; Preußner, J. (2021): Nachhaltigkeit und Green Finance. Krisenfester Trend statt vorübergehender Hype. Stuttgart: Landesbank Baden-Württemberg; FINANCE, F.A.Z. Business Media.

Grimm, A.; Doll, C.; Hacker, F.; Minnich, L. (2020): Nachhaltige Automobilwirtschaft – Strategien für eine erfolgreiche Transformation. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, Öko-Institut.

- Gropp, M. (2019):** Autohersteller verdoppeln Investitionen in Elektromobilität. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/auto-verkehr/autohersteller-verdoppeln-investitionen-in-elektromobilitaet-16218061.html>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- GTAI (2021):** Industry Overview: The Automotive Industry in Germany 2021/21.
- H2 Mobility (2021):** H2 Mobility: Wir können Wasserstoff. Online verfügbar unter <https://h2.live/de/h2mobility/>.
- Hagedorn, M.; Hartmann, S.; Heilert, D. (2019):** Automobile Wertschöpfung 2030/2050. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.
- Hofstätter, T.; Krawina, M.; Mühlreiter, B.; Pöhler, S.; Tschiesner, A. (2020):** Reimagining the auto industry's future: It's now or never. Wien, Stuttgart, München: McKinsey & Company.
- Huisman, J.; Pavel, C. (2020):** Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. A Foresight Study. Brüssel: Europäische Kommission, Joint Research Centre)Joint Research Centre.
- IEA (2021):** Global EV Outlook 2021.
- ifo Institut (Hrsg.) (2021):** Strukturwandel in der Automobilindustrie – wirkt die Pandemie als Beschleuniger? München.
- Industrie- und Handelskammer (2019):** IHK Zahlen und Fakten. Online verfügbar unter <https://www.ihk.de/zahlen-und-fakten>, zuletzt geprüft am 03.11.2021.
- Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau (2017):** Mehr Industrie wagen!
- International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (Hrsg.) (2021):** World Motor Vehicle Production.
- IW Consult GmbH; Fraunhofer IAO (2021):** Wirtschaftliche Bedeutung regionaler Automobilnetzwerke in Deutschland.
- Kagermann, H.; Süssenguth, F.; Körner, J.; Liepold, A.; Behrens, J. H. (2021):** Resilienz der Fahrzeugindustrie: Zwischen globalen Strukturen und lokalen Herausforderungen. Acatech IMPULS.
- Kaiser, O. S.; Malanowski, N. (2020):** Autonome Klein- und Omnibusse im öffentlichen Verkehr.
- Kammourieh, S.; Vallée, S. (2021):** The Political Economy of Green Regulation. Briefing Paper September 2021. London: E3G.
- Kohlisch, E.; Koppel, O.; Küper, M.; Puls, T. (2021):** Innovationswandel in der deutschen Kfz-Industrie. In: IW-Trends, 48 (3).
- Krail, M. (2020):** Auto tankt Internet. Auswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens auf den Energieverbrauch von Fahrzeugen, Datenübertragung und Infrastruktur. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Krail, M.; Hellekes, J.; Schneider, U.; Dütschke, E.; Schellert, M.; Rüdiger, D.; Steindl, A.; Luchmann, I.; Waßmuth Volker; Flämig, H.; Schade, W.; Mader, S. (2019):** Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr.
- Kreuels, B. (2020):** Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2018.
- Krzywdzinski, M. (2020):** Automatisierung, Digitalisierung und Wandel der Beschäftigungsstrukturen in der Automobilindustrie: Eine kurze Geschichte vom Anfang der 1990er bis 2018. In: WZB Discussion Paper, No. SP III 2020-302.
- Land Brandenburg (2021):** Häufig gestellte Fragen zur Tesla-Ansiedlung. Beschäftigte. Online verfügbar unter <https://www.brandenburg.de/de/tesla/bb1.c.658136.de>.
- Lehmann, P.; Korte, K.; Jöhrens, J.; Lambrecht, U. (2020):** Technologieneutralität im Kontext der Verkehrswende. Kritische Beleuchtung eines Postulats. Berlin: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH UFZ, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH.
- Linnert, P.; Chan, C. (2019):** A Reuters analysis of 29 global automakers found that they are investing at least \$300 billion in electric vehicles, with more than 45 percent of that earmarked for China. Alleine 45 Prozent der Investitionspläne entfallen auf China. Online verfügbar unter <https://graphics.reuters.com/AUTOS-INVESTMENT-ELECTRIC/010081ZB3HD/index.html>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- MAN Truck & Bus (2021):** Produktion. Standorte. Online verfügbar unter <https://www.mantruckandbus.com/de/unternehmen/produktionsstandorte.html>.

Marscheider-Weideman, F.; Langkau, S.; Baur, S.-J.; Bil-
laud, M.; Deubzer, O.; Eberling, E.; Erdmann, L.; Haendel,
M.; Krail, M.; Loibl, A.; Maisel, F.; Marwede, M.; Neef, C.;
Neuwirth, M.; Rostek, L.; Rückschloss, J.; Shirinzadeh,
S.; Stijepic, D.; Tercero Espinoza, L.; Tippner, M. (2021):
Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021. Berlin.

Metzner, T. (2021): Mercedes baut neue Elektro-Vans
in Ludwigsfelde. Online verfügbar unter <https://www.tagesspiegel.de/berlin/50-millionen-euro-investitionen-mercedes-baut-neue-elektro-vans-in-ludwigsfelde/27055436.html>, zuletzt geprüft am 24.08.2021.

Meyer, K.; Maier, U. (2020): Weiter denken, schneller
laden. Welche Ladeinfrastruktur es für den Erfolg der
Elektromobilität in Städten braucht. Diskussionspapier.
Berlin.

Mönning, A.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G.; Helm-
rich, R. (2018): IAB Forschungsbericht Elektromobilität
2035. IAB.

Münzel, C.; Plötz, P.; Sprei, F.; Gnann, T. (2019): How
large is the effect of financial incentives on electric ve-
hicle sales? – A global review and European analysis. In:
Energy Economics, 84, S. 104493.

Neef, C.; Schmaltz, T.; Thielmann, A. (2021): Recycling
von Lithium-Ionen-Batterien: Chancen und Herausfor-
derungen für den Maschinen- und Anlagenbau. Kurz-
studie. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung ISI.

OECD (2021): OECD Economic Surveys: European Union
2021. Paris: OECD Publishing.

Opel (Hrsg.) (2020): Ganz besonderes Jubiläum: 30
Jahre Opel aus Eisenach. Eisenach/Rüsselsheim. On-
line verfügbar unter <https://de-media.opel.com/de/10-01-30-jahre-opel-aus-eisenach>.

Plötz, P.; Wachsmuth, J.; Gnann, T.; Neuner, F.; Speth,
D.; Link, S. (2021): Net-zero-carbon transport in Europe
until 2050 – Targets, technologies and policies for a long
term EU strategy. Draft. Karlsruhe.

Porsche AG (Hrsg.) (2020): Zehn Jahre Hybrid-Fertigung
im Porsche-Werk Leipzig. Online verfügbar unter https://presse.porsche.de/prod/presse_pag/PressResources.nsf/Content?ReadForm&languageversionid=1149353&levelid=3.

Proff, H.; Obenland, P.; Witzemann, T.; Klein, F. (2021):
Scenarios for Tomorrow. The Future of the Automotive
Supplier Industry by 2030. Deloitte.

Puls, T. (2021): Strukturwandel in der Automobilindustrie
– wirkt die Pandemie als Beschleuniger?, ifo Schnell-
dienst 5 / 2021, 74. Jahrgang 12. Mai 2021.

Puls, T.; Fritsch, M. (2020): Eine Branche unter Druck. Die
Bedeutung der Automobilindustrie in Deutschland. Köln.

PwC (2021): Autonome Busse im ÖPNV.

PwC Strategy& (Hrsg.) (2021a): Für eine erfolgreiche
Automobilzulieferindustrie von morgen. Studie zur Ent-
wicklung der Automobilzulieferindustrie.

PwC Strategy& (2021b): Stimmungsbarometer Automo-
tive 2021.

PwC Strategy& (2021c): The 2020 Digital Auto Report.
Navigating through a post-pandemic world.

Richter, Ch. (2021): Was hinter dem Streit um Elon Musks
E-Auto-Fabrik steckt. Online verfügbar unter https://www.deutschlandfunk.de/teslas-gigafactory-im-brandenburgischen-wasserschutzgebiet.724.de.html?dram:article_id=504858, zuletzt geprüft am 03.11.2021.

Scheel, K.-C.; Ellett, P. (2021): The EU's „Fit for 55“-pa-
ckage. Perspectives of the German automotive industry.
Position. Berlin: Verband der Automobilindustrie.

SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP (Hrsg.) (2021): Mehr
Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und
Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis
90/Die Grünen und FDP. Berlin.

Statista (2018): Number of employees at Opel/Vauxhall
in selected European cities in 2018. Online verfügbar
unter <https://www.statista.com/statistics/1027950/opel-vauxhall-employee-numbers-europe/>.

Statista (2021): Bildungsstand – Bevölkerung nach
Alter und Schulabschluss 2019. Online verfügbar unter
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/197269/umfrage/allgemeiner-bildungsstand-der-bevoelkerung-in-deutschland-nach-dem-alter/>, zuletzt geprüft am
07.09.2021.

Statistik Bundesagentur für Arbeit (Hrsg.) (2021): Be-
schäftigte nach Wirtschaftszweigen (WZ 2008) (Quartals-
zahlen). Nürnberg.

- Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Hrsg.) (2021):** Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort in der Wirtschaftsabteilung 29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteile (WZ 2008) nach Berufsgruppen (KldB 2010). Auftragsnummer 317195.
- Statistisches Bundesamt (2017):** Wirtschaftsrechnung. Einkommens- und Verbraucherstichprobe. Aufgabe, Methode und Durchführung. Fachserie 15 Heft 7.
- Statistisches Bundesamt (2019):** Jahresbericht für Betriebe. Betriebe von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden mit 20 und mehr tätigen Personen.
- Statistisches Bundesamt (2021a):** Bruttoanlageninvestitionen in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2016. Reihe 1, Länderergebnisse Band 3.
- Statistisches Bundesamt (2021b):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. Input-Output-Rechnung 2015. Fachserie 18 Reihe 2.
- Statistisches Bundesamt (2021c):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder.
- Statistisches Bundesamt (2021d):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder. Entstehung, Verteilung und Verwendung des Bruttoinlandsproduktes in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2018. Reihe 1, Länderergebnisse Band 5.
- Statistisches Bundesamt (2021e):** Wirtschaftliche Auswirkungen. Statistiken mit Bezug zu COVID-19.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2021f):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Wichtige Zusammenhänge im Überblick. 2020.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2021):** Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland.
- Stiftung Arbeit und Umwelt (2021):** Branchenausblick 2030+: Die Chemieindustrie. Berlin.
- Sustainable Finance (2021):** Shifting the Trillions. Ein nachhaltiges Finanzsystem für die große Transformation. 31 Empfehlungen des Sustainable-Finance-Beirats an die Bundesregierung. Berlin: Sustainable-Finance-Beirat der Bundesregierung.
- Tercero Espinoza, L.; Schrijvers, D.; Chen, W.-Q.; Dewulf, J.; Eggert, R.; Goddin, J.; Habib, K.; Hagelüken, C.; Hurd, A. J.; Kleijn, R.; Ku, A. Y.; Lee, M.-H.; Nansai, K.; Nuss, P.; Peck, D.; Petavratzi, E.; Sonnemann, G.; van der Voet, E.; Wäger, P. A.; Young, S. B.; Hool, A. (2020):** Greater circularity leads to lower criticality, and other links between criticality and the circular economy. In: Resources, Conservation and Recycling, 159, S. 104718.
- Territory Embrace GmbH (2021):** Ausbildung.de. Online verfügbar unter <https://www.ausbildung.de/>, zuletzt geprüft am 03.11.2021.
- Then, V.; Schmidt, T. (2021):** Impact Investing in Deutschland 2020. Ein dynamischer Wachstumsmarkt. Marktstudie Langfassung. Heidelberg: Centrum für soziale Investitionen und Innovationen (CSI) der Universität Heidelberg.
- Umweltbundesamt (2021):** Emissionen des Verkehrs. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#pkw-fahren-heute-klima-und-umweltvertraglicher>.
- VDA (2020):** Jahresbericht 2020. Die Automobilindustrie in Daten und Fakten. Berlin.
- VDA (2021a):** Neuzulassungen und Besitzumschreibungen.
- VDA (2021b):** Automobilproduktion. Inlandsproduktion. Verband der Automobilindustrie e.V.
- VDA (2021c):** Analysen zur Automobilkonjunktur 2020. Verband der Automobilindustrie.
- VDA (2021d):** Export. Verband der Automobilindustrie.
- Velten, E. K.; Brauer, C.; Thie, J.-E. (2020):** Used vehicle trade and fleet composition in Europe. Final Report. Kopenhagen: Econogic; Fraunhofer ISI.
- Verband der Automobilindustrie e.V. (Hrsg.) (2021e):** Elektroanteil abermals mit neuem Höchstwert - Inlandsproduktion und Export geben weiter kräftig nach. Berlin. Online verfügbar unter https://www.vda.de/vda/de/presse/Pressemeldungen/211005_Deutscher-Pkw-Markt-im-September--Rund-ein-Viertel-weniger-Neuzulassungen.
- Volkswagen (2021):** Produktion und Standorte. Online verfügbar unter <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/produktion-und-standorte-3695>.

Volkswagen Sachsen (Hrsg.) (2021a): Volkswagen Sachsen GmbH Gläserne Manufaktur Dresden. Online verfügbar unter <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/volkswagen-sachsen-gmbh-glaeserne-manufaktur-dresden-5906>.

Volkswagen Sachsen (Hrsg.) (2021b): Volkswagen Sachsen GmbH Standort Chemnitz. Online verfügbar unter <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/volkswagen-sachsen-gmbh-standort-chemnitz-6882>.

Volkswagen Sachsen (2021c): Volkswagen Sachsen GmbH Werk Zwickau. Online verfügbar unter <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/volkswagen-sachsen-gmbh-werk-zwickau-5901>, zuletzt geprüft am 03.08.2021.

Volkswagen Sachsen (Hrsg.) (2021d): Start der ID.3 Serienproduktion: Gläserne Manufaktur Dresden wird Volkswagen Home of ID. Online verfügbar unter <https://www.glaesernemanufaktur.de/de/pressemitteilungen/Start-der-ID3-Serienproduktion-in-der-GMD1.html>.

Weber, T.; Bertschek, I.; Ohnemus, J.; Ebert, M. (2018): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018. Berlin: Kantar TNS, ZEW Mannheim.

Wietschel, Martin et al. (2017): Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Deutschland in Zeiten zunehmender Elektromobilität, Working Paper Sustainability and Innovation, No. S09/2017, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0011-n-4613787>

Wikipedia (2021): Opel. Standorte und Werke. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Opel>.

Winkelhake, U. (2021): Die digitale Transformation der Automobilindustrie. Treiber – Roadmap – Praxis. Berlin Germany: Springer Vieweg.

**Stiftung Arbeit und Umwelt
der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie**

Inselstraße 6
10179 Berlin
Telefon +49 30 2787 1325

Königsworther Platz 6
30167 Hannover
Telefon +49 511 7631 472

E-Mail: arbeit-umwelt@igbce.de
Internet: www.arbeit-umwelt.de

