SSOAR

Open Access Repository
www.ssoar.info

Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation - Branchenbericht: Automobile

Priesack, Kai; Apt, Wenke; Glock, Gina; Strach, Heike; Krabel, Stefan; Bovenschulte, Marc

Veröffentlichungsversion / Published Version
Forschungsbericht / research report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:
Bundesministerium für Arbeit und Soziales

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:
Priesack, K., Apt, W., Glock, G., Strach, H., Krabel, S., & Bovenschulte, M. (2018). *Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation - Branchenbericht: Automobile.* (Forschungsbericht / Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB522/1). Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Institut für Innovation und Technik -iit-. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-60842-3

Nutzungsbedingungen:
Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:
This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.
By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

gesis Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

FORSCHUNGSBERICHT

522/1

Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation

– Branchenbericht: Automobile –

Dezember 2018

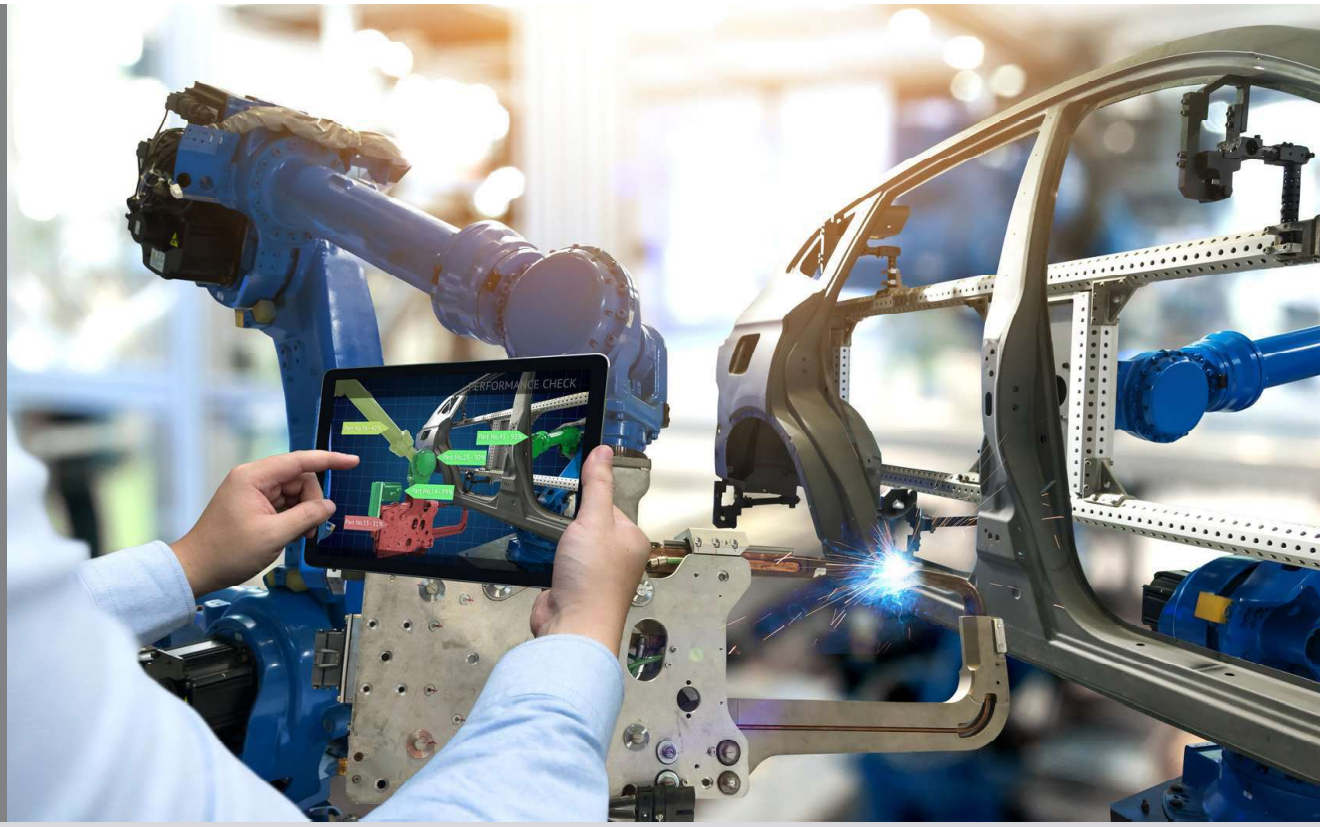
ISSN 0174-4992

INSTITUT FÜR
INNOVATION UND
TECHNIK

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Branchenbericht: Automobil

Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation

Kai Priesack, Wenke Apt, Gina Glock, Heike Strach,
Stefan Krabel, Marc Bovenschulte

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **1**

Abbildungsverzeichnis **2**

Tabellenverzeichnis **3**

1 Zusammenfassung **4**

2 Zielsetzung und Vorgehen **6**

2.1 Zielsetzung 6
2.2 Projektdesign 6
2.3 Methodische Ansätze 7
2.3.1 Empirische Analysen 7
2.3.2 Delphi-Verfahren 8
2.3.3 Fallstudien 9
2.3.4 Synthetisierte Roadmap 9

3 Branchenübersicht **11**

3.1 Wirtschaftliche Kennzahlen 11
3.2 Aktuelles 12

4 Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation **15**

4.1 Übersicht 15
4.2 Technologie 21
4.2.1 Wandel des Kerngeschäfts 21
4.2.2 Digitale Anwendungen 24
4.2.1 Gestaltungsoptionen 27
4.3 Organisation 28
4.3.1 Digitalisierung und Qualität der Arbeit 28
4.3.2 Wandel zu flexibleren Organisationsstrukturen 31
4.3.3 Arbeitssystem als Lernsystem 34
4.3.4 Gestaltungsoptionen 40
4.4 Qualifikation 41
4.4.1 Begegnung der Qualifikations- und Kompetenzbedarfe 41
4.4.2 Ausrichtung der beruflichen und akademischen Erstausbildung 44
4.4.3 Weiterbildung zur Personalentwicklung 47
4.4.4 Kernkompetenzen und Berufsbilder der Zukunft 50
4.4.5 Gestaltungsoptionen 55

5 Fallstudien **56**

5.1 Produktion und Elektromobilität 56
5.2 Geschäftsmodelle 58

6 Szenario: Automobilindustrie 2030 ..... **60**

7 Anhang **62**

8 Literaturverzeichnis **64**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: QuaTOQ-Projektdesign 6
Abbildung 2: Beschäftigte in der deutschen Automobilindustrie, 2005 – 2017 11
Abbildung 3: Inlands- und Auslandsumsatz der deutschen Automobilindustrie 12
Abbildung 4: Veränderung im Arbeitsumfeld in den letzten 2 Jahren, 2012 15
Abbildung 5: Vorbereitung der Automobilbranche auf den Strukturwandel 16
Abbildung 6: Synthetisierte Roadmap 17
Abbildung 7: Automobilbranche als Mobilitätsanbieter 21
Abbildung 8: Kooperation der Automobilunternehmen 22
Abbildung 9: Verbreitung der Arbeit mit digitalen Mitteln, 2016 24
Abbildung 10: Verbreitung und Formen der Arbeit mit digitalen Mitteln, 2016 25
Abbildung 11: Einsatz von digitalen Anwendungen in der Automobilindustrie 26
Abbildung 12: Stufen der Arbeitsqualität des DGB-Index Gute Arbeit 28
Abbildung 13: DGB-Index Gute Arbeit und Kriterien der Guten Arbeit 29
Abbildung 14: Folgen der Arbeit mit digitalen Mitteln aus Sicht der Beschäftigten, 2016 30
Abbildung 15: Gestaltung der Arbeit mit digitalen Mitteln aus Sicht der Beschäftigten, 2016 30
Abbildung 16: Zukünftige Flexibilisierung der Arbeitsorganisation 32
Abbildung 17: Zukünftige Form der Arbeitsorganisation 32
Abbildung 18: Branchentypen nach indexbasiertem Ansatz 35
Abbildung 19: Typen der Lernförderlichkeit 37
Abbildung 20: Lernförderlichkeit des Arbeitsumfelds 37
Abbildung 21: Zukünftige Bedeutung von Lernförderlichkeit des Arbeitsumfelds 38
Abbildung 22: Kriterien zur Schaffung von Lernförderlichkeit 38
Abbildung 23: Wandel der Handlungs- und Entscheidungsspielräume 39
Abbildung 24: Sozialversicherungspflichtige Beschäftigung nach Qualifikation 41
Abbildung 25: Zukünftiger Anteil an hochqualifizierten Beschäftigten 41
Abbildung 26: Änderung der Rahmenlehrpläne für die berufliche Ausbildung 46
Abbildung 27: Fokus der formalen Ausbildung 46
Abbildung 28: Anpassung der Personalstruktur 48
Abbildung 29: Zukünftige Weiterbildungsbedarfe 49
Abbildung 30: Heutige und zukünftige Bedeutung ausgewählter Kompetenzen 50
Abbildung 31: Berufliche und akademische Ausbildungen im Wandel 53
Abbildung 32: Zukünftige Entwicklung neuer Berufsbilder 54

Bildnachweis Titel: zapp2photo/Fotolia

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teilnehmendenübersicht des ersten Zyklus der Delphi-Befragung 9
Tabelle 2: Gestaltungfelder einer lernförderlichen Arbeitsumgebung 34
Tabelle 3: Maßnahmen zur Begegnung des zukünftigen Bedarfs an Qualifikationen und Kompetenzen, 2015 42
Tabelle 4: Ermittlung des zukünftigen Bedarfs an Qualifikationen innerhalb des Unternehmens, 2015 43
Tabelle 5: Betriebliches Weiterbildungsangebot in Unternehmen, 2015 48
Tabelle 6: Tätigkeitsprofile und Substituierbarkeitspotenziale ausgewählter Berufe, 2013 51
Tabelle 7: Definition der Branchen nach Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008, WZ2008 62
Tabelle 8: Indikatorenauswahl und -gewichtung für Branchentypisierung 63

1 Zusammenfassung

Die Automobilbranche befindet sich in einem umfassenden Wandlungsprozess. Im Fokus zukunftsorientierter Antriebskonzepte steht zunehmend die Elektromobilität. Neue Technologien und Geschäftsmodelle verändern dabei nicht nur die Arbeitsprozesse bei den Herstellern, sondern auch den Zulieferern. Deutsche Hersteller sehen sich im Feld innovativer Antriebskonzepte neben den etablierten Wettbewerbern mit neuen Konkurrenten konfrontiert, die ebenso eine führende Rolle als Leitmarkt anstreben. Parallel zur Elektromobilität werden digitale Geschäftsmodelle immer wichtiger und das automatisierte Fahren gewinnt an Bedeutung. Die Automobilunternehmen stehen vor der Herausforderung den wirtschaftlichen und technologischen Unsicherheiten zum Trotz, auf der einen Seite das traditionelle Kerngeschäft der Verbrennungsmotoren fortzuführen, auf der anderen Seite aber neue flexible Organisations- und Qualifizierungsstrukturen zu etablieren, mit denen die über 800.000 Beschäftigten dazu befähigt werden, die Entwicklung und Verbreitung neuer Geschäftsfelder voranzutreiben.

Um den zukünftigen Erfolg der deutschen Automobilbranche sicherzustellen, bedarf es einer ganzheitlichen Betrachtung und frühzeitigen Antizipation des branchenspezifischen Wandels von Tätigkeiten, Arbeitsinhalten und Arbeitsabläufen. Dazu werden in diesem Bericht das Zusammenspiel und die wechselseitigen Abhängigkeiten von Technologie, Organisation und Qualifikation in der Automobilindustrie untersucht. Ziel ist es, die Auswirkungen neuer technologischer und digitaler Produkte (z. B. Elektromobilität, digitale Geschäftsmodelle) und neuer digitaler Anwendungen im Produktionsprozess (z. B. digitale Assistenzsysteme, vernetzte Produktion) auf die Arbeitsorganisation und die zukünftigen Qualifikations- und Kompetenzbedarfe zu untersuchen.

Auf Ebene der **Technologie** findet in der Automobilbranche ein **Wandel des Kerngeschäfts** statt. Neben dem Verbrennungsmotor bilden neue Mobilitätsdienste, digitale Geschäftsmodelle sowie Innovationen für Antrieb, Energiespeicherung, Fahrerassistenz und autonomes Fahren kurz- bis mittelfristig die neuen Kerngeschäfte.

Die Automobilbranche zeichnet sich schon heute durch eine hohe Nutzung **von digitalen Anwendungen** aus. Nicht nur die Arbeit mit computergesteuerten Maschinen und Robotern und softwaregesteuerte Arbeitsabläufe sondern auch gemeinsame Projektarbeit über das Internet sind in der Automobilindustrie deutlich verbreiteter als in anderen Branchen des produzierenden Gewerbes. Auch bei der Entwicklung hin zu vernetzten Produktionssystemen nimmt die Branche eine Vorreiterrolle ein.

In der (Arbeits-)**Organisation** steht die **Digitalisierung** am Arbeitsplatz im engen Zusammenhang mit der **Qualität der Arbeit**. Während die Arbeitsqualität in der Automobilbranche insgesamt positiv bewertet wird, zeigt sich, dass bei der Arbeit mit digitalen Arbeitsmitteln noch Verbesserungspotenzial besteht. So hat die Arbeitsbelastung und Arbeitsmenge aus Sicht der Beschäftigten durch die Digitalisierung vergleichsweise stark zugenommen, während der Einfluss der Beschäftigten auf die Art und Weise des Technologieeinsatzes am Arbeitsplatz eher gering ist.

Neue Technologien und Geschäftsmodelle in Kombination mit Unsicherheiten hinsichtlich der zu erwartenden Marktrelevanz erfordern einen **Wandel zu flexibleren Organisationsstrukturen** in der Automobilindustrie. Bisher zeichnet sich die Automobilbranche durch eine problemlösungsorientierte und normbasierte Arbeitsweise aus, die meist von hierarchischen Strukturen geprägt ist. Perspektivisch sind hingegen in ausgewählten Geschäftsbereichen zunehmend dezentrale, agile Entscheidungs- und Arbeitsstrukturen zu erwarten.

Durch innovative Konzepte der Arbeitsorganisation kann das **Arbeitssystem als Lernsystem** dienen und eine arbeitsplatznahe Qualifizierung befördern. Die Lernförderlichkeit des Arbeitsumfeldes in der Automobilbranche ist vergleichbar mit anderen Branchen des produzierenden Gewerbes. Zukünftig

können insbesondere die Förderung einer Lernkultur im Unternehmen, erweiterte Handlungsspielräume und der Einsatz von Technologie zu einer Steigerung des Lernens im Prozess der Arbeit führen. Der vielseitige Einsatz von digitalen Arbeitsmitteln in der Automobilbranche bietet dazu gute Voraussetzungen.

Auf der Ebene **Qualifikation** versuchen Unternehmen der Automobilbranche den **Qualifikations- und Kompetenzbedarf** gleichermaßen durch Neueinstellungen und Weiterbildung der derzeitig Beschäftigten **zu begegnen**. Darüber hinaus dienen interne Reorganisationen der besseren Nutzung verfügbarer Qualifikationspotenziale. Unterstützend erfolgt die Ermittlung zukünftiger Qualifikationsbedarfe in vielen Unternehmen der Branche als Teil des allgemeinen Planungsprozesses.

Mit Blick auf die Elektromobilität wird die **Ausrichtung der beruflichen und akademischen Erstausbildung** den aktuellen Anforderungen in weiten Teilen bereits gerecht. Ausbaufähig sind unterdessen die Qualifikationsangebote zu Batteriesystemen. Anpassungen der Lehrinhalte zu neuen Technologien werden bisher inkrementell integriert. Eine beschleunigte Digitalisierung könnte zukünftig tiefgreifende Anpassungen bei der formalen Ausbildung erfordern.

Verschiebungen in der Bedeutung von alten und neuen Technologien und Geschäftsmodellen erfordern eine umfassende **Weiterbildung zur Personalentwicklung** der derzeit in der Automobilbranche Beschäftigten. Schon heute bieten viele Unternehmen der Branche Möglichkeiten zur Weiterbildung am und außerhalb des Arbeitsplatzes und in Form von unternehmensinternen und -externen Lehrveranstaltungen an. Mit Blick in die Zukunft steht die Branche vor der Herausforderung, zeitnah ausreichend Weiterbildungskapazitäten und neue Weiterbildungsinhalte bereitzustellen. Zudem werden zukünftig informelle Formen des Lernens am Arbeitsplatz an Bedeutung gewinnen.

Die **Kernkompetenzen** der Automobilbranche werden neben technischen Fachkenntnissen zukünftig vor allem Systemwissen und ganzheitliches Denken in Kombination mit umfassenden IKT-Kenntnissen sein. Dies spiegelt sich auch in den **Berufsbildern der Zukunft** wider, die sowohl bei betriebswirtschaftlicher als auch technischer Ausrichtung zunehmend digitale Kompetenzen erfordern. Neben einem Wandel bestehender Berufe wie bspw. dem Mechatroniker oder dem/der Automobilkaufmann/-frau, sind zukünftig auch neue Berufsbilder wie Prozesstechniker oder Mobilitätsberater zu erwarten.

2 Zielsetzung und Vorgehen

2.1 Zielsetzung

Der allgemeine Wandel von Tätigkeiten, Arbeitsinhalten und -abläufen unter dem Einfluss der Digitalisierung und unterschiedlicher Modelle der Arbeitsorganisation wie auch die damit verbundenen Qualifikations- und Kompetenzbedarfe wurden in Fachveröffentlichungen in der jüngeren Vergangenheit zwar behandelt, aber kaum aufeinander bezogen. Aus diesem Grund zielt das Forschungsvorhaben QuaTOQ darauf ab, zukünftige Arbeitsformen und -inhalte vor dem Hintergrund einer weiterhin zunehmenden Technisierung, vor allem aber Digitalisierung der Leistungserbringung und Wertschöpfung, *branchenbezogen* zu betrachten und diese mit Fragen der Beschäftigungs- und Innovationsfähigkeit quantitativ wie qualitativ zu verbinden.

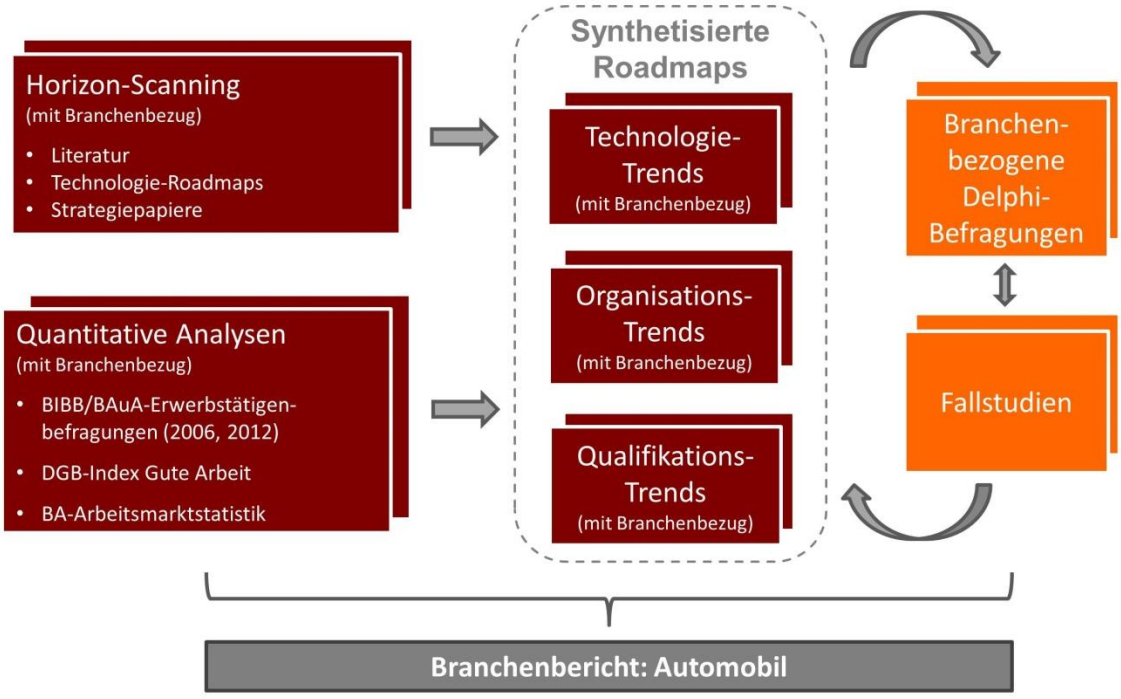
Mit dem Forschungsprojekt sollen das komplexe Zusammenspiel und die wechselseitigen Abhängigkeiten von Technologie, Organisation und Qualifikation betrachtet werden. Die Untersuchungen beziehen sich einerseits auf die Arbeitswelt und somit die Arbeitsbedingungen der Beschäftigten im weitesten Sinne. Andererseits werden Fragen des Arbeitsmarktes thematisiert, und somit Aspekte der aktuellen Beschäftigungsverhältnisse und relevanter Trends im Hinblick auf Branchen oder entsprechende Digitalisierungsgrade von Tätigkeiten.

Der vorliegende Bericht zur Automobilbranche ist Teil einer Serie von Branchenberichten, die im Rahmen des Forschungsprojektes QuaTOQ erstellt werden.

2.2 Projektdesign

Um ein umfassendes Bild der vergangenen Entwicklungen und zukünftigen Trends beim komplexen Zusammenspiel zwischen den Ebenen Technologie, Organisation und Qualifikation in der Automobilbranche zu erhalten, integriert das Projektdesign qualitative und quantitative Methoden in einem iterativen Prozess (Abbildung 1).

Abbildung 1: QuaTOQ-Projektdesign



Quelle: Eigene Darstellung.

In einem ersten Schritt werden auf Grundlage eines Horizon-Scannings[1] und empirischen Analysen (siehe Abschnitt 2.3.1) branchenspezifische Trends und Szenarien abgeleitet. In einem zweiten Schritt werden diese Szenarien auf Basis einer Delphi-Befragung validiert und angepasst (siehe Abschnitt 2.3.2) und in praxisbezogenen Fallstudien weiter vertieft (siehe Abschnitt 2.3.3). Die Kernszenarien und Themen werden schließlich in einer synthetisierten Roadmap visualisiert und vertiefend diskutiert (siehe Abschnitt 2.3.4). Dieser mehrstufige Ansatz verbindet somit das Wissen aus der Literatur und datenbasierten Analysen mit Wissen aus der Praxis.

2.3 Methodische Ansätze

2.3.1 Empirische Analysen

Die primäre Datengrundlage der statistischen Analysen bildet die **BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung (ETB) 2012**, eine repräsentative Erhebung von Kernerwerbstätigen in Deutschland (vgl. Rohrbach-Schmidt 2009, Rohrbach-Schmidt und Hall 2013).[2] Die Befragung umfasst pro Welle ca. 20.000 Erwerbstätige und adressiert die Kernthemen „Arbeit und Beruf im Wandel“ und „Erwerb und Verwertung von beruflichen Qualifikation“. Die analysierte Stichprobe beinhaltet alle befragten Erwerbspersonen im Alter zwischen 18 und 64 Jahren, die mindestens zehn Stunden wöchentlich arbeiten und nicht in Ausbildung sind. Zur Wahrung der Bevölkerungsrepräsentativität erfolgt die Auswertung der Stichprobe unter Berücksichtigung der Stichprobendesign- und Ausfallgewichtung (Gensicke et al. 2012). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Antworten die subjektive Einschätzung der Befragten abbilden. Für eine branchenbezogene Analyse der Daten wurden 34 Branchen als Kombinationen von (aggregierten) Wirtschaftszweigen (Klassifikation WZ2008[3]) und Berufen (Klassifikation KldB2010[4]) definiert (siehe Tabelle 7 im Anhang).[5] Branchen werden weitergehend als „wertschöpfender Kern“ definiert, indem Erwerbstätige aus nachgeordneten Service-Berufen aus der Stichprobe entfernt werden (vgl. Fußnote zu Tabelle 7). Die **Branche „Automobil“** ist in den Datenanalysen durch die Beschäftigung in Kernberufen des Wirtschaftszweigs „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ definiert. Dabei ist anzumerken, dass mit dem Wirtschaftszweig solche Hersteller und Zulieferer erfasst werden, die vorwiegend für die Automobilindustrie tätig sind.[6] Die Unterscheidung nach den Vergleichsgruppen „produzierendes Gewerbe“ und „Dienstleistungen“ erfolgt nach Wirtschaftszweigen auf Basis der Definition des Statistischen Bundeamtes (2017b).[7]

Als ergänzende Datenbasis wird der **DGB-Index Gute Arbeit 2012–2017** herangezogen. Dieser Index ist eine seit 2007 jährlich durchgeführte repräsentative Erwerbstätigenbefragung zu Arbeitsbedingungen

---

[1] Das Horizon-Scanning beinhaltete eine umfangreiche Auswertung von verschiedenen Quellen wie renommierte Fachzeitschriften, graue Literatur, Strategiepapiere und Forschungsberichte von relevanten Akteuren aus Wirtschaft, Verbänden und Wissenschaft, Forschungsnachrichten von großen Förderorganisationen, etablierte Tagespresse und populärwissenschaftliche Zeitschriften und Experten-Abfragen.

[2] Aktuell erfolgt die Neuauflage der Erwerbstätigenbefragung (BIBB/BAuA-ETB 2018). Diese steht jedoch erst ab dem ersten Quartal 2020 für die allgemeine Forschung zur Verfügung und kann daher in diesem Bericht nicht verwendet werden (https://www.bibb.de/de/65740.php).

[3] https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftklassifikationen/Content75/KlassifikationWZ08.html zuletzt aufgerufen am 07.08.2018.

[4] https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Berufe/KlassifikationKldb2010.html zuletzt aufgerufen am 24.07.2018.

[5] Die Definition der Branche „Pflege und Versorgung“ stellt einen Sonderfall dar und setzt sich ausschließlich aus Gesundheits-, Kranken- und Altenpfleger/-innen zusammen, die in Wirtschaftszweigen des Gesundheits- und Sozialwesens tätig sind.

[6] Somit werden Zulieferer-Unternehmen, die zwar als Zulieferer für Automobilunternehmen tätig sind, ihre Hauptgeschäftstätigkeiten aber in anderen Branchen liegen, nicht der Automobilbranche zugeordnet.

[7] Eine Ausnahme bildet die Branche „Pflege und Versorgung“, die in Anlehnung an Roth (2017) der Vergleichsgruppe „Dienstleistungen“ zugeordnet wird.

sowie physischer und psychischer Belastung von Beschäftigten in Deutschland. Mit dem DGB-Index Gute Arbeit wird basierend auf 11 Kriterien eine Messung von der Arbeitsqualität angestrebt. Seit der Weiterentwicklung des DGB-Index in der Erhebungsperiode 2011/2012 (Holler 2013) umfasst die Befragung insgesamt mehr als 40.000 Erwerbstätige. Die Befragungswelle von 2016 umfasst 9.737 abhängig Beschäftigte und beinhaltet eine Sonderauswertung zum Thema „Die Digitalisierung der Arbeitswelt“ (Holler 2017). In Anlehnung an die BIBB/BAuA-ETB 2012-Analyse umfasst die Stichprobe alle befragten Erwerbspersonen bis zum Alter von 65 Jahren, die nicht in Ausbildung sind. Die Auswertung erfolgt unter Berücksichtigung von verfügbaren Gewichtungsfaktoren. Wie bei der BIBB/BAuA-ETB 2012 ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass die Antworten die subjektive Einschätzung der Befragten abbilden. Darüber hinaus erfolgt die Branchendefinition in den Daten des DGB-Index Gute Arbeit ausschließlich über den Wirtschaftszweig.

2.3.2 Delphi-Verfahren

Mit der Delphi-Befragung werden branchenspezifische Trends zu Technologie, Organisation und Qualifikation durch Experten der Automobilbranche konkretisiert und validiert. Die Befragung erfolgte anonym als softwaregestützte Online-Befragung in zwei Zyklen im Zeitraum von Mai bis Juni 2018. In der ersten Runde der Delphi-Befragung wurden die Expertinnen und Experten gebeten, 34 geschlossene und offene Fragen bzw. Frageblöcke zu beantworten. In der ersten Befragungsrunde zur Automobilbranche haben 23 Personen den Fragebogen abgeschlossen. In der zweiten Runde der Delphi-Befragung hatten die Expertinnen und Experten die Möglichkeit, auf Grundlage der Kollektivmeinung aus der ersten Runde ihre Aussagen mit den Meinungen der anderen Experten zu ausgewählten Thesen zu reflektieren, vertiefende Thesen zu bewerten und in offenen Fragen weitere Beispiele zu nennen. In der zweiten Delphi-Runde schlossen zehn Personen den Fragebogen ab. Aufgrund dieser geringen Teilnehmerzahl basieren die im Bericht dargestellten Ergebnisse der geschlossenen Fragen ausschließlich auf den Ergebnissen der ersten Befragungsrunde. Diese werden jedoch um qualitative Aussagen aus den offenen Fragen der zweiten Delphi-Runde ergänzt.[8] Sofern nicht anders angegeben, beziehen sich die Expertenangaben auf die Einschätzung von Veränderungen der Automobilbranche innerhalb der kommenden 10 Jahre.

[8] Darüber hinaus diente eine interne Auswertung der geschlossenen Fragen aus der zweiten Runde als Plausibilitätscheck. Dabei zeigte sich, dass die Kernergebnisse der ersten Runde durch die Teilnehmenden der zweiten Runde bestätigt wurden.

Tabelle 1: Teilnehmendenübersicht des ersten Zyklus der Delphi-Befragung

Kriterium		*Häufigkeit*	*Anteil*
Zugehörigkeit			
Hersteller		*10*	*43 %*
Zulieferer		*6*	*26 %*
Vertreter aus Wissenschaft und Forschung		*3*	*13 %*
Vertreter aus öffentlicher Verwaltung, Gewerkschaft, Verbände, Netzwerken oder Politik		*4*	*17 %*
	Insgesamt	***23***	***100 %***
Arbeitsort			
Stadt/Stadtnähe		*17*	*74 %*
Ländliche Region		*4*	*17 %*
Keine Angaben		*2*	*9 %*
	Insgesamt	***23***	***100 %***
Unternehmensgröße			
Kleines Unternehmen (bis 49 Mitarbeiter/-innen)		*3*	*13 %*
Mittleres Unternehmen (50 – 249 Mitarbeiter/-innen)		*1*	*4 %*
Großunternehmen (≥ 250 Mitarbeiter/-innen)		*17*	*74 %*
Keine Angaben		*2*	*9 %*
	Insgesamt	***23***	***100 %***

Anmerkungen: Freiwillige Angaben der Teilnehmenden.
Quelle: Delphi-Befragung.

2.3.3 Fallstudien

Ausgangpunkt der Fallstudien sind leitfadengestützte Einzelinterviews mit leitenden Vertretern aus Unternehmen der Automobilbranche. Die Fallstudien sollen insbesondere identifizierte Trends der vorhergehenden Untersuchungen validieren und konkretisieren. Die Interviews wurden zunächst transkribiert und in Texte überführt und – nach schriftlicher Klärung offener Fragen – abschließend von der Gesprächspartnerin bzw. dem Gesprächspartner freigegeben. Außer der Branche und dem Geschäftsbereich enthalten die Fallstudien keine weiteren Angaben zum Unternehmen und zur Interviewpartnerin bzw. zum Interviewpartner.

2.3.4 Synthetisierte Roadmap

In Anlehnung an die Visual-Roadmapping-Methodik von Kind et al. (2011) erfolgt eine Trendanalyse zur Identifizierung von Zeithorizonten neuartiger technologischer Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation sowie Qualifikations- und Kompetenzanforderungen in Form einer synthetisierten Roadmap. Die Vorgehensweise eignet sich besonders für die Vorausschau und Bestimmung von Meilensteinen auf dem Weg vom „Jetzt“ hin zu möglichen Zukunftsszenarien in der Arbeitswelt.

Die synthetisierte Roadmap ist das Ergebnis eines iterativen Auswertungsprozesses: Ausgehend von einer Analyse bestehender Technologie-Roadmaps und Strategiepapieren in Kombination mit einer umfassenden Literaturauswertung wurde eine *vorläufige* Version der synthetisierten Roadmap erstellt. Von dieser Roadmap wurden Kernthesen abgeleitet und im Rahmen einer Delphi-Befragung verifiziert und ergänzt. Abschließend wurden die Ergebnisse der Delphi-Befragung in eine *finale* Version der synthetisierten Roadmap eingearbeitet.

Die Visualisierung der synthetisierten Roadmap spiegelt die drei zentralen Betrachtungsebenen von QuaTOQ wider: Technologie, Organisation und Qualifikation. Diese Analyse wird sowohl von branchenspezifischen als auch branchenübergreifenden „Kontextfaktoren“ flankiert, die potenzielle

Einflussfaktoren auf zukünftige Entwicklungen auf den drei Ebenen darstellen und in Anlehnung an eine PEST-Analyse den vier thematischen Gruppen „gesellschaftlich“, „politisch/ökonomisch“, „technologisch“ und „ökologisch“ zugeordnet werden (Paul und Wollny 2014). Mittels eines Horizon-Scannings werden zudem Trendhypothesen für die Zeiträume bis 2020, 2025, 2030 und darüber hinaus ermittelt.[9] Ausgangspunkt dieser Untersuchung ist die Ebene Technologie, die durch eine Auswertung bestehender Technologie-Roadmaps und Strategiepapiere umfassend dargestellt wird. Insbesondere wird die Technologie als Initiator des Wandlungsprozesses von Organisationsstrukturen und Qualifikations- und Kompetenzanforderungen verstanden.

Die synthetisierte Roadmap hat nicht das Ziel, alle denkbaren Szenarien zukünftiger Entwicklungen in den drei Dimensionen Technologie, Organisation und Qualifikation aufzuzeigen, sondern soll vielmehr wichtige Herausforderungen hervorheben und potenzielle Entwicklungspfade darstellen.

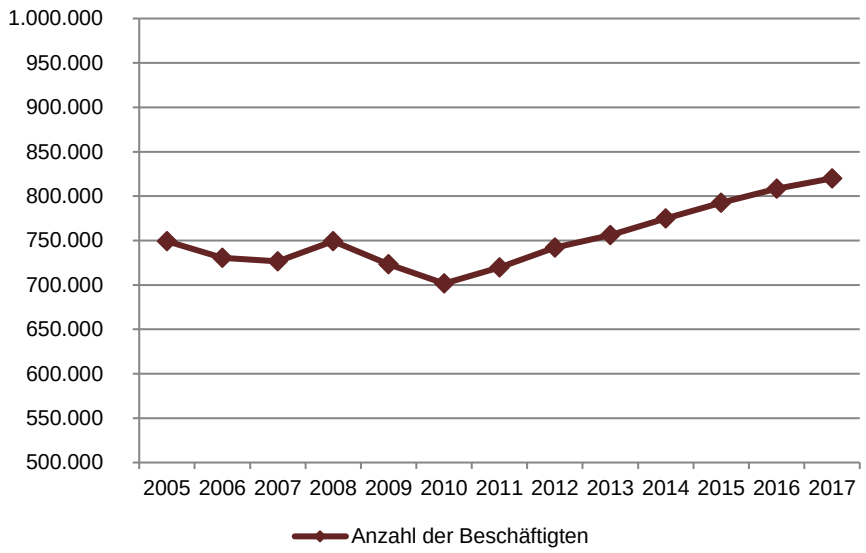
[9] Das Horizon-Scanning beinhaltete eine umfangreiche Auswertung von verschiedenen Quellen wie renommierte Fachzeitschriften, Strategiepapiere von relevanten Akteuren aus Wirtschaft, Verbänden und Wissenschaft, Forschungsnachrichten von großen Förderorganisationen, etablierte Tagespresse und populärwissenschaftliche Zeitschriften und Experten-Abfragen.

3 Branchenübersicht

3.1 Wirtschaftliche Kennzahlen

Im Jahr 2017 beschäftigte die Automobilindustrie 820.000 Personen (Abbildung 2) , von denen 480.000 bzw. etwa 60 % bei Automobilherstellern und 340.000 bzw. 40 % bei Zulieferern tätig waren (VDA 2018). Nach einem kurzfristigen Rückgang der Beschäftigung in Folge der Finanz- und Eurokrise ist die Anzahl der Beschäftigten in der deutschen Automobilindustrie seit 2010 um 120.000 Erwerbstätige angestiegen (Abbildung 2). Damit profitierte auch die Automobilbranche von einer positiven gesamtwirtschaftlichen Entwicklung der deutschen Wirtschaft. Im gleichen Zeitraum lag die Anzahl der Betriebe, die Kraftwagen und Kraftwagenteile herstellen, in der deutschen Automobilindustrie relativ konstant bei 1.300 Betrieben (Destatis 2017c). Eine durchschnittliche Beschäftigung von unter 1.000 Erwerbstätigen pro Betrieb täuscht jedoch über eine hohe Konzentration der Beschäftigung in wenigen Unternehmen hinweg. So zählt die Volkswagen-Gruppe als größter Arbeitgeber Deutschlands im Jahr 2017 alleine 280.000 Mitarbeiter, während die Daimler AG in Deutschland 170.000 und die BMW-Gruppe ca. 90.000 Personen beschäftigen (Daimler AG 2017; dpa 2017; Volkswagen AG 2017). Dagegen zeichnen sich die Automobilzulieferer durch eine heterogenere Unternehmensstruktur aus, die neben einigen Großunternehmen wie die Robert Bosch GmbH, die Continental AG und die ZF Friedrichshafen AG vor allem von mittelständischen Betrieben geprägt ist.

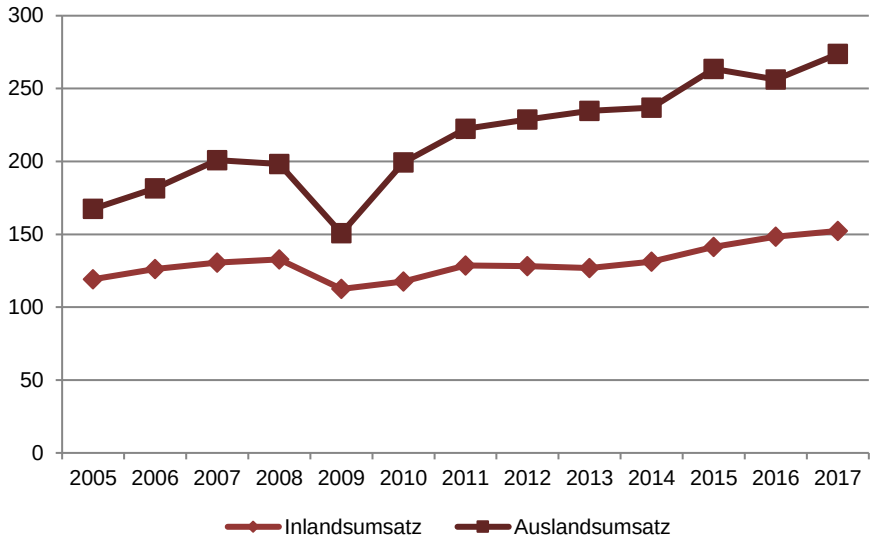
Abbildung 2: Beschäftigte in der deutschen Automobilindustrie, 2005 – 2017



Quelle: Eigene Darstellung. Statista GmbH (2018a).

Mit einem Umsatz von über 420 Mrd. Euro im Jahr 2017 hat die Automobilindustrie zuletzt ein neues Rekordniveau erreicht und ist vor dem Maschinenbau (226 Mrd. Euro) und der Chemieindustrie (195 Mrd. Euro) mit deutlichem Vorsprung die umsatzstärkste Industriebranche in Deutschland. Etwa ein Drittel des Umsatzes wurde dabei im Inland generiert. Sowohl im Inland als auch im Ausland stiegen die Umsätze seit 2009 kontinuierlich an, wobei der Umsatzwachstum im Ausland zwischen 2009 und 2017 mit 82 % deutlich über dem Wachstum im Inland lag (35 %) (Abbildung 3). Der Beitrag der Automobilzulieferer zum Gesamtumsatz liegt bei ein Viertel, wobei sie den Großteil ihres Umsatzes im Inland erzeugen (VDA 2018).

Abbildung 3: Inlands- und Auslandsumsatz der deutschen Automobilindustrie



Quelle: Eigene Darstellung. Statista GmbH (2018b).

Deutschland gehört zu den größten Kraftfahrzeugproduzenten weltweit. Gemessen an der Anzahl der produzierten Kraftfahrzeuge liegt die deutsche Automobilindustrie mit 5,7 Millionen im Inland produzierten Pkw nach China und Japan an dritter Stelle (OICA 2017). Weltweit erreicht die Pkw-Produktion deutscher Hersteller 17 Millionen Fahrzeuge (BMWi 2018a). Auch bei der Produktion von Elektrofahrzeugen, d. h. Batterieelektro- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge, ist Deutschland mit etwa 200.000 produzierten Elektroautos im Jahr 2016 nach China (375.000) weltweit einer der wichtigsten Hersteller (Statista GmbH 2018c).

Insgesamt wurden im Jahr 2017 in Deutschland 3,4 Millionen Pkw neu zugelassen; das sind 2,7 % mehr als im Vorjahr. Dabei ist auch der Bestand an Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen in den letzten Jahren deutlichen gestiegen und lag bis Anfang 2018 bei ca. 54.000 Elektroautos und 240.000 Hybridautos. Elektrofahrzeuge kommen somit mittlerweile auf einen Anteil von 0,7 % unter Pkw-Neuzulassungen, während Hybrid-Pkw einen Anteil von 2,5 % ausmachen. Unter den restlichen Neuzulassungen ist der Anteil der benzinbetriebenen Autos zuletzt auf zwei Drittel angestiegen und der Anteil von dieselbetriebenen Fahrzeugen entsprechend auf ein Drittel gesunken (Kraftfahrt-Bundesamt 2018).

3.2 Aktuelles

Mit Bekanntwerden der Abgasmanipulationen bei zahlreichen Herstellern steht die Automobilindustrie seit nunmehr drei Jahren unter enormen öffentlichen und politischen Druck. Während sich dies bisher zwar nicht merkbar auf die Beschäftigungs- und Umsatzzahlen der Branche niedergeschlagen hat, so hat es doch zu einem erkennbaren Wandel in der deutschen Automobilindustrie geführt. Unsicherheiten über Dieselfahrverbote in Städten wirken sich zunehmend auf das Kundenverhalten aus. So ist der Anteil an Dieselfahrzeugen bei Neuzulassungen seit Herbst 2015 bis März 2017 um 10 %-Punkte zurückgegangen und es ist offen, ob sich der Absatz von Dieselautos langfristig stabilisiert (Bovenschulte et al. 2017). Gleichzeitig scheinen die Zeichen in der Branche auf Elektro- und Hybridantriebe und neue Geschäftsmodelle zu stehen. Insbesondere China ist im internationalen Kontext eine treibende Kraft bei der Entwicklung und Verbreitung der Elektromobilität geworden. So hat die Transformation weg vom Verbrennungsmotor in China in den letzten Jahren durch feste Quoten für elektrische Fahrzeuge und umfassende staatliche Subventionsprogramme deutlich an Dynamik gewonnen (Beigang und Clausen 2017).

Aber auch Deutschland versucht das Feld der Elektromobilität nicht allein den asiatischen Herstellern zu überlassen. So wird die Entwicklung neuer Technologien in der Automobilindustrie durch weitreiche Maßnahmen seitens der Politik vorangetrieben (Wyman, Oliver 2017; BMWi et al. 2011; BMVI 2018,

2015). Zuletzt wurde in einem Kabinettsbeschluss der deutschen Bundesregierung die Erweiterung der Förderaktivitäten für die Elektromobilität vorgesehen. Um den Absatz von Elektrofahrzeugen zu steigern, soll dafür laut dem aktuellen Gesetzentwurf für privat genutzte Elektro-Dienstwagen (Hybrid- und Elektroautos) zukünftig ein ermäßigter Steuersatz gelten (Schwenkenbecher 2018).

Zudem nehmen auch Überlegungen, die Batterieproduktion wieder verstärkt nach Deutschland zu bringen, konkrete Gestalt an. So hat der VW-Chef Herbert Diess im Mai 2018 angekündigt, zukünftig selbst Zellen für Akkus von Elektrofahrzeugen zu bauen und somit diese Schlüsseltechnologie der Elektromobilität nicht mehr den Anbietern aus dem Ausland zu überlassen (Pluta 2018). Und auch ausländische Investoren wie der chinesische Batterieherstelle CATL scheinen in Deutschland zunehmend einen attraktiven Standort für die Produktion von Batteriezellen zu sehen (Mayer-Kuckuk 2018). Darüber hinaus beteiligt sich Siemens am Aufbau einer Gigafactory im Ausland und liefert dazu an den schwedischen Batteriebauer Northvolt die notwendige Automatisierungs- und Digitalisierungstechnik (dpa 2018). Dass nicht alle deutschen Automobilunternehmen von der eigenen Batteriezellenproduktion überzeugt sind, zeigt sich hingegen an der Entscheidung vom Zulieferer Bosch, der zukünftig auf die Forschung und Produktion von Batteriezellen verzichtet (Buchenau 2018). Darüber hinaus gibt es auch kritische Stimmen, die zwar die Zukunft der Branche in der Elektromobilität sehen, aber einen grundsätzlichen Erfolg der Batterie-Elektroautos anzweifeln. So waren bei einer weltweiten Befragung unter Managern der Automobilindustrie über die Hälfte der Befragten der Meinung, dass sich rein batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) aufgrund der fehlenden Infrastruktur nicht durchsetzen werden. Die Mehrheit der Befragten glaubt vielmehr, dass der Durchbruch der Elektromobilität durch wasserstoffbetriebe Fahrzeuge (FCEV) gelingen wird (KPMG 2018a, 2018b).

Zur Erreichung der nationalen Klimaziele für die Minderung von Treibhausgasemissionen soll nicht nur der Anteil an elektrifizierten Fahrzeugen deutlich gesteigert werden, sondern auch Autos mit Verbrennungsmotoren müssen zunehmend strengere CO2-Emissionsstandards erfüllen. Nach der Verordnung zur Festsetzung von Emissionsnormen von Pkw müssen die CO2-Emissionen von Pkw-Neuflotten, die 2017 in Deutschland im Durchschnitt bei 128g CO2/km lagen, bis zum Jahr 2020 unter Berücksichtigung von flexibilisierenden Sonderregelungen einen Zielwert von 95g CO2/km erreichen (BMWi 2018a). Um diese Auflagen zu erfüllen, besteht auch beim Verbrennungsmotor somit weiterhin ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Auch die Wettbewerbslandschaft in der Automobilindustrie wandelt sich. Neben Konkurrenz aus Fernost muss sich die deutsche Automobilindustrie zudem neuen Wettbewerbern aus dem Silicon Valley stellen, die mittlerweile nicht nur Elektroautos für den Massenmarkt produzieren (Tesla) sondern auch im Bereich des autonomen und vernetzten Fahrens mit ihren umfassenden Digitalkompetenzen und finanziellen Ressourcen (z. B. Google, Uber) zunehmend die Technologieführerschaft übernehmen könnten. Damit wäre die Zielsetzung der Bundesregierung gefährdet, als „Innovationsführer beim automatisierten und vernetzten Fahren“ Leitanbieter zu bleiben und einen Leitmarkt zu etablieren (Bernhart et al. 2016; BMVI 2015). Und auch bei der Etablierung innovativer Mobilitätslösungen sehen sich die deutschen Automobilhersteller einer starken internationalen Konkurrenz ausgesetzt. So haben BMW und Daimler im März 2018 die Fusion ihrer Carsharing-Dienste DriveNow und Car2Go verkündet, unter anderem um sich zukünftig gegen konkurrierende Unternehmen wie Uber zu behaupten (Joho und Schaal 2018; ZEIT ONLINE et al. 2018a).

Neben Veränderungen in der Wettbewerbslandschaft gibt es zunehmend Anzeichen für einen bedeutenden Wandel der Kundenbedürfnisse. So verliert das Auto als Statussymbol vor allem bei der jüngeren Generation zunehmend an Bedeutung, während neue Mobilitätskonzepte in den Vordergrund rücken (ZEIT ONLINE 2018; CAR 2018). Vor allem in größeren Städten sind junge Erwachsene weniger Auto-orientiert, was sich unter anderem in rückläufigen Führerscheinbesitzquoten ausdrückt (BMVI 2018). Eine Befragung unter Automobilbesitzern im urbanen Raum unterstreicht diese Entwicklung und zeigt, dass die Bereitschaft bei entsprechenden Mobilitätsangeboten auf ein eigenes Fahrzeug zu

verzichten steigt, der Autobesitz in Ballungsregionen also zunehmend unattraktiver wird (Bain & Company 2018).

Dies alles führt dazu, dass sich das tradierte Geschäftsmodell der Automobilbranche wandelt, was wiederum unmittelbare Auswirkung auf die Produktions- und Serviceprozesse hat. Unter dem Stichwort Industrie 4.0 kommt es zu einer fortschreitenden digitalen Transformation, die neue, flexible und interaktive Produktionssysteme ermöglicht.

Mit Blick auf die Qualifikationsbedarfe stellen zunehmende Fachkräfteengpässe Hersteller und Zulieferer bei der Gewinnung und Bindung von (IT-)Fachkräften jedoch vor große Herausforderungen und bringen sie in einen Wettbewerb um die besten Talente (McKinsey & Company 2013; Breitschwerdt et al. 2016). Einbußen bei der Attraktivität der Branche unter Universitätsabsolventen könnten die Probleme bei der Fachkräftegewinnung und -sicherung noch verstärken. So zeigt eine aktuelle Befragung von Ernst & Young (2018), dass 2016 noch 30 % der Studenten die Automobilindustrie als besonders attraktiven Arbeitgeber bewerteten, der Anteil im Jahr 2018 jedoch bei nur noch 6 % lag. Zwar wurden die Studierenden nicht nach Gründen für ihre Branchenwahl gefragt, dennoch wird davon ausgegangen, dass auch der Dieselskandal zu einem Verlust an Zuspruch für die Branche geführt hat (Eckardt 2018).

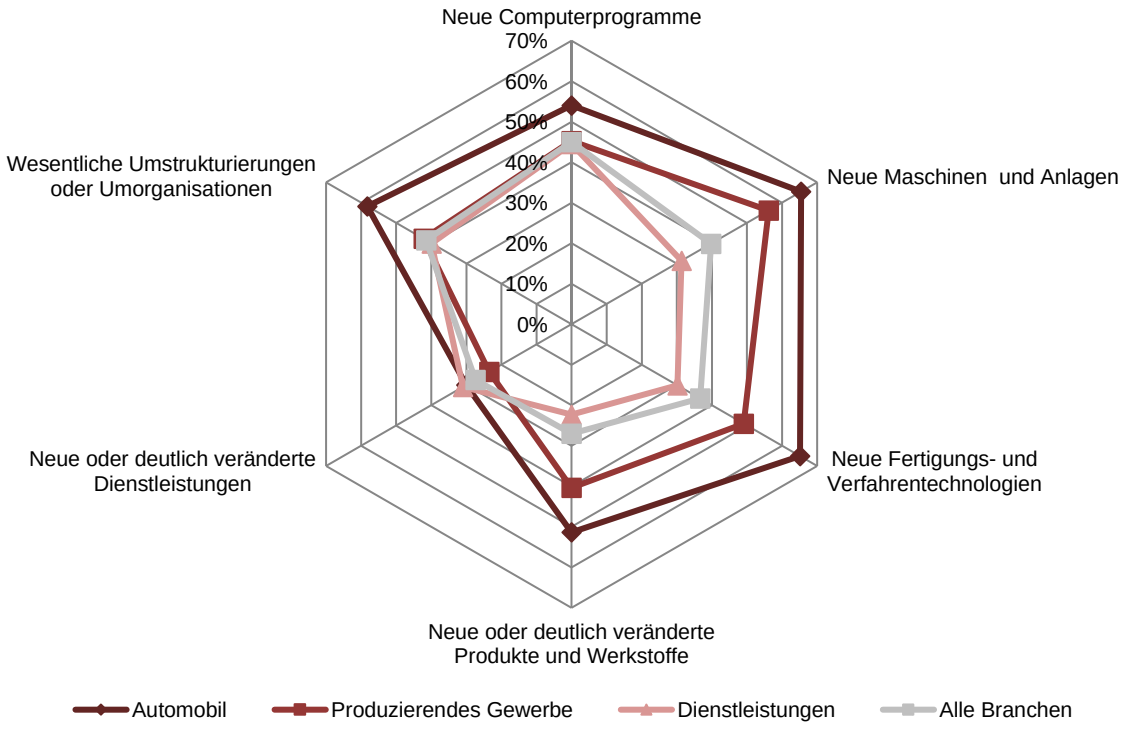
Das Zusammenspiel der aktuellen Entwicklungen lässt einen fortschreitenden tiefgreifenden Wandel der Branche erwarten. Dass dieser auch zukünftig durch wirtschaftliche Erfolge deutscher Automobilhersteller und -zulieferer geprägt sein wird, ist keineswegs sicher. Und so gilt es sowohl auf Seiten der Unternehmen als auch der Politik mögliche Veränderungen der Branche zu antizipieren und rechtzeitig die richtigen Weichen für eine erfolgreiche Zukunft zu stellen.

4 Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation

4.1 Übersicht

Als eine der bedeutendsten Industriezweige in Deutschland befindet sich die Automobilbranche in einem tiefgreifenden Wandlungsprozess und steht vor enormen industriepolitischen Herausforderungen. Dabei deuten bereits Angaben der BIBB/BAuA-ETB 2012 auf umfassende technische und organisatorische Anpassungsprozesse in der Branche hin. Demnach wurden in der Erhebung Erwerbstätige nach Veränderungen in ihrem unmittelbaren Arbeitsumfeld in sechs Bereichen gefragt. Demzufolge waren die Veränderungen im Arbeitsumfeld aus Sicht der Beschäftigten in der Automobilindustrie im Vergleich zum produzierenden Gewerbe, dem Dienstleistungssektor und allen Wirtschaftszweigen in fünf der sechs abgefragten Dimensionen signifikant höher (Abbildung 4). 65 % der Beschäftigten in der Automobilbranche gaben an, dass bei ihnen in den vorhergehenden zwei Jahren neue Maschinen und Anlagen sowie neue Fertigungs- und Verfahrenstechnologien eingeführt wurden. Dies entspricht einem Anteil, der mit 10 %- bzw. 16 %-Punkten deutlich über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes liegt. Mit einem Anteil von jeweils über 50 % wurden zudem in der Automobilbranche bei wesentlich mehr Beschäftigten neue Computerprogramme wie auch neue Produkte und Werkstoffe eingeführt. Darüber hinaus war mehr als jeder zweite Beschäftigte von Umstrukturierungen bzw. Umorganisationen betroffen. Unterdessen spiegelten die Daten die aktuelle Entwicklung hin zu neuen Mobilitätsangeboten nur bedingt wider. So lag der Anteil der Beschäftigten in der Automobilbranche, die neue oder deutlich veränderte Dienstleistungen erbracht haben, mit 30 % nur 7 %-Punkte über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes und damit knapp über dem Durchschnitt in allen Branchen. Unter anderem Car- und Ridesharing-Angebote und das automatisierte Fahren lassen bei dieser Dimension deutliche Veränderungen erwarten.

Abbildung 4: Veränderung im Arbeitsumfeld in den letzten 2 Jahren, 2012

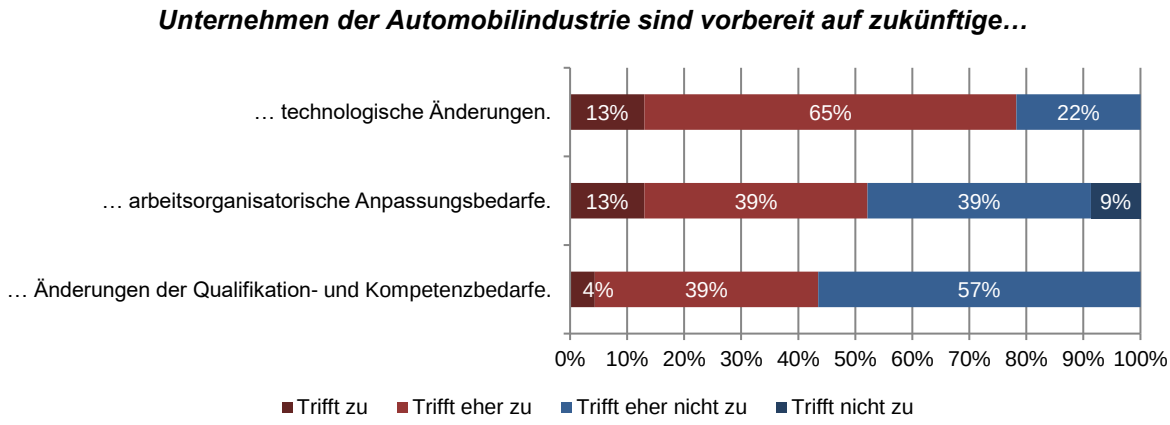


Quelle: Eigene Berechnung. BIBB/BAuA-ETB 2012.

Die Expertinnen und Experten in der Delphi-Befragung sind sich dabei uneinig, ob die Automobilbranche vor dem Hintergrund dieses Wandels auf zukünftige Herausforderungen ausreichend vorbereitet ist.

Fast 90 % der Befragten stimmen zwar der These zu bzw. eher zu, dass die Automobilindustrie auf zukünftige technologische Änderungen vorbereitet ist. Allerdings geht nur knapp die Hälfte davon aus, dass die Unternehmen auch ausreichend für die arbeitsorganisatorischen Anpassungsbedarfe und Änderungen der Qualifikations- und Kompetenzbedarfe gerüstet sind (Abbildung 5).[10]

Abbildung 5: Vorbereitung der Automobilbranche auf den Strukturwandel



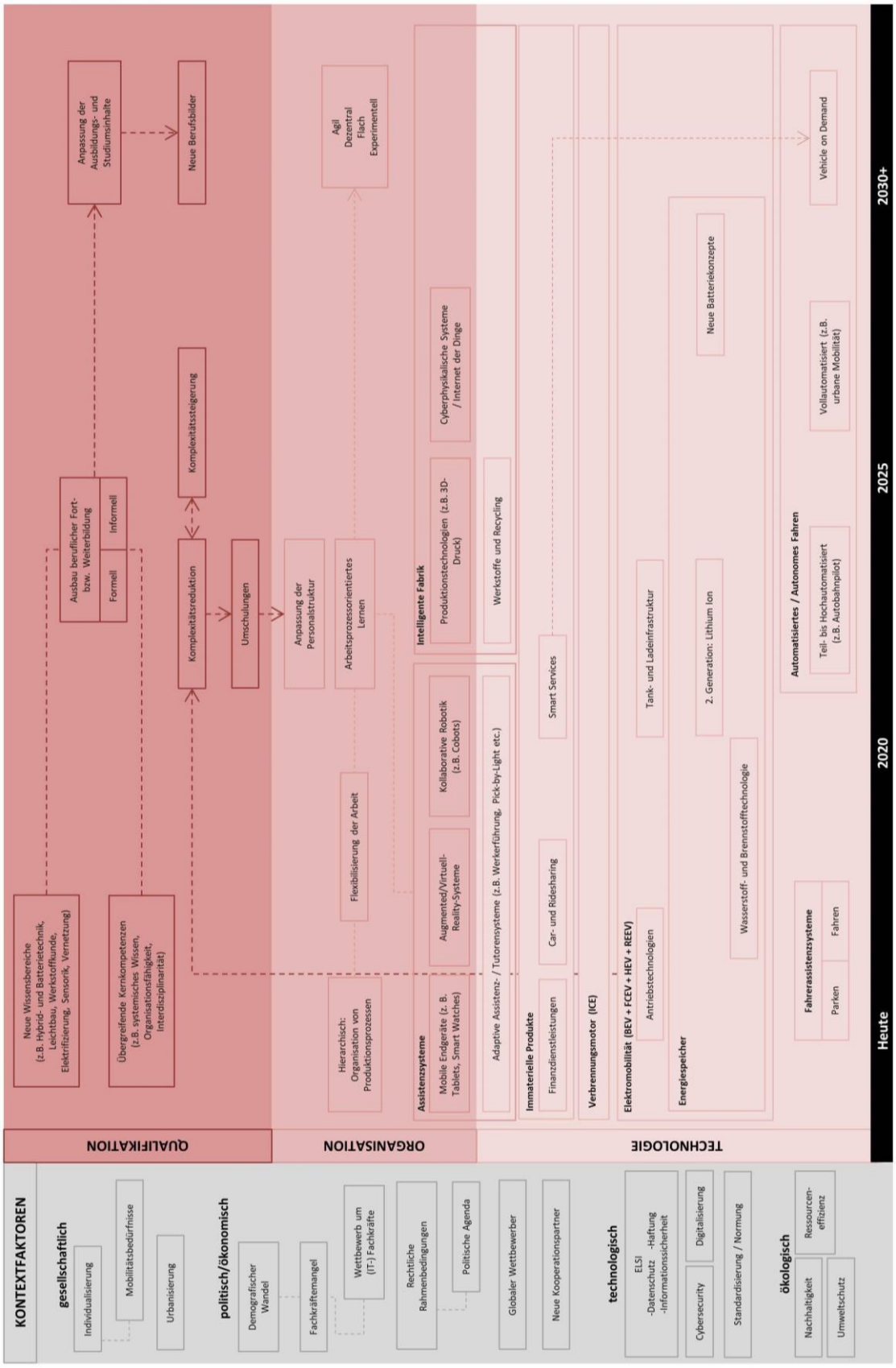
Quelle: Delphi-Befragung.

Wenngleich dieses Ergebnis nur eine tendenzielle Situationseinschätzung aus Sicht der befragten Expertinnen und Experten zur Lage der Automobilbranche darstellt, so macht es doch deutlich, dass eine rein technologiefokussierte Betrachtung der Zukunft der Arbeitswelt der Branche zu kurz greift. Insbesondere in den Dimensionen der Arbeitsorganisation und Qualifikation sind demnach Hemmnisse für eine positive Entwicklung der Automobilindustrie zu erwarten.

In den folgenden Abschnitten wird daher das Zusammenspiel der drei Dimensionen Technologie, Organisation und Qualifikation und ihre Wechselbeziehungen für die Automobilbranche näher untersucht. Mit den drei Dimensionen werden die wesentlichen Aspekte einer Arbeitswelt 4.0 im Zusammenhang erfasst und in einer zukunftsgerichteten Perspektive betrachtet (Hartmann und Wischmann 2018). Dazu werden zunächst mögliche Szenarien für zukünftige Entwicklungspfade der drei Dimensionen und die wechselseitigen Abhängigkeiten in einer synthetisierten Roadmap visualisiert (Abbildung 6) und zusammenfassend diskutiert. Anschließend werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 identifizierte Kernthemen vertiefend behandelt und ebenenbezogene Gestaltungsoptionen abgeleitet.

[10] Nach Abel (2018) umfasst *Qualifikationen* „Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten, die für die Berufsausübung Voraussetzung sind, um den gestellten Anforderungen gerecht zu werden. Der Erwerb von Qualifikationen findet in der Regel in strukturierten und formalisierten Lehr-/Lernzusammenhängen statt und wird abschließend zertifiziert.“ Dagegen sind *Kompetenzen* „nicht berufsbezogen, sondern bezeichnen die erlernbare Fähigkeit, in unterschiedlichen Situationen angepasst und systematisch zu handeln.“

Abbildung 6: Synthetisierte Roadmap



Quelle: Eigene Darstellung.

Technologie:

Mit Blick auf die technologischen Entwicklungen in der Automobilbranche stehen die Automobilhersteller und -zulieferer vor der Herausforderung, nicht nur in die Optimierung des Verbrennungsmotors zu investieren, sondern gleichzeitig den Anschluss an neue Technologien und Geschäftsmodelle zu halten (Kaiser et al. 2008; IG Metall Vorstand 2015; Bormann et al. 2018).[11] Insgesamt ist die Übergangsphase „weg vom Verbrennungsmotor" hin zu neuen Antriebstechnologien durch eine hohe Unsicherheit geprägt (Lazard und Roland Berger 2017; Bovenschulte et al. 2017).

In der Elektromobilität besteht das Ziel, Deutschland als Leitanbieter und Leitmarkt zu etablieren (NPE 2016b). In diesem Bereich liegen die technologischen Schwerpunkte vor allem auf den Antriebstechnologien, dem Leichtbau, den Energiespeichern sowie der Lade- und Tankinfrastruktur (eNOVA 2016; Clausen 2018; ERTRAC Working Group 2017). Wenngleich aktuelle Trends darauf hindeuten, dass auf mittlere Sicht ein Batteriebetrieb die bevorzugte Technologie der Elektromobilität darstellt (und dafür auch entsprechende Kompetenzen in Deutschland aufgebaut werden), so wird auch weiterhin die Forschung und Entwicklung im Bereich der Brennstoffzelle gefördert (CAR 2017; Thielmann et al. 2017; NPE 2016a; Huss 2017).

Anwendungen des automatisierten Fahrens mit dem langfristigen Ziel des autonomen Fahrens sind ein weiterer technologischer Schwerpunkt (eNOVA 2016). Neben der Automobilindustrie prägen vor allem IT-Unternehmen diesen Bereich und sind dabei sowohl Wettbewerber als auch Kooperationspartner.

Mit der fortschreitenden Digitalisierung der Branche bieten neue digitale Geschäftsmodelle vielseitige Wachstumschancen für die Automobilhersteller (Stricker et al. 2011). Das Beratungsunternehmen Accenture prognostiziert beispielswiese für den Bereich „Shared Economy/Mobility on Demand" bis 2030 ein jährliches Umsatzpotenzial von 340 Milliarden Euro (Wieser 2017).

Hinsichtlich des Technologieeinsatzes bedeuten die technologischen Lösungen für die Beschäftigten Chancen und Risiken zugleich. Auf der einen Seite ist davon auszugehen, dass durch den Einsatz neuer Technologien weitere Tätigkeiten automatisiert werden (Dengler und Matthes 2018a). Gleichzeitig kann der Einsatz von tutoriellen Assistenzsystemen das arbeitsprozessorientierte Lernen unterstützen, etwa durch Ausbildungs- und Trainingssysteme, portable Wissens- und Lernplattformen oder Augmented-Reality-basierte Unterstützungssysteme (Apt et al. 2018). Darüber hinaus bieten kollaborative Roboter („Cobots") langfristig neue Möglichkeiten der Mensch-Roboter-Kooperation, bei der die spezifischen Stärken der menschlichen Arbeit mit denen der technischen Automatisierung verbunden werden (Wischmann 2015; Hirsch-Kreinsen 2015). Die Automobilindustrie nimmt hier eine Vorreiterrolle ein, da die Produktion bereits heute von einem hohen Technisierungsgrad geprägt ist. Die technologischen Entwicklungen in der Automobilindustrie werden von der Vision einer intelligenten Fabrik begleitet, bei der anpassungsfähige cyberphysikalische Systeme eine intelligente Vernetzung von Maschinen, Produkten und Menschen in der Produktion ermöglichen (World Economic Forum 2016).

Zukunftsszenario: Elektromobilität und neue Geschäftsmodelle gewinnen an Bedeutung, Verbrennungsmotoren werden jedoch auf absehbare Zeit nicht vollständig verdrängt. Die Automobilbranche nimmt bei der Entwicklung hin zu einer Produktion 4.0 eine Vorreiterrolle ein.

[11] Im April 2018 hob Daimler-Chef Zetsche auf der Hauptversammlung von Daimler die betriebswirtschaftlichen Herausforderungen einer emissionsfreien Mobilität hervor und verwies unter anderem auf den „Hightech-Diesel" – neuste Dieselantriebe, die ebenso zur Senkung der CO2-Ausstöße beitragen sollen (ZEIT ONLINE et al. 2018; dpa und anw 2018).

Unter anderem wurden folgende Technologie-Roadmaps und Strategiepapiere berücksichtigt:

Quelle	Titel
BMVI (2015)	▪ Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren
BMWi et al. (2011)	▪ Regierungsprogramm Elektromobilität
CAR (2017)	▪ Technology Roadmaps: Intelligent Mobility Technology, Materials and Manufacturing Processes, and Light Duty Vehicle Propulsion
Clausen (2018)	▪ Roadmap Elektromobilität Deutschland
eNOVA (2016)	▪ Forschung, Entwicklung und Innovation für die Automobile Zukunft
ERTRAC Working Group (2017)	▪ Integrated Urban Mobility Roadmap
Huss (2017)	▪ Elektromobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzelle: Stand der Entwicklung und Markteinführung bei Pkw in Deutschland
Michaelis et al. (2016)	▪ Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030
NPE (2016)	▪ Roadmap integrierte Zell- und Batterieproduktion Deutschland
Thielmann et al. (2017)	▪ Energiespeicher-Roadmap (Update 2017): Hochenergie-Batterien 2030+ und Perspektiven zukünftiger Batterietechnologien
Volkswagen AG (2018)	▪ Roadmap E
Buss et al. (2018)	▪ FAST 2030 - Future Automotive Industry Structure until 2030

Organisation:

Die Automobilbranche ist bereits durch einen hohen Einsatz von digitalen Arbeitsmitteln geprägt. Dabei muss der Technologieeinsatz stets auch vor dem Hintergrund der Guten Arbeit und einer lernförderlichen Arbeitsgestaltung gedacht werden (DGB 2016). Hier bestehen für die Automobilindustrie noch Entwicklungspotenziale. Wirtschaftliche und technologische Unsicherheiten in Kombination mit einer Individualisierung und Personalisierung von Autos erfordern neue Organisationsstrukturen und eine Flexibilisierung der Arbeit. Es deutet sich an, dass die in der Automobilbranche bisher vorherrschende hierarchische Unternehmensstruktur ausgedient hat und zukünftig eher dezentrale, flache, experimentelle und agile Entscheidungs- und Arbeitsstrukturen gefragt sein werden (Bormann et al. 2018). In der Montage manifestiert sich dieser Prozess bereits in einer Modularisierung der Fertigung durch Montageinseln, welche die bisherige Fließbandarbeit zunehmend ersetzen (Vetter 2016).

Zukunftsszenario: Die Potenziale einer lernförderlichen Arbeitsgestaltung werden aufgrund massiver Weiterbildungsbedarfe zunehmend genutzt. Agile Arbeitsstrukturen in ausgewählten Geschäftsbereichen begünstigen diese Entwicklung. Arbeitsstrukturen und -organisation werden flexibilisiert, um wirtschaftlicher und technologischer Unsicherheit gerecht zu werden.

Qualifikation:

Der technologiegetriebene Strukturwandel in der Automobilbranche stellt hohe Anforderungen an die formale berufliche und hochschulische Ausbildung für Nachwuchskräfte sowie für die Fort- bzw. Weiterbildung der Beschäftigten. Dabei geht die Vertiefung einzelner technologiespezifischer Wissensgebiete (z. B. Fachkenntnisse in den Bereichen Batteriesysteme, Energiesysteme, Elektrochemie, Brennstoffzellentechnologie, Lademanagement und Gesamtfahrzeugkonzepte/-integration für die Elektromobilität) mit der Vermittlung übergreifender Handlungskompetenzen (z. B. systemisches Wissen, Problemlösungsfähigkeit, Kundenorientierung) einher (e-mobil BW 2012; NPE 2015; Apt et al. 2018).

Um neue Qualifikations- und Kompetenzbedarfe abzudecken, kommt der praxisnahen Fort- und Weiterbildung der Beschäftigten eine Schlüsselrolle zu. Sie müssen die Möglichkeit haben, notwendige Qualifikationen und Kompetenzen zu erwerben, um trotz tiefgreifender Veränderungen der Kerngeschäfte auch langfristige Beschäftigungsperspektiven in der Automobilbranche zu haben (Bormann et al. 2018). Dies erfordert die Entwicklung neuer Weiterbildungsmodule und eine Ausweitung der formalen Weiterbildungskapazitäten. Darüber hinaus rücken informelle Lernformen im Arbeitsprozess – insbesondere die Unterstützung durch digitale Arbeitsmittel sowie Assistenz- und Tutorsysteme – verstärkt in den Mittelpunkt.

Mögliches Zukunftsszenario: Entwicklung neuer Weiterbildungsmodule mit inhaltlichem Fokus auf neue Technologien. Ausbau der beruflichen Fort- bzw. Weiterbildungskapazitäten. Verstärker Einsatz von Assistenz- und Tutorsystemen zur Weiterbildung. Inkrementelle Anpassung der Ausbildungs- und Studiumsinhalte.

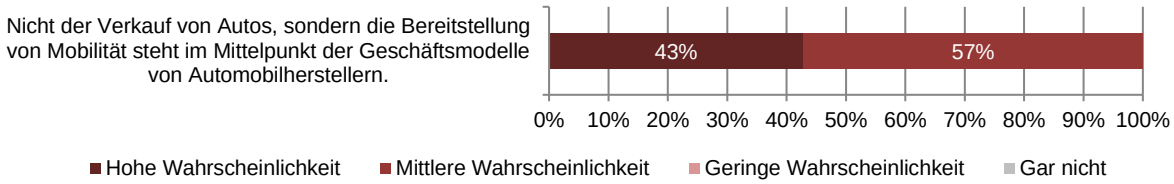
4.2 Technologie

4.2.1 Wandel des Kerngeschäfts

Im Jahr 2017 wurden weltweit 95 Millionen Pkw und leichte Nutzfahrzeuge gebaut. Unter Berücksichtigung der steigenden Fahrzeugnachfrage in den Schwellenländern wird dieses Volumen bis zum Jahr 2030 voraussichtlich auf 123 Millionen Fahrzeuge ansteigen (Buss et al. 2018). Verschiedene neuartige technologische Trends prägen bereits jetzt das Kerngeschäft der Automobilbranche. Durch die intelligente Verknüpfung von bisher eigenständigen Technologiebereichen wird der tiefgreifende Branchenwandel in Zukunft weiter befördert (Bormann et al. 2018).

Dabei treten an die Stelle des Pkw-Besitzes neue Mobilitätsangebote, die stark auf Vernetzung und „Sharing“ ausgerichtet sind, und eine Integration der Technologiebereiche Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung anstreben (eNOVA 2016). Die Automobilhersteller müssen dabei ihre Branchenposition überdenken und mit den veränderten Kundenbedürfnissen auch neue Kooperationsformen etablieren: „Es macht keinen Sinn mehr, ein Automobilhersteller zu sein. Ich muss eine integrierte Lösung für die Mobilität anbieten“, sagt beispielsweise ein Fiat-Vertreter (World Economic Forum 2016, S. 5). Insbesondere für die Generation der „Digital Natives“ steht nicht mehr der Besitz eines Fahrzeugs im Mittelpunkt sondern die Mobilitätserfahrung und schiere Überwindung einer Distanz („mobility as a service“). Diese These erhält auch von den Expertinnen und Experten in der Delphi-Befragung ein hohes Maß an Zustimmung (Abbildung 7).

Abbildung 7: Automobilbranche als Mobilitätsanbieter



Quelle: Delphi-Befragung.

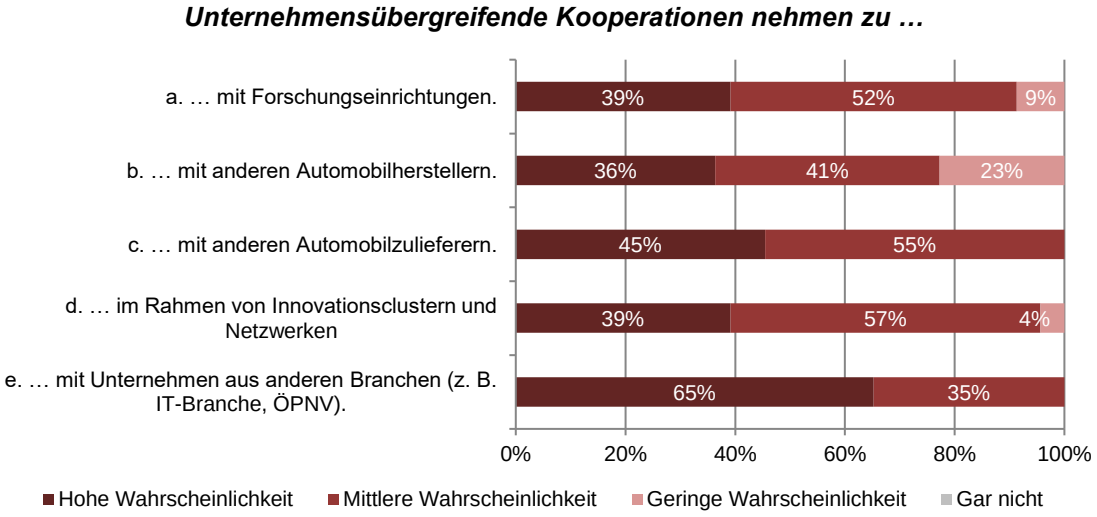
Neben den bereits etablierten Finanzdienstleistungen sind die Automobilhersteller vermehrt in den Markt der neuen Mobilitätsangebote eingetreten. Insbesondere in den 2010er Jahren ist das Angebot an Car- und Ridesharing stark angestiegen, vor allem in städtischen Gebieten. Im Zentrum steht dabei immer der Kundenwunsch nach einem nahtlosen, zuverlässigen und bequemen Transport (CAR 2017). In Deutschland nutzen beispielsweise 2,1 Millionen Menschen digital vermittelte Mobilitätsdienste wie Drive Now (BMW), Car2Go (Daimler) oder Flinkster (Deutsche Bahn) und sind bei insgesamt 165 deutschen Anbietern registriert. Besonders starkes Wachstum verzeichnen dabei stationsunabhängige („free-floating“) Anbieter. In insgesamt 677 deutschen Städten sind Carsharing-Angebote bereits nutzbar. Jedes zehnte der rund 18.000 anmietbaren Fahrzeuge ist mit einem Elektro- oder Hybrid-Antrieb ausgestattet (Knitterscheidt 2018). Von den neuen Mobilitätsdiensten wird erwartet, dass sie sich in den 2020er und 2030er Jahren in den Städten stark diversifizieren, wachsen und sich über die städtischen Gebiete hinaus ausbreiten. Nach 2030 werden voraussichtlich Modelle für die gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen und eine „Mobilität auf Abruf“ zunehmen, die technologisch stark von der Konvergenz mit der Fahrzeugautomatisierung profitieren (CAR 2017).

Darüber hinaus zeichnet sich eine starke Entwicklung bei den Online- und direkten Aftermarket-Geschäften ab. Buss et al. (2018) schätzen, dass die Erfassung, Auswertung und Übermittlung von fahrtbezogenen Daten für die Automobilunternehmen zu einer zusätzlichen Einnahmequelle von 500 bis 1.000 Euro pro Auto werden kann. Dafür müssen sie jedoch mit entsprechender Expertise im Bereich „Big data“ aufwarten, andernfalls werden diese Marktpotenziale von anderen datengetriebenen Wettbewerbern gehoben. Darüber hinaus sind fortgeschrittene Fahrzeugdiagnosesysteme, intelligente Fahrzeugkomponenten und die allgegenwärtige Fahrzeugkonnektivität Grundlage für sogenannte

„Smart services“ wie die vorausschauende Wartung („predictive maintenance“) oder die vernetzte Wartung („connected service and maintenance“) (World Economic Forum 2016).

Durch die zunehmende Integration von Mobilitätsformen und -dienstleistungen entstehen vermehrt multimodale und nahtlose Mobilitätsketten zwischen unterschiedlichen Verkehrsträgern (ERTRAC Working Group 2017), die neue Abhängigkeiten und Partnerschaften zwischen den mobilitätswirtschaftlichen Akteuren schaffen. Die Automobilbranche ist dabei auf eine stärkere Kooperation mit branchenfremden Partnern (z. B. IT-Branche, Kommunen) als auch mit etablierten Partnern angewiesen (Bormann et al. 2018). Im Rahmen der Delphi-Befragung bestätigen die Expertinnen und Experten die Notwendigkeit neuer Kooperationsformen, insbesondere die strategische Annäherung an Unternehmen aus anderen Branchen und andere Automobilzulieferer (Abbildung 8).

Abbildung 8: Kooperation der Automobilunternehmen



Quelle: Delphi-Befragung.

Bei den Antriebstechnologien werden nach Einschätzung von Buss et al. (2018) der traditionelle Verbrennungsmotor (ICE) mit batteriebetriebenen Antrieben (BEV) und hybriden Elektrofahrzeugen (HEV) bis zum Jahr 2030 im globalen Kontext weiterhin nebeneinander bestehen. Darüber hinaus entstehen „technologische Teilkonzepte“ des Hybridantriebs, des elektrischen Fahrens (REEV) und innovativer Zellen- und Batterietechnologien (FCEV) zur Erhöhung der Reichweite (Bormann et al. 2018). Insbesondere zwischen 2020 und 2025 wird aufgrund der verschärften Regulierung von Emissionen ein starker Anstieg der Elektromobilität erwartet. Bis 2030 wird dementsprechend ein Anstieg des BEV-Anteils in Westeuropa auf 25 % und eine Verdopplung der Reichweite batteriebetriebener Antriebe prognostiziert (Buss et al. 2018). In einer integrierten Zukunftsbetrachtung von Elektromobilität und automatisiertem Fahren sieht der Strategiekreis Elektromobilität u. a. die intelligente Integration von elektronischen Steuerungen, Kommunikationsmodulen und Umfeldsensoren, wie auch die Optimierung von Prädikations- und Entscheidungsalgorithmen im Fahrzeug und die Erschließung neuartiger Materialien (Leichtbau) als Schlüsselthemen für die Konkurrenzfähigkeit von Elektrofahrzeugen beim Verbraucher und die Fortschritte bei der Fahrzeugautomatisierung bis 2025 (eNOVA 2016).

Die Marktdurchdringung der Elektromobilität ist dabei abhängig von den regulatorischen Rahmenbedingungen, der verfügbaren Infrastruktur (Energieverfügbarkeit, Ladeinfrastruktur, technologische Kompatibilität, Benutzerfreundlichkeit), technologisch-wirtschaftlichen Aspekten (Energiespeicherfähigkeit, Kraftstoffwirtschaftlichkeit, Leistung und Kosten neuer Technologien, ggf. Verbindung zu Smart Home), den Kundenpräferenzen (Geschäftsstrategie, Kostensenkung,

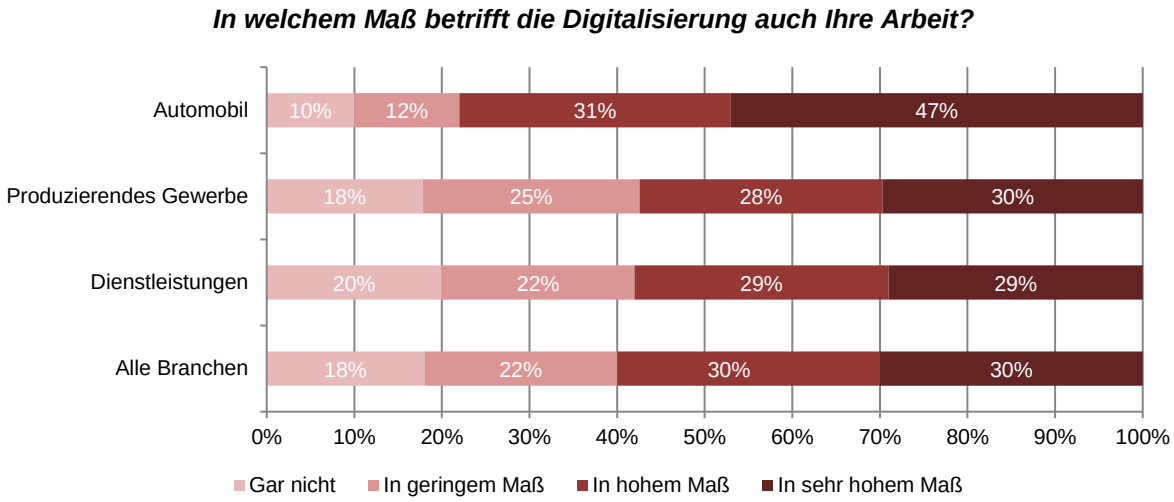
Umweltbewusstsein, Business-to-Business vs. Business-to-Customer) sowie den Markt- und Innovationsstrategien der Wettbewerber (Buss et al. 2018).

Fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme sind bereits heute Realität und ermöglichen es, das „Parken“ oder „Fahren“ in bestimmten Situationen an das Fahrzeug abzugeben. In den letzten fünf bis zehn Jahren wurden vor allem assistive Fahrzeugsysteme entwickelt, welche die Fahrzeugbedienung bei der Längs- oder Querführung unterstützen (Assistenzsystem; Stufe 1 entsprechend SAE J3016). Der derzeitige Entwicklungsstand ermöglicht ein autonomes Fahren in weniger komplexen Verkehrssituationen (z. B. auf Autobahnen), bei dem immer noch der Fahrer auf Anforderung eingreifen muss (Teilautomatisierung bzw. Bedingte Automatisierung; Stufe 2 bis 3 entsprechend SAE J3016). Das vollständig autonome Fahren, bei dem die Fahraufgabe unabhängig von Fahrbahn und Umgebungsbedingung vom Fahrzeug ausgeführt wird (Vollautomatisierung; Stufe 5 entsprechend SAE J3016) wird laut übereinstimmender Technologieprognosen erst nach 2030 möglich sein (CAR 2017; Buss et al. 2018). Grund dafür sind vor allem die komplexen, inhomogenen und schwer vorhersehbaren Verkehrssituationen in den Städten (Bormann et al. 2018). Etwa im gleichen Zeitraum wird der erweiterte Einsatz von Roboterachsen in Fahrzeugen und automatisierten Shuttles im gemischten Verkehr erwartet, sodass die Vision eines automatisierten Fahrzeugs für den persönlichen Gebrauch („Vehicle on Demand“) realistisch wird (CAR 2017).

4.2.2 Digitale Anwendungen

Auch wenn die zunehmende Technisierung und digitale Transformation einen branchenübergreifenden Trend beschreibt, ist die Arbeit in der Automobilbranche besonders stark von dieser Entwicklung berührt. Demnach sind laut DGB-Index Gute Arbeit 78 % der Beschäftigten in der Automobilindustrie in ihrer Arbeit in hohem bzw. sehr hohem Maß von der Digitalisierung betroffen. Dieser Anteil liegt deutlich über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes wie auch dem Durchschnitt über alle Branchen (Abbildung 9).

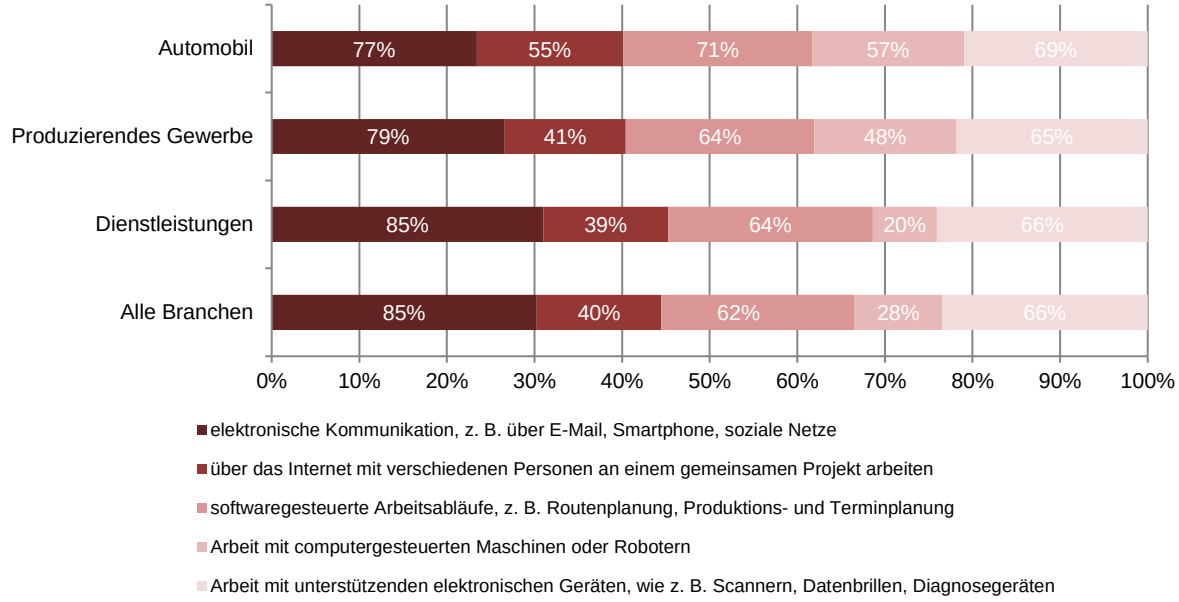
Abbildung 9: Verbreitung der Arbeit mit digitalen Mitteln, 2016



Quelle: Eigene Berechnung. DGB-Index Gute Arbeit 2016.

Mit Blick auf den Einsatz von spezifischen digitalen Arbeitsmitteln sind vor allem die gemeinsame Projektarbeit über das Internet (55 %) und die Arbeit mit computergesteuerten Maschinen und Robotern (57 %) aber auch softwaregesteuerte Arbeitsabläufe (71 %) in der Automobilbranche weiter verbreitet als im Durchschnitt des produzierenden Gewerbes und allen Branchen (Abbildung 10). Aus Sicht der Beschäftigten ist die Technisierung dabei eine ambivalente Entwicklung: Auf der einen Seite kann eine fortschreitende Automatisierung von Tätigkeiten den Wegfall von Arbeitsplätzen bedeuten. Auf der anderen Seite bietet der Einsatz von digitalen Arbeitsmitteln vielseitige Möglichkeiten, die Produktivität der Beschäftigten durch einen komplementären Technikeinsatz zu erhöhen und bei einer nutzerzentrierten Ausgestaltung der Technik und des Technikeinsatzes einen Beitrag zur Humanisierung der Arbeitswelt zu leisten. So können Beschäftigte beispielsweise mit digitalen Assistenzsystemen bei schweren, monotonen, aber auch bei neuen, herausfordernden und kognitiv komplexen Tätigkeiten entlastet oder unterstützt werden (Apt et al. 2018).

Abbildung 10: Verbreitung und Formen der Arbeit mit digitalen Mitteln, 2016



Quelle: Eigene Berechnung. DGB-Index Gute Arbeit 2016.

Auch die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung wurden um Einschätzungen zur zukünftigen Bedeutung von technischen Arbeitsmitteln in der Automobilbranche gebeten (Abbildung 11). Bei den physischen Assistenzsystemen wird das größte Potenzial in kollaborativen Robotern (sogenannte Cobots) (a) gesehen. Demnach geben 36 % der befragten Expertinnen und Experten an, dass diese bereits heute zum Einsatz kommen, während weitere 27 % einen regelmäßigen Einsatz dieser Technologie bis 2025 erwarten und weitere 32 % mit einer hohen Verbreitung nach 2025 rechnen.[12] Dagegen sind die Expertinnen und Experten zumindest auf kurze Sicht skeptisch, dass Exoskelette (b) zur körperlichen Unterstützung bei physischen Tätigkeiten regelmäßig zum Einsatz kommen werden. Über 25 % der Expertinnen und Experten gehen sogar davon aus, dass diese Technologie in der Automobilbranche zukünftig eher nicht bzw. gar nicht von Bedeutung sein wird (Abbildung 11).[13]

Bei den kognitionsunterstützenden Assistenzsystemen, die der kontextabhängigen, echtzeitnahen Bereitstellung von Informationen zur Unterstützung bzw. Entlastung der Beschäftigten dienen, sind es laut Expertenmeinung vor allem mobile Endgeräte (c) wie Tablets, Smart Watches, Datenbrillen etc., die schon heute weit verbreitet sind (70 %). Darüber hinaus wird aber auch in Augmented Reality-Systemen (d), also Systemen, die das Arbeitsumfeld mit virtuellen Informationen anreichern, und Virtual Reality-Systemen, d. h. Systeme, die eine vom Computer erschaffene, virtuelle (Lern-)Umgebung zum „Eintauchen“ (Immersion) ermöglichen, ein großes Potenzial für die Automobilbranche gesehen (Apt et al. 2018; Winkelhake 2017). So geben 41 % der Expertinnen und Experten an, dass diese Systeme bereits heute regelmäßig zum Einsatz kommen, weitere 50 % erwarten einen regelmäßigen Einsatz mittel- bis langfristig.

Zuletzt bestätigten die Befragten die Rolle der Automobilindustrie als Vorreiter beim Einsatz neuer Fertigungstechniken und der digitalen Transformation hin zu einer intelligenten, vernetzen Fabrik (Freudenberg IT 2013; Accenture 2015). Über 50 % der Expertinnen und Experten gaben an, dass in der Automobilbranche bereits heute additive Fertigung (e) regelmäßig zum Einsatz kommt und die

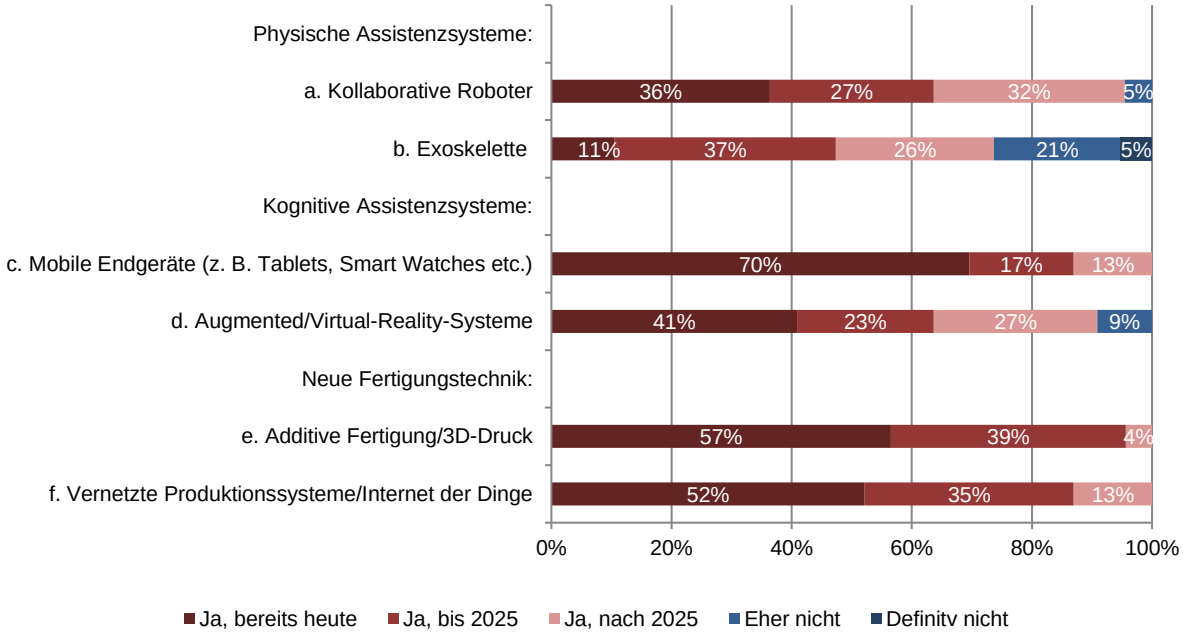
[12] Auch im Berufsinformationsportal BERUFENET von der Bundesagentur für Arbeit wurden Cobots als ein technologischer Trend von Berufen in der Automobilindustrie identifiziert: https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung/trends&dkz=27298

[13] Entgegen dieser Experteneinschätzung verfolgt bspw. Ford weiterhin das Ziel, durch den Einsatz von Exoskeletten Verletzungen bei der Arbeit vorzubeugen und die Produktivität zu steigern. Dafür testet das Unternehmen mit weiteren Partnern den Einsatz von Exoskeletten in zwei Pilotfabriken in den USA (Ford 2017).

Produktionsstrukturen vielfach Ansätze vernetzter Produktionssysteme umsetzen. Mehr als ein Drittel der Befragten erwartet einen flächendeckenden Einsatz von additiven Fertigungsverfahren und intelligenten Systemen in der Branche bis 2025.

Abbildung 11: Einsatz von digitalen Anwendungen in der Automobilindustrie

Zur Unterstützung der Arbeit kommen regelmäßig zum Einsatz:



Quelle: Delphi-Befragung.

Insgesamt gilt die Automobilbranche als Early Adopter von neuen technologischen Assistenz- und Produktionssystemen. Dabei ist eine weitere Technisierung und auch Automatisierung kein deterministischer Prozess, sondern bietet vielseitigen Gestaltungsspielraum für die Unternehmen. Auch ist nicht zu erwarten, dass bei einer hochtechnisierten industriellen Produktionsarbeit kein Bedarf an menschlichen Arbeitskräften besteht. So argumentieren Pfeiffer und Suphan (2015), dass auf absehbare Zeit selbst bei solchen Tätigkeiten, die in der Empirie als Routinetätigkeiten klassifiziert werden (und damit als leicht automatisierbar gelten), stets auch eine Rolle für menschliche Arbeitskraft besteht. Deutlich machen die Autorinnen dies am Beispiel der Überwachung und Steuerung von Produktionsprozessen, eine Tätigkeit, die in der Forschung regelmäßig als Routinearbeit bewertet wird, gleichzeitig aber ein ganzheitliches Verständnis für die technischen Zusammenhänge, Materialien und Prozesse erfordert, dass (bisher) nur der Mensch vorweisen kann.

4.2.1 Gestaltungsoptionen

- **Co-Learning-Prozess entlang der Wertschöpfungskette fördern:** Die Automobilbranche ist hinsichtlich ihrer Wertschöpfungskette gemäß Endanbieter/Systemintegrator (OEM), Systemanbieter (Tier 1), Komponentenanbieter (Tier 2), Teileanbieter (Tier 3) klar strukturiert und eng miteinander verzahnt. Dabei sind die Unternehmen nicht nur entsprechend der Größe, sondern auch aufgrund ihres grundsätzlichen Technisierungsgrades und ihrer Rolle in der Wertschöpfungskette unterschiedlich stark mit den gegenwärtigen Änderungsprozessen konfrontiert. Da OEM und Tier 1 im Regelfall über strukturierte Prozesse zur Einführung und Nutzung neuer Technologien, zur Weiterqualifikation und zur (Re-)Organisation der Arbeit verfügen, soll in Co-Learning-Prozessen entlang der Wertschöpfungskette das Wissen „der Großen" auch für KMU verfüg- und nutzbar gemacht werden. Als „Prozess-Paten" fungierende (Groß-)Unternehmen können ihrer ökonomischen Rolle entsprechend einen zentralen Bezugspunkt in der Zulieferkette bilden und auf diese Weise die zu implementierenden „Value-Chain-Co-Learning-Modelle" strukturieren.
- **Aushandlungsprozess für den Einsatz von digitalen Arbeitsmitteln initiieren:** In einem Dialog zwischen Arbeitgebern, Arbeitsnehmern, Betriebsräten und Gewerkschaften sollten Chancen und Risiken von digital assistierter Arbeit im Hinblick auf Fragen zum Datenschutz (DSGVO), digitaler Überwachung und digitaler Diskriminierung diskutiert werden. Dazu bietet sich die Automobilindustrie als Fokusbranche aufgrund der Vorreiterrolle bei der Einführung neuer Produktionstechnologien an.
- **Dialogprozess zwischen Automobilunternehmen und anderen Akteuren (Verbände, Wissenschaft, Politik) zur Batterieforschung und -produktion starten:** Ziel sollte sowohl die Stärkung des Wissenstransfers zwischen den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der Automobilunternehmen als auch zwischen der Forschung und Praxis sein. Bestehende Förderinitiativen (z. B. ProZell, Batterie 2020, ExcellentBattery) sind dabei mit einzubeziehen (BMBF 2018).

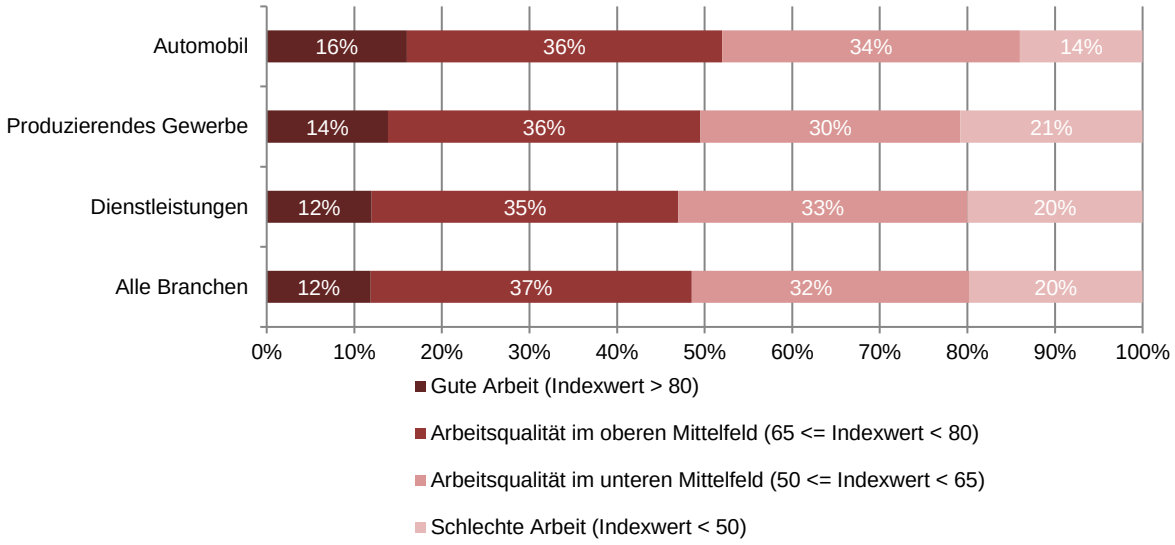
4.3 Organisation

4.3.1 Digitalisierung und Qualität der Arbeit

Der Einsatz von digitalen Technologien steht in einem engen Wechselspiel mit der Gestaltung der Arbeit und hat weitreichende Folgen für das individuelle Empfinden des Arbeitsumfeldes (Klippert et al. 2018). Mithilfe der Daten des DGB-Index Gute Arbeit und der Sonderbefragung zur Digitalisierung lassen sich der Zusammenhang zwischen der Digitalisierung und der Arbeitsqualität in der Automobilbranche im Vergleich zum produzierenden Gewerbe, zum Dienstleistungssektor und allen Branchen empirisch darstellen wie auch weitergehend mögliche Stärken und Schwächen der Automobilindustrie ableiten.[14], [15]

Abbildung 12 gibt zunächst einen Überblick über die branchenspezifische Verteilung der Stufen der Arbeitsqualität von Beschäftigten. Demnach ist der Anteil der Beschäftigten mit Guter Arbeit in der Automobilbranche mit 16 % etwas höher als im produzierenden Gewerbe (14 %). Dagegen ist der Anteil der Beschäftigten mit schlechter Arbeitsqualität mit 14 % deutlich geringer als im produzierenden Gewerbe (21 %).

Abbildung 12: Stufen der Arbeitsqualität des DGB-Index Gute Arbeit



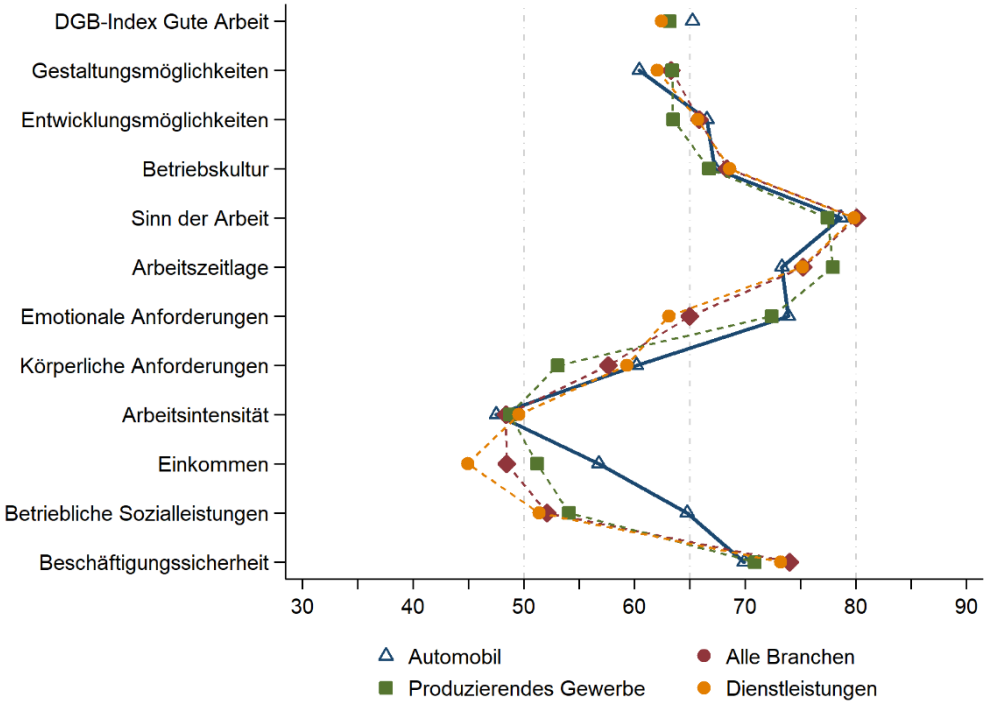
Quelle: Eigene Berechnungen. DGB-Index Gute Arbeit 2017.

Abbildung 13 schlüsselt die Gesamtbewertung des DGB-Index Gute Arbeit weiter nach 11 Kriterien der Arbeitsqualität auf. Dabei zeigt sich, dass die gute Bewertung der Automobilbranche im Gesamtindex vor allem aus den positiv bewerteten monetären Leistungen resultiert. So liegen die Indexwerte für die Kriterien „Einkommen“ und „Betriebliche Sozialleistungen“ in der Automobilindustrie im Jahr 2017 signifikant über denen des produzierenden Gewerbes. Dagegen fällt die Automobilbranche bei den Kriterien „Gestaltungsmöglichkeiten“, „Arbeitszeitlage“ und „Arbeitsintensität“ geringfügig hinter den Vergleichsgruppen zurück.

[14] Nach Definition von Fuchs (2006) bedeutet „Gute Arbeit“ für die Arbeitnehmerin und den Arbeitnehmer „ein festes, verlässliches Einkommen zu erhalten, unbefristet beschäftigt zu sein, die fachlichen und kreativen Fähigkeiten in die Arbeit einbringen und entwickeln zu können, Anerkennung zu erhalten und soziale Beziehungen zu entwickeln.“

[15] Der DGB-Index Gute Arbeit ist ein Instrument zur Bewertung der Arbeitsqualität aus Sicht der Beschäftigten. Die Berechnung des Index erfolgt auf Grundlage von 42 Einzelfragen, die in 11 Kriterien strukturiert sind. Bei der Auswertung des Index werden regelmäßig vier Stufen der Arbeitsqualität unterschieden. Für weitere Details siehe Abschnitt 2.3.1 und Holler 2013.

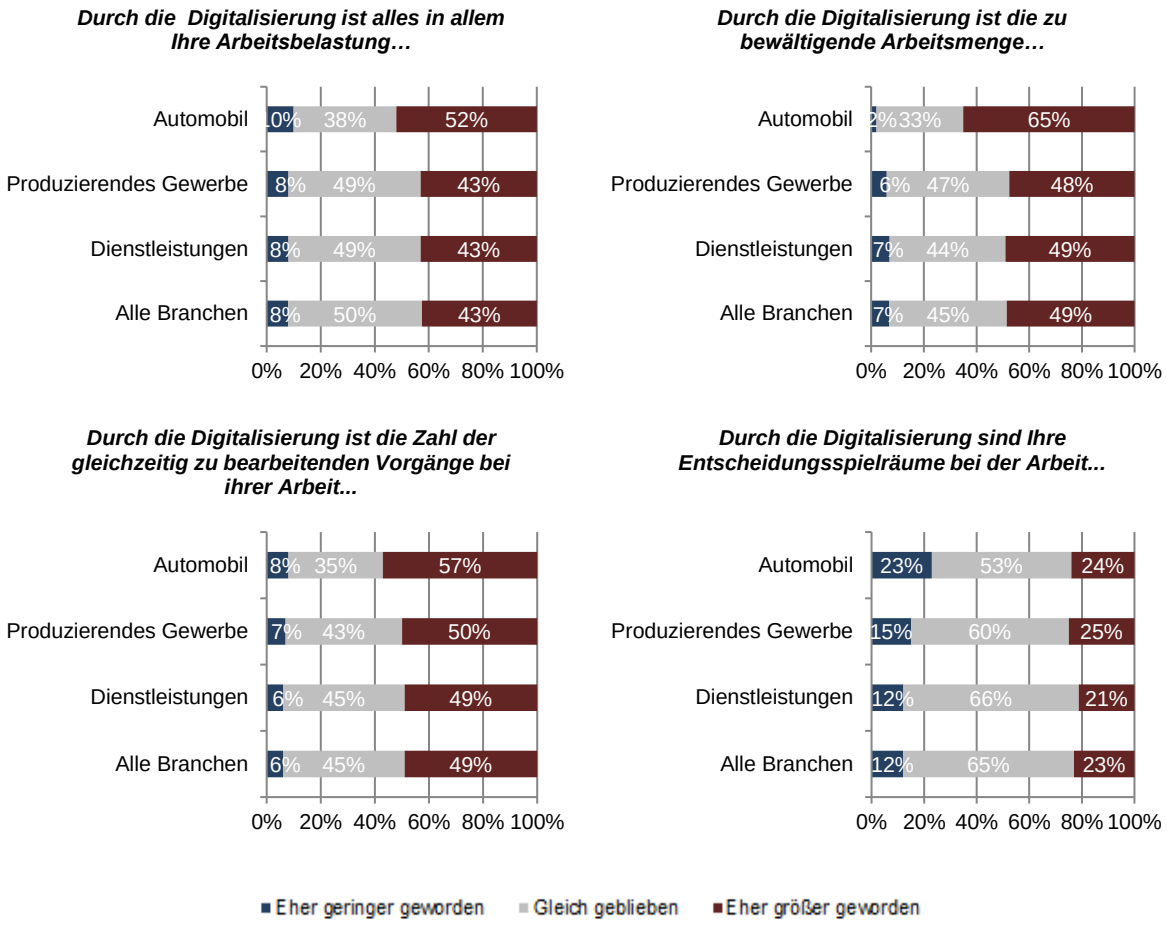
Abbildung 13: DGB-Index Gute Arbeit und Kriterien der Guten Arbeit



Quelle: DGB-Index Gute Arbeit 2017.

Mit Blick auf die Folgen der Digitalisierung scheinen die Beschäftigten der Automobilbranche verstärkt negative Auswirkungen wahrzunehmen (Abbildung 14) Demnach stellen 52 % eine zunehmende Arbeitsbelastung durch die Digitalisierung fest, ein Anteil der deutlich über dem Durchschnitt im produzierenden Gewerbe (43 %) liegt. 65 % der Beschäftigten in der Automobilbranche geben zudem an, dass das zu bewältigende Arbeitspensum gestiegen ist, und für 57 % der Beschäftigten hat die Zahl der gleichzeitig zu bewältigenden Vorgänge bei der Arbeit zugenommen. Somit liegen die Anteile auch bei diesen arbeitsbelastungsbezogenen Fragen deutlich über den Werten des produzierenden Gewerbes. Zudem sind die Entscheidungsspielräume trotz (oder gerade wegen) der Digitalisierung in der Automobilindustrie nicht erkennbar größer geworden. Die Ergebnisse deuten an, dass der Einsatz digitaler Arbeitsmittel in der Automobilbranche in erster Linie eher zu einer Arbeitsverdichtung, nicht aber zu einer Flexibilisierung geführt hat. Darüber hinaus lassen die unveränderten Entscheidungsspielräume vermuten, dass die Potenziale für eine höhere Lernförderlichkeit (noch) nicht hinreichend genutzt werden.

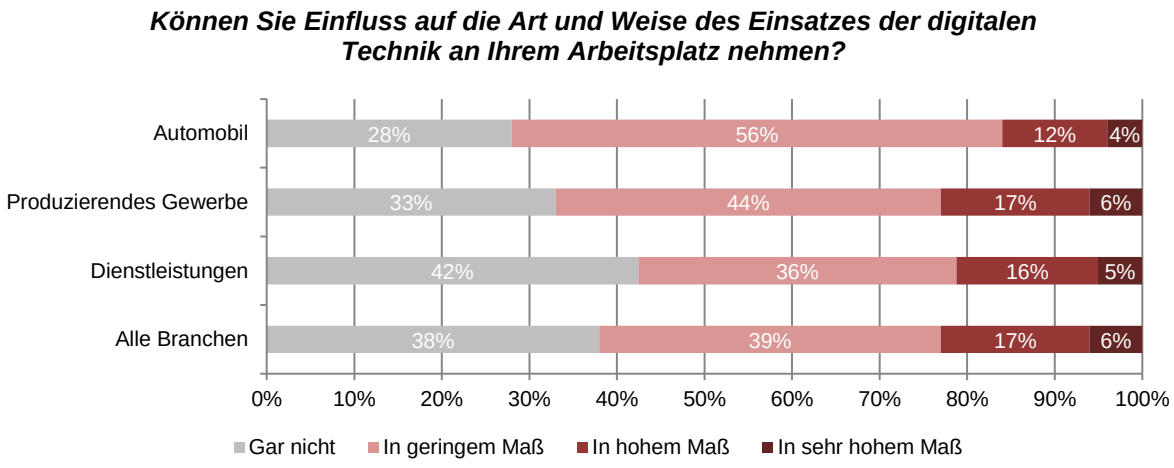
Abbildung 14: Folgen der Arbeit mit digitalen Mitteln aus Sicht der Beschäftigten, 2016



Quelle: DGB-Index Gute Arbeit 2017.

Die Ergebnisse werfen die Frage auf, ob es den Unternehmen der Automobilbranche möglicherweise an entsprechenden Organisationsstrukturen fehlt, durch die sich die Digitalisierung und der Einsatz von digitalen Technologien positiver auf die Qualität der Arbeit der Beschäftigten auswirken kann. Diese Annahme wird auch durch das Ergebnis bestärkt, dass 84 % der Erwerbstätigen in der Automobilbranche keinen bzw. nur geringen Einfluss auf die Art und Weise des Technologieeinsatzes an ihrem Arbeitsplatz haben (Abbildung 15). Auch mit diesem Wert liegt die Branche deutlich über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes (77 %).

Abbildung 15: Gestaltung der Arbeit mit digitalen Mitteln aus Sicht der Beschäftigten, 2016



Quelle: Eigene Berechnungen. DGB-Index Gute Arbeit 2017.

4.3.2 Wandel zu flexibleren Organisationsstrukturen

Die Arbeitsorganisation bietet als Schnittstelle zwischen Mensch und Technik vielseitigen unternehmensorganisatorischen Gestaltungsspielraum. Die Automobilindustrie steht dabei vor besonderen Herausforderungen, da der Wandel des Kerngeschäfts von Herstellern und Zulieferern in gegenseitiger Wechselwirkung steht und strategisch begleitet werden muss, gleichzeitig aber eine hohe Unsicherheit hinsichtlich der Marktrelevanz von neuen Produkten und Services besteht. Somit ändern sich Anforderungen an die betrieblichen Organisationsstrukturen nicht nur durch die digitale Transformation tradierter Unternehmensbereiche wie der Produktion, sondern auch durch den Bedeutungszuwachs neuer Technologien und digitaler Geschäftsmodelle. Eine höhere Flexibilisierung der Unternehmen in personeller und organisatorischer Hinsicht ist die notwendige Folge.

Automobilunternehmen sind dabei nicht erst seit der Einführung von Car- und Ridesharing-Konzepten Anbieter von Service-Dienstleistungen. So bieten die Finanzdienstleister der führenden Automobilhersteller ihren Kunden schon seit Jahren neben der Finanzierung und dem Leasing von Fahrzeugen weitere Mobilitätsdienstleistungen an und verfügen deshalb bereits über betriebliche Anknüpfungspunkte für neue Mobilitätskonzepte.[16] Zulieferer können dagegen selten auf langjährige Erfahrungen zurückgreifen und stehen bei der Etablierung von neuen Geschäftsmodellen meist vor größeren Hürden. Darüber hinaus müssen Hersteller und Zulieferer gleichermaßen den neuen, oftmals anspruchsvolleren Kunden- und Mobilitätsbedürfnissen entsprechen und emotionale Kundenerfahrung („Customer Experience“) in den Mittelpunkt stellen (Bormann et al. 2018). Unternehmen der digitalen Branche dienen dabei oft als Rollenmodell für erfolgreiche Organisationskulturen.

Um also die Zukunftsfähigkeit der Automobilbranche mit Blick auf den Bedeutungszuwachs neuer Geschäftsmodelle sicherzustellen, erscheint „ein Umbau der Konzernstrukturen weg vom häufig ineffizienten und langsamen Prinzip hierarchischer Steuerung hin zu eher dezentralen, flachen, schnellen, experimentellen und agilen Entscheidungs- und Arbeitsstrukturen“ nötig (Bormann et al. 2018, S. 19). Erste Hinweise für einen solchen Wandel lassen sich bei den führenden Automobilherstellern erkennen. So erforscht Volkswagen im „Volkswagen Group Future Center Europe“ zukünftige Mobilitätslösungen und erprobt in interdisziplinären Teams neue Formen der Zusammenarbeit. Unterdessen erarbeitet Audi im Rahmen der „Audi Urban Future Initiative“ jenseits der etablierten Unternehmensbereiche kreative Lösungsansätze für die Mobilität in globalen Ballungsräumen. Daimler gab im Jahr 2016 den Startschuss für ein erstes Pilotprojekt mit agilen Arbeitsstrukturen in der Konzernzentrale in Stuttgart. Darin entwickeln Beschäftigte aus der Marketing- und IT-Abteilung in einem selbstorganisierten, interdisziplinären Team neue digitale Produkte. Zudem regelt das Unternehmen seit 2017 das agile Arbeiten in sogenannten „Kurzzeitschwärmen“ über eine Gesamtvertriebsvereinbarung. Die Erfahrungsberichte bei Daimler zeigen, dass dabei Freiwilligkeit bei der Teilnahme, Mitbestimmungsrechte und Feedbackstrukturen für die Beschäftigten zentrale Erfolgsfaktoren darstellen (Chaberny 2018).

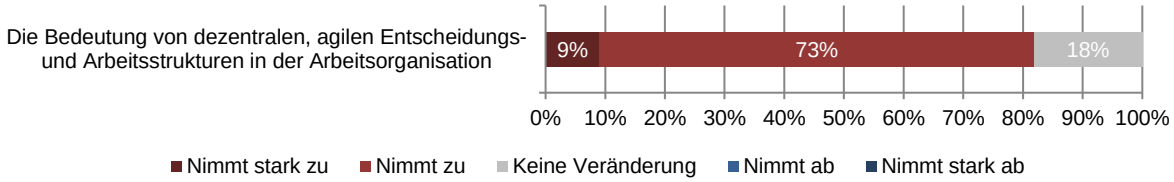
Eine agile Arbeitsgestaltung muss sich jedoch nicht auf Tätigkeiten im Softwareumfeld beschränken. Auch in der Produktion und Montage ist eine Entwicklung weg von der Fließbandarbeit hin zu agilen Organisationsstrukturen vorstellbar, auch wenn sich diese aufgrund technischer Anforderungen anders ausgestaltet. Beispielsweise nutzt Audi eine Lösung des Start-ups Arculus, das testweise flexible Montageinseln bei Ford einrichtet. In der modularen Fertigung wird damit versucht, das Prinzip der immer gleichen Abfolge von Arbeitsschritten in der taktgebundenen Fließbandarbeit zu durchbrechen

[16] So wird auch Car2Go, Erstanbieter und weltweiter Marktführer von free-floating Carsharing-Diensten, in der Daimler AG dem Bereich Daimler Financial Services zugeordnet (https://www.daimler.com/konzern/geschaeftsfelder/daimler-financial-services).

(Vetter 2016).[17] Darüber hinaus werden in der ARENA2036, einer flexiblen Forschungsfabrik von Partnern aus der Wirtschaft und Wissenschaft, innovative Produktionstechnologien unter anderem für die Automobilbranche erprobt. Dabei soll die Entwicklung einer neuartigen Denk- und Arbeitsumgebung dazu dienen, die Zusammenarbeit und Kreativität der Beschäftigten zu fördern (BMBF 2016).

In der Delphi-Befragung prognostizieren die Expertinnen und Experten für die Zukunft einen fortschreitenden Wandel der Arbeitsorganisation. So gehen über 80 % davon aus, dass die Bedeutung von dezentralen, agilen Entscheidungs- und Arbeitsstrukturen in der Automobilbranche in den nächsten zehn Jahren zunimmt bzw. stark zunimmt (Abbildung 16).

Abbildung 16: Zukünftige Flexibilisierung der Arbeitsorganisation



Quelle: Delphi-Befragung.

Ergänzend zu den obigen Beispielen und der Evidenz aus der Delphi-Befragung lassen sich auch empirische Ansätze zur Charakterisierung unterschiedlicher Organisationsformen der Arbeit heranziehen. So haben Lorenz und Valeyre (2005) auf Basis des European Working Conditions Surveys (EWCS) aus dem Jahr 2000, einer Befragung unter 21.500 Erwerbstätigen in 15 europäischen Ländern, vier Hauptformen von Organisationen identifiziert, die von „traditionell" über „tayloristisch" und „lean" bis zu „hochflexibel-agil" reichen (siehe Infokasten zu Abbildung 17).[18] Der Automobilsektor wird dabei auf europäischer Ebene unter 15 Sektoren als diejenige Branche identifiziert, die am deutlichsten den Organisationsansatz einer „Lean"-Organisation verfolgt (Lorenz und Valeyre 2005).[19] Demnach zeichnet sich die Automobilbranche durch eine problemlösungsorientierte, normbasierte Arbeitsweise aus und ist mit Blick auf die Zusammenarbeit in vielen Bereichen durch ein hohes Maß an Teamarbeit geprägt. Die Arbeits- und Organisationsweise ist zudem durch hierarchische Strukturen charakterisiert.

Auch die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung wurden zur Entwicklung der Arbeitsorganisation in der Automobilbranche befragt. Dabei zeigt sich, dass sie auch zukünftig von einem Fortbestand einer „leanen" Arbeitsorganisation ausgehen (61 %). Gleichzeitig wird ein Bedeutungszuwachs hochflexibler-agiler Arbeitsstrukturen erwartet (39 %). Es wird also insbesondere mit einer stärkeren Dezentralisierung der Arbeits- und Entscheidungsstrukturen gerechnet, die zudem eine verstärkte Autonomie der Arbeitsweise und des Handelns zulässt. Die obigen Beispiele von Daimler und Audi zeigen, wie der Ansatz agiler Arbeitsstrukturen in der Automobilbranche in der Praxis bereits erprobt wird.

Abbildung 17: Zukünftige Form der Arbeitsorganisation

[17] Auch im Berufsinformationsportal BERUFENET von der Bundesagentur für Arbeit werden Montageinseln als ein Trend in der Produktion von Automobilen identifiziert: https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung/trends&dkz=122564

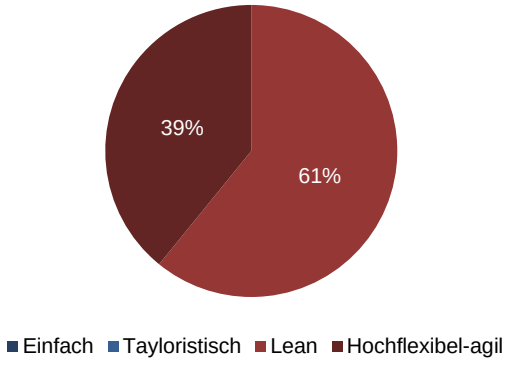
[18] Die Bezeichnungen der Organisationsformen von Lorenz und Valeyre 2005 orientieren sich zwar an klassischen Formen der Produktionsorganisation (insbesondere „Lean" und „Tayloristisch"), dienen aber als allgemeine Charakterisierungen der Arbeitsorganisation unabhängig vom Geschäftsbereich und der Branche.

[19] Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs auf nationaler Ebene sind keine länderspezifischen Ergebnisse nach Branchen verfügbar. Eine Replikation der Ergebnisse für Deutschland mit der umfangreicheren BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 war nicht möglich, da der empirische Ansatz von Lorenz und Valeyre 2005 keine Ausdifferenzierung von vier Organisationstypen ergab.

Arbeitsorganisationstypen in Anlehnung an Lorenz (2005)

	Einfach	Tayloristisch	Lean	Hochflexibel-agil
Arbeitsweise	Unstrukturiert	Taktgebunden, nomrbasiert	Problemlösungs-orieniterit; normbasiert	Problemlösungs-orientiert; autonome Methodenw ahl
Kollaboration	Viele Hilfstätigkeiten	Klare Aufgabenteilung	Hohes Maß an Teamw ork	Hohes Maß an Teamw ork
Arbeitsstruktur	Dezentral	Hierarchisch	Hierarchisch	Dezentral

Welcher dieser vier Typen beschreibt die zukünftige Form der Arbeitsorganisation in der Automobilbranche bereichsübergreifend am ehesten…



Quelle: Delphi-Befragung.

Aufgrund der Diversität der Unternehmensbereiche innerhalb der Unternehmen und quer durch die Automobilbranche ist nicht zu erwarten, dass sich ein Wandel der Arbeitsorganisation gleichermaßen in allen Unternehmensbereichen durchsetzen wird. Vielmehr wird es eine unternehmens- bzw. bereichsspezifische Abwägung zwischen der betriebswirtschaftlichen Sinnhaftigkeit und der organisatorischen Machbarkeit sein, ob sich hochflexible Strukturen implementieren lassen. Der Aufbau neuer Werke und Produktionskapazitäten (z. B. für die Elektromobilität) bietet jedoch Potenzial, neue Formen der Arbeitsorganisation unter Einbindung moderner Produktions- und Assistenztechnologien zu verwirklichen.

4.3.3 Arbeitssystem als Lernsystem

Neben Konzepten der formalen Aus- und Weiterbildung ist das Lernen im Prozess der Arbeit ein vielversprechender Ansatz zur Entwicklung von Handlungskompetenzen der Beschäftigten. Im Mittelpunkt steht dabei die Arbeitsgestaltung, die neben technischen auch organisationale und personale Maßnahmen zur Optimierung der Arbeitsprozesse umfasst, und auf humanes Arbeiten und hohe Wirtschaftlichkeit abzielt. Grundlage dafür ist, dass „ein aufgabengerechtes, optimales Zusammenwirken von Menschen, Betriebsmitteln sowie Arbeitsgegenständen in einem Arbeitssystem“ sichergestellt wird (Schäfer 2009). Innovative Konzepte der Arbeitsorganisation können demnach eine lernförderliche Arbeitsumgebung zur arbeitsplatznahen Qualifizierung befördern, indem sie breite Aufgabeninhalte und weitreichende Handlungsspielräume bieten und eine angemessene Kooperation, Interaktion und Kommunikation zwischen den Beschäftigten und ihrem Arbeitssystem sicherstellen. Gestaltungsfelder für eine lernförderliche Arbeitsgestaltung bestehen in der Arbeitsumgebung, bei den Arbeitsaufgaben und in der Arbeitsorganisation (Tabelle 2). Darüber hinaus spielt die Unternehmenskultur eine wichtige Rolle, wobei insbesondere kooperative Führungsstile für die Lernförderlichkeit als zuträglich gelten (Matuschek 2016).

Tabelle 2: Gestaltungfelder einer lernförderlichen Arbeitsumgebung

Arbeitsumgebung	Arbeitsaufgaben	Arbeitsorganisation
Nutzung ergonomischer Gestaltungskriterien	Schaffung vollständiger, problemhaltiger Tätigkeiten	Gestaltung von relevanten Strukturmerkmalen
z. B. Beleuchtung, Farbgestaltung, Lärm, Klima, mechanische Schwingungen, Gefahrstoffe, Arbeitsmittel	z. B. Selbstständigkeit, Partizipation, Kommunikation, Kooperation, Information und Feedback am Arbeitsplatz	z. B. Produktionsablauf, Gruppenarbeit, Arbeitsteilung, Hierarchie, Arbeitszeit und Entgelt
Unternehmenskultur		

Quelle: Eigene Darstellung. Schäfer (2009).

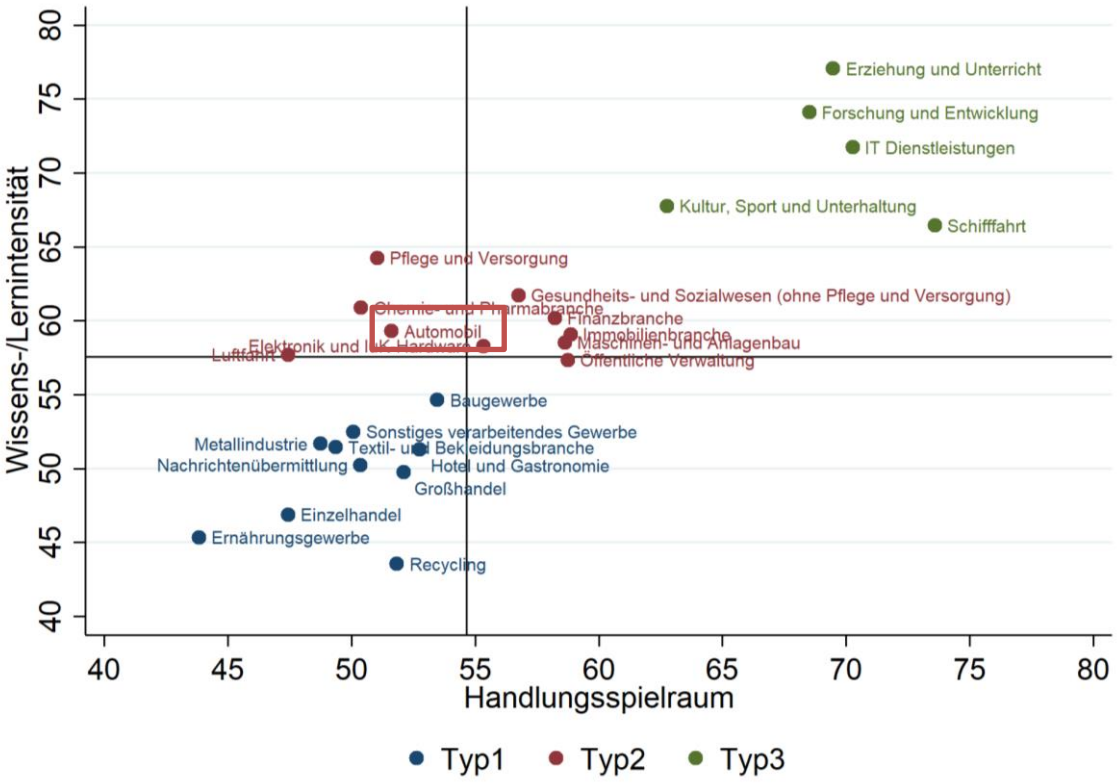
Mit Blick auf die Automobilbranche bietet die Umsetzung von Konzepten des Lernens im Prozess in zweierlei Hinsicht weitreichende Potenziale. Zum einen müssen die Unternehmen den Kompetenzbedarfen durch die neuen Technologien und Geschäftsmodelle begegnen. Darüber hinaus bietet die Branche mit einem vielseitigen Einsatz von digitalen Arbeitsmitteln gute Voraussetzungen, um Konzepte des Lernens am Arbeitsplatz umzusetzen (Apt et al. 2016). Gleichzeitig birgt ein hoher Automatisierungsgrad aber auch die Gefahr, den Kompetenzerwerb durch Routinetätigkeiten und einen hohen Standardisierungsgrad des Arbeitssystems einzuschränken (Schäfer 2009).

Um für diese Untersuchung einen Eindruck der Entwicklungspotenziale der Automobilindustrie hin zu einer wissensintensiven und hochflexiblen Branche zu erhalten, erfolgte zunächst eine Verortung der Automobilbranche unter 34 Branchen entlang der Faktoren Handlungsspielräume und Wissens- und Lernintensität (siehe Tabelle 7 für die Branchendefinition).[20] Mithilfe eines index-basierten Ansatzes wurden drei Branchentypen (Typ 1, Typ 2, Typ 3) abgeleitet. Die Faktoren Handlungsspielräume und Wissens- und Lernintensität stellen dabei zwei zentrale Determinanten für den Wandel der Arbeitswelt dar und dienen als erste Einordnung der branchenspezifischen Potenziale einer lernförderlichen Arbeitsgestaltung. Die Automobilbranche wurde im Rahmen der empirischen Analyse dem Branchentyp

[20] Mit dem *indexbasierten Ansatz* wurden Branchen auf Basis einer hierarchischen Clusteranalyse mit den indexierten Variablen Handlungsspielraum und Wissens-/Lernintensität in drei Typen unterteilt (Cleff 2015). Die Indexvariablen sind jeweils gewichtete Mittelwerte von vier (Handlungsspielraum) und sieben (Wissens-/Lernintensität) Indikatorvariablen aus der BIBB/BAuA-ETB 2012. Um den Informationsgehalt der Daten optimal zu nutzen, wurde die Gewichtung der Indikatoren durch eine Faktoranalyse ermittelt (Cleff 2015). Für eine Übersicht der Indikatorenauswahl und -gewichtung siehe Tabelle 8 im Anhang. Die Anzahl der Cluster erfolgte auf Grundlage von inhaltlichen und statistischen Kriterien (u. a. grafische Analyse des Dendrogramms). Der Index *Handlungsspielraum* erfasst die Freiheitsgrade und Vielfalt der Arbeitsprozesse und bildet einen Faktor der Dimension Arbeitsorganisation ab (Hartmann et al. 2014; BAuA 2014). Der Index *Wissens-/Lernintensität* spiegelt die Komplexität der Aufgaben und Lernanforderungen für Beschäftigte wider und kann der Dimension Qualifikation zugeordnet werden (Tiemann 2009).

2 zugeordnet und zeichnet sich somit entlang beider Dimensionen durch durchschnittliche Indexwerte aus (Abbildung 18). Es ist dabei anzumerken, dass grundsätzlich eine enge Wechselbeziehung zwischen den Freiheitsgraden der Tätigkeiten und der inhaltlichen Komplexität der Arbeit besteht, die unter anderem durch eine statistisch signifikante Korrelation zwischen den beiden Indizes quantifizierbar ist. Dennoch zeigt sich, dass die Automobilbranche zwar bei der Wissens- und Lernintensität ein ähnliches Niveau aufweist wie die meisten anderen Branchen des Typ 2. Gleichzeitig ist die Automobilindustrie durch vergleichsweise geringe Handlungsspielräume geprägt und weist damit eine Eigenschaft auf, die einer lernförderlichen Arbeitsumgebung eher entgegensteht. Eine vergleichende Analyse der Indexentwicklung für die BIBB/BAuA-ETB 2006 und 2012 zeigt unterdessen, dass die Automobilbranche in diesem Zeitraum zwar entgegen eines leicht negativen Trends der Typ 2-Branchen von -0,4 Indexpunkten eine geringfügige Zunahme der Handlungsspielräume von 0,7 Indexpunkten verzeichnen konnte, damit bei diesem Faktor aber im Jahr 2012 unter den Typ 2-Branchen weiterhin am unteren Ende liegt.[21]

Abbildung 18: Branchentypen nach indexbasiertem Ansatz



Quelle: Eigene Berechnung. BIBB/BAuA-ETB 2012.

Um die Potenziale für die Umsetzung einer lernförderlichen Arbeitsgestaltung in der Automobilindustrie genauer zu quantifizieren, wurden mit einem weiteren Clusterverfahren branchenspezifische Anteile der Beschäftigten nach drei Typen der Lernförderlichkeit ermittelt (siehe Abbildung 19 zur Beschreibung der Lernförderlichkeitstypen).[22]

[21] In Ergänzung dazu zeigt Abbildung 13, dass auch bei der Befragung zum DGB-Index Gute Arbeit im Jahr 2017 der Gestaltungsspielraum der Automobilbranche unter dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes und dem Durchschnitt über alle Branchen liegt.

[22] Zur Berechnung der Anteile der Beschäftigten nach drei Typen der Lernförderlichkeit wurde eine multiple Korrespondenzanalyse gefolgt von einer hierarchischen Clusteranalyse durchgeführt. Die Methodik orientierte sich an Lorenz und Valeyre 2005 (siehe Abschnitt 4.3.2). Die Anzahl der Cluster erfolgte auf Grundlage von inhaltlichen und empirischen Kriterien. Grundlage für die empirische Analyse waren 11 Indikatoren, die potenziellen Einfluss auf die Lernförderlichkeit von Beschäftigten haben (siehe Abbildung 19) Datenbasis war die BIBB/BAuA-ETB 2012.

Abbildung 19: Typen der Lernförderlichkeit

Indikatorenausprägung nach Typ der Lernförderlichkeit:

Indikator	Hoch	Mittel	Niedrig
Planung von Weiterbildungsmaßnahmen			
Zufriedenheit mit Weiterbildungsmaßnahmen			
Problemlösen			
Entscheidungsfreiheit			
Wissensaneignung			
Lernpotenzial			
Verbesserungspotenzial			
Methodenautonomie			
Repetitionsrate			
Soziale Unterstützung (Kollegen)			
Soziale Unterstützung (Vorgesetze)			
Beobachtungen	9.050	3.683	2.637
Anteil	59%	24%	17%

Charakterisierung von Lernförderlichkeitstypen:

Niedrig: ständige Wiederholung von Arbeitsgängen; vorgeschriebene Strukturen; soziale Unterstützung

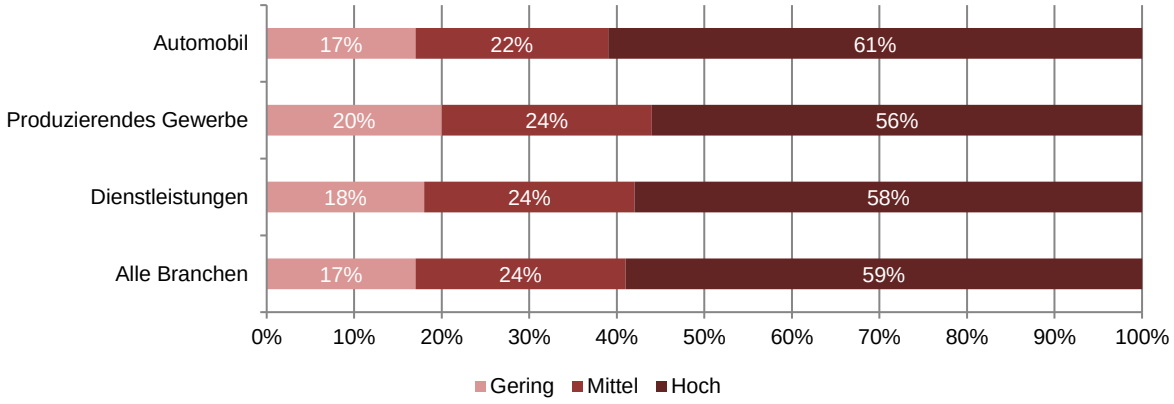
Mittel: eigenständiges Handeln; monotone, repetitive Arbeitsvorgänge

Hoch: hohes Maß an eigenständigen Entscheidungs- und Lernmöglichkeiten; selbstständiges Problemlösen; stetige Wissensaneignung; Einarbeiten in neue Tätigkeitsfelder; autonomen Arbeitsumgebung, selbstverantwortliches Handeln; soziale Unterstützung

Anmerkungen: Innerhalb der Heatmap tragen rote Bereiche in besonderem Maß zur Definition eines Lernförderlichkeitstyps bei. Blaue/weiße Bereiche dokumentieren eine vergleichsweise schwache Ausprägung.
Quelle: Eigene Berechnung. BIBB/BAuA-ETB 2012.

Der Anteil an Beschäftigten, die einem hohen Lernförderlichkeitstyp zugeordnet werden, liegt demnach in der Automobilbranche bei 61 %. Damit liegt die Branche mit 2 %-Punkten geringfügig über dem Durchschnitt aller Branchen und mit 5 %-Punkten etwas deutlicher über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes. Die Ergebnisse deuten daher darauf hin, dass trotz der eingeschränkten Handlungsspielräume die Automobilbranche nach den umfassenderen Kriterien einer lernförderlichen Arbeitsumgebung ein überdurchschnittliches Lernförderlichkeitspotenzial aufweist.

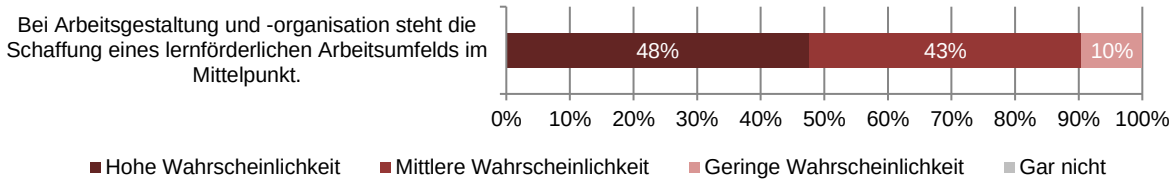
Abbildung 20: Lernförderlichkeit des Arbeitsumfelds



Quelle: Eigene Berechnung. BIBB/BAuA-ETB 2012.

Für die Zukunft erwarten die Expertinnen und Experten in der Delphi-Befragung, dass dieses Potenzial auch zunehmend genutzt wird. So schätzen 90 % der Befragten die Wahrscheinlichkeit, dass zukünftig bei der Arbeitsgestaltung und -organisation die Schaffung eines lernförderlichen Arbeitsumfeldes im Mittelpunkt steht, als mittel bis hoch ein.

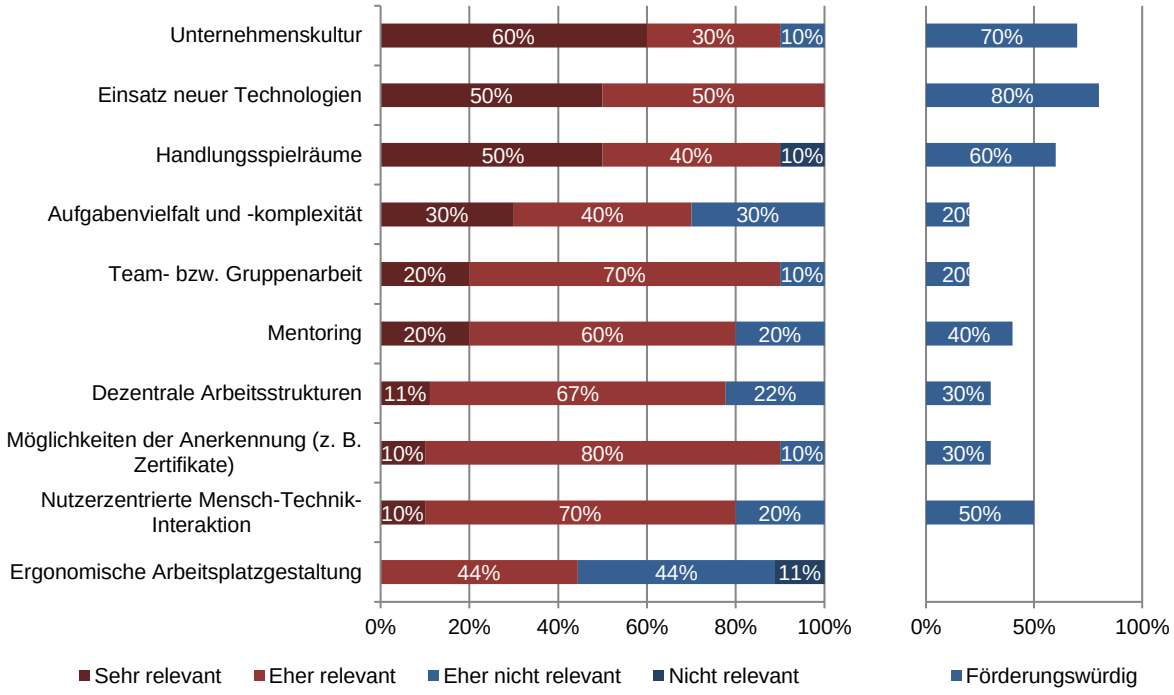
Abbildung 21: Zukünftige Bedeutung von Lernförderlichkeit des Arbeitsumfelds



Quelle: Delphi-Befragung.

Bei der Beurteilung von Einzelkriterien für eine lernförderliche Arbeitsgestaltung werden von den Expertinnen und Experten die Unternehmenskultur, der Einsatz neuer Technologien und die Schaffung von Handlungsfreiräumen hervorgehoben. Jeweils 90 % der Befragten oder mehr schätzten diese drei Gestaltungsbereiche als sehr relevant bzw. eher relevant ein. Darüber hinaus sollten laut Expertenmeinung diese drei Bereiche sowie eine nutzerzentrierte Mensch-Technik-Interaktion und Mentoring-Programme zukünftig stärker gefördert werden.

Abbildung 22: Kriterien zur Schaffung von Lernförderlichkeit

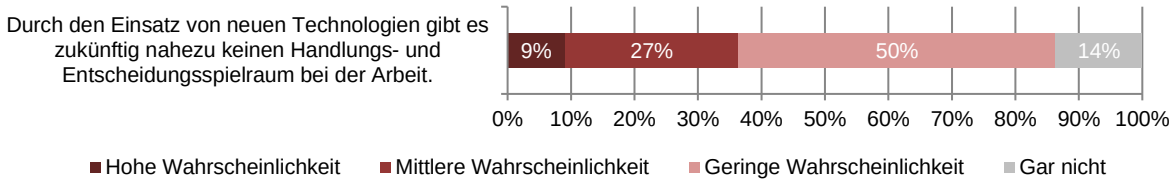


Quelle: Delphi-Befragung[23].

Laut Expertenmeinung muss der Einsatz von digitalen Arbeitsmitteln nicht mit einer Abnahme der Handlungs- und Entscheidungsspielräume einhergehen. So besteht für 64 % der Befragten nur eine geringe oder keine Wahrscheinlichkeit, dass durch den Einsatz von neuen Technologien nahezu keine Handlungs- und Entscheidungsspielräume mehr bestehen.

[23] Die Ergebnisse basieren auf der 2. Runde der Delphi-Befragung (siehe Abschnitt 2.3.2).

Abbildung 23: Wandel der Handlungs- und Entscheidungsspielräume



Quelle: Delphi-Befragung.

Während die zunehmend digitalisierte Arbeit auf der einen Seite Rationalisierungsängste bei den Beschäftigten hervorrufen kann, liegt in dem hohen Digitalisierungsgrad in der Automobilbranche auch ein großes Potenzial zur Förderung des Lernens im Prozess der Arbeit. Die Unternehmen der Automobilbranche stehen dabei vor der doppelten Herausforderung, die aus wirtschaftlicher Sicht notwendigen Modernisierungen der Produktionsstrukturen vorzunehmen und gleichzeitig die Entwicklungspotenziale der Beschäftigten durch eine innovative Nutzung von digitalen Arbeitsmitteln und eine intelligente Arbeitsorganisation zu berücksichtigen.

4.3.4 Gestaltungsoptionen

- **„Leuchtturm-Projekte“ öffentlichkeitswirksam sichtbar machen:** Insbesondere KMU, die neue Formen der agilen Arbeitsorganisation erfolgreich im Unternehmen umsetzen, können potenziell Vorreiterrollen in der Automobilbranche einnehmen.
- **1:1-Technologie-Coachings für nutzerzentrierten und praxisnahen IKT-Einsatz fördern:** Während in allgemeinen IKT-Schulungen die Vermittlung der Funktionalität von Software und Arbeitsmitteln im Vordergrund steht, kann mit Coachings der optimale Technologieeinsatz zur Arbeitserleichterung und Prozessoptimierung unter Berücksichtigung der individuellen Arbeitssituation und persönlichen Bedingungen unterstützt werden.
- **Lernförderlichkeitspotenziale in Unternehmen der Automobilbranche anheben:** Beschäftigten sollten größere Entscheidungsspielräume in ihren Tätigkeiten und mehr Einfluss bei der Art und Weise des Technologieeinsatzes eingeräumt werden.
- **Innovative Lernkonzepte fördern:** Unternehmen ist zu empfehlen arbeitsorganisatorische Konzepte zum arbeitsnahen Lernen (z. B. Lerninseln) umzusetzen. Der Einsatz von digitalen (tutoriellen) Assistenzsystemen als Lernsystem („Shop-Floor Learning“) sollte vor dem Hintergrund des Weiterbildungsbedarfs in neuen Technologiefeldern der Automobilbranche angestrebt werden.

4.4 Qualifikation

4.4.1 Begegnung der Qualifikations- und Kompetenzbedarfe

Die deutsche Automobilbranche ist traditionell von einem hohen Anteil an Fachkräften geprägt. So verfügten im Jahr 2017 64 % der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten über eine Berufsausbildung und 19 % über einen Fachhochschul- bzw. Hochschulabschluss. Damit lag der Anteil der Akademikerinnen und Akademiker in der Automobilindustrie mit 7 %-Punkten deutlich über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes. Zwischen 2013 und 2017 stieg der Anteil an Beschäftigten mit Hochschulbildung mit 3 %-Punkten sowohl im Vergleich zum produzierenden Gewerbe als auch zu allen Branchen noch überdurchschnittlich stark an. Damit deuten die Daten zumindest zuletzt eine Tendenz der Höherqualifizierung in der Automobilindustrie an.

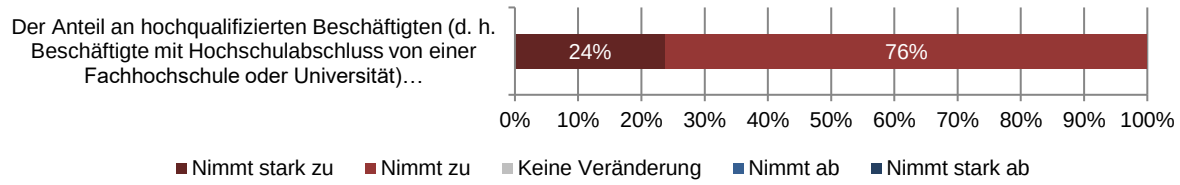
Abbildung 24: Sozialversicherungspflichtige Beschäftigung nach Qualifikation

	Automobil		Produzierendes Gewerbe		Dienstleistungen		Alle Branchen	
	2017	Δ2013-2017	2017	Δ2013-2017	2017	Δ2013-2017	2017	Δ2013-2017
Ohne Berufsabschluss	106.910	1.423	1.164.849	10.011	2.631.641	548.124	4.139.591	559.317
	11,7%	*-0,6 %-Pkt.*	12,6%	*-0,4 %-Pkt.*	13,3%	*1,6 %-Pkt.*	12,6%	*0,8 %-Pkt.*
Mit Berufsausbildung	586.501	31.323	6.256.647	239.937	11.748.746	1.171.858	20.164.967	1.527.763
	64,0%	*-0,8 %-Pkt.*	67,5%	*-0,1 %-Pkt.*	59,4%	*0 %-Pkt.*	61,6%	*-0,2 %-Pkt.*
(Fach-) Hochschulabschluss	170.436	35.520	1.097.680	184.904	3.055.990	773.475	5.092.423	1.117.204
	18,6%	*2,9 %-Pkt.*	11,8%	*1,6 %-Pkt.*	15,4%	*2,6 %-Pkt.*	15,6%	*2,4 %-Pkt.*
Kein Angabe	53.084	- 8.909	752.863	- 68.756	2.354.955	- 529.251	3.334.771	- 637.417
	5,8%	*-1,4 %-Pkt.*	8,1%	*-1,1 %-Pkt.*	11,9%	*-4,3 %-Pkt.*	10,2%	*-3 %-Pkt.*
Insgesamt	916.931	59.357	9.272.039	366.096	19.791.332	1.964.206	32.731.752	2.566.867

Quelle: Eigene Darstellung. Statistik der Bundesagentur für Arbeit: Sonderauswertung.

Auch für die Zukunft erwarten die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung eine weitere Akademisierung in der Branche. Demnach gehen drei Viertel der Befragten davon aus, dass in den kommenden zehn Jahren der Anteil an hochqualifizierten Beschäftigten mit Hochschulabschluss zunimmt, ein Viertel der Befragten geht sogar von einer starken Zunahme aus (Abbildung 25).

Abbildung 25: Zukünftiger Anteil an hochqualifizierten Beschäftigten



Quelle: Delphi-Befragung.

Ob diese Entwicklung vorwiegend angebots- oder nachfrageseitig getrieben ist, wurde durch die Befragung der Expertinnen und Experten nicht abschließend geklärt. Für einige Expertinnen und Experten ist die zunehmende Höherqualifizierung eine Folge der fortschreitenden Automatisierung, die zu einer weiteren Abnahme „einfacher“ Tätigkeiten führt (nachfrageseitig). Andere Expertinnen und Experten schätzen, dass der Trend zur Höherqualifizierung eher durch ein Mehrangebot von Hochschulabsolventinnen und -absolventen am Arbeitsmarkt getrieben wird, unabhängig von den tatsächlichen Arbeitsanforderungen in der Automobilbranche.

Eine Betriebsumfrage des Statistischen Bundesamtes (in Zusammenarbeit mit den Statistischen Landesämtern) zur beruflichen Weiterbildung aus dem Jahr 2016 zeigt unterdessen auf, welche Strategie die Unternehmen in der Automobilindustrie – auch im Vergleich zu anderen Branchen – bevorzugt verfolgen, um zukünftige Bedarfe an Qualifikationen und Kompetenzen zu begegnen

(Destatis 2017a).[24] Zur Deckung der Qualifikationsbedarfe sind Neueinstellungen mit einem Anteil von 82 % und berufliche Weiterbildung der derzeitig Beschäftigten mit einem Anteil von 77 % unter den befragten Automobilunternehmen gleichermaßen von Bedeutung (Tabelle 3). Der Vergleich mit anderen Branchen des produzierenden Gewerbes zeigt, dass die Automobilbranche mit Blick auf den Verbreitungsgrad von Qualifikationsmaßnahmen damit in beiden Bereichen eine Spitzenposition einnimmt. Darüber hinaus dienen in zwei von drei Unternehmen der Automobilindustrie interne Reorganisationen einer besseren Nutzung von Qualifikationspotenzialen der Beschäftigten. Dieser Anteil liegt ebenfalls deutlich über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes (55 %). Die Daten machen deutlich, dass in der Automobilindustrie bereits heute ein ausgeprägter Bedarf an neuen Qualifikationen und Kompetenzen besteht.

Tabelle 3: Maßnahmen zur Begegnung des zukünftigen Bedarfs an Qualifikationen und Kompetenzen, 2015

	Wirtschaftsbereiche	Einstellung neuen Personals, das über die erforderlichen Qualifikationen verfügt	Regelmäßige berufliche Weiterbildung der derzeitigen Beschäftigten	Interne Reorganisation, um die bei den Beschäftigten bestehenden Qualifikationen besser zu nutzen
Produzierendes Gewerbe	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	61,0	61,6	54,6
	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung	62,6	36,7	60,6
	Textil- und Bekleidungsgewerbe; Ledergewerbe	70,4	35,0	59,1
	Papier- und Druckgewerbe, Vervielfältigung	64,8	45,7	70,4
	Kokerei u. Mineralölverarbeitung, Herstellung von chem. u. pharmazeut. Erzeugn., Gummi- u. Kunststoffwaren; Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	69,5	56,8	53,2
	Metallerzeugung u. -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	65,3	57,8	57,1
	Herstellung von DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugn., elektr. Ausrüstg., Maschinenbau; Rep. und Inst. von Maschinen und Ausrüstungen	73,5	67,2	65,5
	Fahrzeugbau	81,7	76,9	68,3
	Holzgewerbe, Herstellung von Möbeln, sonst. Waren	62,5	46,2	57,8
	Energieversorgung, Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	65,5	86,8	51,6
	Baugewerbe	53,8	57,0	45,8
	Insgesamt	66,6	57,2	55,0

Quelle: Eigene Darstellung. Destatis (2017a).

Auch bei der systematischen Ermittlung der zukünftigen Qualifikationsbedarfe nehmen die Unternehmen in der Automobilbranche eine Vorreiterrolle ein. Demnach ist in 42 % der Unternehmen eine derartige Bedarfsermittlung Teil des allgemeinen Personalplanungsprozesses. Damit liegt die Automobilbranche deutlich über den Anteilen in anderen Branchen des produzierenden Gewerbes und weist einen doppelt so hohen Anteil wie im Durchschnitt über alle Branchen auf (Tabelle 4).[25] Viele Automobilunternehmen begleiten also heute schon ihre umfangreichen Maßnahmen zur Sicherung der zukünftigen Qualifikations- und Kompetenzbedarfe mit einer regelmäßigen Bedarfsermittlung.

[24] Die nationalen Ergebnisse zur betrieblichen Weiterbildung basieren auf der „Fünften Europäischen Erhebung über die berufliche Weiterbildung in Unternehmen“ (CVTS5). In Deutschland wurden dazu ca. 12.000 Unternehmen mit mindestens zehn Beschäftigten aus nahezu allen Wirtschaftsbereichen vom Statistischen Bundesamt in Zusammenarbeit mit den Statistischen Landesämtern befragt. Die Ergebnisse bilden die Weiterbildungssituation in Unternehmen für das Jahr 2015 ab. Die Automobilbranche ist durch den Wirtschaftsbereich „Fahrzeugbau“ abgebildet und setzt sich – in Abweichung zur Arbeitsdefinition für die Untersuchung der BIBB/BAuA-ETB 2012 – nicht nur aus dem Wirtschaftszweig „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ sondern auch dem Wirtschaftszweig „Sonstiger Fahrzeugbau“ zusammen (Destatis 2017a).

[25] Nur Unternehmen aus den Bereichen „Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen“ und „Mit Finanz- und Versicherungsdiensten verbundene Tätigkeiten“ weisen mit Werten von 52 bzw. 47 % höhere Anteile für eine regelmäßige Bedarfsermittlung auf (Destatis 2017a).

Tabelle 4: Ermittlung des zukünftigen Bedarfs an Qualifikationen innerhalb des Unternehmens, 2015

	Wirtschaftsbereiche	Keine Bedarfsermittlung	Bedarfsermittlung, aber nicht regelmäßig (hauptsächlich bei personellen Veränderungen)	Bedarfsermittlung als Teil des allgemeinen Planungsprozesses
Produzierendes Gewerbe	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	31,0	41,9	27,1
	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung	50,3	40,6	9,1
	Textil- und Bekleidungsgewerbe; Ledergewerbe	38,8	44,1	17,1
	Papier- und Druckgewerbe, Vervielfältigung	36,6	45,9	17,5
	Kokerei u. Mineralölverarbeitung, Herstellung von chem. u. pharmazeut. Erzeugn., Gummi- u. Kunststoffwaren; Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	29,6	42,8	27,5
	Metallerzeugung u. -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	35,9	41,6	22,5
	Herstellung von DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugn., elektr. Ausrüstg., Maschinenbau; Rep. und Inst. von Maschinen und Ausrüstungen	30,5	43,7	25,8
	Fahrzeugbau	20,0	37,9	42,1
	Holzgewerbe, Herstellung von Möbeln, sonst. Waren	35,8	45,9	18,3
	Energieversorgung, Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	24,9	46,6	28,6
	Baugewerbe	49,2	32,7	18,1
	Insgesamt	37,2	42,0	20,8

Quelle: Eigene Darstellung. Destatis (2017a).

4.4.2 Ausrichtung der beruflichen und akademischen Erstausbildung

Die formale Ausbildung dient als „Eintrittskarte“ in das Berufsleben und ist eine wichtige Basis für den beruflichen Werdegang. Hier stellt die Automobilindustrie keine Ausnahme dar. So haben 83 % der Beschäftigten eine berufliche oder akademische Ausbildung absolviert und nur jeder zehnte Mitarbeiter verfügt über keinen formalen Berufsabschluss (Abbildung 24). Der Wandel der Automobilbranche und die technologischen Unsicherheiten stellen dabei das formale Ausbildungssystem vor große Herausforderungen. So erfordert der fachgerechte Einsatz von Zukunftstechnologien die Vermittlung neuer Qualifikationen in angrenzenden Wissensbereichen, die demzufolge in die berufliche und akademische Ausbildung integriert werden müssen.

Unter der Prämisse, dass die Elektromobilität – neben dem Verbrennungsmotor – auf absehbare Zeit die bedeutendste Technologie für die Automobilindustrie sein wird, werden im Folgenden zunächst die zentralen Ergebnisse aus verfügbaren Untersuchungen zur Passgenauigkeit des formalen Qualifikationsangebots für diese Technologie erläutert. Im Rahmen der Arbeitsgruppe „Ausbildung und Qualifizierung“ der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) wurde das berufliche und akademische Ausbildungsangebot für die Elektromobilität bereits umfassend analysiert.[26] Dabei ergab die inhaltliche Bewertung von Ausbildungsberufen, dass die in den letzten Jahren neu geordneten Berufsprofile der beruflichen Ausbildungsgänge in der Metall- und Elektroindustrie, in den Elektro- und informationstechnischen Handwerken sowie im Kfz-Gewerbe und im Karosserie- und Fahrzeugbaugewerbe den veränderten Qualifikationsanforderungen der Elektromobilität bereits in weiten Teilen gerecht werden (BMBF 2011; NPE 2015). Von Vorteil erweist sich dabei, dass die Ausbildungsordnungen der deutschen Berufsbildung grundsätzlich technikoffen und arbeitsprozessorientiert formuliert sind und somit die Vermittlung von technikspezifischen Kenntnissen den ausbildenden Betrieben obliegt. Weiterhin weisen die Expertinnen und Experten des Netzwerk für Qualifizierung Elektromobilität (NQuE) darauf hin, dass elektromobilitätsbezogene Ausbildungsinhalte insbesondere zu sicherheitsrelevanten Aspekten im Bereich der Hochvolttechnik und zu Anforderungen bei der Verwendung neuer Materialien und Fertigungstechniken in ausgewählte Ausbildungen integriert wurden.[27] Auch die Berufsausbildung zum/zur Automobilkaufmann/-frau wurde neu geordnet, indem das Thema Kundengewinnung mit Bezug zur Elektromobilität implementiert wurde (Schild und Braun 2017).

Defizite sehen die Expertinnen und Experten der NPE bei der technischen Ausstattung der Bildungszentren, die als „multifunktionale Dienstleistungs-, Technologie- und Demonstrationszentren im Sinne von Kompetenzzentren weiterzuentwickeln“ sind und denen daher hinreichend elektromobilitätsbezogene Technologien wie Elektrofahrzeuge, Ladeinfrastruktur und regenerative Energieerzeugungsanlagen zu Ausbildungszwecken zur Verfügung stehen müssen. Darüber hinaus empfiehlt das Beratungsgremium, eine Fortschreibung sowohl „von Umsetzungshilfen zur eMob-Qualifizierung in der beruflichen Aus- und Fortbildung, Qualifizierungsmodule, Lehr- und Lernmedien“ als auch „Handreichungen zur berufsbegleitenden eMob-Anpassungsqualifizierung, qualitätsgesicherte Weiterbildungsstandards, modulare Qualifizierungsbausteine, eMedien, Lernplattformen, arbeitsprozessorientierte Qualifizierung, Zertifizierung“ (NPE 2015, S. 30).

Neben der beruflichen Ausbildung analysierte die NPE auch akademische Ausbildungsgänge, die für die Elektromobilität von Relevanz sind. Bei den betrachteten ingenieurwissenschaftlichen

[26] Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) wurde 2010 als Beratungsgremium der Bundesregierung zur Elektromobilität ins Leben gerufen. Die Arbeitsgruppe 5 „Ausbildung und Qualifizierung“ hat 2015 eine Kompetenz-Roadmap veröffentlich, in der sie Handlungsziele und prioritäre Maßnahmen zur erfolgreichen Ausrichtung der beruflichen und akademischen Bildung im Bereich Elektromobilität diskutiert (NPE 2015).

[27] Das Projekt NQuE (Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität) analysierte zwischen 2013 und 2017 die elektromobilitätsbezogene Aus- und Weiterbildung im beruflichen und akademischen Bereich und wird im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) und in Kooperation mit dem IKA/RWTH Aachen und der TH Ingolstadt durchgeführt (Schild und Braun 2017).

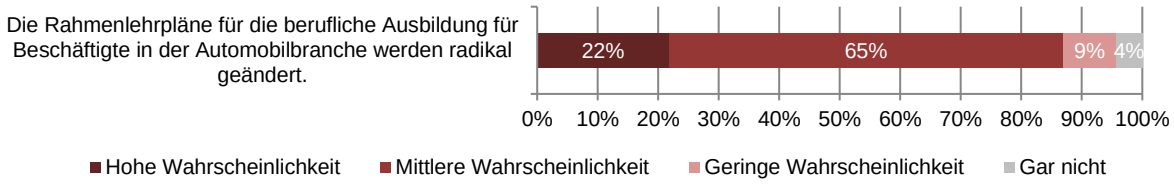
Studiengängen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Elektro- und Informationstechnik kamen die Expertinnen und Experten ebenfalls zu dem Ergebnis, dass diese inhaltlich bereits gut aufgestellt sind. Darüber hinaus wurde kein genereller Bedarf an neuen Studiengängen festgestellt. Vielmehr sollten elektromobilitätsbezogene Qualifikationsbedarfe punktuell durch vertiefende Studienangebote abgedeckt werden. Anders ist die Situation beim akademischen Kompetenzerwerb im Bereich Batteriesysteme. Obwohl auch hier die Studienangebote und die Forschung im Bereich der Batterieforschung bzw. Elektrochemie erweitert wurden, sind diese Bereiche im internationalen Vergleich weiter ausbaufähig. Dies bestätigt auch eine Analyse zur akademischen Bildungssituation für nachhaltige Mobilität (e-mobil BW 2012). Demnach ergab eine Umfrage bei über hundert Unternehmen, dass die Qualifikations- und Fachkräftebedarfe zu Batteriesystemen – neben Bedarfen in den Bereichen Gesamtfahrzeugkonzepte/-integration und Energiesysteme – am größten sind und zur Sicherung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit einer zeitnahen Bereitstellung bedürfen.

Neben den fachspezifischen Anforderungen wird von der NPE des Weiteren eine stärkere interdisziplinäre Zusammenarbeit gefordert, um die Theorie und Praxis fakultätsübergreifend systemisch zu verknüpfen. Eine Stärkung der Interdisziplinarität bietet außerdem einen hilfreichen Rahmen, um die Zusammenarbeit und Durchlässigkeit zwischen beruflichen und akademischen Bildungswegen zu erhöhen. Auch wird von den Expertinnen und Experten eine intensivere branchenübergreifende Kooperation zwischen Industrie und Hochschulen empfohlen, um „aktuelle Problemstellungen zu identifizieren und relevante Kompetenzlücken durch agile Integration entsprechender Studienangebote gezielt zu schließen“. Zuletzt soll eine weitere Modularisierung der Studiengänge den Studierenden die Möglichkeit bieten, einzelne Themenfelder separat zu studieren und auf diese Weise neue Lehrinhalte schneller in ihre Ausbildung zu integrieren (NPE 2015).

Während die Empfehlungen der NPE für die Elektromobilität eine inkrementelle Anpassung der beruflichen und akademischen Ausbildung implizieren, werden in einem Pilotprojekt des Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) mit der Volkswagen Akademie für die Bereiche des Betriebs, der Wartung und der Instandhaltung von Produktionssystemen in der Automobilindustrie tiefergehende Anpassungsbedarfe der beruflichen Ausbildung identifiziert (Zinke et al. 2017). Demnach entspricht das im Zuge der Digitalisierung stark veränderte Tätigkeitsprofil für Fachkräfte in der automatisierten Instandhaltung und Prozessunterstützung keinem der derzeit anerkannten Ausbildungsberufe. Passungsprobleme bestehen einerseits bei den fachlichen Einzelkompetenzen innerhalb des Berufsprofils, die bisher nicht ausreichend in den Rahmenlehrplänen berücksichtigt werden (z. B. Netzwerktechnik, Zusammenarbeit mit Robotern), und anderseits bei Kompetenzen, „die grundsätzliche veränderte Herangehensweisen zu Problemlösungen und das Systemverständnis betreffen (veränderte Fehlerdiagnose und Problemlösekompetenz, IT-Systeme handhaben und Daten nutzen, von der Software her denken), die über das jetzige Berufsprofil hinausgehen“. (Zinke et al. 2017, S. 40) Die Autoren leiten als Empfehlung eine konzeptionelle Wende der Ausbildung hin zu einem deduktiven Ansatz ab, „der bereits an den Anfang der Ausbildung ein digitales Gesamtsystem stellt, das Modellcharakter für das berufliche Handeln hat“ (Zinke et al. 2017, S. 50). Während bisher das Grundprinzip vom Einzelnen zum Ganzen zu gehen in der Ausbildung vorherrschend ist, sollen zukünftig die Einzelkomponenten und Teilsysteme vom Gesamtsystem ausgehend gelehrt werden.

Auch die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung gehen von eher weiterreichenden Veränderungen in der beruflichen Ausbildung aus. Demnach schätzen 87 % der Expertinnen und Experten die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Rahmenlehrpläne für Berufsprofile der Automobilindustrie in den kommenden zehn Jahren radikal ändern werden, als mittel bis hoch ein.

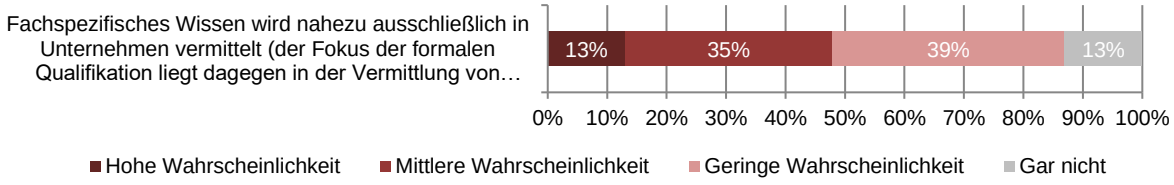
Abbildung 26: Änderung der Rahmenlehrpläne für die berufliche Ausbildung



Quelle: Delphi-Befragung.

Unschlüssig sind sich die Expertinnen und Experten, ob der Fokus der formalen Qualifikation dabei zukünftig eher in der Vermittlung allgemeiner Schlüsselkompetenzen (Generalisten) oder fachspezifischem Wissen (Spezialisten) liegt. So schätzen 48 % der Expertinnen und Experten die Wahrscheinlichkeit, dass fachspezifisches Wissen nahezu ausschließlich in den Unternehmen vermittelt wird und allgemeine Schlüsselkompetenzen eher im Rahmen der formalen Qualifikation vermittelt werden, als mittel bis hoch ein. Gleichzeitig gehen 52 % der Expertinnen und Experten von einer geringen und gar keinen Wahrscheinlichkeit für das Eintreten dieser These aus (Abbildung 27).

Abbildung 27: Fokus der formalen Ausbildung



Quelle: Delphi-Befragung.

Zusammenfassend deuten die Ergebnisse an, dass akut keine fundamentale Neuausrichtung der beruflichen und akademischen Ausbildung erforderlich ist, um den veränderten Qualifikationsanforderungen der Automobilunternehmen zu entsprechen. Neue Wissensbereiche können bisher durch eine inkrementelle Anpassung der Ausbildungsinhalte integriert werden. Eine beschleunigte Digitalisierung in der Branche kann in Zukunft jedoch eine grundlegendere Anpassung insbesondere der beruflichen Ausbildung erforderlich machen.

4.4.3 Weiterbildung zur Personalentwicklung

Neben der formalen Ausbildung ist die betriebliche Weiterbildung ein wichtiger Gestaltungsrahmen zur Vorbereitung der Beschäftigten auf die zukünftigen Qualifikations- und Kompetenzbedarfe. Erwartbare Verschiebungen in der Bedeutung von alten und neuen Technologien, zunehmend digitale Geschäftsmodelle und damit einhergehende Veränderungen in den Bereichsstrukturen und -größen stellen die Unternehmen der Automobilbranche in der Weiterbildung ihrer angestammten Belegschaft vor noch größere Aufgaben als das formale Ausbildungssystem. Deutlich wird dies am Beispiel der Umstellung auf die Elektromobilität. So arbeiten heute 210.000 Beschäftigte im Bereich der Antriebstechnik und stellen damit ein Viertel von insgesamt über 800.000 Erwerbstätigen in der Branche. Unter der Annahme, dass bis 2030 der Marktanteil von Elektroautos 25 % und von (Plug-in) Hybridautos 15 % beträgt, prognostiziert das Fraunhofer IAO (2018) unter Einrechnen von 25.000 neu entstehenden Stellen einen Nettorückgang von 75.000 Arbeitsplätzen. Die Ursache liegt in der abnehmenden Komplexität der elektrischen Antriebstechnologie, die im Vergleich zum hochkomplexen Verbrennungsmotor als „eine leicht zu beherrschende Technologie“ angesehen wird (Bormann et al. 2018). Demnach habe ein Elektroantrieb „nur ein Sechstel so viele Teile wie ein Benzin- oder Dieselantrieb“ und „eine Batteriefabrik brauche nur ein Fünftel so viele Arbeitskräfte wie ein Motorenwerk“ (Gropp 2018).

Wenngleich eine solche Bezifferung der Beschäftigungsverluste durch Elektroantriebe einer hohen Prognoseunsicherheit unterliegt und andere Studien eher davon ausgehen, dass mobile und digitale Dienstleistungen mehr neue Stellen entstehen lassen als durch die Elektromobilität verloren gehen, so implizieren alle Szenarien tiefgreifende Veränderungsprozesse in den Geschäftsstrukturen der Automobilindustrie und lassen einen hohen Fort- und Weiterbildungsbedarf bis hin zu weitreichenden Umschulungsmaßnahmen erwarten (rtr und dpa 2018b).

Ergebnisse des Statistischen Bundesamtes zur beruflichen Weiterbildung aus dem Jahr 2016 zeigen deutlich, dass Unternehmen der Automobilbranche schon heute ein umfangreicheres Weiterbildungsangebot bieten als Unternehmen in anderen Branchen des produzierenden Gewerbes und im Durchschnitt über alle Branchen (Destatis 2017a).[28] Demnach bieten 78 % der Unternehmen in der Automobilindustrie ihren Beschäftigten formale Weiterbildungsstrukturen in Form von unternehmensinternen (63 %) und -externen (73 %) Lehrveranstaltungen an (Tabelle 5). Darüber hinaus existieren in 75 % der Unternehmen in der Automobilbranche geplante Phasen der Weiterbildung am Arbeitsplatz, die in Form von Unterweisungen durch Vorgesetze, Spezialisten und Kollegen erfolgen und auch Einarbeitungsphasen beinhalten. Des Weiteren bieten 25 % der Unternehmen eine Weiterbildung durch Job-Rotation, Austauschprogramme, Abordnungen und Studienbesuche und 35 % durch Lern- und Qualitätszirkel an, bei denen sich Arbeitsgruppen zu Weiterbildungszwecken regelmäßig über die Anforderungen der Arbeitsorganisation und -verfahren sowie Probleme mit der Produktion und am Arbeitsplatz austauschen können. Vergleicht man die Werte mit den Anteilen in anderen Branchen des produzierenden Gewerbes, so liegt die Automobilindustrie damit in allen Weiterbildungsbereichen unter den führenden drei Branchen.

[28] Berufliche Weiterbildung bezieht sich auf Bildungsvorgänge, die nach der Aufnahme der ersten Berufstätigkeit stattfinden und sich einer formalen beruflichen oder akademischen Ausbildung anschließen (Becker und Hecken 2011). Die betriebliche Weiterbildung umfasst dabei sowohl eine formalisierte Weiterbildung durch betriebliche und überbetriebliche Bildungsträger als auch non-formale Lernarragenments und informelle Lernformen im Prozess der Arbeit (siehe auch Erläuterungen zur lernförderlichen Arbeitsumgebung in Abschnitt 0) (Abel 2018).

Tabelle 5: Betriebliches Weiterbildungsangebot in Unternehmen, 2015

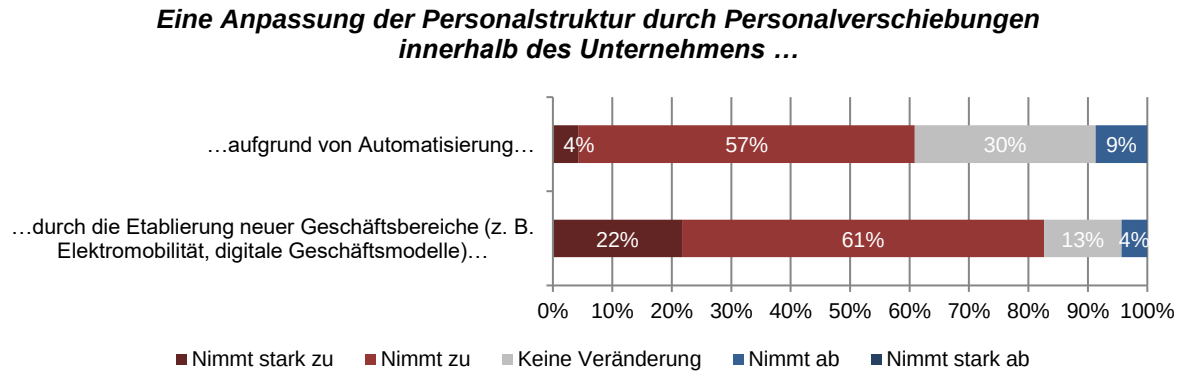
	Wirtschaftsbereiche	Lehrveranstaltungen Gesamt	Lehrveranstaltungen Intern	Lehrveranstaltungen Extern	Weiterbildung am Arbeitsplatz	Weiterbildung außerhalb des Arbeitsplatzes: Job-Rotation, Austausch-programme, Abordnungen, Studienbesuche	Weiterbildung außerhalb des Arbeitsplatzes: Informations-veranstaltungen	Weiterbildung außerhalb des Arbeitsplatzes: Lern- und Qualitätszirkel	Weiterbildung außerhalb des Arbeitsplatzes: Selbst-gesteuertes Lernen
Produzierendes Gewerbe	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	69,0	48,9	65,9	65,5	12,7	58,2	13,5	17,0
	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung	49,8	39,2	36,8	52,4	11,2	49,0	15,1	12,1
	Textil- und Bekleidungsgewerbe; Ledergewerbe	53,9	42,6	44,7	52,9	17,3	47,5	20,8	12,3
	Papier- und Druckgewerbe, Vervielfältigung	53,2	35,9	43,8	58,9	17,2	55,1	10,9	19,9
	Kokerei u. Mineralölverarbeitung, Herstellung von chem. u. pharmazeut. Erzeugn., Gummi- u. Kunststoffwaren; Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	68,5	61,5	62,2	73,8	13,7	72,4	28,1	15,1
	Metallerzeugung u. -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	63,4	50,6	56,1	62,4	13,0	49,4	18,2	14,0
	Herstellung von DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugn., elektr. Ausrüstg., Maschinenbau; Rep. und Inst. von Maschinen und Ausrüstungen	69,3	60,3	65,9	72,8	15,0	70,8	13,7	21,7
	Fahrzeugbau	78,4	62,8	73,4	74,6	24,8	72,2	35,0	26,0
	Holzgewerbe, Herstellung von Möbeln, sonst. Waren	63,6	50,1	56,1	68,2	13,5	62,5	15,6	17,7
	Energieversorgung, Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	81,7	58,1	81,7	69,6	14,5	80,6	29,0	27,8
	Baugewerbe	57,4	37,2	52,9	49,5	2,0	55,5	7,4	13,1
	Insgesamt	61,9	49,7	55,8	64,3	9,9	59,3	18,5	26,4

Quelle: Eigene Darstellung. Destatis (2017a).

Auch aus organisatorischer Sicht zeichnet sich die Automobilindustrie durch eine starke Institutionalisierung der betrieblichen Weiterbildungsstrukturen aus. In zwei von drei Unternehmen gibt es eine bestimmte Person oder Organisationseinheit, die für die betriebliche Weiterbildung verantwortlich ist, mehr als in allen anderen Branchen des produzierenden Gewerbes. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Weiterbildungsplanung. So verfügt jedes zweite Automobilunternehmen über einen schriftlichen Weiterbildungsplan und über 40 % der Unternehmen über ein festgelegtes Weiterbildungsbudget (Destatis 2017a).

Die Daten unterstreichen die Annahme, dass in der Automobilbranche hohe Weiterbildungsbedarfe bestehen und zeigen zudem, wie diesen durch entsprechende organisatorische Einheiten und finanzielle Mittel begegnet wird. Ob die bisherigen Weiterbildungskapazitäten auch den zukünftigen Bedarfen gerecht werden, ist zunächst offen. Vor dem Hintergrund, dass die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung damit rechnen, dass in den nächsten zehn Jahren die Anpassungen in der Personalstruktur in der Automobilbranche zunehmen bzw. stark zunehmen, ein Trend der vor allem durch die Etablierung neuer Geschäftsbereiche getrieben werde, könnten jedoch Zweifel aufkommen lassen und eine Ausweitung der Weiterbildungsangebot für die Beschäftigten nahelegen (Abbildung 28).

Abbildung 28: Anpassung der Personalstruktur

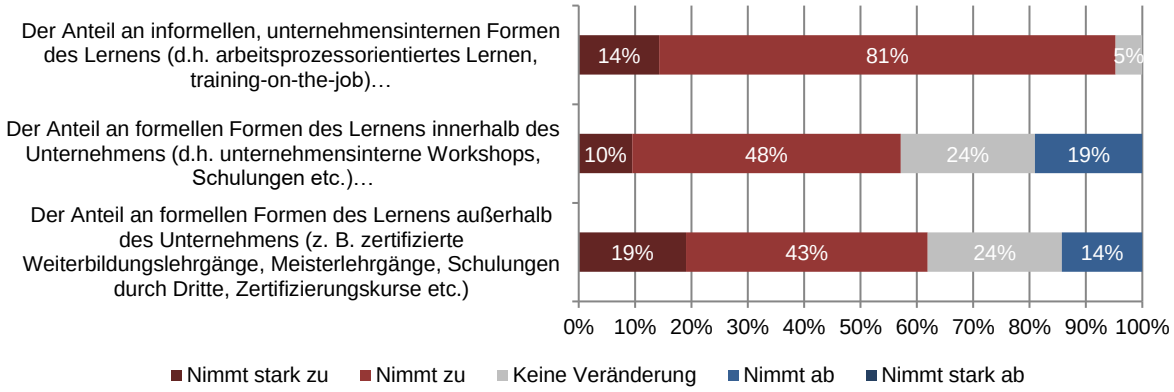


Quelle: Delphi-Befragung.

Als förderungswürdige Maßnahmen zur Unterstützung der bedarfsgerechten Personalentwicklung haben die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung neben umfassenderen internen Schulungsangeboten eine vermehrte Freistellung der Beschäftigung für formale berufliche und akademische Weiterbildungen (Meisterweiterbildung, Aufbaustudium etc.) sowie Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen, die gezielt ältere Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer ansprechen, hervorgehoben.

Des Weiteren gehen die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung davon aus, dass zukünftig vor allem informelle Lernformen den stärksten Bedeutungszuwachs erfahren werden. So erwarten 95 % der Expertinnen und Experten, dass der Anteil an informellen, unternehmensinternen Formen des Lernens in den nächsten zehn Jahren zunimmt bzw. stark zunimmt. Dagegen erwarten nur ca. 60 % der Expertinnen und Experten, dass der Anteil der formellen Formen des Lernens innerhalb und außerhalb des Unternehmens zunehmen wird (Abbildung 29). Damit rückt neben formalem Weiterbildungsangebot zukünftig das Konzept einer lernförderlichen Arbeitsumgebung in der Automobilbranche weiter in den Fokus (siehe Abschnitt 4.3.3).

Abbildung 29: Zukünftige Weiterbildungsbedarfe



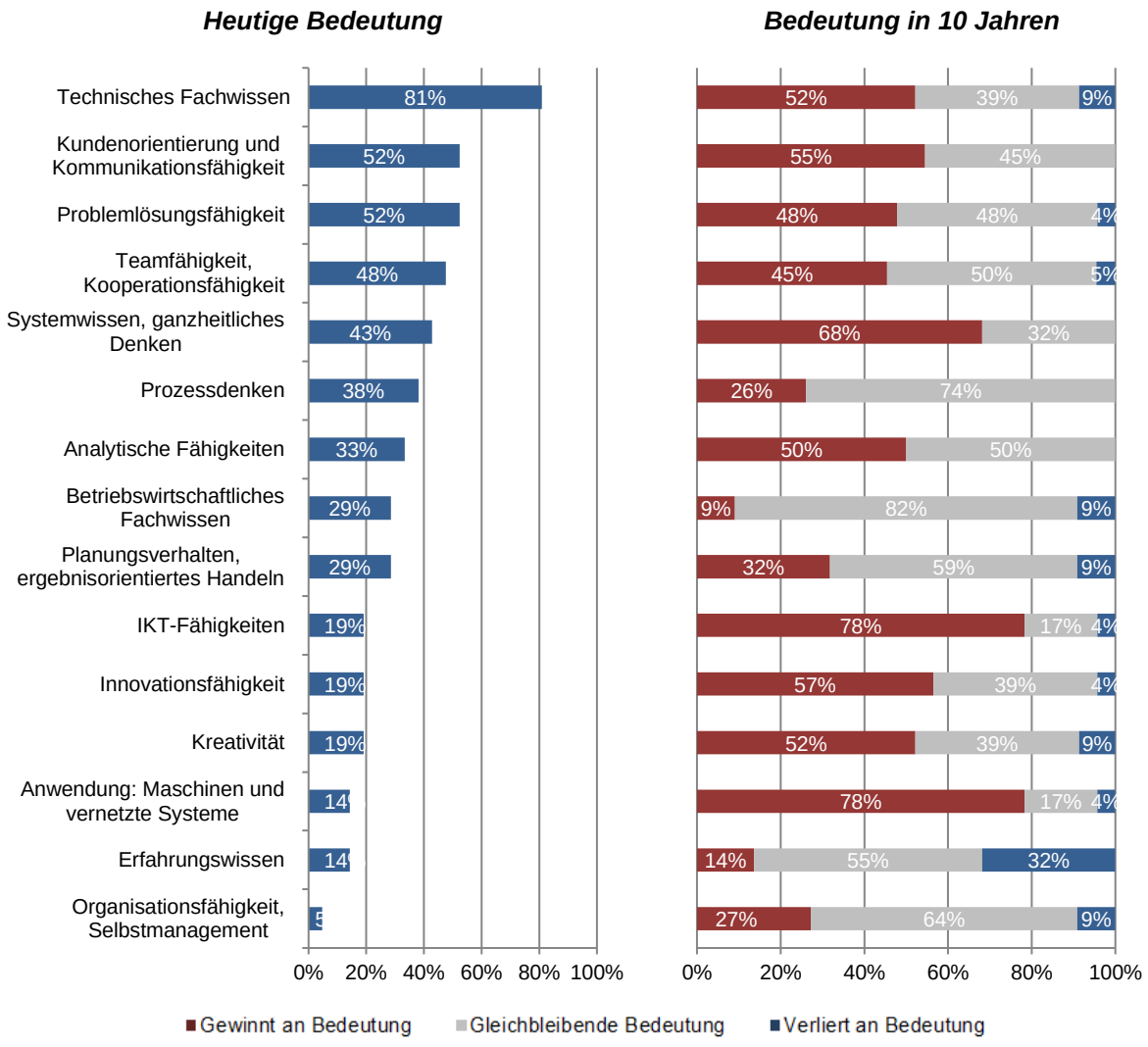
Quelle: Delphi-Befragung.

Die Automobilindustrie steht insgesamt vor der Herausforderung zeitnah hinreichende Weiterbildungskapazitäten und neue Weiterbildungsinhalte bereitzustellen. Darüber hinaus wirft der enorme Weiterbildungsbedarf für kleine und mittelständische Unternehmen ungeklärte Finanzierungsfragen auf.

4.4.4 Kernkompetenzen und Berufsbilder der Zukunft

Bei der Ausgestaltung der Aus- und Weiterbildung müssen gleichermaßen fachliche Kenntnisse sowie Handlungskompetenzen berücksichtigt werden. So gaben die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung an, dass heute in der Automobilbranche neben technischem Fachwissen die sogenannten Soft-Skills „Kundenorientierung und Kommunikationsfähigkeiten“ und „Problemlösungsfähigkeiten“ zu den drei bedeutendsten Kompetenzen zählen (Abbildung 30). Überraschend ist, dass die Bedeutung von IKT-Fähigkeiten laut der Expertenmeinung in der Automobilindustrie aktuell noch begrenzt ist (19 %); ein Ergebnis, dass jedoch auch von einer Betriebsumfrage des Statistischen Bundesamtes bestätigt wird. So haben auch hier nur 33 % der befragten Unternehmen allgemeine IT-Kenntnisse unter den wichtigsten zukünftigen Qualifikationen ausgewählt und nur weitere 8 % der Unternehmen haben professionelle IT-Kenntnisse genannt (Destatis 2017a).

Abbildung 30: Heutige und zukünftige Bedeutung ausgewählter Kompetenzen



Anmerkungen: Auswahl der Kompetenzen entsprechend Apt et al. (2018)
Quelle: Delphi-Befragung.

Weitergehend erwarten die Expertinnen und Experten in der Delphi-Befragung, dass in den kommenden zehn Jahren mit einem deutlichen Bedeutungszuwachs von IKT-Fähigkeiten zusammen mit Anwendungskenntnissen zu Maschinen und vernetzten Systemen zu rechnen ist. Die Ergebnisse spiegeln somit deutlich die Digitalisierung und Technisierung der Automobilindustrie wider. Darüber hinaus gehen die Expertinnen und Experten davon aus, dass auch Systemwissen und ganzheitliches Denken zukünftig wichtiger werden. Während mit diesen Experteneinschätzungen zunächst

berufsübergreifende Trends abgebildet werden, wird im Folgenden näher auf berufsspezifische Tätigkeits- und Kompetenzprofile heute und in der Zukunft eingegangen.

Der Wandel der Automobilbranche verändert das Tätigkeitsprofil von einer Vielzahl technischer, betriebswirtschaftlicher und administrativer Berufe. Tabelle 6 bildet zunächst die aktuellen Tätigkeitsprofile wichtiger Berufe der Automobilbranche ab.[29] Die Anteile der Tätigkeiten basieren auf einer Studie von Dengler et al. (2014). Zur Ermittlung der Anteile wurden für jeden Beruf Kernkompetenzen, die in der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit dokumentiert sind, kategorisiert und anschließend berufsspezifische Anteile der fünf Tätigkeitstypen ermittelt.[30] Das Substituierbarkeitspotenzial setzt sich aus den Anteilen für kognitive und manuelle Routinetätigkeiten zusammen und quantifiziert den Anteil der Tätigkeiten, die heute schon (theoretisch) durch Computer und computergesteuerten Maschinen ersetzt werden könnten. Während vor allem technische Berufe einen hohen Anteil an manuellen Routinetätigkeiten aufweisen, dominieren in den betriebswirtschaftlichen und IT-Berufen die analytischen Nicht-Routinetätigkeiten sowie kognitive Routinetätigkeiten. Insgesamt wird aus der Tabelle deutlich, dass die Substituierbarkeitspotenziale in Berufen der Automobilbranche mit Werten zwischen 15 und über 80 % stark variieren.

Tabelle 6: Tätigkeitsprofile und Substituierbarkeitspotenziale ausgewählter Berufe, 2013

Beruf (KldB2010)	Analytische Nicht-Routine-Tätigkeiten	Interaktive Nicht-Routine-Tätigkeiten	Kognitive Routine-Tätigkeiten	Manuelle Routine-Tätigkeiten	Manuelle Nicht-Routine-Tätigkeiten	Substituierbarkeits-potenziale
Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt- und Schiffbautechnik	17,7%	1,0%	35,1%	23,2%	23,0%	58,3%
Maschinenbau- und Betriebstechnik	10,1%	1,2%	35,5%	32,4%	20,8%	67,9%
Unternehmensorganisation und -strategie	50,3%	7,7%	42,0%	0,0%	0,0%	42,0%
Technische Produktionsplanung und -steuerung	49,4%	0,4%	41,9%	4,9%	3,4%	46,8%
Metallbearbeitung	7,9%	0,0%	23,8%	54,3%	14,0%	78,2%
Büro und Sekretariat	22,3%	16,7%	57,6%	1,0%	2,4%	58,6%
Lagerwirtschaft, Post und Zustellung, Güterumschlag	19,1%	0,8%	16,3%	33,1%	30,7%	49,5%
Technisches Zeichnen, Konstruktion und Modellbau	24,5%	0,0%	64,7%	3,4%	7,4%	68,1%
Elektrotechnik	15,2%	0,1%	66,8%	9,1%	8,8%	75,9%
Kaufleute - Verkehr und Logistik	48,5%	6,1%	28,2%	7,1%	10,1%	35,4%
Feinwerk- und Werkzeugtechnik	3,6%	0,1%	33,3%	48,4%	14,6%	81,7%
Einkauf und Vertrieb	39,5%	35,3%	24,6%	0,1%	0,5%	24,7%
Rechnungswesen, Controlling und Revision	32,8%	2,8%	64,4%	0,0%	0,0%	64,4%
Fahrzeugführung im Straßenverkehr	12,2%	3,9%	15,8%	0,0%	68,2%	15,8%
Geschäftsführung und Vorstand	63,3%	9,2%	27,5%	0,0%	0,0%	27,5%
Farb- und Lacktechnik	15,3%	0,2%	11,8%	60,9%	11,9%	72,6%
Metallbau und Schweißtechnik	5,4%	0,0%	7,9%	58,5%	28,2%	66,4%
IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	51,6%	8,0%	40,1%	0,0%	0,4%	40,1%
Softwareentwicklung und Programmierung	73,3%	11,7%	15,1%	0,0%	0,0%	15,1%
Verkauf von Bekleidung, Elektronik, Kraftfahrzeugen und Hartwaren	18,0%	37,0%	39,1%	1,4%	4,5%	40,5%

Anmerkung: Die Tabelle zeigt berufsspezifische Anteile von Tätigkeiten nach fünf Tätigkeitstypen nach Berechnungen von Dengler et al. (2014). Grundlage für die Ermittlung der Anteile sind Beschreibungen von berufsbezogenen Kernkompetenzen in der Expertendatenbank BERUFENET. Innerhalb der Headmap sind hohe Tätigkeitsanteile durch rot und niedrige Tätigkeitsanteile durch blau hervorgehoben. Das Substituierbarkeitspotenzial setzt sich jeweils aus den kognitiven und manuellen Routinetätigkeiten zusammen. Für weitere Details zur Methodik siehe Dengler et al. (2014).
Quelle: Eigene Berechnung. Dengler et al. (2014).

[29] Die Auswahl der Berufe erfolgt auf Grundlage einer Häufigkeitszählung der Beobachtungen nach Berufen für die Branche „Automobil“ in der BIBB/BAuA-ETB 2012. Für Details zur Branchendefinition siehe Tabelle 7 im Anhang.

[30] Die Daten stehen online zum Download zur Verfügung.

Mit Blick auf einen zukünftigen Wandel der Berufsbilder ist jedoch zu beachten, dass ein gegenwärtiges Substituierbarkeitspotenzial nicht mit einer zukünftigen Automatisierungswahrscheinlichkeit gleichzusetzen ist. Insbesondere betriebswirtschaftliche, rechtliche und politische Faktoren aber auch eine realistische Betrachtung der technischen Umsetzbarkeit finden bei der Ermittlung der Potenziale keine Berücksichtigung – worauf auch die Autoren in einer Folgestudie explizit hinweisen (Dengler und Matthes 2018b) – und somit ist auch nicht vorherbestimmt, in welchem Ausmaß Automatisierungspotenziale tatsächlich ausgeschöpft werden.

Auch der Begriff der Routineaufgaben ist irreführend, da Beschäftigte auch bei hochautomatisierten, repetitiven Prozessen regelmäßig auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren müssen. Als Fallbeispiel beschreiben Pfeiffer und Suphan (2015) einen Anlagenführer[31], der bei der Überwachung einer eng getakteten Serienfertigung mit acht kooperierenden Produktionsrobotern in einer normalen Schicht 20 bis 30 mal präventiv in den Produktionsprozess eingreift, um Störungen vorzubeugen. Die Substituierbarkeitspotenziale sollten daher vielmehr als Indiz für die Bedeutsamkeit der inhaltlichen Anpassung bzw. Neuausrichtung von bestimmten Berufsbildern angesehen werden. Gerade in einer hochtechnisierten Branche wie der Automobilindustrie geht für viele Berufe ein hohes Automatisierungsrisiko stets mit einem hohen Veränderungspotenzial einher und bietet somit einen vielseitigen Gestaltungs- und Anpassungsspielraum für Berufsinhalte. Diese gilt es rechtzeitig zu erschließen.

Um in Ergänzung zu den berufsspezifischen Substituierbarkeitspotenzialen solche Berufe in der Automobilbranche zu identifizieren, die ein besonderes Wandlungspotenzial aufweisen, wurden die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung nach beruflichen und akademischen Ausbildungen gefragt, für die sie in den nächsten zehn Jahren die stärkste Veränderung im Tätigkeitsprofil erwarten (Abbildung 31). Im Folgenden wird ein Wandel der Tätigkeitsprofile exemplarisch an drei Ausbildungsberufen skizziert.

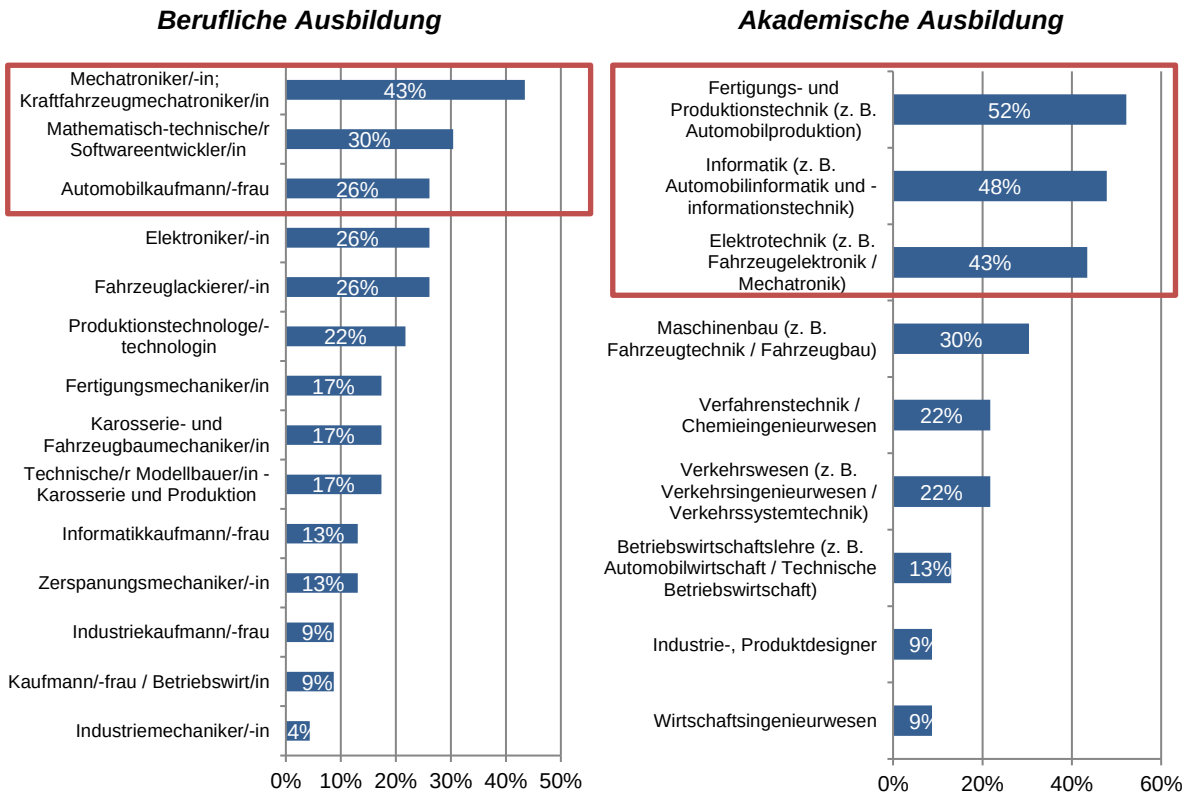
Im Bereich der beruflichen Ausbildung wurde der **Mechatroniker bzw. Kraftfahrzeugmechatroniker** am häufigsten gewählt. Mechatroniker beschäftigen sich mit mechanischen, elektrischen und elektronischen Bauteilen in komplexen mechatronischen Systemen. Das Aufgabenspektrum reicht von der Herstellung einzelner Komponenten, Montage von Komponenten zu Systemen und Anlagen sowie Inbetriebnahme und Instandhaltung von mechatronischen Systemen. Die 3,5-jährige Ausbildung findet als duale Ausbildung in Betrieben und Berufsschulen statt. (BERUFENET 2018d) Der Mechatroniker gilt als prägender Beruf für die Automobilbranche (Ehrenberg-Silies et al. 2017; BERUFENET 2018d). Mit Kernkompetenzen in den Bereichen Elektromechanik, Elektronik, Mechatronik und Informationstechnik arbeitet der Mechatroniker in der Automobilindustrie an der Schnittstelle zwischen mechanischen und digitalen Komponenten an Fahrzeugen. Veränderungen ergeben sich bei diesem Beruf daher laut der Experteneinschätzung durch mehr Vernetzung und Informationstechnik in Fahrzeugen, einen Bedeutungszuwachs der Elektromobilität und damit der Batterietechnik und langfristig durch die Verbreitung automatisierter/autonomer Fahrzeuge. Somit wird die Mechanik beim Mechatroniker relativ an Bedeutung verlieren, während die Informationstechnik und Elektronik in den Vordergrund rückt. Insgesamt wird der Beruf des Mechatronikers wesentlich IT-lastiger und erfordert vermehrt Programmierkenntnisse. Wenngleich der (Kraftfahrzeug-)Mechatroniker zu einer Berufsgruppe mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial von 58 % zählt und innerhalb dieser Berufsgruppe für die Berufsgattung Kraftfahrzeugmechatroniker je nach Schwerpunkt sogar Substituierbarkeitspotenziale von 67 bis 100 % bestehen sollen, erwarten die Expertinnen und Experten

[31] In der Berufsklassifikation von Dengler und Matthes 2015 zählt der Anlagenführer zu der Berufsgruppe „Maschinenbau- und Betriebstechnik“ und weist ein Substituierbarkeitspotenzial von 68 % auf.

einen steigenden Bedarf an diesem Beruf.[32] Dabei würde insbesondere eine stärkere IT-Komponente im Tätigkeitsprofil des Mechatronikers eine Zunahme der analytischen Nicht-Routinetätigkeiten mit sich bringen und die Beschäftigungsfähigkeit von Absolventinnen und Absolventen dieses Ausbildungsberufs langfristig absichern.

Auch in der Politik wurde der Wandel des Berufsbildes erkannt. So wurde 2018 die Ausbildungsordnung des Mechatronikers als einer unter 11 dualen Ausbildungsgängen der Metall- und Elektroindustrie vom BMWi zusammen mit den Sachverständigen der Tarifpartner und dem BIBB angepasst. Neue Inhalte zur Digitalisierung und Vernetzung umfassen Inhalte „zur Datensicherheit und -analyse, informationstechnologischen Auftragsabwicklung und Terminverfolgung, zur Recherche in Clouds und Netzen und digitalen Lernmedien, zu informationstechnischen Schutzzielen, mobilen Datenträgern und Maßnahmen gegen Schadsoftware, zu Assistenz-, Diagnose- oder Visualisierungssystemen [digitaler Zwilling] und zur Arbeit in interdisziplinären Teams“. Darüber hinaus können leistungsstarke Auszubildende Zusatzqualifikationen „zur Systemintegration, digitalen Vernetzung, additiven Fertigung, Prozessintegration, IT-gestützten Anlagenänderung, Programmierung und zur IT-Sicherheit“ erwerben (BMWi 2018b).

Abbildung 31: Berufliche und akademische Ausbildungen im Wandel



Quelle: Delphi-Befragung.

Die zunehmende Digitalisierung von Fahrzeugen wirkt sich auch auf den **mathematisch-technischen Softwareentwickler** aus. Absolventen dieser 3-jährigen dualen Ausbildung entwerfen, programmieren und warten Softwaresysteme und können dabei in allen Stufen von der Softwareentwicklung, d. h. von der Anforderungsanalyse bis hin zur Qualitätskontrolle und Wartung, zum Einsatz kommen (BERUFENET 2018c). Das Tätigkeitsprofil dieses Ausbildungsberufs wird sich laut der Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung in zweierlei Hinsicht verändern. Zum einen werden neue Technologien

[32] In der Berufsklassifikation von Dengler und Matthes 2015 zählt der Kraftfahrzeugmechatroniker zu der Berufsgruppe „Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt- und Schiffbautechnik“. Die Substituierbarkeitspotenziale für verschiedene Schwerpunkte der Berufsgattung „Kraftfahrzeugmechatroniker“ wurden der Plattform https://job-futuromat.iab.de entnommen.

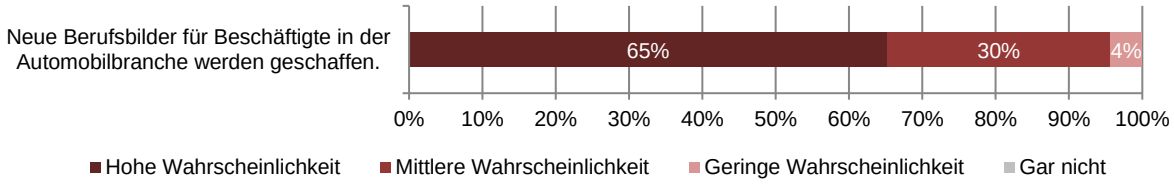
und Konzepte wie künstliche Intelligenz, Datenanalyse, Internet der Dinge sowie das automatisierte Fahren Einzug in die Ausbildung halten und eine Verschiebung der Themenschwerpunkte bedeuten. Zum anderen erfordern verstärkt anwendungsorientierte Entwicklungen mehr System- und Nutzerverständnis bei der Programmierung.

Auch die Rolle des/der **Automobilkaufmanns/-frau** wird sich laut der Expertenmeinung stark wandeln. Automobilkaufleute erledigen kaufmännische Aufgaben an der Schnittstelle zwischen Handel und Produktion. Unter anderem übernehmen sie Aufgaben der Buchhaltung, Kostenrechnung sowie Kalkulation und unterstützen die Planung und Durchführung von Marketingaktionen. Eine Beschäftigung erfolgt nach der 3-jährigen dualen Ausbildung sowohl im Kraftfahrzeug- und Kraftfahrzeugteilehandel als auch bei Automobilherstellern und -zulieferern (BERUFENET 2018a). Perspektivisch erwarten die Expertinnen und Experten der Delphi-Befragung, dass einfache Tätigkeiten von Automobilkaufleuten weiter automatisiert werden, gleichzeitig aber neue Tätigkeiten auf einem höheren Niveau entstehen und damit höhere Anforderungen an die Ausbildung stellen. Dabei wird auch in diesem Beruf der Anteil an IT-Tätigkeiten deutlich zunehmen. So werden zukünftig neue Medien und Technologien als zusätzliche Kommunikationswege zur Kundenansprache genutzt. Die Diversifizierung des Produktportfolios in der Automobilbranche muss darüber hinaus auch in der Ausbildung abgebildet werden. Automobilkaufleute werden demnach neben Fahrzeugen vermehrt auch Mobilitätsdienstleistungen vertreiben. Auch wird mit einer internationaleren Ausrichtung des Berufs im Zuge einer Digitalisierung der Geschäftskanäle gerechnet, sodass Fremdsprachenkenntnisse in dem Ausbildungsberuf zukünftig an Bedeutung gewinnen. Der im August 2018 eingeführte Ausbildungsberuf „Kaufmann/-frau - E-Commerce“ wird vielen dieser Anforderungen bereits gerecht. Es ist daher zu erwarten, dass Absolventinnen und Absolventen dieser Berufsausbildung zukünftig in einigen Bereichen der Automobilindustrie klassische Automobilkaufleute ablösen werden (BERUFENET 2018b).

Im Bereich der akademischen Bildung wird sich laut Expertenmeinung insbesondere das Tätigkeitsprofil von Absolventinnen und Absolventen der Produktionstechnik, Informatik und Elektrotechnik ändern (Abbildung 31, rechts). Grundsätzlich identifizieren die Expertinnen und Experten die Entwicklungen hin zur Industrie 4.0 und Künstliche Intelligenz als die zentralen Treiber eines Wandels in Automobilberufen der akademischen Bildung. Aufgrund der Individualität der Studieninhalte wird an dieser Stelle jedoch von einer weiteren Vertiefung der akademischen Bildung abgesehen.

Neben bestehenden Berufsbildern ist auch die Entstehung neuer Berufe in der Branche denkbar. So schätzen 95 % der Expertinnen und Experten die Wahrscheinlichkeit, dass in der Automobilbranche in den nächsten zehn Jahren neue Berufsbilder geschaffen werden, als mittel bis hoch ein (Abbildung 32).

Abbildung 32: Zukünftige Entwicklung neuer Berufsbilder



Quelle: Delphi-Befragung.

Zuletzt wurden die Expertinnen und Experten um Nennung von exemplarischen Berufsbildern in Zukunft gebeten: Der „Automotive Software Engineer“ ist ein spezialisierter Softwareentwickler, der die Entwicklung von eigenen Betriebssystemen für Fahrzeuge vorantreibt und Applikationen für Fahrzeuge entwickelt. Der „Produktionsdatenspezialist“ wertet umfangreiche Prozessdaten aus und analysiert und optimiert die gesamte Produktionskette vor dem Hintergrund einer Industrie 4.0. Der „Prozesstechniker“ befasst sich hingegen mit den bereichsübergreifenden technischen Zusammenhängen in Betrieben. Zuletzt berät der „Mobilitätsberater“ private Kunden und Unternehmen zu neuen Mobilitätskonzepten und dient als Vermittler für ein neues Mobilitätsverständnis.

4.4.5 Gestaltungsoptionen

- **Vorausschauende, berufsbegleitende Weiterbildung fördern:** Unabhängig von Alter und Bildungsniveau sollten allen Beschäftigten verschiedene Möglichkeiten zur Weiterbildung offen stehen und zur langfristigen Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit innerhalb und außerhalb der Automobilbranche beitragen.
- **Branchenspezifische Anforderungen konkretisieren:** Kompetenzbedarfe innerhalb der Automobilindustrie, die unter die Bezeichnungen „digitale und transformative Kompetenzen“ und „Systemwissen“ fallen, sind zu ermitteln. Daraufhin sollten neue (zertifizierbare) Lehrmodule auf Grundlage der Anforderungsermittlung entwickelt werden.
- **Strategisches Kompetenzmanagement und Personalentwicklungsstrategien stärken:** Insbesondere in KMU ist der Ausbau von Strukturen für interne Arbeitsmärkte zu befördern.
- **Individuelle formale und informelle Weiterbildung anstoßen:** Möglichkeiten zur Freistellung für formale Weiterbildungsangebote (z. B. Aufbaustudium / Meisterprüfung) sollten ausgeweitet und Freiräume für das Lernen im Arbeitsprozess geschaffen werden. Dabei müssen informell erworbene Fähigkeiten auch zertifiziert werden können.
- **Inhaltliche und organisatorische Arbeitsrealität von Ausbildungsberufen ganzheitlich untersuchen und mit bestehenden Ausbildungsordnungen abgleichen:** Ziel von Forschungsvorhaben sollte es sein, neue technologische Entwicklungen in der Branche zu verfolgen und im engen Austausch mit relevanten Akteuren (Fachverbände, Spitzenorganisationen der Arbeitgeber, Gewerkschaften, Ministerien sowie das BIBB) Anpassungsbedarfe in den Ausbildungsgängen rechtzeitig zu identifizieren. Pilotprojekte und Fallstudien in Betrieben bieten dazu die Möglichkeit, gleichermaßen die veränderten Anforderungen in Großunternehmen und mittelständischen Betrieben abzubilden und dabei die inhaltliche und organisatorische Arbeitsrealität auf der Individualebene ganzheitlich zu erfassen.
- **Betriebliche Ausbildungscurricula und Rahmenlehrpläne der Berufsschulen anpassen:** Neben der regelmäßigen Aktualisierung von Lehrinhalten vor dem Hintergrund einer beschleunigten Digitalisierung (wie bspw. die 2018 in Kraft getretene neue Ausbildungsordnung für Metall- und Elektroberufe) ist die Qualifizierung des Ausbildungspersonals und Ausstattung der Ausbildungsstätten mit neuen Technologien sicherzustellen.

5 Fallstudien

5.1 Produktion und Elektromobilität

Die Fallstudie basiert auf einem Gespräch mit einem Experten eines Automobilherstellers

Das Unternehmen ist ein Automobilhersteller, der neben Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zunehmend Elektrofahrzeuge produziert. Auch wenn das Unternehmen schon vor der Aufdeckung der Abgas-Manipulationen verschiedener Autohersteller Elektrofahrzeuge gefertigt hat, haben die Ereignisse um den Abgas-Skandal in Kombination mit einem wachsenden Konkurrenzdruck aus dem Ausland und einem Wandel der Kundenwünsche den Fokus auf die Elektromobilität in den letzten Jahren deutlich intensiviert. Während zuvor Elektromobilität für individualisierte Kunden in kleinen Stückzahlen produziert wurde, werden vom Unternehmen mittlerweile bedeutende Produktionskapazitäten für diese neue Technologie aufgebaut.

Die Produktionsstraßen der beiden Motorenkonzepte lassen sich dabei nur schwer vereinen, da sich Elektroautos vom Aufbau und der Komplexität deutlich von Autos mit Verbrennungsmotoren unterscheiden. Das Unternehmen baut daher für die Elektromobilität neue Werke und Produktionsstraßen auf und ist dabei bemüht, durch den Einsatz der neusten Technologien einen hohen Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad zu erreichen. Eine Umsetzung von agilen Arbeitsstrukturen findet bisher sowohl in den alten als auch den neuen Werken aber nur selten statt. So ist eine flexible Produktion unterschiedlicher Teile auf derselben Anlage technisch zwar möglich, meistens aber betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll, da die Anlagen bereits durch eine Monoproduktion ausgelastet sind. Im Bereich der Montage kann eine agile Organisation in Form einer Schwarmintelligenz durch autonome Fahrzeuge und Produktionsboxen hingegen sinnvoll sein, wird aber bisher nur punktuell getestet.

Der Einsatz von digitalen Anwendungen im Unternehmen ist hingegen vielseitig und nimmt stetig zu. Unter anderem kommen in der Produktion und Montage Tablets, Lichtspots, Pick-by-Light-Systeme und Datenbrillen zum Einsatz. Oftmals werden die Assistenzsysteme aber noch in Form von Technologie-Inseln eingebunden, ohne in das Gesamtproduktionsnetzwerk eingebettet zu sein. Der Mensch steht somit nach wie vor außerhalb der Produktionskette und ist gezwungen sich über Datenterminals, Datenbrillen oder Tablets in die Produktionsgeschehnisse „einzuloggen“, um die Arbeitsschritte der Maschinen nachvollziehen zu können und das Netzwerk zu steuern. Langfristig wird angestrebt, die scharfe Abgrenzung zwischen dem Menschen und dem Produktionsnetzwerk aufzulösen. Das Produktionssystem soll sich zukünftig automatisch auf den Menschen als weiteren Produktionsfaktor einstellen, ohne dass der Mensch die Produktion explizit über Datenterminals steuern muss. Ansätze für ein ganzheitliches Produktionsnetzwerk 4.0 werden in der unternehmenseigenen Forschungs- und Weiterbildungseinrichtung noch erprobt.

Neben klassischen Ausbildungsformaten in Schulungsräumen und Lehrwerkstätten wird zukünftig auch eine Vermittlung von Lehrinhalten und neuem Wissen bei der Arbeit durch digitale Mittel („Shop-Floor Learning“) im Unternehmen angestrebt. Ziel ist dabei die Schaffung einer lernförderlichen Arbeitsgestaltung, bei der mit digitalen Arbeitsmitteln nicht nur Informationen eingeblendet werden, sondern die Wissensvermittlung durch ein Lernmanagement-System auf jede Mitarbeiterin und jeden Mitarbeiter abgestimmt ist. Bisher ist ein solcher Ansatz im Unternehmen noch Teil der Forschung, bietet aber für die Zukunft vielseitiges Entwicklungspotenzial.

Mit Blick auf die Qualifikations- und Kompetenzbedarfe steht das Unternehmen vor der Herausforderung, sowohl die Bedarfe für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren als auch für die Elektromobilität abzudecken. So wird davon ausgegangen, dass für unbestimmte Zeit neben der Elektromobilität weiterhin Autos mit Verbrennungsmotoren im Unternehmen produziert werden und weiterhin in die (Weiter-)Entwicklung beider Technologien investiert wird. Das Unternehmen muss somit auf der einen Seite ein gewisses Potenzial an Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für den

Verbrennungsmotor erhalten, gleichzeitig aber auch einen Teil der Belegschaft weiterbilden, um den Qualifikationsanforderungen der Elektromobilität zu begegnen. Dabei werden zunächst nur diejenigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich der Elektromobilität geschult, die auch direkt mit dieser Technologie zu tun haben; langfristiges Ziel ist hingegen die gesamte Belegschaft auf den gleichen Wissensstand zu bringen, unabhängig vom aktuellen Einsatzbereich. Für eine Übergangphase könnte zudem im Zuge der Elektrifizierung der Automobilindustrie ein möglicher Mehrbedarf an Personal entstehen, wobei ungewiss ist, ob dieser vor dem Hintergrund einer weiteren Automatisierung der Produktion auch langfristig bestehen bleibt. Im Idealfall würde ein Personalbestand aufgebaut werden, mit dem die Produktionen der gewohnten Stückzahlen weiterlaufen können und parallel Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter temporär die Produktion zu Weiterbildungszwecken der Elektromobilität verlassen. Da dies unternehmenswirtschaftlich jedoch nicht praktikabel ist, sollen die notwendigen Kompetenzbedarfe insbesondere mit Methoden des Shop-Floor Learnings aufgebaut werden.

Insgesamt besteht ein akut hoher Bedarf an internen Weiterbildungen für die derzeit Beschäftigten. So ändern sich die Produktionsmethoden mit dem neuen Produkt und die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter müssen möglichst schnell darin geschult werden, die neuen Produktionstechnologien zu bedienen. Das Unternehmen steht dabei vor der doppelten Herausforderung nicht nur die Weiterbildungsinhalte zeitnah anzupassen, sondern auch die Weiterbildungsangebote deutlich zu erhöhen. Bisherige Schulungsmaßnahmen sind fast ausschließlich auf den Verbrennungsmotor ausgerichtet. Die Inhalte der Ausbildungsmaterialien für die Produktion von Autos mit Verbrennungsmotor wurden dabei seit Jahrzehnten kontinuierlich angepasst, der Umfang der Anpassungen war jedoch meist gering. Bisherige Schulungsmaßnahmen waren bisher dem Produktportfolio entsprechend weitestgehend auf den Verbrennungsmotor ausgerichtet. Mit Einzug der Elektromobilität müssen hingegen in kurzer Zeit neue Lehrmodule zu einer neuen Technologie entwickelt werden. Darüber hinaus muss das Unternehmen kurzfristig die Weiterbildungskapazitäten ausbauen und ist dabei immer stärker auf die Kooperation mit externen Bildungseinrichtungen (z. B. Hochschulen) angewiesen. Da in zahlreichen Spezialgebieten der Elektromobilität der Weiterbildungsbedarf zudem als einmalig erachtet werden muss, gilt es zu beachten, dass langfristige Überkapazitäten beim internen Weiterbildungsangebot vermieden werden.

In der formalen Ausbildung wird die Integration neuer Inhalte dagegen als weniger problematisch angesehen. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass auch in Zukunft im Unternehmen gleichermaßen ein Bedarf an Absolventinnen und Absolventen beruflicher und akademischer Ausbildungseinrichtungen besteht. Der Fokus der beruflichen Ausbildung sollte dabei auch zukünftig in der Anwendung und nicht der Entwicklung von Produktionstechnologien liegen, d. h. Auszubildende müssen vor allem eine stark digitalisierte Produktion verstehen, Anlagen programmieren und eine grundsätzliche hohe Affinität für neue Technologien vorweisen können. Grundsätzlich sollte die Attraktivität von Ausbildungsberufen – gerade im Zuge der Digitalisierung – stärker hervorgehoben werden.

5.2 Geschäftsmodelle

Die Fallstudie basiert auf einem Gespräch mit einem Experten eines Automobilherstellers

Das Unternehmen ist ein deutscher Automobilhersteller und Anbieter von Mobilitäts- und Finanzdienstleistungen. Trotz eines spürbaren Strukturwandels der Automobilbranche, der unter anderem durch neue Technologien und Geschäftsmodelle, Verschiebungen in der globalen Wettbewerbslandschaft und eine fortschreitende Digitalisierung der Branche bestimmt ist, arbeitet das Unternehmen im Kern weiterhin sehr traditionell. Insbesondere erfordert die Unternehmensgröße eine gewisse Kontinuität in den Strukturen und Prozessen der Unternehmensorganisation. Bereiche mit flexiblen Strukturen der Arbeitsorganisation, die schnellere Entscheidungswege vorweisen und ein kreativeres Arbeiten ermöglichen, sind als eigenständige Einheiten innerhalb und außerhalb der traditionellen Organisation angesiedelt. So wurde in den letzten Jahren die Gründung von einer Vielzahl von Start-ups unterstützt, die frei von den bestehenden Organisationsstrukturen neue Ideen entwickeln und punktuell in die tradierten Geschäftsbereiche integriert wurden. Das Unternehmen hält dabei stets ausreichend Anteile an den Start-ups, um über eine Entscheidungsbefugnis zu verfügen und eine enge Kooperation mit unterschiedlichen Unternehmensbereichen sicherzustellen. Ziel des Unternehmens ist es, ein breites und flexibles Produktportfolio anzubieten, mit dem auf der einen Seite die traditionellen Kunden bedient werden, gleichzeitig mit neuen Angeboten aber auch auf die veränderten Bedürfnisse der neuen, jungen Kunden eingegangen wird.

Die Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen jenseits der Herstellung von Personen- und Nutzfahrzeugen ist dabei kein gänzlich neuer Ansatz für das Unternehmen, sondern spiegelt eine kontinuierliche (Weiter-)Entwicklung des Produktportfolios wider. So bietet das Unternehmen den Kunden schon seit den neunziger Jahren Finanz- und Servicedienstleistungen (z. B. Leasing, Versicherungen) an. Entsprechend existieren im Unternehmen bereits etablierte Organisationeinheiten, die Erfahrung mit der Entwicklung und Integration von neuen Geschäftsmodellen haben. Die Herausforderung für das Unternehmen besteht darin, dass die Veränderungsprozesse im Zuge der Digitalisierung deutlich schneller als noch vor zehn Jahren erfolgen und sich aus dem Einzug datenbasierter Geschäftsmodelle neue Kompetenzbedarfe ergeben.

Die unternehmensinterne Förderung und Entwicklung der Beschäftigten hatte im Unternehmen schon immer eine große Bedeutung. Dabei profitieren die Beschäftigten im Unternehmen von einem umfangreichen Portfolio an internen Weiterbildungsangeboten, das grundsätzlich allen Beschäftigten offen steht. Neben funktionsbezogenen Pflichttrainings erfolgt eine Weiterbildung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vorwiegend auf Eigeninitiative und nach Bedarf in Abstimmung mit Vorgesetzen. Auch fördert das Unternehmen externe Qualifikationsmaßnahmen (z. B. Masterstudium) sowohl organisatorisch als auch finanziell. Zukünftige Entwicklungen zum allgemeinen Qualifizierungsangebot des Unternehmens hängen sehr stark von den externen Rahmenbedingungen und den Industrietrends ab und sind somit schwer abzusehen.

Um die Kompetenzanforderungen bei einem beschleunigten digitalen Wandel zu erfüllen, wird ein besonderer Fokus auf interne IT-Qualifikationsmaßnahmen gelegt. So steht der Belegschaft ein umfassendes Angebot an Schulungen für alle Vorerfahrungs- und Kenntnisstufen zur Verfügung, bei denen die Funktionalitäten neuer Technologien (z. B. Tablets, Smartphones, Cloud-Lösungen) für den Einsatz bei der Arbeit vermittelt werden. Ein zusätzlicher Bedarf besteht hingegen bei personenbezogenen Coaching-Ansätzen, die den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aufzeigen, wie sie ihre Arbeitsprozesse durch eine Anpassung des Technologieeinsatzes an ihre individuellen Bedürfnisse und Voraussetzungen (z. B. Technikkenntnisse, Arbeitsumfeld, Alter) optimieren können. Für die Zukunft wird erwartet, dass der Bedarf an IT-Schulungen zunehmen wird, sich aber auch künftig nicht pauschal an alle Beschäftigten richtet, sondern anwendungs- und nutzungsbezogen erfolgt.

Um die unternehmensinternen Qualifikations- und Kompetenzpotenziale der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter optimal zu nutzen, gibt es im Unternehmen verschiedene Strukturen. Zum einen dienen

Mentoring-Programme dazu, die persönliche Entwicklung in Kombination mit einer individuellen Weiterentwicklung von fachlichen Kenntnissen zu fördern. Darüber hinaus wird in dem Unternehmen eine Datenbank mit „internen“ Lebensläufen der Beschäftigten geführt, um Stellenbesetzungen über die Grenzen der eigenen Abteilung zu motivieren. Die Datenbank steht dabei allen Beschäftigten offen, Potenzialträger bzw. Experten werden jedoch stärker dazu angehalten, ihre Daten kontinuierlich zu pflegen. Darüber hinaus wurde in den letzten Jahren der crossfunktionale Austausch zwischen den Abteilungen intensiviert und insbesondere ein abteilungsübergreifendes Best-Practice-Sharing gefördert. Für den Austausch wurden keine übergreifenden Strukturen etabliert, sondern er erfolgt durch individuelle Initiativen auf Arbeitsebene bzw. über interne Netzwerke (z. B. Berufsakademie-Alumni, Nachwuchsgruppe) sowie in Absprache zwischen den Abteilungen und Bereichen (z. B. gemeinsame Team-Meetings, Workshops)

Trotz der vielseitigen Bestrebungen zur Weiterqualifikation und Potenzialausschöpfung unter der Belegschaft konnten die Bedarfe an IKT-Kompetenzen im Unternehmen in den letzten Jahren nicht mehr vollständig gedeckt werden. IT-Fachkompetenzen werden somit zunehmend durch Neueinstellungen von externen Spezialisten eingekauft.

6 Szenario: Automobilindustrie 2030

Der sich seit Ende der 2010er Jahre beschleunigende Wandel in der Automobilindustrie hat bereits tiefgreifende Spuren in der deutschen Automobilindustrie hinterlassen, ist andererseits aber noch im vollen Gange. Tatsächlich waren die zurückliegenden Jahre eine Dekade, die von umfassenden Änderungen geprägt waren. Mit der endgültigen Etablierung der Elektromobilität in der Serienfertigung hat sich das Gewicht der Wertschöpfung deutlich Richtung Batterien verschoben. Für die Hersteller ergibt sich daraus eine herausfordernde Situation, da sie die Batterietechnologie nicht ohne Partner aus China, Japan und Korea beherrschen, die einen entsprechenden Anteil an der Wertschöpfung beanspruchen. Der einstige Wettbewerbsvorteil deutscher Automobilhersteller bei hochentwickelten Verbrennungsmotoren ist zum Teil egalisiert, da Elektromotoren vergleichsweise einfach aufgebaut sind und von einigen großen Anbietern weltweit hergestellt werden. Der Umstand, dass der Verbrennungsmotor auch weiterhin eine bedeutende wenn auch abnehmende Rolle spielt, ist für die Hersteller kein eindeutiger Vorteil, da auch weiterhin teure Entwicklungen bei zunehmender Unsicherheit nötig sind. Dies gilt auch für die noch nicht absehbare Entwicklung in zukünftigen Wachstumsmärkten wie Afrika, die zwischen möglichst billiger Individualmobilität und dem direkten Sprung ins 21. Jahrhundert changieren. Neue Hersteller, die von Anfang an nur auf Elektromobilität gesetzt haben und somit nicht die „Altlast Verbrennungsmotor“ mit sich tragen, haben sich rasch zu ernstzunehmenden Konkurrenten entwickelt, die zudem ihre anfänglichen Fertigungs- und Qualitätsprobleme längst im Griff haben.

In der Fertigung hat diese von Unsicherheit geprägte Entwicklung bei den deutschen Herstellern dazu geführt, dass die Fertigungsprozesse so weit wie möglich flexibilisiert wurden, um auf Marktänderungen reagieren zu können. Dies geht mit dem Umstand einher, dass die Hersteller noch stärker als sonst modulare Baukästen nutzen, um möglichst viele Komponenten modell- und technologieunabhängig einsetzen zu können. Durch neue Materialien, Fertigungsverfahren und verstärkten Leichtbau konnte dieser lange als unmöglich angesehen Schritt – zu groß schienen die Unterschiede zwischen originären Elektroautos und solchen mit Verbrennungsmotoren – realisiert werden (und sei es durch die jeweils spezifische Formung gemeinsamer Halbzeuge). Die Schaffung modellübergreifender (Technologie-)Plattformen gilt insbesondere für die Etablierung digitaler Konzepte, die vom automatisierten Fahren über „location based services“, individuelle Nutzungsformen bis hin zu angrenzenden Dienstleistungen wie Entertainment, Finanzierung und Versicherung etc. reichen. Trotz der umfassenden Variantenvielfalt (im Sinne einer Stratifizierung) existiert bis auf Weiteres keine vollständige Individualisierung der Fahrzeuge gemäß den Design-/Funktionswünschen der Kunden, da eine solch tiefgreifende „Customisation“ nicht mit dem Zulassungsregime (Crashtest, Emissionsgrenzwerte etc.) in Einklang gebracht werden kann.

Für den Servicebereich (Kfz-Werkstätten, Vertragspartner) haben die Entwicklungen dazu geführt, dass umfassende Kenntnisse in Batterietechnologie, assistiven Systemen und digitalen Lösungen aufgebaut werden mussten; gerade freie Werkstätten sind hier unter einen massiven Wettbewerbsdruck durch bestehende und neue (Franchise-)Unternehmen geraten.

Die beschriebenen Verschiebungen in der Automobilindustrie haben weitgehende Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation und die Kompetenzentwicklung bei den Herstellern (OEM) und den Zulieferern. Gerade Hersteller von Komponenten für Verbrennungsmotoren inkl. Antriebsstrang sind hiervon betroffen und in der Summe sind hier Fertigungskapazitäten und damit Arbeitsplätze verloren gegangen. Auch durch selbststeuernde und kollaborative Technologien (Cobots) in der Fertigung im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung ist der quantitative Bedarf gerade an maschinenbedienenden Arbeitskräften zurückgegangen, während der Bedarf an planenden, überwachenden und steuernden Tätigkeiten trotz des Einsatzes von künstlicher Intelligenz zugenommen hat. Dies gilt auch für die Entwicklung von digitalen Lösungen und Inhalten für die Fahrzeuge und die mit ihnen verbunden Dienste.

Insgesamt hat sich in der Automobilindustrie mit der digitalen Transformation ein befähigendes Gestaltungsparadigma durchgesetzt und keine selbstgesteuerte Vollautomatisierung. Qualifizierte Fachkräfte sind weiterhin ein wichtiger Produktionsfaktor, wenngleich die Personalkosten nur noch unter 10 % der gesamten Fertigungskosten eines PKWs ausmachen. Nach der massiven Qualifizierungsoffensive Ende der 2010er/Anfang der 2020er Jahre (hier wurden neue Wege der Kooperation mit Universitäten und Hochschulen beschritten, um kurzfristig die benötigten Kapazitäten und Inhalte anbieten zu können), hat sich das System der Weiterqualifizierung und Kompetenzentwicklung zur Mitte der 2020er Jahre auf einem hohen aber gleichbleibenden Niveau eingeschwungen. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die mit dem befähigenden Gestaltungsparadigma einhergehende Realisierung von Arbeitssystemen als Lernsysteme und eine erwerbsbiografieorientierte Weiterentwicklung und Aufgabendefinition. Gerade vor dem Hintergrund einer alternden Erwerbsbevölkerung ergänzen technische Systeme nicht nur physische Funktionen („Humanisierung der Arbeitswelt 4.0“), sondern im Sinne von „Denk- und Lernzeugen“ auch kognitive Fähigkeiten.

Im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung hat sich im Zuge der digitalen Transformation herausgestellt, dass „Prozess- und Systemwissen“ in einer zunehmend flexiblen und agilen Fertigung immer wichtiger werden. Wenngleich dieses Wissen zunächst aufwendig für die verschiedenen Branchen, Wertschöpfungsstufen und auch Aufgabenbereiche definiert werden musste, zeigt sich nun übereinstimmend, dass der Kern im Wissen um übergreifende Abläufe und Zusammenhänge besteht; Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der genannten Variantenvielfalt unter Nutzung neuer, zur spezifischen Anpassung von Komponenten und ganzen Fahrzeugen geeigneter Technologien (additive Fertigung) und der damit einhergehenden Flexibilisierung der Produktion. Da das Überblicks- und Orientierungswissen insbesondere eine Domäne älterer Beschäftigter ist („kristalline Intelligenz“), das problemlos durch stets aktuelle und kontextrelevante Informationen aus wissensspeichernden Assistenzsystemen ergänzt werden kann (insgesamt konnte in der vergangenen Dekade ein Verschmelzen von Produktions- und Informationssystemen als elementarer Bestandteil einer Industrie 4.0 beobachtet werden), besteht trotz des kontinuierlichen Wandels in der Automobilindustrie eine hohe Arbeitspartizipation der über 60-jährigen. Für die gesamte Belegschaft hat die übergreifende Wissensorientierung dazu geführt, dass neben der fachlichen Spezialisierung das Kontextwissen als zweite Kompetenzsäule deutlich aufgewertet wurde. Es ist für die Beschäftigten normal, abteilungsübergreifend zu arbeiten bzw. an neuen Formen der Abteilungsrotation teilzunehmen. Insbesondere im Servicebereich werden die Grenzen zu externen Akteuren fließender, was angesichts von Patent- und anderen Rechtsfragen wiederum eine hohe juristische Sensibilität der entsprechenden Beschäftigten erfordert.

Die Anpassung der Berufsbilder hat den genannten Entwicklungen Rechnung getragen, wobei in den akademisch vermittelten Berufen angesichts der ungebrochenen Vielfalt von Bachelor- und Masterstudiengängen zum Teil sehr rasch auf neue Anforderungen reagiert werden konnte. In der dualen Ausbildung wurden zum Teil deutliche Anpassungen/Neuordnungen vorgenommen, ohne dass es aber zu einem umfassenden Verschwinden von bestehenden Berufsbildern einerseits und dem massenhaften Entstehen von neuen gekommen wäre. Ein neu entstandener Beruf ist der Fertigungskybernetiker als Antwort auf die wachsenden Planungs- und Steuerungsherausforderungen, die aus dem Einsatz von vernetzten und intelligenten Produktionssystemen resultieren.

7 Anhang

Tabelle 7: Definition der Branchen nach Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008, WZ2008

Branche	WZ2008	Anzahl der Beobachtungen BIBB/BAuA ETB 2012	Anzahl der Beobachtungen DGB-Index Gute Arbeit 2016
Landwirtschaft	1-3	179	75
Bergbau	5-9	30	25
Ernährungsgewerbe	10-11	474	204
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	12; 16-19; 22-23; 31-33; 58	830	487
Textil- und Bekleidungsbranche	13-15	145	36
Chemie- und Pharmabranche	20-21	444	197
Metallindustrie	24-25	691	491
Maschinen- und Anlagenbau	28	495	299
Elektronik und IuK-Hardware	26-27	643	215
Automobil	29	614	360
Sonstiger Fahrzeugbau	30	107	55
Recycling	38	88	30
Energie- und Wasserversorgung	35-36	270	119
Baugewerbe	41-43	841	467
Kraftfahrzeughandel und sonstige Serviceleistungen	45	157	124
Großhandel	46	197	267
Einzelhandel	47	1258	488
Hotel und Gastronomie	55-56	314	138
Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen	49	314	137
Schifffahrt	50	11	8
Luftfahrt	51	41	26
Sonstige Tätigkeiten für Verkehr und Verkehrsvermittlung	52; 79	270	168
Nachrichtenübermittlung	53; 61	344	164
Finanzbranche	64-66	806	398
Immobilienbranche	68	114	50
IT-Dienstleistungen	62-63	341	175
Forschung und Entwicklung	72	100	67
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	69-71; 73-74; 77-78; 80-82	1060	493
Öffentliche Verwaltung	84	1400	893
Erziehung und Unterricht	85	1415	961
Pflege und Versorgung*	86-88	923	1113**
Gesundheits- und Sozialwesen (ohne Pflege und Versorgung)	75; 86-88	1719	362**
Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen	37; 39; 95-96	157	89
Kultur, Sport und Unterhaltung	59-60; 90-93	317	88

*Anmerkungen: * Die Branche „Pflege und Versorgung" umfasst nur Beschäftigte in den Berufen „Gesundheits- und Krankenpflege, Rettungsdienst und Geburtshilfe" (KldB2010: 813) und „Altenpflege" (KldB2010: 821). Der wertschöpfende Kern in der Branchendefinition für die BIBB/BAuA-ETB 2012 schließt Beschäftigte in Berufen der Gastronomie (Kldb2010: 292, 293, 623, 632, 633), Objektpflege (KldB2010: 541, 832) und Objektsicherheit (KldB2010: 341, 531, 532) aus. Die Ausschlussregel gilt nicht für Beschäftigte in der Gastronomie für die Branchen „Ernährungsgewerbe", „Einzelhandel und Hotel" und „Gastronomie" und Beschäftigte in der Objektpflege für die Branche „Recycling". Für einen Vergleich der BIBB/BAuA-ETB 2006 und 2012 wurden die Branchen näherungsweise über den WZ2003 und KldB1992 definiert. Die Branchendefinition für den DGB-Index Gute Arbeit erfolgt ausschließlich auf Grundlage des WZ2008.*

*** Die Branche „Pflege und Versorgung" ist im DGB-Index Gute Arbeit näherungsweise über Beschäftigte ohne akademischen Abschluss in den aufgelisteten Wirtschaftszweigen definiert. Die Branche „Gesundheits- und Sozialwesen (ohne Pflege und Versorgung)" ist im DGB-Index Gute Arbeit näherungsweise über Beschäftigte mit akademischem Abschluss in den aufgelisteten Wirtschaftszweigen definiert.*

Tabelle 8: Indikatorenauswahl und -gewichtung für Branchentypisierung

Index	BIBB/BAuA-Indikatoren	Wirkungs-richtung	Gewicht
Handlungsspielraum	Häufigkeit eigenständig schwierige Entscheidungen zu treffen	+	0,21
	Häufigkeit, dass Arbeitsdurchführung bis in alle Einzelheiten vorgeschrieben	-	-0,31
	Häufigkeit, dass sich derselbe Arbeitsgang bis in alle Einzelheiten wiederholt	-	-0,29
	Häufigkeit eigene Arbeit selbst planen und einteilen	+	0,29
Wissens-/ Lernintensität	Häufigkeit Wissenslücken schließen	+	0,13
	Häufigkeit in neue Aufgaben hineindenken und einarbeiten	+	0,19
	Häufigkeit bisherige Verfahren verbessern und etwas Neues probieren	+	0,22
	Organisieren, Planen und Vorbereiten von fremden Arbeitsabläufen	+	0,19
	Entwickeln, Forschen, Konstruieren	+	0,23
	Ausbilden, Lehren, Unterrichten, Erziehen	+	0,18
	Informationen sammeln, recherchieren, dokumentieren	+	0,16

Quelle: Eigene Darstellung.

8 Literaturverzeichnis

Abel, Jörg (2018): Kompetenzentwicklungsbedarf für die digitalisierte Arbeitswelt. FGW - Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter http://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user_upload/FGW-Studie-I40-09-Abel-komplett-web.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Accenture (2015): Mut, anders zu denken: Digitalisierungsstrategien der deutschen Top500. Hg. v. Accenture. Online verfügbar unter https://www.accenture.com/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/de-de/PDF_3/Accenture-Deutschlands-Top500.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Apt, Wenke; Bovenschulte, Marc; Hartmann, Ernst Andreas; Wischmann, Steffen (2016): Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (iit). Berlin (Forschungsbericht, 463). Online verfügbar unter https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/f463-digitale-arbeitswelt.pdf;jsessionid=EE11A6F676739649F19F82044A883221?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 14.08.2018.

Apt, Wenke; Schubert, Michael; Wischmann, Steffen (2018): Digitale Assistenzsysteme. Perspektiven und Herausforderungen für den Einsatz in Industrie und Dienstleistungen. Hg. v. Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (iit). Berlin. Online verfügbar unter https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/digitale-assistenzsysteme, zuletzt geprüft am 14.08.2018.

Bain & Company (2018): Neue urbane Mobilität: Der Wandel erfolgt jetzt. Online verfügbar unter www.bain.de/Images/Bain-Studie_Neue-urbane-Mobilitaet_2018.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BAuA (Hg.) (2014): Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung. Erfahrungen und Empfehlungen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA). Berlin: Erich Schmidt Verlag.

Becker, Rolf; Hecken, Anna Eta (2011): Berufliche Weiterbildung – theoretische Perspektiven und empirische Befunde. In: Rolf Becker (Hg.): Lehrbuch der Bildungssoziologie. 2. Aufl.: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 367–410.

Beigang, Alina; Clausen, Jens (2017): Elektromobilität in China. Fallstudie im Rahmen des Vorhabens Evolution2Green. Online verfügbar unter https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/2017-04-e2g-fallstudie_emobilitaet_china_borderstep_0.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Bernhart, Wolfgang; Winterhoff, Marc; Hasenberg, Jan-Philipp; Fazel, Ludwig (2016): A CEO agenda for the (r)evolution of the automotive ecosystem. Roland Berger. Online verfügbar unter https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_automotive_intransition_20160404.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BERUFENET (2018a): BERUFENET Steckbrief: Automobilkaufmann/-frau. Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/6622.pdf, zuletzt aktualisiert am 03.04.2018, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BERUFENET (2018b): BERUFENET Steckbrief: Kaufmann/-frau im E-Commerce. Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/130926.pdf, zuletzt aktualisiert am 01.08.2018, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BERUFENET (2018c): BERUFENET Steckbrief: Mathematisch-technische/r Softwareentwickler/in. Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/51029.pdf, zuletzt aktualisiert am 01.06.2018, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BERUFENET (2018d): BERUFENET Steckbrief: Mechatroniker/in. Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/2868.pdf, zuletzt aktualisiert am 01.08.2018, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BMBF (2011): Ausbildungsberufe für die Elektromobilität. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Online verfügbar unter http://www.nachhaltige-berufsbildung.com/images/PDFs/Veroeffentlichungen/Ausbildungsberufe_im_Bereich_Elektromobilitaet-data.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BMBF (2016): ARENA2036 e.V.: Die hochflexible Forschungsplattform für die Mobilität und Produktion der Zukunft. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Online verfügbar unter https://www.forschungscampus.bmbf.de/forschungscampi/arena2036, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BMBF (2018): Batterieforschung in Deutschland – Potenziale für vielfältige Anwendungen nutzen. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/de/batterieforschung-in-deutschland---potenziale-fuer-vielfaeltige-anwendungen-nutzen-662.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BMVI (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren. Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BMVI (2018): Kurzreport. Mobilität in Deutschland. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Online verfügbar unter http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas_Mobilitaet_in_Deutschland_2017_Kurzreport.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BMWi (2018a): Wirtschaftsbranchen: Automobilindustrie. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-automobilindustrie.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

BMWi (2018b): Ausbildung und Industrie 4.0: Zupacken statt zu warten in der Metall- und Elektroindustrie. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2018/20180608-ausbildung-industrie-4-0-zupacken-statt-zuwarten-in-der-metall-und-elektroindustrie.html, zuletzt geprüft am 07.08.2017.

BMWi; BMVBS; BMU; BMBF (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); Bau und Stadtentwicklung; Bundesministerium für Umwelt (BMU); Naturschutz und Reaktorsicherheit; Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/files/programm_elektromobilitaet(1).pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Bormann, René; Fink, Philipp; Holzapfel, Helmut; Rammler, Stephan; Sauter-Servaes, Thomas; Tiemann, Heinrich et al. (2018): Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Transformation by Disaster oder by Design? In: *WISO Diskurs* (03/2018).

Bovenschulte, Marc; Meyer, Gereon; Ferdinand, Jan-Peter; Jetzke, Tobias; Stagl, Sebastian; Müller, Beate et al. (2017): Der auto-mobile Komplex – Versuch einer Einordnung. In: *iit Perspektive* (34).

Breitschwerdt, Dirk; Cornet, Andreas; Michor, Lukas; Müller, Nicolai; Salmon, Lionel (2016): Performance and disruption - A perspective on the automotive supplier landscape and major technology trends. Hg. v. McKinsey & Company, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Buchenau, Martin-W. (2018): Bosch macht bei Batteriezellen einen Rückzieher. In: *WirtschaftsWoche*, 28.02.2018. Online verfügbar unter https://www.wiwo.de/unternehmen/industrie/keine-eigene-produktion-bosch-macht-bei-batteriezellen-einen-rueckzieher/21013610.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

CAR (2017): Technology Roadmaps: Intelligent Mobility Technology, Materials and Manufacturing Processes, and Light Duty Vehicle Propulsion. Center for Automotive Research.

CAR (2018): Finanzierung und Absicherung neuer Mobilitätskonzepte. Hg. v. Center for Automotive Research. Online verfügbar unter http://auto-institut.de/index_htm_files/Finanzierung_und_Absicherung_neuer_Mobilitaetskonzepte.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Chaberny, Jan (2018): Arbeiten im Schwarm. In: *metallzeitung* 70, S. 18–19.

Clausen, Jens (2018): Roadmap Elektromobilität Deutschland. Ziele, Chancen, Risiken, notwendige Maßnahmen und politische Initiativen. Online verfügbar unter https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/borderstep31-1-18roadmap-e-mobilitaet.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Cleff, Thomas (2015): Deskriptive Statistik und Explorative Datenanalyse. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.

Daimler AG (2017): Geschäftsbericht 2017. Online verfügbar unter https://www.daimler.com/dokumente/investoren/berichte/geschaeftsberichte/daimler/daimler-ir-geschaeftsbericht-2017.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB). Nürnberg (IAB Forschungsbericht, 11/2018).

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018a): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. In: *IAB Kurzbericht* (4/2018).

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018b): Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. IAB-Kurzbericht. In: *IAB-Kurzbericht* (4/2018).

Dengler, Katharina; Matthes, Britta; Paulus, Wiebke (2014): Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank. In: *FDZ-Methodenreport* (12/2014), zuletzt geprüft am 14.08.2018.

Destatis (2017a): Berufliche Weiterbildung in Unternehmen. Fünfte Europäische Erhebung über die berufliche Weiterbildung in Unternehmen (CVTS5). Hg. v. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter https://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/Band_75.pdf, zuletzt geprüft am 14.08.2018.

Destatis (2017b): Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungen im Überblick. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Statistisches Jahrbuch). Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/ProdGewerbeDienstleistungen.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Destatis (2017c): Verarbeitendes Gewerbe. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Statistisches Jahrbuch). Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/VerarbeitendesGewerbe.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

DGB (2016): DGB-Index Gute Arbeit - Der Report 2016 - Wie die Beschäftigten die Arbeitsbedingungen in Deutschland beurteilen. Themenschwerpunkt: Die Digitalisierung der Arbeitswelt - Eine Zwischenbilanz aus der Sicht der Beschäftigten. Institut DGB-Index Gute Arbeit. Berlin. Online verfügbar unter http://index-gute-arbeit.dgb.de/veroeffentlichungen/jahresreports/++co++76276168-a0fb-11e6-8bb8-525400e5a74a, zuletzt geprüft am 14.08.2018.

dpa (2017): BMW ist nur noch die Nummer zwei. In: *Augsburger Allgemeine*, 22.03.2017. Online verfügbar unter https://www.augsburger-allgemeine.de/wirtschaft/BMW-ist-nur-noch-die-Nummer-zwei-id40949276.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

dpa (2018): Siemens steigt bei Batteriezellen-Fabrik Northvolt ein. In: *Handelsblatt*, 25.05.2018. Online verfügbar unter https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektromobilitaet-siemens-steigt-bei-batteriezellen-fabrik-northvolt-ein/22604382.html?ticket=ST-124715-nFoi0kbI0daigtnj07jv-ap3, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

dpa; anw (2018): Daimler-Chef: Mehr Elektroautos nicht so gut für die Bilanz. In: *heise.de*, 05.04.2018. Online verfügbar unter https://www.heise.de/newsticker/meldung/Daimler-Chef-Mehr-Elektroautos-nicht-so-gut-fuer-die-Bilanz-4011384.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Düll, Nicola; Bertschek, Irene; Dworschak, Bernd; Meil, Pamela; Niebel, Thomas; Ohnemus, Jörg et al. (2016): Arbeitsmarkt 2030: Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexpertisen zur Prognose 2016. Economix Research & Consulting. Bielefeld, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Eckardt, Lisa-Marie (2018): Autoindustrie verliert massiv an Attraktivität als Arbeitgeber. In: *SPIEGEL Online*, 24.07.2018. Online verfügbar unter http://www.spiegel.de/karriere/studie-autoindustrie-verliert-massiv-an-attraktivitaet-als-arbeitgeber-a-1219919.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Ehrenberg-Silies, Simone; Kind, Sonja; Apt, Wenke; Bovenschulte, Marc (2017): Horizon-Scanning. Wandel von Berufsbildern und Qualifizierungsbedarfen unter dem Eindruck der Digitalisierung. VERTRAULICH. Hg. v. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Berlin.

e-mobil BW (2012): Akademische Qualifizierung. Analyse der Bildungslandschaft im Zeichen von Nachhaltiger Mobilität. e-mobil BW GmbH – Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie; Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg; Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg; Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO). Online verfügbar unter http://wiki.iao.fraunhofer.de/images/studien/akademische-qualifizierung-analyse-der-bildungslandschaft-im-zeichen-von-nachhaltiger-mobilitaet.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

eNOVA (2016): Forschung, Entwicklung und Innovation für die Automobile Zukunft. Empfehlungen des eNOVA Strategiekreises. eNOVA Strategiekreis Automobile Zukunft (Whitepaper). Online verfügbar unter http://www.strategiekreis-automobile-zukunft.de/public/oeffentliche-dokumente/enova-whitepaper-neuausrichtung, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Ernst & Young (2018): EY Studentenstudie 2018. In welche Branchen zieht es Studenten in Deutschland? Online verfügbar unter https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-studentenstudie-2018/$FILE/ey-studentenstudie-2018.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

ERTRAC Working Group (2017): Integrated Urban Mobility Roadmap. Online verfügbar unter https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id45/2017%20ERTRAC%20Urban%20Mobility%20Roadmap%20-%20web.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Ford (2017): Ford Pilots New Exoskeleton Technology to Help Lessen Chance of Worker Fatigue, Injury. Online verfügbar unter https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2017/11/09/ford-exoskeleton-technology-pilot.html, zuletzt aktualisiert am 09.11.2017, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Fraunhofer IAO (Hg.) (2018): Studie untersucht Auswirkungen von Elektromobilität auf die Beschäftigung in der Antriebsstrangherstellung in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/presse-und-medien/aktuelles/2037-weichenstellung-fuer-die-automobilindustrie.html, zuletzt aktualisiert am 04.06.2018, zuletzt geprüft am 06.07.2018.

Freudenberg IT (Hg.) (2013): IT Innovation Readiness Index. Online verfügbar unter https://fiwebprdsta.azureedge.net/live-fit/wp-content/uploads/2016/09/FIT_IT-Innovation-Readiness-Index-2013.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Fuchs, Tatjana (2006): Was ist gute Arbeit? Anforderungen aus der Sicht von Erwerbstätigen. 2. Aufl. Hg. v. Geschäftsstelle der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA-Bericht, 19). Online verfügbar unter http://www.inqa.de/SharedDocs/PDFs/DE/Publikationen/inqa-19-was-ist-gute-arbeit.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Gensicke, Miriam; Tschersich, Nikolai; Hartmann, Josef (2012): BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2011/2012. Strukturkontrolle, Steuerung und Gewichtung der Stichprobe. Online verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a22_etb12_methodenberichte_04Gewichtungsbericht_Los__1.pdf , zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Gropp, Martin (2018): E-Mobilität bedroht 75.000 Stellen in Deutschland. In: *FAZ*, 05.05.2018. Online verfügbar unter http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/neue-analyse-elektromobilitaet-koennte-75-000-stellen-kosten-15623659.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Hartmann, Ernst Andreas; Engelhardt, Sebastian von; Hering, Martin; Wangler, Leo; Birner, Nadine (2014): Der iit-Innovationsfähigkeitsindikator. Ein neuer Blick auf die Voraussetzungen von Innovationen. Hg. v. Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (iit) (iit perspektive, 16). Online verfügbar unter https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/der-iit-innovationsfaehigkeitsindikator, zuletzt geprüft am 14.08.2018.

Hartmann, Ernst Andreas; Wischmann, Steffen (2018): Technologie, Organisation, Qualifikation. In: Steffen Wischmann und Ernst Andreas Hartmann (Hg.): Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 233–246.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015): Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Alfons Botthof und Ernst Andreas Hartmann (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, S. 89–98.

Holler, Markus (2013): Methodenbericht zur Weiterentwicklung des DGB-Index Gute Arbeit in der Erhebungsperiode 2011/2012. Hg. v. INIFES, Internationales Institut für Empirische Sozialökonomie, gGmbH. Online verfügbar unter http://index-gute-arbeit.dgb.de/veroeffentlichungen/zur-praxis/++co++78aa5846-3690-11e4-b7f7-52540023ef1a, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Holler, Markus (2017): Verbreitung, Folgen und Gestaltungsaspekte der Digitalisierung in der Arbeitswelt. Auswertungsbericht auf Basis des DGB-Index Gute Arbeit 2016. Hg. v. Institut DGB-Index Gute Arbeit, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Huss, Alexandra (2017): Elektromobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzelle. Stand der Entwicklung und Markteinführung bei Pkw in Deutschland. Hg. v. NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Online verfügbar unter https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/elektromobilitaet-mit-wasserstoff-2017_de_310817.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

IG Metall Vorstand (Hg.) (2014): Anforderungen der IG Metall an eine europäische Regulierung der CO2 für die Zeit nach 2020 Grenzwerte im. Online verfügbar unter https://www.igmetall.de/docs_CO2_Broschuere__70c8c2d55f1489620e96bc3121d9b5e773d1dafb.pdf , zuletzt geprüft am 07.08.2018.

IG Metall Vorstand (Hg.) (2015): Strukturwandel in der Automobilindustrie gemeinsam bewältigen. Kommuniqué aus Anlass der Automobilzuliefererkonferenz am 17.-18. Juni 2015 in Leipzig. Online verfügbar unter https://www.igmetall.de/docs_2015_6_017_Kommunique_Zuliefererkonferenz__6e0546727a00ddf6bd611bd2d9703dd12a7c49a8.pdf.

Kaiser, Oliver S.; Eickenbusch, Heinz; Grimm, Vera; Zweck, Axel (2008): Zukunft des Autos. Hg. v. VDI Technologiezentrum GmbH (VDI TZ). Online verfügbar unter https://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/Band_75.pdf, zuletzt geprüft am 14.08.2018.

Kind, Sonja; Hartmann, Ernst Andreas; Bovenschulte, Marc (2011): Die Visual-Roadmapping-Methode für die Trendanalyse, das Roadmapping und die Visualisierung von Expertenwissen. Ein Instrument des iit – Institut für Innovation und Technik für den Einsatz in Politik und Wirtschaft zum Management von Innovation und Technologie. Hg. v. Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (iit) (iit perspektive, 4). Online verfügbar unter https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/iit-perspektive-4, zuletzt geprüft am 14.08.2018.

Klippert, Jürgen; Niehaus, Moritz; Gerst, Detlef (2018): Mit digitaler Technologie zu Guter Arbeit? Erfahrungen mit dem Einsatz digitaler Werk-Assistenzsysteme. In: *WSI Mitteilungen* (3), S. 235–240.

KPMG (2018a): Electric Readiness. Online verfügbar unter https://gaes.kpmg.de/brain.html#electric-readiness, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

KPMG (2018b): Global Automotive Executive Survey 2018. Online verfügbar unter https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2018/03/global-automotive-executive-survey-2018.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Kraftfahrt-Bundesamt (Hg.) (2018): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2018. Online verfügbar unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Lazard; Roland Berger (Hg.) (2017): Global Automotive Supplier Study 2018. Online verfügbar unter https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_global_automotive_supplier_2016_final.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Lorenz, Edward; Valeyre, Antoine (2005): Organisational Innovation, Human Resource Management and Labour Market Structure. A Comparison of the EU-15. In: *Journal of Industrial Relations* 47 (4), S. 424–442.

Matuschek, Ingo (2016): Technisierung, Digitalisierung, Industrie 4.0. Expertise für die Kommission „Arbeit der Zukunft“. Hg. v. Hans-Böckler-Stiftung. Online verfügbar unter https://www.boeckler.de/pdf/adz_expertise_matuschek_digit.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Mayer-Kuckuk, Finn (2018): China macht Zukunft. In: *Frankfurter Rundschau* 74, 11.07.2018 (158). Online verfügbar unter http://www.fr.de/wirtschaft/elektro-mobilitaet-china-macht-die-zukunft-a-1541626.

McKinsey & Company (2013): New rules for winners: Ensuring future automotive supplier competitiveness. A study by McKinsey & Company on the global automotive supplier industry with an emphasis on Europe, zuletzt geprüft am 07.08.0218.

Michaelis, Sarah; Maiser, Eric; Kampker, Achim; Heimes, Heiner; Lienemann, Christoph; Wessel, Saskia et al. (2016): Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030. VDMA Batterieproduktion. Online verfügbar unter https://battprod.vdma.org/documents/7411591/15357859/VDMA+Roadmap+Batterie-Produktionsmittel+2030+Update/b8c52edd-5c65-4d92-8290-09876153f30b, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

NPE (2015): Kompetenz-Roadmap. Kompetenz-Roadmap Aktualisierung 2015. Nationale Plattform Elektromobilität (NPE). Online verfügbar unter http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_AG5_Kompetenz-Roadmap_barrierefrei-bf.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

NPE (2016a): Roadmap integrierte Zell- und Batterieproduktion Deutschland. Hg. v. Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilitätder Bundesregierung (GGEMO). Nationale Plattform Elektromobilität (NPE). Online verfügbar unter http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_AG2_Roadmap_Zellfertigung_final_bf.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

NPE (2016b): Wegweiser Elektromobilität. Nationale Plattform Elektromobilität (NPE). Online verfügbar unter http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Wegweiser_Elektromobilitaet_2016_web_bf.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

OICA (Hg.) (2017): Production Statistics. Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles. Online verfügbar unter http://www.oica.net/category/production-statistics/2017-statistics/, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Paul, Herbert; Wollny, Volrad (2014): Instrumente des strategischen Managements. Grundlagen und Anwendungen. 2., aktualisierte und erw. Aufl. München: De Gruyter Oldenbourg.

Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne (2015): Der Mensch kann Industrie 4.0, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Pluta, Werner (2018): VW will Akkus für Elektroautos bauen. In: *Golem*, 02.05.2018. Online verfügbar unter https://www.golem.de/news/elektromobilitaet-vw-will-akkus-fuer-elektroautos-bauen-1805-134175.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Preuß, Oliver (2017): Batterie oder Wasserstoff? Zwei Wege, ein gemeinsames Ziel. In: *WELT.de*, 25.10.2017. Online verfügbar unter https://www.welt.de/regionales/hamburg/article170051042/Batterie-oder-Wasserstoff-Zwei-Wege-ein-gemeinsames-Ziel.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Rohrbach-Schmidt, Daniela (2009): The BIBB/IAB- and BIBB/BAuA-Surveys of the Working Population on Qualification and Working Conditions in Germany (BIBB-FDZ Daten- und Methodenberichte, Nr. 1 /2009). Online verfügbar unter https://metadaten.bibb.de/download/703, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Rohrbach-Schmidt, Daniela; Hall, Anja (2013): BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 (BIBB-FDZ Daten- und Methodenberichte, Nr. 1 / 2013). Online verfügbar unter https://metadaten.bibb.de/download/1874, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Roth, Ines (2017): Digitalisierung und Arbeitsqualität. Eine Sonderauswertung auf Basis des DGB-Index Gute Arbeit 2016 für den Dienstleistungssektor. Unter Mitarbeit von Nadine Müller. Hg. v. ver.di-Bereich Innovation und Gute Arbeit. ver.di – Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft. Online verfügbar unter http://innovation-gute-arbeit.verdi.de/++file++592fd69d086c2653a7bb5b05/download/digitalverdi_web.cleaned.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

rtr; dpa (2018a): Autobranche droht der Wegfall von 75.000 Jobs. In: *WirtschaftsWoche*, 05.06.2018. Online verfügbar unter https://www.wiwo.de/unternehmen/auto/umstellung-auf-elektromobilitaet-autobranche-droht-der-wegfall-von-75-000-jobs/22644754.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

rtr; dpa (2018b): Autobranche droht der Wegfall von 75.000 Jobs. In: *WirtschaftsWoche*, 05.06.2018. Online verfügbar unter https://www.wiwo.de/unternehmen/auto/umstellung-auf-elektromobilitaet-autobranche-droht-der-wegfall-von-75-000-jobs/22644754.html, zuletzt geprüft am 06.07.2018.

Schäfer, Ellen (2009): Warum lernförderliche Arbeitsgestaltung? Hg. v. Hans-Böckler-Stiftung. Online verfügbar unter https://www.boeckler.de/pdf/mbf_nmp_lernfoerd_arbeit_einfuehrung.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Schild, Barbara-Christine; Braun, Gabriele T. (2017): Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE). Abschlussbericht. Hg. v. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).

Schwenkenbecher, Jan (2018): E-Dienstwagen zum halben Preis. In: *Süddeutsche Zeitung* 2018, 31.07.2018. Online verfügbar unter https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/elektroautos-e-dienstwagen-zum-halben-preis-1.4076523, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Statista GmbH (Hg.) (2018a): Beschäftigte in der deutschen Automobilindustrie in den Jahren 2005 bis 2017. Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/30703/umfrage/beschaeftigtenzahl-in-der-automobilindustrie/, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Statista GmbH (Hg.) (2018b): Umsatz der Automobilindustrie in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2017 (in Milliarden Euro). Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160479/umfrage/umsatz-der-deutschen-automobilindustrie/, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Statista GmbH (2018c): Weltweite Automobilindustrie. Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/studie/id/31199/dokument/weltweite-automobilindustrie-statista-dossier/, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Stricker, Klaus; Matthies, Gregor; Tsang, Raymond (2011): Vom Automobilbauer zum Mobilitätsdienstleister. Wie Hersteller ihr Geschäftsmodell für integrierte Mobilität richtig aufstellen. Bain & Company. Online verfügbar unter http://www.bain.de/Images/Bain_brief_vom_automobilbauer_zum_mobilitatsdienstleister.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Thielmann, Axel; Neef, Christoph; Hettesheimer, Tim; Döscher, Henning; Wietschel, Martin; Tübke, Jens (2017): Energiespeicher-Roadmap (Update 2017). Hochenergie-Batterien 2030+ und Perspektiven zukünftiger Batterietechnologien. Hg. v. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/lib/Energiespeicher-Roadmap-Dezember-2017.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Tiemann, Michael (2009): Wissensintensive Berufe. Online verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a22_preprint02_Tiemann.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

VDA (2018): Zahlen und Daten. Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA). Online verfügbar unter https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/zahlen-und-daten-uebersicht.html, zuletzt aktualisiert am 07.08.2018.

Vetter, Philipp (2016): Audi schafft das Fließband ab. In: *Die Welt*, 21.11.2016. Online verfügbar unter https://www.welt.de/wirtschaft/article159622953/Audi-schafft-das-Fliessband-ab.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Volkswagen AG (2017): Gemeinsam den Wandel gestalten. Geschäftsbericht 2017. Online verfügbar unter https://www.volkswagenag.com/ir/Y_2017_d.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Wieser, Sarah (2017): Autoindustrie: 576 Milliarden Euro Umsatz mehr pro Jahr? Hg. v. www.produktion.de. Online verfügbar unter https://www.produktion.de/specials/mobilitaet-zukunft/id-576-milliarden-euro-umsatz-mehr-pro-jahr-120.html, zuletzt aktualisiert am 15.09.2017, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Winkelhake, Uwe (2017): Die digitale Transformation der Automobilindustrie. Treiber - Roadmap - Praxis: Springer-Verlag GmbH.

Wischmann, Steffen (2015): Arbeitssystemgestaltung im Spannungsfeld zwischen Organisation und Mensch–Technik-Interaktion – das Beispiel Robotik. In: Alfons Botthof und Ernst Andreas Hartmann (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, S. 149–160.

World Economic Forum (2016): Digital Transformation of Industries: Automotive Industry. In collaboration with Accenture (World Economic Forum White Paper). Online verfügbar unter http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-dti-automotivewhitepaper-final-january-2016-200116a.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Wyman, Oliver (2017): Vier Schlüsseltrends für die Zukunft der Automobilindustrie. Online verfügbar unter https://www.oliverwyman.de/media-center/2017/vier-schluesseltrends-fuer-die-zukunft-der-Automobilindustrie.html, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

ZEIT ONLINE (2018): Jungen Städtern sind Autos nicht mehr wichtig, 19.04.2018. Online verfügbar unter https://www.zeit.de/mobilitaet/2018-04/autofahren-bedeutung-junge-menschen-stadt-land-studie, zuletzt geprüft am 25.07.2018.

ZEIT ONLINE; Reuters; dpa; kg (2018): Zetsche verspricht modernere Diesel für mehr Klimaschutz, 05.04.2018. Online verfügbar unter http://www.zeit.de/mobilitaet/2018-04/daimler-dieter-zetsche-diesel-klimaschutz-zukunft, zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Weber, Enzo; Wolter, Marc Ingo (2018): Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035. Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. In: *IAB-Kurzbericht* (9/2018).

Zinke, Gert; Renger, Peggy; Feirer Simona; Padur, Torben (2017): Berufsausbildung und Digitalisierung – ein Beispiel aus der Automobilindustrie. In: *Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) Wissenschaftliches Diskussionspapier* (186).