



Bundesministerium
für Arbeit und Soziales



Simone Ehrenberg-Silies, Marc Bovenschulte,
Kerstin Goluchowicz, Klaus Burmeister

Zukünftige Kompetenz- profile für die Automobilwirtschaft



Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.
Die Durchführung der Untersuchungen sowie die Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen sind von den Auftragnehmern in eigener wissenschaftlicher Verantwortung vorgenommen worden. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales übernimmt insbesondere keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Untersuchungen.



Kurzbeschreibung

Der Deep Dive knüpft an den im Sommer/Herbst 2020 vom BMWi durchgeführten und vom BMAS geleiteten Regionaldialog „Weiterbildung, Qualifizierung“ zur Automobilindustrie an. Ziel ist es, die aus dem tiefgreifenden Wandel der Automobilindustrie resultierenden und sich ändernden Qualifikations- und Kompetenzanforderungen exemplarisch zu erfassen und zu konkretisieren. Die Ergebnisse ergänzen die bestehenden quantitativen und qualitativen Analysen, indem sie die mit dem Wandel einhergehenden neuen Tätigkeitsanforderungen in Form von Qualifikations- und Kompetenzprofilen anschaulich und greifbar darstellen.

Für die Durchführung des Deep Dives wurde ein strukturiert-exploratives Vorgehen gewählt. In einem ersten Schritt wurden aktuelle und prospektive Quellen (Artikel aus wissenschaftlichen Fachzeitschriften, Analysen und Berichte von Verbänden und Plattformen, journalistische Artikel aus dem Printbereich und Onlinemedien, Blogs) zur Transformation der Automobilindustrie mit Fokus auf den Wandel von Beschäftigung und Tätigkeiten analysiert. Ergänzend wurde eine Algorithmen-basierte Textanalyse von bestehenden (Weiter-)Bildungsangeboten durchgeführt, um daraus ebenfalls thematische Schwerpunkte und damit verbundene Qualifikationsanforderungen abzuleiten. Die aus den aggregierten Analyseergebnissen abgeleiteten Hypothesen wurden mit Expert*innen in einem Szenario-Workshop verdichtet und auf dieser Basis die insgesamt neun Qualifikations- und Kompetenzprofile erstellt, die sich im Einzelnen auf die berufliche Ausbildung, die Weiterbildung sowie auf die Hochschulausbildung beziehen.

Abstract

The Deep Dive follows on from the regional dialogue on „Further training, qualification“ conducted by the BMWi and led by the BMAS in summer/autumn of 2020. The aim is to record and concretise the changing qualification and competence requirements resulting from the profound change in the automotive industry. The results complement the existing quantitative and qualitative analyses by presenting new requirements associated with the transformation through clear and vivid descriptions of qualification and competence profiles.

A structured-explorative approach was chosen to conduct the deep dive. In a first step, current and prospective sources (articles from scientific journals, analyses and reports from associations and platforms, journalistic articles from the print sector and online media, blogs) on the transformation of the automotive industry were analysed with a focus on changes in employment and tasks. In addition, an algorithm-based text analysis of existing (further) education offers was carried out in order to also derive thematic focal points and associated qualification requirements.

The hypotheses derived from the aggregated analyses results were condensed with experts in a scenario workshop. This basis was used to create a total of nine qualification and competence profiles, which refer in detail to vocational training, further education and higher education.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Kurzbeschreibung | 3 |
| Abstract | 3 |
| Tabellenverzeichnis | 5 |
| Abbildungsverzeichnis | 6 |
| Abkürzungsverzeichnis | 7 |
| Zusammenfassung | 8 |
| 1. Einführung und Vorgehen | 10 |
| 2. Was können wir wissen? Aktuelle Trends und Entwicklungen | 13 |
| 2.1 Indikatoren der Transformation | 15 |
| 2.2 Digitalisierung und die Bedeutung von IT und Software | 15 |
| 2.3 Mit automatisiertem und autonomem Fahren in die Zukunft | 17 |
| 2.4 Elektromobilität und Batteriezellfertigung | 17 |
| 2.5 Die (Nischen-)Rolle von Wasserstoff | 18 |
| 3. Die Bedeutung und Ausprägung digitaler Fähigkeiten | 19 |
| 4. Qualifikationen und Kompetenzen für die Zukunft | 21 |
| 4.1 Trendbasierte Qualifikationsprofile – was wird gebraucht? | 21 |
| 4.2 Qualifizierungsangebote – was gibt es? | 32 |
| 5. Innovative Qualifizierungsansätze – wovon braucht es mehr? | 37 |
| Literaturverzeichnis | 40 |
| Anhang | 45 |

Tabellenverzeichnis

Tabelle:

Übersicht über die gelisteten Anbieter für Fort- und Weiterbildungsangebote ————— **45**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:

Roadmap zu zentralen Entwicklungslinien in der Automobilindustrie (Priesack et al., 2018, S. 17) — **11**

Abbildung 2:

Übersicht über die Einflussfaktoren, die in der jüngeren Vergangenheit und aktuell auf die Automobilindustrie einwirken und das Geschäftsmodell der Branche verändern (Bovenschulte et al., 2017, S. 3). — **14**

Abbildung 3:

Qualifikationsprofile – Übersicht zu Ausbildung (petrol), Weiterbildung (gelb), Hochschulausbildung (magenta) (eigene Darstellung) — **22**

Abbildung 4:

Übersicht und regionale Verteilung der Fortbildungs- und Weiterbildungsangebote (eigene Darstellung; Daten Landeslotsenstelle Transformationswissen BW) — **34**

Abbildung 5:

Themenkarte der Bildungsangebote mit sechs Clustern (eigene Darstellung) — **35**

Abbildung 6:

Zugehörige Wortwolken der Weiterbildungscluster (eigene Darstellung) — **36**

Abbildung 7:

Prozessdarstellung der Analyse der Weiterbildungsangebote (eigene Darstellung) — **46**

Abbildung 8:

Visuelle Darstellung der gelernten Wort-Assoziationen (eigene Darstellung mit Gephi¹²) — **47**

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------------------|--|
| AVF | automatisiertes und vernetztes Fahren |
| AR | Augmented Reality, erweiterte Realität |
| BEV | Battery Electrical Vehicle, batterieelektrisches Fahrzeug |
| BMAS | Bundesministerium für Arbeit und Soziales |
| BMWi | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie |
| B2B | Business to Business, Geschäftsmodell mit Produkten/Services für andere Unternehmen |
| B2C | Business to Customer, Geschäftsmodell mit Produkten/Services für Endverbraucher*innen/Konsument*innen |
| C2C | Customer to Customer, Geschäftsbeziehung zwischen Endverbraucher*innen/Konsument*innen |
| CO₂ | Kohlendioxid |
| CSR | Corporate Social Responsibility, unternehmerische Gesellschaftsverantwortung |
| FuE | Forschung und Entwicklung |
| IKT | Informations- und Kommunikationstechnologien |
| IoT | Internet of Things, Internet der Dinge |
| IPv6 | Internet Protocol Version 6, Internetprotokoll Version 6 mit einer Anzahl von 3,4 x 10 ³⁸ Adressen |
| IT | Informationstechnologien |
| Kfz | Kraftfahrzeug |
| KI | Künstliche Intelligenz |
| KIaB | Klassifikation der Berufe |
| KMU | kleine und mittlere Unternehmen |
| Lkw | Lastkraftwagen |
| Mio. | Million |
| Mrd. | Milliarde |
| OEM | Original Equipment Manufacturer, Erstausrüster. In der Automobilindustrie werden mit OEM die Fahrzeughersteller bezeichnet. |
| ÖPNV | öffentlicher Personennahverkehr |
| Pkw | Personenkraftwagen |
| VR | Virtual Reality, virtuelle Realität |

Zusammenfassung

Die Automobilbranche unterliegt einem tiefgreifenden Wandel. Dabei handelt es sich um eine dreifache Transformation der Automobilität aus 1) neuen Nutzungs- und Mobilitätsmodellen, 2) automatisierten/autonomen Fahrzeugen und 3) der Dekarbonisierung in Form neuer Antriebskonzepte wie der Elektromobilität. Während in der medialen und öffentlichen Diskussion oftmals das Bild einer von massivem Stellenabbau bedrohten Branche gezeichnet wird, gehen verschiedene Berechnungen davon aus, dass es bis zum Jahr 2030 eher zu leichten Zuwächsen in der Bruttobeschäftigung kommen wird – insbesondere, wenn mit der Elektromobilität einhergehende Beschäftigungsfelder, wie etwa der Aufbau und Betrieb einer Ladeinfrastruktur, hinzugezählt werden.

Allerdings fallen dabei auch existierende Beschäftigungsfelder wie die Fertigung von Verbrennungsmotoren im Pkw-Bereich in Zukunft weitgehend weg. Einer aktuellen Untersuchung zufolge führt die Wandlungsdynamik zu 70.000 Stellen mit komplett neuem Berufsfeld. 200.000 Stellenprofile werden sich deutlich verändern und für 500.000 Stellen wird ein berufsbegleitender Umschulungs- und Weiterbildungsbedarf (Re- und Up-Skilling) gesehen.

Zwar besteht somit Einigkeit darüber, dass sich unter dem Eindruck technischer Innovationen und veränderter Geschäftsmodelle auch die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Mitarbeitenden verändern müssen; ihre Konkretisierung bleibt jedoch auffällig vage. Meist ist von „System- und Prozesswissen“ die Rede, „digitale Fähigkeiten“ werden gefordert, und die Bedeutung des Wissens über „User Experience“ wird betont. Zweifellos sind all diese und viele andere Kompetenzen relevant und werden in den Automobilkonzernen (OEM) und den weltweit operierenden Zulieferern und Systemintegratoren wie Bosch, Schaeffler, Continental und ZF strategisch entwickelt. Doch wie lassen sie sich verständlich mit der Realität in den vielen kleinen und mittelständischen Zuliefererunternehmen verknüpfen? Vor diesem Hintergrund überrascht, dass es bisher kaum Beschreibungen gibt, wie ein verändertes oder neu geschaffenes Berufsbild aussehen könnte.

Die vorliegende prospektive Analyse versucht daher, diese Lücke anhand von aktuellen und sich abzeichnenden Entwicklungen und Trends sowie den daraus resultierenden Auswirkungen und Konsequenzen zu schließen. Handlungsleitende Fragen der Vorausschau waren:

- Welche Tätigkeitsfelder in den Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie werden sich in Zukunft am stärksten verändern? Welche neuen Tätigkeitsfelder werden entstehen?
- Welche Qualifikationen und Kompetenzen werden für die gewandelten und neuen Tätigkeitsfelder benötigt?
- Werden diese bereits in Rahmenlehrplänen und Ausbildungsordnungen bzw. in der Hochschulausbildung oder in den internen Weiterbildungscurricula von OEMs und Zulieferern vermittelt?
- Welche Qualifikations- und Kompetenzlücken müssen in Zukunft geschlossen werden?

Ausgehend von einer bestehenden, eine Vielzahl von Strategiepapieren, Roadmaps und Vorausberechnungen integrierenden Darstellung aus dem Jahr 2018 wurden aktuelle Artikel und Studien zu Trends und Entwicklungen in der Automobilwirtschaft analysiert. Angesichts der hohen Dynamik in der Thematik – vgl. etwa die gleichsam im Wochentakt angekündigten Ausstiegsjahre für Verbrennerneufahrzeuge von Herstellern, aber auch Staaten im Sommer 2021 – waren Meldungen in Zeitungen, Journalen und Fach-Blogs eine wichtige Quelle. Ergänzend wurde eine Algorithmen-basierte Textanalyse von bestehenden (Weiter-)Bildungsangeboten durchgeführt, um daraus ebenfalls thematische Schwerpunkte und damit verbundene Qualifikationsanforderungen abzuleiten. Aus den zusammengeführten Ergebnissen wurden Hypothesen formuliert, die in einem Szenario-Workshop mit externen Expert*innen diskutiert und erweitert bzw. profiliert wurden. Diese Hypothesen wurden nach thematischen Gesichtspunkten aggregiert und dienten als Grundlage für die Formulierung von Qualifikations- und Kompetenzprofilen.

Diese sollen einen Eindruck von möglichen zukünftigen Tätigkeiten im Sinne plausibilisierter Fähigkeits-szenarien vermitteln, jedoch ohne jegliche Gewähr, dass sich diese Profile in Zuschnitt und Inhalt tatsächlich wie beschrieben ausprägen werden. Die exemplarischen Profile stehen für autonomes und vernetztes Fahren (Automobil-Serviceberater*in Schwerpunkt autonomes Fahren; Kfz-Techniker*in Connected Cars), Klima- und Umweltschutz sowie den Wertewandel hin zu einem nachhaltigeren Konsum (Fachwirt*in für New Mobility

Procurement), Infotainment und neues Mobilitätsverständnis (Systemarchitekt*in Infotainment; Fahrzeuginnenausstatter*in), Industrie-4.0-Technologien (Integrator*in autonom-adaptive und interaktive Systeme), Mobility-as-a-Service (Mobility Services Data Manager*in), Transformation der Produktion (Produktionstechnolog*in neue Antriebstechnologien/Schwerpunkt BEV), software- und datengetriebene Fahrzeugentwicklung (Serviceinterfacedesigner*in für Mobility Services).

Nachtrag:

Am 2. August 2021 hat das BMAS die Förderrichtlinie „Weiterbildungsverbände Fahrzeugindustrie“ veröffentlicht. Darin heißt es einleitend: „Insbesondere die Fahrzeugindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Transformationsprozess, getrieben von der Digitalisierung, geänderten Kundenwünschen und besonders durch den aus ökologischen Gründen erfolgenden Wandel der Antriebsformen. Während die Produktion des Verbrennungsmotors mit einer Vielzahl an – in der Regel zugelieferten – Teilen zurückgehen wird, entstehen mit dem Ausbau alternativer Antriebe, insbesondere der Elektromobilität, neue Produktionszweige. Gleichzeitig führt die Digitalisierung zu wachsender Automatisierung und damit einem Abbau von Arbeitsplätzen. Sie ermöglicht jedoch zugleich die Entwicklung vielfältiger softwarebasierter Funktionen für Fahrzeuge, durch die neue Beschäftigungschancen entstehen. Diese Entwicklungen erfordern verstärkte qualifikatorische Anpassungsprozesse bei Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern. Sich verändernde und tendenziell komplexer werdende Qualifikationsprofile erfordern die Aneignung neuer Kompetenzen durch Weiterbildung und Qualifizierung. Um die Beschäftigten für die zukünftigen Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt zu rüsten, ist es von Bedeutung, ihre Beschäftigungsfähigkeit mithilfe passender Weiterbildungsmaßnahmen zu erhalten und auszubauen. Teilweise ist es dabei erforderlich, Beschäftigte auch für andere Branchen zu qualifizieren.“ (Bundesministerium für Arbeit und Soziales [BMAS], 2021a, S. 1)

1. Einführung und Vorgehen

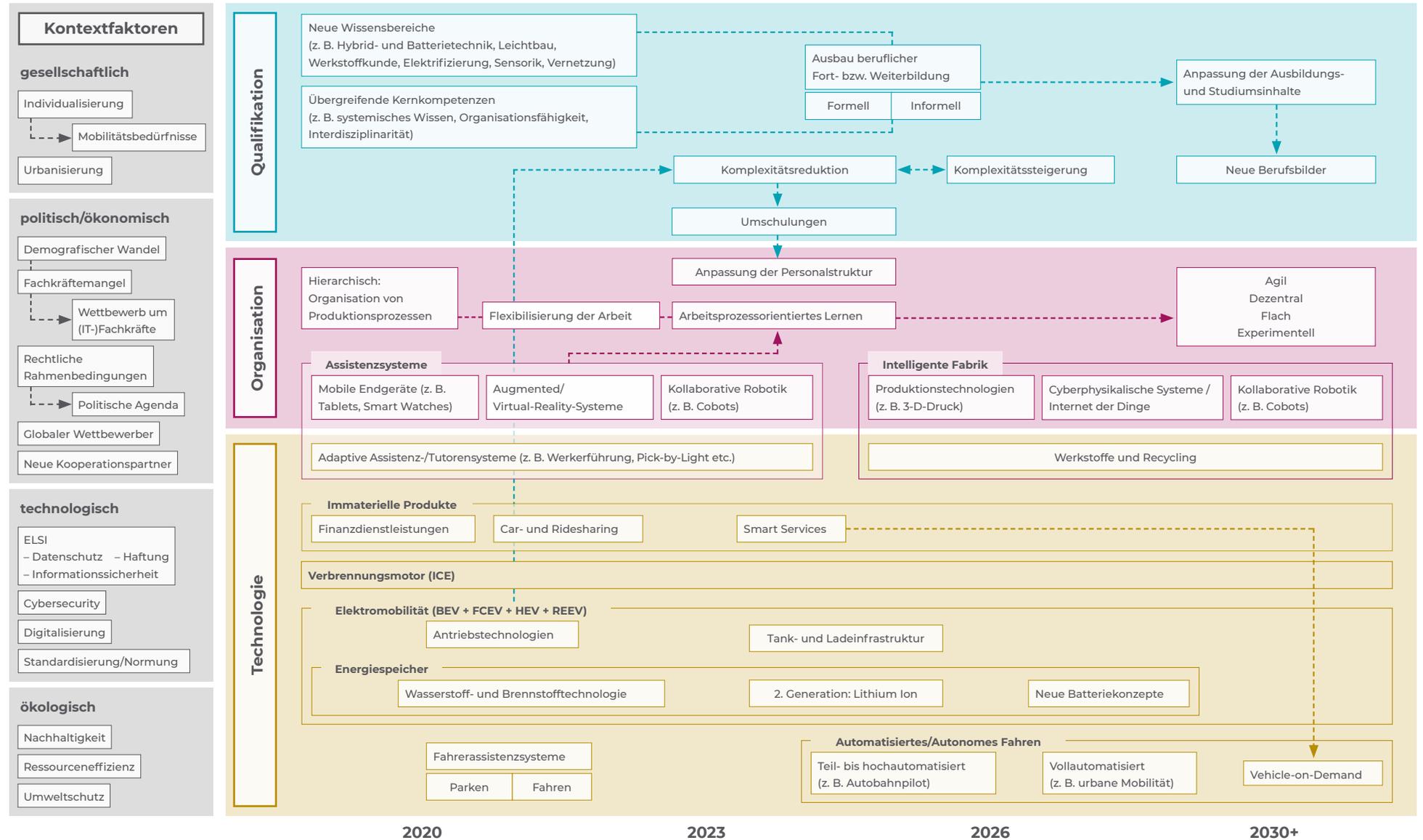
Der vorliegende Deep Dive wurde im Rahmen der Strategischen Vorausschau für die Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft des BMAS erstellt. Er zielt darauf ab, exemplarisch die aus dem tiefgreifenden Wandel der Automobilindustrie resultierenden und sich ändernden Qualifikations- und Kompetenzenanforderungen zu erfassen und zu konkretisieren. Zu diesem Zweck werden maßgebliche dieser Anforderungen zusammengeführt, aggregiert und in beispielhafte (zukünftige) Qualifikationsprofile überführt. Diese Profile sollen die bestehenden quantitativen und qualitativen Analysen zur Beschreibung des Wandels der Arbeit im Automobil komplementär ergänzen und mögliche Bedarfe und Entwicklungslinien so anschaulich wie möglich darstellen. Dabei werden die Änderungspotenziale nach Möglichkeit auf die bestehenden Aus- und Weiterbildungssysteme bezogen, um Hinweise auf mögliche Anpassungsbedarfe zu erhalten. Der Deep Dive knüpft thematisch an den im Sommer/Herbst 2020 vom BMWi durchgeführten und vom BMAS geleiteten Regionaldialog „Weiterbildung, Qualifizierung“ zur Automobilindustrie an.

Eine wichtige Zielstellung des Deep Dives ist es, insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), die als Zulieferer in der automobilen Wertschöpfung tätig sind, eine Orientierung im Wandlungsprozess zu geben, indem die Frage der Kompetenzentwicklung exemplifiziert wird. Denn wenngleich Einigkeit darin besteht, dass sich unter dem Eindruck technischer Neuerungen und veränderter Geschäftsmodelle auch die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Beschäftigten ändern müssen, bleibt deren Konkretisierung auffällig

vage. Meist ist von „systemischem und Prozesswissen“ die Rede, es werden „digital Skills“ angemahnt und die Wichtigkeit von Kenntnissen der „User Experience“ betont. Unbestritten sind all diese und viele weitere Fähigkeiten relevant, doch wie können sie nachvollziehbar mit der Realität in KMU verknüpft werden? Es erstaunt daher, dass bisher kaum Beschreibungen davon existieren, wie ein verändertes oder auch neu entstandenes Tätigkeitsprofil möglicherweise aussehen kann. Diese Leerstelle versucht die vorliegende Analyse auf Grundlage von Trends und daraus resultierenden Effekten und Konsequenzen zu füllen. Die auf diese Weise erstellten Kompetenzprofile geben im Sinne plausibilisierter Fähigkeitsszenarien einen Eindruck von möglichen zukünftigen Tätigkeiten, ohne jedoch für sich in Anspruch zu nehmen, dass diese sich tatsächlich in Zuschnitt und Inhalt wie beschrieben darstellen werden.

Für die Durchführung des Deep Dives wurde ein strukturiert-exploratives Vorgehen gewählt. In einem ersten Schritt wurden Literatur und Quellen (Artikel aus wissenschaftlichen Fachzeitschriften, Analysen und Berichte von Verbänden und Plattformen, journalistische Artikel aus dem Printbereich und Onlinemedien, Blogs) zur Transformation der Automobilindustrie mit Fokus auf Wandel von Beschäftigung und Tätigkeiten ausgewertet. Ein vorläufiges Referenzschema lieferte dabei eine aus einer Vielzahl von Quellen synthetisierte Roadmap aus dem Jahr 2018, die über eine thematische Strukturierung in den auch für den Deep Dive relevanten Dimensionen „Technologie“, „Organisation“ und „Qualifikation“ verfügt (Abbildung 1).

Abbildung 1: Roadmap zu zentralen Entwicklungslinien in der Automobilindustrie (Priesack et al., 2018, S. 17)



In der weiteren Analyse wurden Publikationen ausgewertet, die einen gewissen Foresight-Charakter aufweisen, da sie bereits Annahmen über die Zukunft respektive mögliche Zukünfte implizieren und Entwicklungspfade aufzeigen. Folgende Kriterien wurden für die Auswahl genutzt:

- Der Bezug zu den Megatrends, die voraussichtlich maßgeblich für die Qualifizierungstransformation in der Automobilindustrie sein werden, muss gegeben sein. Dabei sind technologische Entwicklungen wie etwa Elektromobilität, Wasserstofftechnologie, automatisiertes Fahren, Digitalisierung stets im Wechselspiel mit gesellschaftlichen Trends wie geänderten Kund*innenverhalten, politischen Rahmenbedingungen etc. zu betrachten (technology push + demand pull).
- Das Publikationsdatum sollte in der Regel nicht vor 2017 liegen, damit bereits ein Großteil aktuellerer Entwicklungen in den Publikationen abgebildet, zumindest aber antizipiert wird.
- Der vorausschauende Charakter der Quellen sollte gegeben sein, d. h., sie sollten Aussagen zu erwarteten zukünftigen Entwicklungen wie Prognosen, Projektionen, Roadmaps, Szenarien beinhalten.

Die Ergebnisse der Literatur- und Quellenanalyse wurden zu themenspezifischen Hypothesen zusammengefasst und in Verbindung mit zentralen aussagekräftigen Roadmaps zur Zukunft der Automobilindustrie einem Kreis aus externen Expert*innen in den Themenfeldern Mobilität der Zukunft, Automobilindustrie, Maschinen- und Anlagenbau sowie Aus- und Weiterbildung im Rahmen eines virtuellen Szenario-Workshops vorgelegt. Teilnehmende an dem Szenario-Workshop waren:

- **Dr.-Ing. Florian Herrmann**, Fraunhofer IAO
- **Dr. Susanne Koch**, Agentur für Arbeit Stuttgart
- **Monika Kocks**, Walter Klein GmbH & Co. KG
- **Folko Grothe**, TechAcademy MO | People Development MO, Mercedes-Benz AG
- **Stefan Küpper**, Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft e. V.
- **Hanna Peter-Rega**, Schaeffler AG | Schaeffler Academy
- **Henrik Schwarz**, Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)

- **Prof. Dr. Andreas Boes**, ISF München
- **Matthias Krähling**, Verband der Automobilindustrie | Abteilung Fahrzeugtechnologien & Eco-Systeme
- **Christian Schneemann**, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) der Bundesagentur für Arbeit (BA)
- **Dr. Christoph Anz**, BMW Group Bildungspolitik
- **Prof. Dr. Jutta Rump**, Institut für Beschäftigung und Employability IBE | Pythia Automotive
- **Prof. Dr. Werner Widuckel**, Professur für Personalmanagement und Arbeitsorganisation am Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Friedrich-Alexander-Universität

Auf dieser Grundlage wurde eine Abschätzung der für die Transformation von Qualifikations- und Kompetenzerfordernissen besonders relevanten Entwicklungszusammenhänge vorgenommen. Wenngleich Qualifikationen und Kompetenzen tendenziell immer stärker zu Fähigkeiten zusammengefasst werden, wurde in Anlehnung an Erpenbeck, 2003, eine entsprechende Differenzierung angestrebt (Qualifikationen = fachliche Fähigkeiten, die zur grundlegenden Ausübung eines Berufs und zur dafür erforderlichen Ausführung von Tätigkeiten nötig sind; Kompetenzen = Gesamtheit der individuellen Ressourcen, mit denen durch Analyse, Abstraktion und Transfer neue Aufgaben und Herausforderungen bewältigt werden können), um das jeweilige Anpassungs- und Wandlungspotenzial zu erfassen. Zudem lassen sich mit dieser Differenzierung Anteile einer wissensbasierten Wertschöpfung abschätzen. Leitfragen waren dabei:

- Welche Tätigkeitsfelder in den Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie werden sich in Zukunft am stärksten verändern? Welche neuen Tätigkeitsfelder werden entstehen?
- Welche Qualifikationen und Kompetenzen werden für die gewandelten und neuen Tätigkeitsfelder benötigt?
- Werden diese bereits in Rahmenlehrplänen und Ausbildungsordnungen bzw. in der Hochschulausbildung oder in den internen Weiterbildungscurricula von OEMs und Zulieferern vermittelt?
- Welche Qualifikations- und Kompetenzlücken müssen in Zukunft geschlossen werden?

Erarbeitung von exemplarischen Kompetenzbildern für die Automobilindustrie der Zukunft

Auf Grundlage der Ergebnisse der vorausgegangenen methodischen Schritte wurden in zentralen Tätigkeitsfeldern der sich wandelnden Automobilindustrie Kompetenzbilder der Zukunft entworfen. Nach gegenwärtiger Einschätzung werden sich diese Tätigkeitsfelder auf Antriebstechnologien, digitale Services etc. beziehen. Die Kompetenzbilder werden wie folgt dargestellt:

- Name des Kompetenzbildes der Zukunft: eine prägnante Namensgebung zur Profilierung auf den ersten Blick.
- Kurzporträt: Was macht eine solche Person im Wesentlichen, was sind typische Aufgaben?
- Aufschlüsselung der Qualifikationen und Kompetenzen.
- Anschlüsse an bestehende Aus- und Weiterbildungsansätze und Beschreibung von Lücken.

2. Was können wir wissen? Aktuelle Trends und Entwicklungen

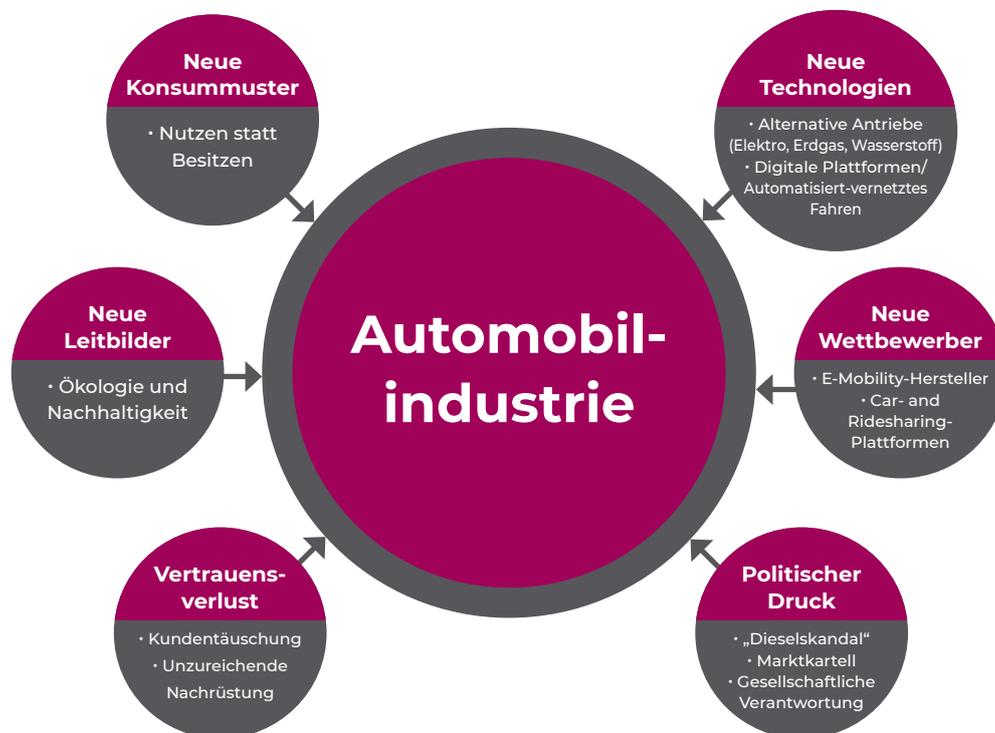
„Die Unternehmen selbst sprechen zu oft immer nur von Technologien, von alternativen Antrieben, Klimazielen, die erfüllt werden müssen, und von Digitalisierung. Es wird wenig darüber gesprochen, wie wir die Arbeitsplätze erhalten. Das verunsichert die Beschäftigten, denn sie hören eigentlich tagtäglich aus den Medien, dass der Inhalt ihrer aktuellen Arbeit komplett infrage gestellt wird. [...] Wir alle – im Betriebsrat, im Management und in der Politik – müssen dafür sorgen, dass dieser Wandel nicht nach hinten losgeht. Aus meiner Sicht ist das wirklich sozialer Sprengstoff“ (di Lorenzo & Tatje, 2021).

Die Automobilindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Wandlungsprozess, der von der Gleichzeitigkeit ganz unterschiedlicher Einflussfaktoren bestimmt wird (Abbildung 2). In der Summe wird zukünftig sowohl eine Abnahme der Anzahl der verkauften Fahrzeuge aufgrund geänderter Konsummuster und der Verbreitung von Sharing-Modellen (quantitative Änderungen) erwartet als auch eine „Neudefinition“ (qualitative Änderungen) des Automobils durch technische Entwicklungen wie der Wechsel auf alternative Antriebskonzepte, das automatisierte Fahren und die umfassende Digitalisierung des Ökosystems Automobil (Hagedorn et al., 2019). Welchen Einfluss die dreifache Transformation der Mobilität aus neuen Nutzungs- und Mobilitätsmodellen, automatisierten/autonomen Fahrzeugen und der Dekarbonisierung auf die Gesamtbeschäftigung in Deutschland hat, wurde im

Jahr 2021 in einer Projektion für das Jahr 2040 ermittelt. Dabei wurden 220.000 wegfallende und 280.000 zusätzlich aufgebaute Arbeitsplätze ermittelt. Insbesondere Arbeitsplätze in Verkehr und Logistik, dem Baugewerbe und der Lagerwirtschaft profitieren von einer derartigen Mobilitätswende. Arbeitsplätze im Autohandel oder auch die Zahl der Berufskraftfahrer*innen hingegen gehen zurück, weil sich autonom fahrende Systeme durchsetzen (Mönnig et al., 2021). In einer anderen Untersuchung wird für die Automobilbranche und assoziierte Industrien – beispielsweise Energieinfrastruktur – bundesweit bis zum Jahr 2030 ein Bruttobeschäftigungszuwachs von 25.000 Stellen erwartet, dies jedoch mit großen Schwankungen und Unterschieden in verschiedenen Dimensionen der Wertschöpfung und auch Regionen. Die Wandlungsdynamik führt demzufolge zu 70.000 Stellen mit komplett neuem Berufsfeld. 200.000 Stellenprofile werden sich deutlich verändern und für 500.000 Stellen wird ein berufsbegleitender Umschulungs- und Weiterbildungsbedarf (Re- und Up-Skilling) gesehen (Agora Verkehrswende, Boston Consulting Group, 2021, S. 1).

Bis in die 2040er Jahre werden in Europa voraussichtlich Verbrenner noch eine Rolle für traditionelle Hersteller spielen, wobei im Volumengeschäft vermutlich nur noch bis Anfang der 2030er Jahre Neuentwicklungen von Verbrennungsmotoren (inkl. Antriebsstrang) vorgenommen werden (Hagedorn et al., 2019). Gegenstand öffentlicher Förderung sind sie schon heute nicht mehr. Verschiedene Länder wie England, einige US-Bundesstaaten (u. a. Washington und Kalifornien), Frankreich oder Spanien haben bereits Fristen für das Aus von (neuen) Verbrennern zwischen 2030 und 2040 festgelegt. Der US-Autobauer General Motors sieht für

Abbildung 2: Übersicht über die Einflussfaktoren, die in der jüngeren Vergangenheit und aktuell auf die Automobilindustrie einwirken und das Geschäftsmodell der Branche verändern (Bovenschulte et al., 2017, S. 3).



das Jahr 2035 das Ende seiner Verbrennerproduktion (Seibt, Harloff, Baumann & Hebermehl, 2021). Audi verkündete im Juni 2021, dass der letzte neue Verbrenner im Jahr 2026 auf den Markt kommen soll, Anfang der 2030er Jahre soll es dann nur noch reine Elektroautos geben – auch in China, wo Audi bisher einige Jahre länger mit Verbrennern geplant hat. Ein Grund für den vorgezogenen Ausstieg sei auch die wiederaufgenommene Klimapolitik der US-Regierung (Hägler, 2021). Im Juli des Jahres 2021 verkündete schließlich die Europäische Kommission, dass im Zuge ihrer „Fit for 55“-Pläne auch das Ende des Verkaufs von Neuwagen mit Verbrennungsmotor in der EU ab dem Jahr 2035 vorgesehen ist (Europäische Kommission, 2021).

In verschiedenen Weltregionen wie Afrika und Lateinamerika werden sich die E-Mobilität und vernetzt-(teil-) autonome Mobilitätssysteme aufgrund der jeweiligen Verfügbarkeiten von Infrastrukturen für Energie und Daten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchsetzen, sodass hier auch für den Verbrenner noch eine mittelfristige, aber nicht innovationstreibende Zukunft erwartet werden kann. Gleichzeitig nimmt der Druck auf zentrale Märkte wie Europa, USA und China zu, den Ausbau der E-Mobilität zu beschleunigen. Die unterschiedlichen Ausstiegsdynamiken können der deutschen Automobilindustrie zum Nach-

teil gereichen, denn damit wird der radikale Umstieg verzögert und notwendige Ressourcen sind gebunden, z. B. wegen zweigleisiger Produktionslinien und Kompetenzanforderungen. Die Herstellung bzw. Nutzung von Ersatzteilen etc. wird noch über das Aus für Verbrennerneufahrzeuge hinaus Bedeutung haben; allerdings womöglich „on demand“ mittels 3-D-Druck.

Das Auto wird zu einem multifunktionalen und updatefähigen Angebot – zusätzliche datengetriebene und softwarebasierte Services und Nutzungskonzepte im Aftersales-Segment werden zentrale Komponenten zukünftiger Wertschöpfung (siehe Abschnitt 2.2). Gleichzeitig verliert das Produkt Auto an Bedeutung, wohingegen die damit verbundene Dienstleistung Mobilität an Bedeutung gewinnt und zum Wertschöpfungskern mit neuen Anforderungen an Technologie, Kompetenzen, Geschäftsmodelle, Kundenansprache und Organisation wird. Sharing- und Abo-Modelle mit hoher Flexibilität bzw. Mobility-on-Demand werden das neue Nutzungskonzept/Geschäftsmodell, das voraussichtlich weniger Fahrzeuge benötigt als heute (Hagedorn et al., 2019). Die Elektrifizierung, das automatisierte Fahren und neue Angebote für Shared Mobility werden die Automobilwirtschaft beim Übergang in die Informationsökonomie grundlegend ändern und neu strukturieren (Boes & Ziegler, 2021). Auch die

Zuliefererlandschaft wird sich ändern und neu strukturieren – neue Akteure werden hinzukommen, bestehende wegfallen (z. B. Gussbetriebe für Motoren, Luftfilter, Zündkerzen).

Um die mit dem Wandel der Automobilindustrie einhergehenden neuen Qualifikations- und Kompetenzanforderungen durch Re- und Up-Skilling der bestehenden Belegschaften zu adressieren, haben OEMs und große Zulieferer längst digitale Lernplattformen und auch Einheiten für die Entwicklung digitaler „Skills“ etabliert. Dazu zählen etwa der „Back2Code Campus“ von BMW, die „Fakultät 73“ von Volkswagen, die „Software Academy“ von Continental oder die „Bosch Learning Company“. Hinzu kommen überbetriebliche Angebote zur Entwicklung digitaler Fähigkeiten wie „Wolfsburg42“ und „Heilbronn42“ als regionale Ableger der französischen Coding-School „École42“. Zukünftig – etwa im Zuge von regionalen/sectoralen Weiterbildungsverbänden¹ – können die großen Unternehmen der Automobilwirtschaft ihre Lernsysteme auch für ihre Zulieferer öffnen. Erleichtert durch die Konvergenz aus Produktions- und Informationssystemen werden Arbeitssysteme zu Lernsystemen, die eine permanente Fort- und Weiterbildung unterstützen. Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung werden die IT- und Digitaleinheiten wie etwa die Car. Software GmbH an Bedeutung gewinnen und die Arbeitsorganisation und -kultur prägen.

2.1 Indikatoren der Transformation

Die Automobilwirtschaft gehört zum industriellen Kern Deutschlands und stellt die wirtschaftsstärkste Branche des Landes dar. Mit ihren 2,2 Mio. Arbeitsplätzen entspricht der Beschäftigungsanteil rund 7 % der gesamten Arbeitsplätze (Hagedorn et al., 2019). Auf die deutsche Automobilindustrie entfällt mit rund 45 Mrd. Euro pro Jahr ein Drittel der gesamten weltweiten FuE-Ausgaben der Branche. Damit nimmt sie im internationalen Vergleich die Spitzenposition ein – vor Japan mit 32,5 Mrd. Euro und den USA mit 18,4 Mrd. Euro (Verband der Automobilindustrie, 2020). Als weltweit forschungstärkster Autohersteller hat Volkswagen mit 12,1 Mrd. Euro (2018) genauso viel für FuE ausgegeben wie der Digitalkonzern Apple. Das ist allerdings nur halb so viel wie Amazon mit 24,4 Mrd. Euro – kein anderer Konzern investiert mehr in FuE. Auch die weltweite Nr. 2 in FuE-Aufwendungen, die Google-Mutter Alphabet, investierte mit 18,2 Mrd. Euro noch 50 % mehr als VW. Bemerkenswert ist jedoch, dass die Steigerung gegenüber dem Vorjahr bei VW „nur“ bei 4 %

lag, während die drei genannten Digitalkonzerne Zuwächse zwischen 23 % und 29 % gegenüber dem Jahr 2017 verzeichneten (Suhr, 2019).

Neben den US-amerikanischen Tech-Giganten verfügen auch chinesische Unternehmen wie Tencent, Alibaba und Baidu sowohl über ein ausgesprochen leistungsfähiges digitales Profil als auch über enorme finanzielle Ressourcen. Hinzu kommt, dass zwar Tesla mit einem Börsenwert von fast 450 Mrd. Euro bei knapp 140.000 verkauften Autos im 3. Quartal 2020 sicherlich die bekannteste reine Elektroautomobilmarke ist, es aber gerade in China zahlreiche Wettbewerber gibt wie den Daimler-Partner Geely (Börsenwert: 24,5 Mrd. Euro im 3. Quartal 2020) oder BYD (Börsenwert: 61,5 Mrd. Euro im 3. Quartal 2020). Hinzu kommen E-Auto-Start-ups wie Xpeng, Li Auto oder Nio (und in den USA Waymo, Rivian, Lucid etc.).

Laut McKinsey wurden in den vergangenen zehn Jahren in den USA umgerechnet über 125 Mrd. Euro in Start-ups und Technologieunternehmen rund um das Thema Mobilität investiert. In China waren es im gleichen Zeitraum mit knapp 60 Mrd. Euro fast halb so viel, in UK waren es rund 33 Mrd. Euro und in Deutschland gerade noch 3,5 Mrd. Euro (Windhagen et al., 2021, S. 23).

Das chinesische Start-up Nio hatte im 3. Quartal 2020 nur 12.206 Autos verkauft, lag aber bei einem Börsenwert von rund 61,5 Mrd. Euro gleichauf mit BYD (106.500 Autos) und Daimler (772.700 Autos). Zum Vergleich: Volkswagen hat im 3. Quartal rund 2,5 Mio. Fahrzeuge abgesetzt, lag bei der Börsenbewertung aber nur bei 80 Mrd. Euro (Focus online, 2020); Firmen wie Apple oder die Google-Mutter Alphabet verfügen über Barreserven, die die Marktkapitalisierung des größten europäischen Automobilherstellers übersteigen. Wenngleich solche Vergleiche gerade mit Blick auf die oftmals volatilen Börsenwerte nur Momentaufnahmen sind, wird daran deutlich, dass sich etablierte Fahrzeughersteller mit einer Vielzahl neuer, auch „untypischer“ Wettbewerber konfrontiert sehen.

2.2 Digitalisierung und die Bedeutung von IT und Software

Gegenwärtig erfährt das gesamte Geschäftsmodell Automobil eine Neuausrichtung, indem der Anteil von Elektrik/Elektronik und insbesondere von Software an der Wertschöpfung stark zunimmt. Der aktuelle Mangel an Chips für die globale Automobilindus-

¹ Siehe hierzu die Website des BMAS unter <https://www.bmas.de/DE/Arbeit/Aus-und-Weiterbildung/Weiterbildungsrepublik/Weiterbildungsverbände/weiterbildungsverbände-art.html>

trie inkl. stillstehender Fabriken (Pertschy, 2021) und die vorfristige Inbetriebnahme der neuen Chipfabrik in Dresden des Zulieferers Bosch – mit einem Volumen von einer Mrd. Euro die größte Einzelinvestition in der Firmengeschichte (Buchenau, 2021a) – unterstreichen die Bedeutung elektronischer Fahrzeugkomponenten. Nicht ohne Grund legt Tesla Wert darauf, seine Chips etwa für den Autopiloten fortan selbst zu entwickeln (Boes & Ziegler, 2021, S. 30).

Hersteller wie die Volkswagen AG gehen davon aus, dass künftig zudem 90 % der Innovation in der Automobilindustrie aus Softwareneuerungen resultieren werden (Reuters, 2019). Angesichts des Bedeutungszuwachses der Software stellt sich seit einigen Jahren die Frage, wer künftig die Spielregeln in der Branche bestimmen wird: Werden die Automobilkonzerne oder die internationalen Digitalkonzerne die Hoheit über die Daten und die darauf beruhenden Angebote und Wertschöpfungsmodelle haben?

„Die Domänen Elektronik und IT verschmelzen und gewinnen immer stärker an Bedeutung.“

*Aus dem Expert*innen-Workshop*

Dabei ist zu bedenken, dass auch die Automobilindustrie umfassende Erfahrung mit der Nutzung digitaler Technologien sammeln konnte, da sie diese sehr frühzeitig und insbesondere unter dem Eindruck einer Industrie 4.0 und des Internet of Things (IoT) eingesetzt hat. Das Ziel dieser Entwicklung ist, einen durchgehenden digitalen Workflow unter Nutzung entsprechender Produktionsplattformen zu implementieren (Herrmann et al., 2020). Die Flexibilisierung der Produktionssysteme wird ein zentrales Charakteristikum werden, um rasch auf Kundenwünsche reagieren zu können. Dabei werden auch die Produktions- und Intralogistik stark mittels autonomer Vehikel automatisiert. Die Produktionsplattformen werden zuerst bei den OEMs und großen Zulieferern (Systemintegratoren) eingeführt, wobei zu erwarten ist, dass es zu einer unternehmensübergreifenden Integration kommt, was auch der IPv6-basierten Logik einer Industrie 4.0 bzw. dem IoT entspricht. In der Konsequenz müssen Zulieferer ggf. mehrere Systeme von unterschiedlichen OEMs parallel managen.

Somit verfügen zumindest die OEM über ein signifikantes Know-how und Ressourcen, um auch komplexe Digitalisierungsprojekte anzugehen, zumal das

Auto selbst durch seine Vielzahl von Assistenz- und Managementsystemen heute bereits vielfach einem „Smartphone auf Rädern“ gleicht (Rasch, 2021). Die Bedeutung der Digitalkompetenz spiegelt sich in dem Umstand, dass beispielsweise die deutschen OEM wie Volkswagen, Daimler oder BMW jeweils eigene Betriebssysteme für ihre Fahrzeuge selbst entwickeln, um das Nebeneinander vielfältiger Softwarelösungen, die heute noch zu großen Anteilen von Zulieferern wie Bosch oder Continental geliefert werden, durch ein einheitliches und integriertes System abzulösen (Zang, 2021) – dies dürfte insbesondere für die zukünftig zu erwartenden Entwicklungen im Zuges des automatisierten Fahrens relevant sein. Mit einheitlichen Plattformen – sei es in der Antriebstechnik oder eben in der Software – sollen dabei Skaleneffekte gerade im Volumengeschäft realisiert werden (Germis, 2021).

Bei der Softwareentwicklung zeichnet sich zudem ab, dass bestimmte Funktionen künftig fallweise gebucht und freigeschaltet werden können, um auf diese Weise „pay per use“-Wertschöpfung zu generieren. Ein Weg, dies technisch zu ermöglichen und die teure Vielfalt der Basisvarianten zu verringern, ist die Modularisierung der Software (fpi, 2021). „Beim autonomen Fahren können wir uns vorstellen, dass wir es stundenweise zuschalten. Wir gehen von einem Preis von rund sieben Euro pro Stunde aus. Wer also drei Stunden lang nicht selbst fahren möchte, kann das dann für 21 Euro tun“, sagte Klaus Zellmer, Vertriebsvorstand der Marke VW. „Das macht autonomes Fahren für alle zugänglich – und nicht nur für diejenigen, die sich ein Auto mit einem fünfstelligen Aufpreis leisten können“ (Zwick, 2021a). Auch andere Hersteller wie BMW verfolgen ähnliche Pläne und streben an, bis zum Jahr 2030 bis zu 5 Mrd. Euro jährlich mit individualisierten, digitalen Upgrades im Auto zu erzielen (fpi, 2021).

Ein Blick auf das Produkt-/Service-Portfolio von CARIAD – der zentralen Softwareentwicklungstochter der Volkswagen Gruppe – macht exemplarisch deutlich, in welchen Feldern sich das Auto wandeln wird:

- Vehicle & Cloud Plattform
- Intelligent Body & Cockpit
- Automated Driving
- Vehicle Motion & Energy
- Digital Business & Mobility Services²

² Website von CARIAD unter <https://cariad.technology/de/en/solutions.html>

Ähnliche Entwicklungen verfolgen auch andere Hersteller wie Mercedes-Benz mit der Tochter MBition GmbH, die Software für das Infotainment-System der automobilen Zukunft, fahrzeugbezogene Apps und Systeme für das automatisierte Fahren entwickelt.³

2.3 Mit automatisiertem und autonomem Fahren in die Zukunft

Mit Blick auf das automatisierte bzw. autonome Fahren ist zu erwarten, dass allein aufgrund der langen Lebens- und Nutzungsdauer von Fahrzeugen keine rasche und vollständige Marktdurchdringung erfolgt. Wenngleich ab dem Jahr 2022 in Deutschland als weltweit erstem Land im nationalen Geltungsbereich auf festgelegten Strecken Fahren auf „Stufe 4“⁴ (also hochautomatisiertes Fahren mit „brain-off“ (andere Tätigkeiten als das Fahren dürfen ausgeführt werden)) erlaubt sein wird (Die Bundesregierung, 2021), wird die flächendeckende Verbreitung des autonomen Fahrens der „Stufe 5“ (der Pkw ist vollständig autonom, Menschen im Fahrzeug sind keine Fahrer mehr, sondern Passagiere) womöglich erst nach dem Jahr 2040 Wirklichkeit (Altenburg, Kienzler & Maur, 2018). In anderen Ländern wie den USA existieren seit dem Jahr 2016 Regulierungen für autonomes Fahren im öffentlichen Verkehr, China verfügt seit Mai 2018 über ein entsprechendes Regelwerk für ausgewählte Strecken (Kühl, 2018).

„Es braucht ein Denken von den Geschäftsmodellen her und nicht von den Technologien.“

*Aus dem Expert*innen-Workshop*

Das automatisierte und vernetzte Fahren (AVF) wird zu einer veränderten Technologieausstattung und damit neuen Nutzungs- und Wertschöpfungsmöglichkeiten gegenüber heutigen Fahrzeugen führen, da die Bedeutung des aktiven Fahrens abnimmt und die Zeit stattdessen für Unterhaltung, Arbeit und Kommunikation genutzt werden kann. Hier ergeben sich mittels gedruckter Elektronik, multipler Displays, intelligenter Oberflächen etc. die zukünftigen Differenzierungsmöglichkeiten für Fahrzeughersteller. An die Stelle der besten (Verbrennungs-)Motoren tritt das beste interaktive Innenraumkonzept (Electronics Manufacturing Blog, 2021). Höher automatisierte Fahrfunktionen

(„hands-off“ und „brain-off“) bieten zudem Ansatzpunkte für Geschäftsmodelle auf Basis automatisierter Fahrzeuge, wie etwa die schon vielfach testweise eingesetzten Shuttles oder „Robo-Taxis“ (Hagedorn et al., 2019, S. 54–55). „Der Wandel in Richtung des automatisierten Fahrens betrifft die ‚Mobilitätswirtschaft‘ im umfassenden Sinne und geht damit weit über die Wirkung auf die Entwicklung und Herstellung von Fahrzeugen hinaus. Betroffen sind bestehende Unternehmen wie u. a. Versicherungsunternehmen, Flottenmanagement-Organisationen, Mobilitätsdienstleister, Logistikunternehmen; darüber hinaus entstehen vermutlich neue Akteure und Geschäftsfelder wie Mobility Service Broker oder Mobility Data Broker“ (Cacilo & Haag, 2018, S. 77–78).

2.4 Elektromobilität und Batteriezellfertigung

Neben der Bedeutungszunahme der Digitalisierung ergibt sich eine grundlegende Änderung im bisherigen Erlösmodell der Automobilkonzerne aus der Elektromobilität. Da Elektromotoren im Vergleich zu Verbrennungsmotoren einfache technische Aggregate sind, besteht hier kaum eine Möglichkeit, signifikante Gewinnspannen oder ein technisches Alleinstellungsmerkmal zu erzielen. Diese Rolle kommt vielmehr der Batterietechnik inkl. der dazugehörigen Energiemanagementsysteme zu, sodass diesen rund 40 % der Gesamtwertschöpfung an einem Fahrzeug zugerechnet werden – das Marktpotenzial für in Europa produzierte automobiler Batterien wird bis Mitte der 2020er Jahre auf bis zu 250 Mrd. Euro geschätzt (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020). Dementsprechend hat der Aufbau eigener Kapazitäten in diesem Feld eine große Bedeutung; ein Umstand, dem in Deutschland industriepolitisch beispielhaft mit der Beteiligung an der Förderung einer europäischen Batteriezellfertigung im Rahmen eines „IPCEI – Important Project of Common Interest“ Rechnung getragen wird. Insgesamt wird erwartet, dass in der Batteriezellproduktion trotz des hohen Automatisierungsgrades in signifikantem Umfang neue Beschäftigung entsteht. Bis zum Jahr 2030 wird mit dem schrittweisen Umstieg auf elektrische Antriebe (inkl. Plug-in-Hybriden) und auch bei einem lediglich moderaten Marktzuwachs mit 200.000 neu geschaffenen Arbeitsplätzen in Europa gerechnet (Pek, Concas, Skogberg, Mathieu & Breiteig, 2018).

³ Website von MBition unter <https://mbition.io/products/>

⁴ Eine Übersicht über die fünf Stufen bietet u. a. die Website des ADAC unter <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattungs-technik-zubehoer/autonomes-fahren/grundlagen/autonomes-fahren-5-stufen/>

Bei der Batteriezellproduktion ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass Automobilhersteller weiterhin in nennenswertem Umfang auf Importe angewiesen sein werden (Deutsche Bank Research, 2021, S. 3). Dabei streben die großen deutschen OEMs eine unterschiedliche Wertschöpfungstiefe bei der Fertigung batteriebetriebener Elektrofahrzeuge an. Während Volkswagen wie Tesla auf eigene Batteriezellfabriken in Europa setzt (bis 2030 sechs Zellfabriken mit 240 Gigawattstunden [GWh]) und sich zudem an dem Ausbau der Ladeinfrastruktur beteiligt (Verfünffachung des europäischen Schnellladernetzes auf 18.000 Landpunkte bis 2030) (Mortsiefer, 2021), plant BMW zurzeit keine eigene Batteriezellfertigung. Als Grund hierfür werden die momentan noch rasant erfolgenden Technologiesprünge bei Batteriezellen alle drei bis vier Jahre genannt, die eine solche Investition riskant machen könnten (Zwick, 2021b). VW hingegen beabsichtigt, durch die Herstellung einer neuen Einheitszelle für 80 % seiner Flotte und das Recycling die Kosten für die Batterie zügig zu halbieren (Mortsiefer, 2021).

Schon heute sind die Auswirkungen der großflächigen Umstellung auf die Elektromobilität auch bei den Zulieferbetrieben merkbar. So gab Bosch bekannt, dass die Schließung des Werks im Münchener Stadtteil Berg am Laim geprüft würde. 250 Beschäftigte fertigen dort elektrische Kraftstoffpumpen und Einspritzventile. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass Bosch bereits rund 3.000 Arbeitsplätze im Zuge des Umstiegs auf die Elektromobilität abgebaut hat. Continental will weltweit bis zu 30.000 Stellen abbauen, ZF bis zu 15.000 (Buchenau, 2021b). Gerade mit Blick auf kleine und mittelständische Zulieferer kann die Umstellung des Antriebsstrangs neben der wirtschaftlichen Situation insbesondere je nach Firmendisposition bewältigt werden. Auf Grundlage einer empirischen Untersuchung von Automobilzulieferern in Thüringen wurden vier exemplarische Unternehmenstypen charakterisiert:

- **Typ 1, die Chancenreichen:** Diese Unternehmen operieren weitestgehend unabhängig vom konventionellen Antriebsstrang und zeichnen sich durch eine vergleichsweise hohe Innovationsfähigkeit aus. Solche Betriebe sind in der Lage, auch jenseits des bisherigen Antriebsstrangs erfolgreich zu produzieren. Sie verfügen zumindest über kleinere FuE-Abteilungen.
- **Typ 2, die Naiven:** Es handelt sich um Nischenhersteller, die weiterhin auf die Produktion für den traditionellen Antriebsstrang setzen. Häufig besteht nur ein geringeres Problembewusstsein für nötige Transformationsschritte. Dafür sind diese Betriebe

mit ihren Nischenprodukten, die auch strategisches Potenzial für die Zukunft aufweisen, z. B. im Bereich der Zerspanung oder der Sensorik, prinzipiell in der Lage, auch neue Produkte zu fertigen. Mittelfristig sehen sie keine essenziellen Probleme auf sich zukommen (hohes Konversionspotenzial).

- **Typ 3, die Passiven:** Aufgrund ihrer starken Abhängigkeiten von ausländischen oder westdeutschen Mutterkonzernen kann die Leitung dieser Betriebe kaum eigene Entscheidungen treffen. Es geht primär um das Überleben im Wettbewerb der Standorte, für eigene Innovationen bleibt kein Spielraum. Stattdessen dominiert die Anpassung an die Vorgaben der OEM.
- **Typ 4, die Gefährdeten:** Es handelt sich um Betriebe, die technologisch zu den Nachzüglern gehören und die auch darüber hinaus kaum über eine eigene Strategiefähigkeit verfügen. Die Betriebe dieses Typus zeichnen sich dadurch aus, dass sie ihre Aufträge im traditionellen Antriebsstrang sukzessive verlieren bzw. bereits verloren haben. Offenkundig waren und sind die Geschäftsleitungen dieser Betriebe nicht in der Lage, erfolgreiche Alternativstrategien zu entwickeln (Holzschuh et al., S. 98–99).

Ein Beispiel für eine gelungene Diversifizierung der Produkte/Märkte von Automobilzulieferern ist das bis zum Jahr 2008 zu Continental gehörige Berliner Werk der Brose Gruppe. Ausgehend von den Kenntnissen in Elektronik und der Produktion von Kühler- und Lüftermotoren wurde als zweites Standbein die Entwicklung und Fertigung von Antrieben für Elektroräder etabliert. Dieses Geschäftsfeld entwickelt sich angesichts des Booms der Elektrofahrräder überproportional (Böckmann, 2021).

2.5 Die (Nischen-)Rolle von Wasserstoff

Die Brennstoffzellentechnologie wird in den nächsten 20 Jahren im Volumensegment im Pkw-Bereich der deutschen Automobilindustrie keine Rolle spielen. Die meisten Hersteller konzentrieren ihre Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen auf batterieelektrische Autos. Von den deutschen OEM setzt ausschließlich die BMW Group zur Bewältigung klima- und umweltinduzierter Herausforderungen auf Technologieoffenheit und kooperiert mit Toyota bei der Entwicklung von Kleinstflotten. Ohnehin sind es vornehmlich asiatische OEMs wie Honda, Hyundai und eben Toyota, die das Thema Brennstoffzellen vorantreiben.

Im Lkw-Bereich unterscheiden sich die Technologiestrategien einzelner Hersteller weltweit. So setzt VW bei seinen Lkw-Tochterunternehmen MAN und Scania

wie bei den Pkw auf Batterietechnologie, wengleich für die Langstrecke an der Entwicklung von Wasserstofftrucks weitergeforscht wird. Stellantis (Groupe PSA/Fiat-Chrysler) plant für die kommenden Jahre, kleine Wasserstofftransporter in den Verkehr zu bringen. Renault hat für das Jahr 2021 zwei neue Wasserstofflieferwagen angekündigt und beabsichtigt bis 2030, einen Marktanteil von 30 % bei den H2-Transportern in Europa zu erreichen. Der französische Konzern hält die Brennstoffzellentechnologie vor allem für Distanzen über 300 km für relevant, da Batterien für derart große Strecken zu groß und zu schwer sind. Die Attraktivität der Brennstoffzellentechnologie leidet vor allem unter ihren hohen Kosten. So wird die Herstellung von grünem Wasserstoff (die Elektrolyse von Wasserstoff wird mit Strom aus erneuerbaren Energien durchgeführt) zurzeit nur in kleinem Maßstab durchgeführt. Üblicher ist die Herstellung von grauem Wasserstoff, die im Gegensatz zur Herstellung von grünem Wasserstoff jedoch nicht klimaneutral ist, denn hier wird meistens Erdgas unter hohen Temperaturen in Wasserstoff und CO₂ umgewandelt. Bei

dem sogenannten blauen Wasserstoff wird ähnlich verfahren, das CO₂ jedoch gespeichert (Holdenried, 2021; Zwick, 2021b).

Ein weiteres Hemmnis für die Brennstoffzellentechnologie ist die nicht bzw. kaum vorhandene Infrastruktur. Zurzeit werden lediglich 87 Wasserstofftankstellen in Deutschland angeboten (Statista, 2021).

Auch die Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung betrachtet die Brennstoffzellentechnologie eher als Ergänzung zu batterieelektrischen Fahrzeugen denn als Ersatz und sieht ihr Potenzial im ÖPNV, bei Nutzfahrzeugen auf Baustellen oder in der Land- und Forstwirtschaft und der Logistik – und nur „in bestimmten Bereichen bei Pkws“ (Die Bundesregierung, 2020, S. 11). In Deutschland ist der Nutzfahrzeughersteller FAUN ein Beispiel für einen solchen Anbieter, der anstrebt, bis zum Jahr 2030 ausschließlich H2-Fahrzeuge auf den Markt zu bringen.⁵

3. Die Bedeutung und Ausprägung digitaler Fähigkeiten

Die digitale Transformation der Beschäftigung in Unternehmen, aber auch in Volkswirtschaften, lässt sich sowohl quantitativ als auch qualitativ beschreiben. Dabei sind die Frage der Beschäftigungsqualität und damit das zukünftige Profil von Berufen und Tätigkeiten untrennbar mit digitalen Fähigkeiten verbunden, die weitgehend IKT-Fähigkeiten entsprechen. Gemäß OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development 2016a, 2016b) lassen sich grundsätzlich drei Formen dieser Fähigkeiten beschreiben:

- Die Herstellung von IKT-Produkten und digital vermittelten Dienstleistungen – wie Software, Websites, E-Commerce oder Cloud-Computing – erfordert **spezialisierte IKT-Fähigkeiten**, d. h. Anwendungen zu programmieren und Netzwerke zu verwalten.
- Die Nutzung von IKT in der täglichen Arbeit erfordert in einer zunehmenden Anzahl von Berufen **generische IKT-Fähigkeiten**, d. h., Beschäftigte müssen in der Lage sein, IKT zweckdienlich und im Sinne ihrer

Aufgaben und Tätigkeiten zu nutzen, Informationen zu beschaffen und Software anzuwenden.

- IKT verändern die Art und Weise der Arbeit und erhöhen die Nachfrage nach **IKT-komplementären Fähigkeiten**, wie beispielsweise die individuelle Fähigkeit zur Informationsverarbeitung, Problemlösung, Eigenverantwortlichkeit und Kommunikation.

Um die zusätzlichen „digitalen Skills“ aufzubauen, stehen Unternehmen grundsätzlich zwei Optionen zur Verfügung: Die „Buy“-Option beinhaltet die Rekrutierung von fertig ausgebildeten Fachleuten für Softwareentwicklung etc. Die „Make“-Option hingegen zielt auf die Weiterqualifizierung bestehender Beschäftigter. Für den Zulieferer Continental, der sich parallel zur Automobilindustrie immer stärker zu einem Sensorik- und Softwareunternehmen wandelt, hat die Weiterqualifizierung („Re- und Up-Skilling“) eine große Bedeutung, wie die Personalvorständin Ariane Reinhardt erläutert: „Wir haben seit 2015 z. B. den Ausbildungsberuf des Softwareentwicklers Auto-

⁵ https://www.faun.com/produkte/alternative_antriebe/bluepower/

„Ketten zu bilden: Wenn man einen Job intern besetzen könnte – wer ist dann am dichtesten dran“ (Beutnagel, 2021)? Dabei wird darauf geachtet, auch An- und Ungelernte zu qualifizieren, von denen es noch rund 10.000 im Unternehmen gibt.

Die Auswirkungen der Digitalisierung in den Produktionsprozessen der Automobilindustrie wurden am Beispiel der Volkswagen AG und unter Nutzung der unternehmensinternen Daten eingehend analysiert, um daraus die zentralen, vom Beschäftigungswandel betroffenen Jobcluster zu identifizieren (Herrmann et al., 2020). In der Analyse wird deutlich, dass insbesondere die Produktion und die Logistik von der Digitalisierung/Automatisierung betroffen sein werden. Sie umfassen ganz im Sinne einer Polarisierung in erster Linie das mittlere Qualifikationssegment der Facharbeiter*innen und damit die Beschäftigten in der operativen Produktion, die Maschinenbediener*innen und die Beschäftigten in der operativen Logistik. Ihre Tätigkeiten werden zunehmend durch Technologien wie Cobots, automatisiertes Maschinenrösten und führerlose Transportsysteme übernommen (Herrmann et al., 2020).

„Digitale Skills sind auf allen Ebenen nötig. Auch geringer Qualifizierte brauchen Anwendungskennnisse digitaler Systeme.“

*Aus dem Expert*innen-Workshop*

In der Konsequenz heißt das, die verbleibenden Beschäftigten – es wird mit Beschäftigungsrückgängen von bis zu 18 % gerechnet – müssen in Zukunft stärker mit den genannten Systemen arbeiten und dabei zunehmend steuernde und planerische Aufgaben übernehmen (Schweitzer & Kirchbeck, 2018). Kelkar, Esposito, Hertweck, Kinitzki & Sigle, 2017 haben diesen Wandel auf bestehende Berufsbilder bezogen. So ergeben sich beispielsweise für den Beruf „Monteur*in“ (KldB 25112) bisher die folgenden Aufgaben:

- Kleinbauteile zu Baugruppen zusammensetzen, Baugruppen zu Geräten und Maschinen montieren,
- Bauteile verschrauben, verstiften, vernieten, verkleben, durch Schmieden oder Löten verbinden,
- Komponenten und Teile von Einheiten auf Baugruppen, Bauteilen oder Rahmen positionieren, einpassen und befestigen,

- Funktionen prüfen und einstellen, Fehler beseitigen, produktbezogene Reparaturen durchführen,
- mit Messuhren, Messschiebern, Messstiften, Endmaßen, Lehrdornen oder Spannungsprüfern messen, ob die Sollwerte, die Arbeitsblättern entnommen werden, erreicht werden,
- Arbeitsgeräte pflegen und instand halten.⁶

Durch den Einsatz von Cobots und anderen digitalen Technologien verschiebt sich zunehmend das Aufgabenspektrum wie folgt: „Kontextsensitive Assistenzsysteme informieren den Monteur frühzeitig über vom Standard abweichende Montageschritte, um beispielsweise den Umgang mit „Ausnahmefahrzeugen“ zu optimieren. Die entsprechenden Anweisungen werden an Smart Devices übermittelt und dem Monteur zur richtigen Zeit zur Verfügung gestellt. Durch Advanced-Analytics-Systeme lassen sich Sensordaten der Produktion in Echtzeit auswerten, mit historischen Daten verknüpfen und neue Modelle ableiten. Die Analyse der anfallenden Daten und die Ableitung von Datenmodellen erlauben es nicht nur, Anomalien herauszufiltern und somit Störungen frühzeitig zu erkennen, sondern auch, Prozesse durch die lernenden Systeme selbst zu optimieren. Daten über Schraubvorgänge wie Drehzahl, Temperatur oder Widerstand werden ausgelesen und in IoT-Systeme eingespeist, wodurch einerseits Abweichungen an ein Störungs- und Maßnahmenmanagement weitergeleitet werden und andererseits ein vorausschauendes Wartungskonzept (Predictive Maintenance) angestrebt wird. Für Tätigkeiten, die von Robotersystemen nicht vollständig und autonom ausgeführt werden können, erfolgt der Einsatz von unterstützenden Kleinrobotern, die beispielsweise den Transport von Bauteilen zur richtigen Zeit an den Montageplatz gewährleisten, oder von Exoskeletten, welche die Ergonomie der ausgeübten Tätigkeiten des Mitarbeiters sicherstellen“ (Kelkar et al., 2017, S. 23–24).

Als zusätzlich notwendige Fähigkeiten ergeben sich somit Kenntnisse in der Datenanalyse, in der Nutzung von Assistenzsystemen (Apt, Bovenschulte, Priesack, Weiß & Hartmann, 2018) sowie der Zusammenarbeit mit flexibel-adaptiven Produktionssystemen; gefordert sind hierbei insbesondere generische und komplementäre IKT-Fähigkeiten (siehe oben). Eine ähnliche Situation ergibt sich beispielsweise auch für das Berufsbild „Kfz-Mechaniker*in und Karosseriebauer*in“ (KldB 25212).

Bei den der Produktion vorgelagerten Aufgaben im Entwicklungs- und Planungsprozess dienen Assistenzsysteme ebenfalls der Unterstützung – so etwa in

⁶ Destatis-Klassifikationsserver: <https://www.klassifikationsserver.de/>

Form von VR/AR-Brillen für Produktionsingenieur*innen (Kelkar et al., 2017, S. 30–33) – und beinhalten auch die Entwicklung, Anpassung und Implementierung derartiger Systeme, da die assistiven Systeme gemäß Erfahrungen in der Zulieferindustrie in den seltensten Fällen „Off the shelf“-Lösungen, also standardisierte,

sofort einsetzbare „Werkzeuge“ sind. Vielmehr müssen sie oft aufwendig an die jeweilige Situation angepasst und in die digitale Produktionsplattform integriert werden (Senderek, 2018).

4. Qualifikationen und Kompetenzen für die Zukunft

4.1 Trendbasierte Qualifikationsprofile – was wird gebraucht?

„Die Übergangsphase von alten zu neuen Technologien stellt den kompletten Sektor vor neue Herausforderungen. Beispielsweise sind in den Bereichen des vernetzten und automatisierten Fahrens sowie neuer Mobilitätskonzepte komplett neue Kompetenzen aufzubauen. Kenntnisse der Elektro- und Batterietechnik sowie der Künstlichen Intelligenz gewinnen sowohl für Entwicklung und Produktion als auch für Wartung und Reparatur an Stellenwert. Entsprechend müssen diese Kompetenzen in der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter geschult werden. Speziell die Fähigkeit, große Datenmengen zu analysieren, wird bei der Transformation entscheidend sein (Oliver Wyman, 2017). Die Entwicklung neuer Technologien und die Erschließung von Zukunftsfeldern sind kostenintensiv. [...]Die notwendigen hohen Investitionsvolumen bringen oft sogar die F&E-Budgets der großen OEMs und Zulieferer an ihre Grenzen (Oliver Wyman, 2017). Für spezialisierte KMU der Zulieferbranche ist die finanzielle Belastung noch größer (ifo Institut, 2017).“ (Hagedorn et al., 2019, S. 68–69).

Ausgehend von den vier zu Beginn des Deep Dives genannten Leitfragen und den in den Kapiteln 2 und 3 skizzierten Trends und Entwicklungen in der Automobilindustrie wurden die sich hieraus ableitenden Qualifikations- und Kompetenzanforderungen zu neun exemplarischen Qualifikationsprofilen verdichtet, die im Folgenden genauer dargestellt werden. Die einzelnen Qualifikationsprofile stehen u. a. für autonomes und vernetztes Fahren (Automobil-Serviceberater*in Schwerpunkt autonomes Fahren; Kfz-Techniker*in Connected Cars), Klima- und Umweltschutz sowie den

Wertewandel hin zu einem nachhaltigeren Konsum (Fachwirt*in für New-Mobility-Procurement), Infotainment und neues Mobilitätsverständnis (Systemarchitekt*in Infotainment; Fahrzeuginnenausstatter*in), Industrie-4.0-Technologien (Integrator*in autonom-adaptiver und interaktiver Systeme), Mobility-as-a-Service (Mobility-Services Data-Manager*in), Transformation der Produktion (Produktionstechnolog*in neue Antriebstechnologien/Schwerpunkt BEV), software- und datengetriebene Fahrzeugentwicklung (Serviceinterfacedesigner*in für Mobility-Services).

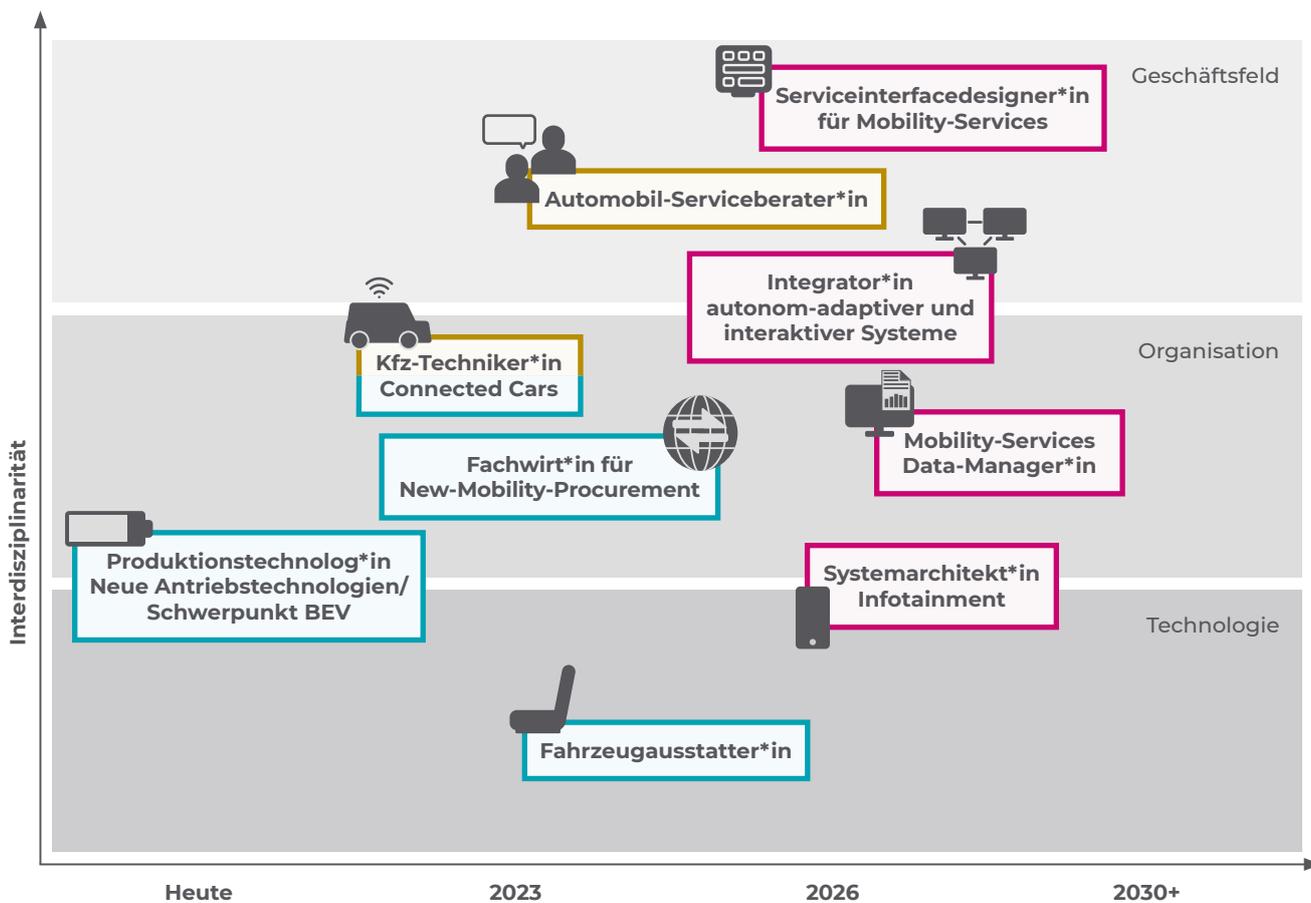
In Abbildung 3 wurden die einzelnen Qualifikationsprofile unter folgenden Aspekten abgebildet und angeordnet:

- **Qualifizierungsweg:** Ausbildung (anthrazit), Weiterbildung (bronze), Hochschulausbildung (rostrot)
- **Interdisziplinarität (y-Achse):** Wie viel interdisziplinäres, fachübergreifendes Wissen ist notwendig, um mit dem Qualifikationsprofil tätig zu werden?
- **Zeit (x-Achse):** Zu welchem Zeitpunkt auf einer Zeitachse bis 2030+ werden die skizzierten Qualifikationsprofile in Abhängigkeit der vermuteten Entwicklungen in der Automobilindustrie relevant?
- **Einsatzfeld:** Technologie (starker Bezug des Qualifikationsprofils zu technologischen Entwicklungen), Organisation (starker Bezug des Qualifikationsprofils zur Transformation der Organisations- und Produktionsstrukturen von OEMs und Zulieferern), Geschäftsmodell (starker Bezug des Qualifikationsprofils zu neuen, sich aus der Transformation ergebenden Wertschöpfungsmöglichkeiten und Geschäftsmodellen).

In Anbetracht der zwei für die Automobilindustrie prägenden Trends in Bezug auf die zukünftigen Qualifikationserfordernisse – die Notwendigkeit, den Wandel mit der bestehenden Belegschaft zu bewältigen, und der Trend zur Höherqualifizierung – wurden zwei Qualifikationsprofile, die durch berufliche Weiterbildung erreicht werden können, und vier Qualifikationsprofile, die eine akademische Ausbildung voraussetzen,

erstellt. Das Portfolio wird durch drei für die Erstausbildung konzipierte Qualifikationsprofile ergänzt. Bei den Profilen handelt es sich somit sowohl um vollständig neue Tätigkeitsfelder, für die es bisher noch keine Entsprechung gibt, als auch um solche, die auf heute bestehenden Ausbildungsberufen (Referenzierung gemäß berufenet.de) aufsetzen (Reform und Anpassung der Ausbildungsinhalte).

Abbildung 3: Qualifikationsprofile – Übersicht zu Ausbildung (petrol), Weiterbildung (gelb), Hochschulausbildung (magenta) (eigene Darstellung)





Automobil-Serviceberater*in Schwerpunkt autonomes Fahren (neues Qualifikationsprofil)

Tätigkeitsfelder

Automobil-Serviceberater*innen diagnostizieren Störungen an Fahrzeugen, führen Informations- und Beratungsgespräche und bearbeiten Garantie- und Kulanzanträge sowie Kundenreklamationen im Aftersales-Market.

Im Schwerpunkt autonomes Fahren unterstützen sie Kund*innen zudem bei der Auswahl unterschiedlicher Auf- und Umrüstsysteme für Hard-/Softwarekomponenten im Serien- sowie kostenpflichtigen Premiumbereich verschiedener Fahrer-Assistenz-Systeme. Hierzu zählt auch die spezifische Beratung hinsichtlich Softwareupdates und Versionsmanagement sowie zu allen sicherheitsrelevanten Aspekten des Privacy/Datenschutzes und der Cyber-Security.

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Durchführen von Softwareupdates und Diagnostikprogrammen
- Einbindung von Eigen- und Fremdinhalten in die Systemarchitektur
- Kenntnisse der üblichen Systemkomponenten des Sensornetzes, Elektrik, Elektronik, Informatik und Infotainment
- Kommunikation mit Kund*innen und Beschaffungsorganisationseinheiten
- Kenntnisse Privacy/Datenschutz und Cyber-Security – Sicherheits- und Crashtestanforderungen

Ausbildung

Automobil-Serviceberater*in ist eine berufliche Weiterbildung, die durch Vorschriften der Fachverbände der Automobilwirtschaft geregelt ist. Die Dauer beträgt in Teilzeit mindestens 6 bis 12 Monate.

Treiber

Car-to-X-Kommunikation/vernetztes Fahren, Komponenten des Sensor-Bord-Netzes, IT-Sicherheit, Digitalisierung



Fachwirt*in für New-Mobility-Procurement (neues Qualifikationsprofil)

Tätigkeitsfelder

Fachwirt*innen für New-Mobility-Procurement arbeiten im Einkauf oder in anderen internen Service- und Querschnittsabteilungen von OEM und Zulieferern sowie Dienstleistungsunternehmen im Automotive-Sektor. Sie entwickeln Beschaffungs- und Lieferstrategien für Elektromobilitätskomponenten, definieren in Abstimmung mit Fachabteilungen Anforderungen an externe IT-Dienstleistungen und Software und übernehmen die Preisverhandlung. Bei der strategischen Etablierung neuer Lieferketten orientieren sie sich an gesetzlichen Vorgaben wie dem Lieferkettengesetz, internen CSR-Guidelines sowie geopolitischen Bedingungen und gewährleisten eine Just-in-time-Bereitstellung von Dienstleistungen, Bauteilen und Vorprodukten. Sie steuern und überwachen die Beschaffungssysteme und -prozesse durch den Einsatz von Data-Analytics-Tools. Sie werten Daten aus, um Prozesse zu optimieren.

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Planen, Durchführen und Optimieren von Beschaffungsprozessen
- Aufbau nachhaltiger, kostengünstiger und sicherer Lieferketten
- Material, Informatik, Data-Analytics, Betriebswirtschaft, internationale Politik
- Datenbasierte Steuerung von Beschaffungssystemen und -prozessen

Ausbildung

Aufstiegsfortbildung, mehr als 400 Unterrichtsstunden

Treiber

Elektromobilität, Software als zentraler Bestandteil der zukünftigen Wertschöpfung, Mobilitätswende, Klima- und Umweltschutz, Digitalisierung, gesetzliche Rahmenbedingungen, Kund*innenwünsche Nachhaltigkeit/ fairer Handel

Fahrzeuginnenausstatter*in

(weiterentwickeltes Qualifikationsprofil durch Reform des dualen Ausbildungsberufs)⁷

Tätigkeitsfelder

Aufbauend auf dem bestehenden Ausbildungsberuf be- und verarbeiten Fahrzeuginnenausstatter*innen weiterhin Teile der Innenausstattung von Fahrzeugen in Einzel- und Serienanfertigung, in Handarbeit oder maschineller Fertigung. Sie montieren konvertierbare Innenraummodule (variable Nutzung des Innenraums), fertigen Verkleidungen, Inneneinbauteile sowie im Zuge der Digitalisierung Infotainment-Komponenten (Displays, Steuerungs- und Interaktionselemente, Licht und Sound), pflegen diese, halten sie instand und rüsten Fahrzeuge um.

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Umfassende konzeptionelle, technische und kommunikative Fähigkeiten
- Kenntnis der Systemkomponenten, Elektronik, Infotainment
- Fahrzeugpolsterei und Autosattlerei, Materialkunde
- Konstruktives Verständnis; Spritzguss und 3-D-Druck
- Sicherheits- und Crashtestanforderungen

Ausbildung

Auch nach der Reform/Erweiterung ist Fahrzeuginnenausstatter*in ein 3-jähriger anerkannter Ausbildungsberuf in Industrie und Handwerk, der neue Technologien in die bestehenden Ausbildungsinhalte integriert und das Tätigkeitsspektrum dadurch erweitert.

Treiber

Autonomes Fahren, Infotainment, neues Mobilitätsverständnis und neue Mobilitätskonzepte; Produkterlebnis

⁷ <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/archiv/15246.pdf>



Integrator*in autonom-adaptiver und interaktiver Systeme (neues Qualifikationsprofil)

Tätigkeitsfelder

Für Integrator*innen autonom-adaptiver und interaktiver Systeme ergeben sich die beiden Schwerpunkte „Produktion“ und „Fahrzeug“.

Im Fertigungsprozess besteht die Aufgabe in der Implementierung und Anpassung sowie ggf. Eigenentwicklung von Systemen der Mensch-Technik-Kollaboration, im Interaktionsdesign und in der Einbindung in das gesamte Produktions- und Informationssystem bzw. die digitale Produktionsplattform. Dies erfordert eine enge Abstimmung mit den Produktionstechnolog*innen und umfasst das Setzen von Vorgaben und Anforderungen für die Anpassungsqualifizierung von beispielsweise Mechatroniker*innen und Monteur*innen.

Im Fahrzeugbereich besteht die Aufgabe in der Spezifizierung des Zusammenwirkens von assistiv-adaptiven Unterstützungs- und Steuerungssystemen. Im Zeitverlauf kommt es dabei zu einer Verschiebung der Mensch-Technik-Interaktion hin zu komplexen und autonomen technischen Systemen: Übergänge von „hands-on“ (Hände überwiegend am Steuer) zu „hands-off“ (zeitweise können die Hände vom Steuer genommen werden) und weiter zu „brain-off“ (der Pkw übernimmt die Fahrzeugführung).

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

Produktion:

- Fachwissen Produktionstechnik und Arbeitsgestaltung/-ergonomie
- Prozess-Know-how mit Blick auf übergeordnete Informations- und Produktionssysteme
- analytische Fähigkeiten für die Ermittlung von Bedarfen, Kosten und Gefährdungspotenzialen

Fahrzeug:

- Fachwissen Sensorik, Datenverarbeitung/-fusion und Aktorik (Erzeugung von Bewegung)
- Fachwissen Systemintegration
- Fachwissen nutzer*innenzentriertes Design/Ergonomie
- Qualitätskontrolle/Testing

Ausbildung

Akademische Ausbildung (Ing.)

Treiber

Automatisierung in der Produktion und im Produkt (Fahrzeug) unter Nutzung von Industrie-4.0-Technologien



Kfz-Techniker*in für vernetzte Fahrzeuge (Connected Cars) (weiterentwickeltes Qualifikationsprofil durch Reform dualer Aus- und Weiterbildung)⁸

Tätigkeitsfelder

Kfz-Techniker*innen für vernetzte Fahrzeuge (Connected Cars) arbeiten in der Fertigung von OEMs, Zulieferern sowie Kfz-Werkstätten und nehmen den Einbau von Komponenten, die Wartung sowie Reparatur vernetzter autonomer Fahrzeuge in der jeweiligen Infrastruktur vor. Dabei nutzen moderne autonome und vernetzte Fahrzeuge in der Automobil- und Transportindustrie Technologien wie Radar, Kameras, Lidar, Multi-Domain-Controller, drahtlose Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation und Softwareanwendungen, die bspw. in intelligenten Brems- und Spurhaltetechnologien integriert sind.

Neben der Integration und Absicherung der Connectivity-Komponenten und -Funktionen sind sie zuständig für das (Erst-)Fehlermanagement, die Fehleranalyse an Steuergeräten im Labor und am Fahrzeug, die Unterstützung beim fahrzeugseitigen und backendseitigen Tracing (Datennachverfolgung) sowie für Logfile-Analysen, Flashen (Versorgung mit Updates) und Codieren von Steuergeräten.

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Sensoriksysteme und elektronische Komponenten vernetzter Fahrzeuge
- Diagnose- und Problemlösungsfähigkeiten zur Ermittlung von Fahrzeugproblemen und deren Behebung
- Aspekte der Robotik, der Informatik (spez. des maschinellen Lernens), der Computer-Vision
- Produktionsabläufe paralleler Produktionslinien
- Fähigkeiten im Kundenservice für positive Interaktionen mit Fahrzeugbesitzenden
- Kommunikationsfähigkeiten mit Kundinnen und Kunden, Teammitgliedern und Teilezulieferern

Ausbildung

Berufliche Erstausbildung 3,5 Jahre oder berufliche Weiterbildung 6–12 Monate für Kfz-Mechatroniker*innen an Fachschulen

Treiber

Vernetztes und autonomes Fahren, Car-2-X-Kommunikation, intelligente Infrastruktur

⁸ <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung&dkz=14799> und <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung&dkz=5422>



Mobility-Services Data-Manager*in (neues Qualifikationsprofil)

Tätigkeitsfelder

Mobility-Services Data-Manager*innen verantworten die Nutzung von Kund*innendaten sowohl im B2B- als auch im B2C-Bereich. Sie sorgen für die Einhaltung der jeweils geltenden nationalen und internationalen Daten-Regulierungen. Für ein Seamless Data Management (durchgängige Datenbasis) sind sie intern fest in den Prozess der Produktentwicklung integriert. Ihre Aufgabe ist es, frühzeitig auf datenrechtliche Problemstellungen hinzuweisen und dafür konzeptionell technische und organisatorische Lösungsansätze mitzuentwickeln. Darüber hinaus ist es extern ihre Aufgabe, für neue Produkt- und Geschäftsmodell-Innovationen die notwendigen rechtlichen Arrangements in den zuständigen Gremien und den Wertschöpfungspartnerschaften begleitend auszuhandeln. Sie arbeiten hierfür eng mit den entsprechenden Vorstandsbereichen zusammen.

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Internationales Patent- und Rechtswissen
- Datenmanagement und Softwareentwicklung
- Produkt- und Prozesswissen
- Betriebswirtschaft
- Kommunikative Kompetenz

Ausbildung

Zweijähriges Aufbaustudium insbesondere für Jurist*innen und Informatiker*innen

Treiber

Elektromobilität, vernetzte und intermodale Mobilität, software- und datengetriebene Fahrzeugentwicklung, Wertschöpfung durch Mobilitätsdienstleistungen, Mobility-as-a-Service (MaaS).

Produktionstechnolog*in neue Antriebstechnologien/Schwerpunkt BEV (weiterentwickeltes Qualifikationsprofil durch Reform des dualen Ausbildungsberufs)⁹

Tätigkeitsfelder

Produktionstechnolog*innen für neue Antriebstechnologien arbeiten in den FuE-Abteilungen und in der Fertigung von OEMs und Zulieferern sowie produktionsunterstützenden Dienstleistungsunternehmen. Sie planen den Produktionsprozess für die Fertigung von Elektrofahrzeugen, Komponenten und Traktionsbatterien, richten die jeweiligen Produktionsanlagen ein, nehmen sie in Betrieb, überwachen und warten sie und zeichnen für die Qualitätssicherung verantwortlich. Sie entwickeln Ideen, Konzepte und Maßnahmen für die kosteneffiziente Etablierung oder Aufrechterhaltung paralleler Produktionslinien, etwa für Fahrzeuge mit Brennstoffzellen und Kolbenmotoren (für fossile und nicht fossile Brennstoffe).

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Simulieren, Planen, Durchführen und Optimieren von Produktionsprozessen
- Produktionsoptimierung paralleler Produktionslinien nach betriebswirtschaftlichen Parametern
- Elektrik, Elektronik, Informatik, Batterie, Hochvoltssysteme, Umgang mit Gefahrstoffen wie Lithium
- Einrichtung und Inbetriebnahme von Maschinen zur Herstellung von Elektroden
- Qualitätssicherung der Herstellung von Hochvoltfahrzeugen und -komponenten
- Kommunikation mit Beschaffungsorganisationseinheiten bzgl. Lieferketten zu beschaffender Rohstoffe

Ausbildung

Duale berufliche Erstausbildung, 3,5 Jahre

Treiber

Elektromobilität, Transformation der Produktion, Mobilitätswende, Klima- und Umweltschutz, internationaler Wettbewerb

⁹ <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung&dkz=67789>



Serviceinterfacedesigner*in für Mobility-Services (neues Qualifikationsprofil)

Tätigkeitsfelder

Serviceinterfacedesigner*innen arbeiten an den Schnittstellen zwischen FuE, Produktentwicklung, Vertrieb und Kund*innen. Ihre Aufgabe ist es, in den Prozess der software- und ingenieurgetriebenen Fahrzeugentwicklung frühzeitig wertschöpfungsrelevante Mobilitätsdienstleistungen zu integrieren. Hierzu verfügen sie über spezifische technologisch-organisatorische Kenntnisse sowie sozial-kommunikative Kompetenzen. Im Entwicklungsprozess können sie auf ihr Fachwissen sowohl über die Auswahl geeigneter Daten- und Softwarearchitekturen als auch über die Integration geeigneter Sensorikkomponenten zurückgreifen. Das ist die Grundlage für ihre Kernkompetenz einer am User-Experience-Design orientierten Produktentwicklung. Sie designen innovative Serviceangebote und Geschäftsmodell-Innovationen in den Entwicklungsteams und begleiten danach den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Produktentwicklung bis zum Verkauf. Dabei verstehen sie sich als Anwält*innen der Kund*innenbedarfe (B2B und B2C).

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Produkt- und Servicedesign
- Datenmanagement und Softwaresystemarchitekturen
- Systemisches Produkt- und Prozesswissen
- Betriebswirtschaft und Marketing
- Sozialpsychologie
- Ganzheitliches Projektmanagement
- Kommunikative Kompetenz

Ausbildung

Interdisziplinärer Master-Studiengang oder zweijähriges duales Aufbaustudium speziell für Wirtschaftsingenieure und Designer

Treiber

Elektromobilität, vernetzte und intermodale Mobilität, software- und datengetriebene Fahrzeugentwicklung, Wertschöpfung durch Mobilitätsdienstleistungen, Mobility-as-a-Service (MaaS)

Systemarchitekt*in Infotainment (neues Qualifikationsprofil)

Tätigkeitsfelder

Systemarchitekt*innen Infotainment nehmen eine Zwischenstellung zwischen Enterprise- und Application-Architekt*innen ein. Sie entwerfen den Aufbau des Infotainment-Systems für Fahrzeuge/Fahrzeugklassen und treffen grundlegende Entscheidungen über das Zusammenspiel der darin zu nutzenden Komponenten. Zudem erfolgt eine Anbindung an übergeordnete Softwaresysteme und -plattformen (z. B. Content-Provider). Die Systemarchitekt*innen Infotainment definieren und koordinieren die Aufgaben von Entwickler*innen-, Programmierer*innen-, und Mediendesigner*innen-Teams, entwerfen Pflichtenhefte und verantworten die Gesamtintegration/Funktionalität des Infotainment-Systems. Dabei werden unterschiedliche Nutzungsmodelle, z. B. kostenfreies Basis- und kostenpflichtiges Premium-Angebot etc., inkl. Erweiterung, Weiterentwicklung etc., angelegt.

Von besonderer Bedeutung ist es, die Personalisierung der Inhalte als Basis weiterer Geschäftsmodelle zu ermöglichen.

Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten

- Beherrschung von Programmiersprachen und Tools
- Umfassende Soft- und Hardware-Kenntnisse
- Wissen über soziotechnische Systeme inkl. Ergonomie
- Ausgeprägte strukturierend-konzeptionelle Fähigkeiten
- Zerlegen und Zusammenführen von interdisziplinären Aufgaben und Teamführung
- Betriebswirtschaftliches und juristisches Wissen im Kontext Software/Daten

Ausbildung

Master-Studium (Fahrzeugelektroniker*in)

Treiber

Car-to-X-Kommunikation/vernetztes Fahren; „hands-off“- und „brain-off“-Fahren

4.2 Qualifizierungsangebote – was gibt es?

*„Aus- und Weiterbildung sowie Qualifizierung sind die entscheidenden Instrumente, damit die Beschäftigten der Automobilbranche ihre Kompetenzen an die in Zukunft erforderlichen Anforderungen der neuen automobilen Wertschöpfungskette anpassen können. Dies gilt nicht nur für Beschäftigte der Automobilindustrie; jedoch ist diese Branche durch Digitalisierung und Dekarbonisierung im Verkehrssektor einem vergleichsweise starken Transformationsprozess ausgesetzt.“
(Bundesregierung, 2020, S. 8)*

Duale Berufsausbildung

Die Gestaltung neuer Berufsausbildungsordnungen für die duale Ausbildung ist in der Regel ein langwieriger Prozess. Schon allein aus diesem Grund wird nicht jede Entwicklung und jede neue Technologie in der Automobilindustrie zeitnah durch ein vollwertiges eigenes Berufsbild abgedeckt werden (können).

Zudem geht der Trend in der dualen Berufsausbildung und in der Weiterbildung ohnehin in Richtung einer stärkeren Flexibilisierung, beispielsweise indem Wahl- und Zusatzqualifikationen erworben werden können oder Kernberufe zusammengelegt und Spezialisierungen ermöglicht werden.

Insofern sind die in Kapitel 4.1 skizzierten Qualifikationsprofile auch nicht zwingend als integral umzusetzende Profile zu verstehen. Sie adressieren jedoch Teilqualifikationen und -kompetenzen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Zukunft in der Automobilindustrie benötigt werden und die auch in Form von Ausbildungsmodulen vermittelt werden könnten.

Trotz des gewissen zeitlichen Vorlaufs, den die Berufsausbildung in der Regel benötigt, wurde jedoch auch in diesem Teil des Bildungssystems auf den Wandel in der Automobilindustrie reagiert. Durch die frühzeitige Neuordnung von Berufsbildern konnten bereits für die Transformation zur Elektromobilität notwendige neue Qualifizierungsanforderungen in die berufliche Erstausbildung implementiert werden. Beispielsweise werden im Bereich Kraftfahrzeugtechnik nun Grundkenntnisse zur Hochvolttechnik vermittelt. Das Berufsbild des Elektrikers für Informations- und Systemtechnik wurde ebenso angepasst (Hagedorn et al., 2019, S. 182).

2016 wurde der Ausbildungsplan für Kraftfahrzeugmechatroniker*innen um den Schwerpunkt System- und

Hochvolttechnik ergänzt (Bundesinstitut für Berufsbildung [BIBB], 2016), denn aufgrund des elektrifizierten Antriebstranges bedarf es zusätzlicher Kompetenzen im Aftersales-Market. Seit 2012 ist in der BGI/GUV-I 8686 „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e. V. (DGUV) festgelegt, welche qualifikatorischen Voraussetzungen für die Arbeit an Elektrofahrzeugen erfüllt werden müssen (Hagedorn et al., 2019, S. 78).

„Auch die grundständige Ausbildung wird – ohne die Berufsfachlichkeit infrage zu stellen – stärker modularisiert, um in ‚hybriden‘ Qualifikationsprofilen spezifisch nachgefragte Kompetenzen anbieten zu können. Dies geschieht jedoch nicht immer auf Basis der Ordnung der Berufe, sondern auch in der operativen Umsetzung und gemäß der Offenheit der Rahmenlehrpläne und Ausbildungsordnungen.“

*Aus dem Expert*innen-Workshop*

Lernplattformen

Zurzeit entstehen in EU-Projekten sektorale plattformbasierte Umschulungs- und Weiterbildungsangebote, die etwa in Form von Massive Open Online Courses (MOOCs) zum Selbstlernen (moderiert und nicht moderiert) sowie als Kurse mit Trainer-Interaktion für Unternehmen und Einzelpersonen kostenlos angeboten werden. So wurden beispielsweise im Rahmen der DRIVES-Partnerschaft seit 2018 Umschulungs- und Weiterbildungsbedarfe in der Automobilindustrie identifiziert und hierfür spezielle Onlineangebote erarbeitet, die sich jedoch eher an englischsprachige Personen mit höheren Bildungsabschlüssen zu richten scheinen (DRIVES Learning Platform, 2020).

Zum jetzigen Zeitpunkt können sich Interessierte auf der DRIVES-Lernplattform z. B. für die folgenden Kurse anmelden: Sustainability-Manager (Nachhaltigkeitsmanager), Innovation-Agent (Innovationsagent), Automotive-Quality-Engineer (Qualitätsingenieur

Automotive), Automotive-Engineer in Quality and Metrology (Automobil-Ingenieur für Qualität und Messtechnik), Predictive-Maintenance (vorausschauende Instandhaltung) für die Qualifikationsniveaus Techniker, Ingenieur und Experte, Advanced-Powertrain-Engineer (in etwa fortgeschrittener Antriebsstrang-Ingenieur), Connected Vehicles (vernetzte Fahrzeuge) für die Qualifikationsniveaus Techniker und Experte, Cybersecurity-Engineer (Cybersicherheit-Ingenieur), Rubber-Technologist – Basic Level (Gummitechologie Grundstufe). Darüber hinaus werden auch Weiterbildungsangebote für in der Automobilindustrie gebräuchliche Normen und Vorgehensweisen für die Überprüfung der Leistungsfähigkeit von Prozessen und ihrer Optimierung wie Automotive SPICE® und Lean Six Sigma angeboten. Kurse zu den Themen Sensor-Fusion, computerbasiertes Sehen (Computer-Vision) und Künstliche Intelligenz werden zurzeit noch erarbeitet.¹⁰

Im EU-Projekt Alliance for Batteries Technology, Training and Skills (ALBATTs, Laufzeit Dezember 2019 bis Dezember 2023) werden die für die Etablierung einer europäischen Batterie-Wertschöpfungskette notwendigen Qualifikationen und Kompetenzen in Zusammenarbeit mit Unternehmen auf der Nachfrageseite (OEMs, Batteriehersteller) und Unternehmen und Organisationen auf der Angebotsseite, also unterschiedlichen Bildungsanbietern, identifiziert. Ziel ist es, Bildungs- und Lernmaterialien zu erarbeiten, die in Lehrplänen und den nationalen Qualifikationsrahmen aufgenommen werden können (Albatts, 2021a). Im Arbeitspaket 6 Training and Education Offer sollen u. a. prozessbasierte agile Blended-Learning-Modelle, adaptive, individuelle Lernlösungen, die sich an den jeweiligen Wissens- und Kompetenzbedarfen von Beschäftigten orientieren, und neue Konzepte für das Lernen am Arbeitsplatz wie Augmented Learning und Simulationen erarbeitet werden (Albatts, 2021b). Bisher wurde ein Bericht zum aktuellen Stand von Jobprofilen und Ausbildungsangeboten erarbeitet. Ein zentrales Ergebnis des Berichts ist, dass Qualifikationen zu Batterietechnologien im Wesentlichen in der universitären Bildung vermittelt werden (Albatts, 2020, S. 53).

In der akademischen Erstausbildung existiert bereits ein breitgefächertes Angebot an elektromobilitätsspezifischen Studiengängen (siehe unten). Arbeitsmarktseitig wird vor allem Grundlagenwissen in der Elektromobilität nachgefragt (Hagedorn et al., 2019, S. 181)

Regionale Weiterbildungsangebote

Einen exemplarischen Einblick in die Struktur und Inhalte von Fortbildungs- und Weiterbildungsangeboten, wie sie derzeit von der Landeslotsenstelle Transformationswissen BW für die Automobilwirtschaft in Baden-Württemberg¹¹ gelistet werden, soll – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – die nachfolgende Analyse geben. Zum Analysezeitpunkt (März 2021) enthielt die Datenbank 155 Bildungsangebote (darunter Studien- und Lehrgänge, Seminare, Fortbildungen, Fachtagungen sowie Onlineangebote etc.) zu unterschiedlichen Transformationsthemen. Die räumliche Verteilung dieser Angebote und ihre Anbieter sind in Abbildung 4 im Text und in der Tabelle im Anhang dargestellt. Koordiniert wird die Landeslotsenstelle von der e-mobil BW GmbH, Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive, die im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg gefördert wird.

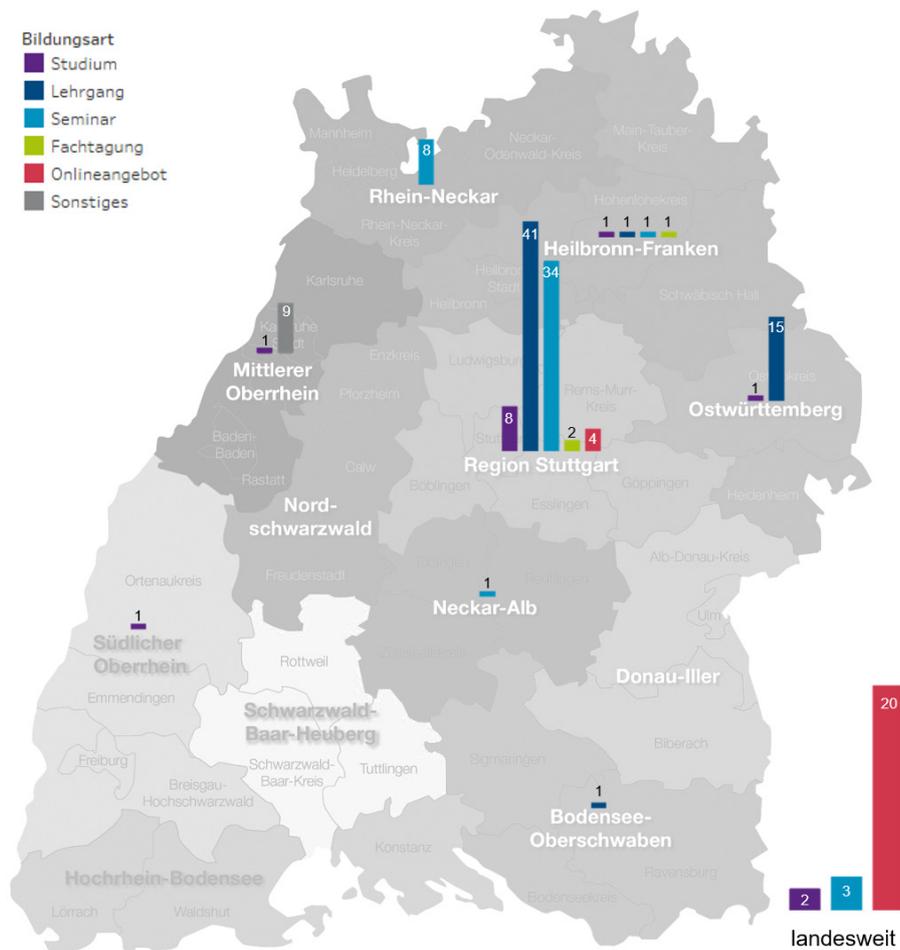
„Offene Weiterbildungsnetze, regional und überregional sowie auch branchenübergreifend angelegt, ergänzen und unterstützen die Qualifizierungsansätze.“

*Aus dem Expert*innen-Workshop*

¹⁰ Eine komplette Übersicht über alle auf der DRIVES-Lernplattform verfügbaren Kursangebote ist hier zu finden: <https://learn.drives-compass.eu/>

¹¹ Siehe <https://www.transformationswissen-bw.de/qualifizierung/weiterbildungsdatenbank>

Abbildung 4: Übersicht und regionale Verteilung der Fortbildungs- und Weiterbildungsangebote (eigene Darstellung; Daten Landeslotsenstelle Transformationswissen BW)

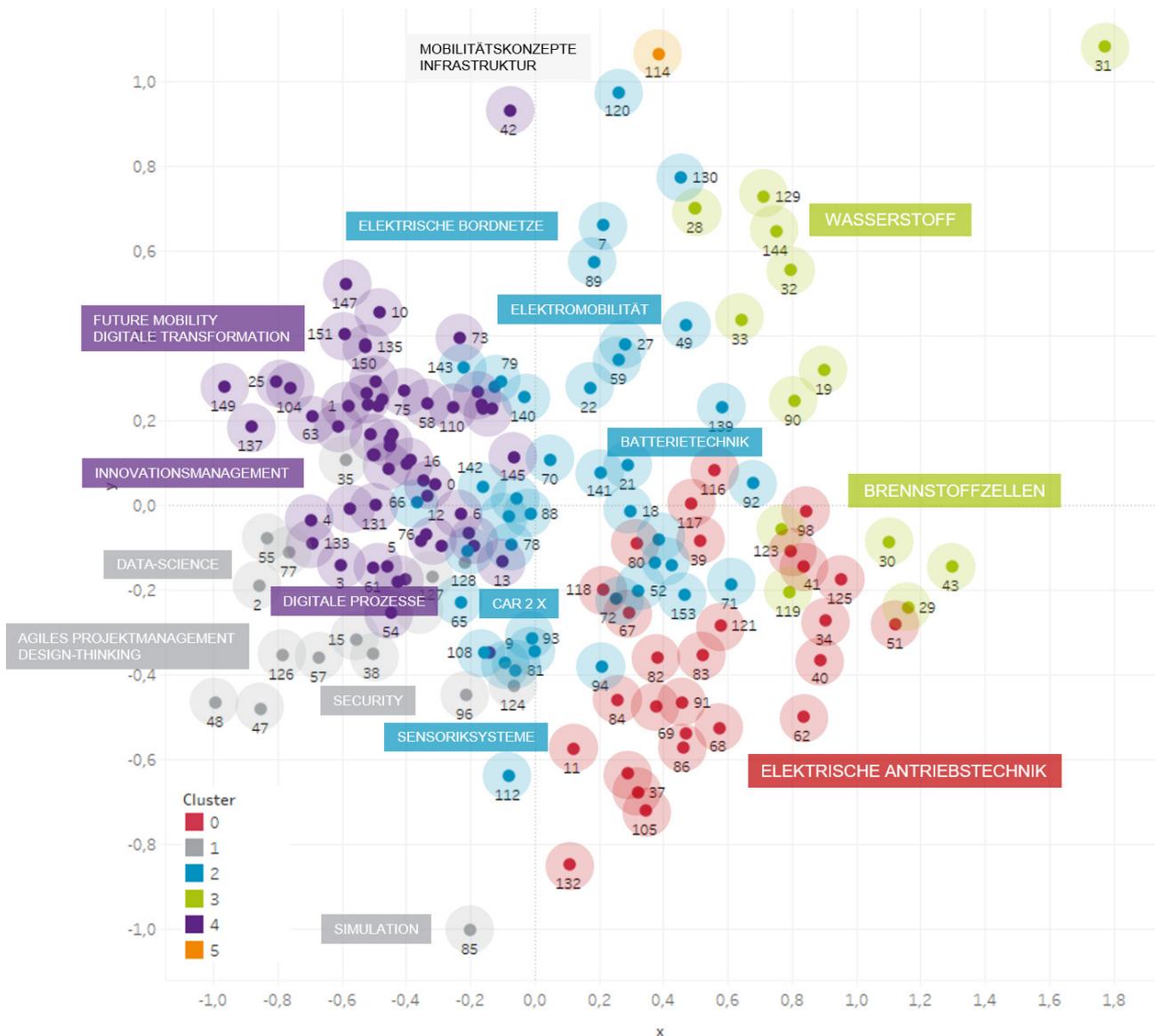


Die Abbildung zeigt eine Landkarte des Bundeslandes Baden-Württemberg mit seinen Regionen. Darin sind ortsgebundene Lehr- und Weiterbildungsangebote mit dem Schwerpunkt Automobil eingetragen. Dabei verfügt die Region Stuttgart bei Weitem über die meisten Angebote in den fünf Dimensionen Studium, Lehrgang, Seminar, Fachtagung und Onlineangebot. Nennenswerte Angebote bestehen – wenn auch deutlich geringer als in der Region Stuttgart – zudem in den Regionen Mittlerer Oberrhein, Ostwürttemberg, Rhein-Neckar, Heilbronn-Franken. Darüber hinaus werden auch landesweite Angebote realisiert; hier insbesondere Onlineangebote.

Zur Analyse der angebotenen Inhalte wurde ein auf Text-Mining und KI-basierter Ansatz gewählt (Abbildung 7 im Anhang zeigt den Ablauf der vorgenommenen Analyse). Hierzu wurden zunächst die Weiterbildungsangebote mittels Web-Scraping erfasst und der so entstandene Textkorpus sowie dazugehörige Metadaten vorverarbeitet und gecleanet. Zur Exploration der thematischen Zusammenhänge wurde eine Word-Embedding-Methode aus dem Natural Language Processing (NLP) namens Word2Vec verwendet. Mit dieser lernt ein neuronales Netz Wortassoziationen (semantisches Netz) aus einem großen Textkorpus. In diesem Fall bestand der Trainingsdatensatz aus deutschen News- und etablierten Blogbeiträgen sowie Beschreibungen aus Forschungsprojekten aus dem Förderkatalog. Aufbauend auf diesen gelernten Assoziationen (dargestellt in einem Assoziationsgraphen in Abbildung 8 im Anhang) wurden die Bildungsangebote k-means Clusterverfahren geclustert und in Form einer Themenkarte dargestellt. Dies ermöglicht eine aggregierte Betrachtung der enthaltenen Themenkomplexe.

Die eingängige Analyse zeigte hierzu eine sinnvoll voneinander abgrenzbare Clusteranzahl von fünf bis sechs Clustern (vgl. hierzu Abbildung 5) als inhaltliche Strukturierung und Kategorisierung der analysierten 155 Bildungsangebote. Dabei sind die fünf Hauptcluster inhaltlich stabil mit lediglich kleineren Ausreißern an den Rändern. Hierzu zählen das rote Cluster, in denen Themen rund um Fahrzeugelektronik und elektrische Antriebe zusammengefasst sind, das grüne Cluster zu Wasserstoff und Brennstoffzellen, das blaue Cluster mit Themen rund um Sensorsysteme, Car-2-X-Kommunikation, Batterietechnik, Elektromobilität und elektrische Bordnetze, das graue Cluster, das Themen wie agiles Projektmanagement, Design-Thinking, Security, aber auch Data-Science und Simulationsmethoden zusammenfasst, sowie das violette Cluster, in dem digitale Prozesse, Innovationsmanagement, die digitale Transformation und Future of Mobility enthalten sind. Das orangene Cluster umfasst eine Restmenge an Angeboten rund um das Thema Fahrzeugkonzepte. Eine Übersicht über die wichtigsten Schlagworte in den jeweiligen Wortwolken bietet Abbildung 6.

Abbildung 5: Themenkarte der Bildungsangebote mit sechs Clustern (eigene Darstellung)



Die Abbildung zeigt die algorithmenbasierte Analyse von 155 Bildungsangeboten zum Thema Automobil, die in der Internetplattform Transformationswissen-BW aufgeführt waren (Stand: Mai 2021). Die Analyse hat sechs thematische Cluster ergeben: ein rotes Cluster, in dem Themen rund um Fahrzeugelektronik und elektrische Antriebe zusammengefasst sind. Ein grünes Cluster zu Wasserstoff und Brennstoffzellen. Ein graues Cluster, das Themen wie agiles Projektmanagement, Design-Thinking, Security, aber auch Data-Science und Simulationsmethoden zusammenfasst. Ein violett Cluster, in dem digitale Prozesse, Innovationsmanagement, die digitale Transformation und Future of Mobility enthalten sind. Ein orangefarbenes Cluster, das eine Restmenge an Angeboten rund um das Thema Fahrzeugkonzepte umfasst.

In der Darstellung werden die analysierten 155 Bildungsangebote in Form eines Wissensgraphen zueinander in Beziehung gesetzt, sodass inhaltliche Ballungen und Überschneidungen sichtbar werden. Die Abgrenzungen der einzelnen Angebote sowie der

resultierenden inhaltlichen Cluster sind nicht notwendigerweise trennscharf, sondern verdeutlichen, dass ähnliche (Teil-)Inhalte auch von Angeboten unterschiedlicher Schwerpunktsetzung und Ausrichtung adressiert werden.

Abbildung 6: Zugehörige Wortwolken der Weiterbildungscluster (eigene Darstellung)



Bei der Darstellung handelt es sich um eine andere Form der Darstellung thematischer Cluster, wie sie schon in Abbildung 5 vorgenommen wurde. Die zentrale Aussage der Darstellung als Wortwolken ist, dass trotz der vorgenommenen Schwerpunktbildung nicht immer eine vollständige thematische Trennschärfe zwischen den Clustern möglich ist. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund plausibel, dass bestimmte Teilthemen wie Sensorik oder Datenverarbeitung für mehr als einen thematischen Cluster relevant sind.

Die hier gewählte Darstellung ist gleichsam eine Detaillierung der in Abbildung 5 gezeigten thematischen Clusterung. Auch hier wird deutlich, dass sich unvermeidliche thematische Überschneidungen und Doppelungen ergeben, da beispielsweise auch im blauen Cluster zu Sensorik etc. ebenfalls das Thema Wasser-

stoff (grünes Cluster) betrachtet wird; eine logische Konsequenz aus dem Umstand, dass Brennstoffzellenfahrzeuge über spezifische Sensoren verfügen müssen, die in BEV oder auch Verbrennerfahrzeugen nicht nötig sind.

5. Innovative Qualifizierungsansätze – wovon braucht es mehr?

Die Transformation der Automobilindustrie weg vom Verbrennungsmotor und hin zur Elektromobilität impliziert eine geringere Teilevielfalt und flachere Zuliefererstrukturen.

Um die Transformation erfolgreich bewältigen zu können, benötigen Zulieferer Kompetenzen zur Identifizierung neuer Geschäftsfelder und neuer Marktsegmente, auch außerhalb des Automobilssektors (Herrmann et al., 2020, S. 67). Sie müssen u. a. Kompetenzen in den Bereichen Batterietechnik und Künstliche Intelligenz aufbauen (Hagedorn et al., 2019, S. 26). Zudem müssen sie ein besseres Systemverständnis erlangen, um OEMs „höherwertige Komponentenumfänge“ anbieten zu können (Herrmann et al., 2020, S. 67). Vor allem kleine hochspezialisierte Zulieferbetriebe mit geringen finanziellen, personellen und zeitlichen Ressourcen stehen diesbezüglich vor großen Herausforderungen. Ihnen fehlt es auch an Zugängen zu Forschungsnetzwerken (Hagedorn et al., 2019, S. 26; Herrmann et al., 2020, S. 67). Insgesamt wird vermutet, dass insbesondere solche KMU strategie- und damit transformationsfähig sind, die sich durch ihre Position in der Wertschöpfungskette und ihrer Produkte nah an den Endherstellern befinden (Holzschuh et al., 2020 S. 97).

Im Gegensatz zu Großunternehmen, respektive OEMs, gelingt es KMU kaum, Fachkräfte mit Qualifikationsprofilen anzuwerben, die die Transformation in den eigenen Betrieben unterstützen könnten – besonders wenn sich ihr Unternehmenssitz in eher ländlichen Regionen befindet (Rangraz & Pareto, 2021, S. 6). Bisher sind überbetriebliche Weiterbildungsstrukturen noch vergleichsweise selten. Die betroffenen Unternehmen haben häufig keine andere Wahl, als sich aus einem teilweise unübersichtlich darstellenden Weiterbildungsangebot externer Anbieter zu bedienen (Expertenkommission Forschung und Innovation [EFI], 2021, S. 62); eine Öffnung der Aktivitäten der OEM, wie etwa das Programm „People and Transformation“ von Volkswagen, könnte hier die wertschöpfungskettenübergreifende Kompetenzentwicklung erleichtern/ermöglichen.

Weiterbildungsverbünde und Zukunftszentren

Eines der Handlungsziele der Nationalen Weiterbildungsstrategie von BMAS und BMBF ist es deshalb auch, „die Transparenz von Weiterbildungsmöglichkeiten und -angeboten zu unterstützen“ (EFI, 2021, S. 63).

Darüber hinaus fördert BMAS mit dem Aufbau von Weiterbildungsverbänden regionale bzw. branchenweite Netzwerke aus mehreren Unternehmen sowie regionalen Arbeitsmarktakteuren und Bildungsanbietern mit dem ausdrücklichen Ziel, KMU eine bessere, vorausschauendere Personal- und Weiterbildungsplanung vor allem mit Blick auf digitale Kompetenzen und KI zu ermöglichen. Dies soll erreicht werden, indem KMU von den Erfahrungen anderer möglicherweise größerer Unternehmen profitieren können und indem Synergieeffekte durch die bessere Verzahnung von Weiterbildungsangeboten in den Netzwerken erzielt werden (Bundesministerium für Arbeit und Soziales [BMAS], 2020, S. 1). Durch die betriebsübergreifende, regionale bzw. branchenspezifische Netzwerkstruktur können Beschäftigte auch gezielt für zukünftig relevante und nachgefragte Jobprofile für andere Unternehmen im Weiterbildungsverbund oder auch außerhalb des Verbundes qualifiziert werden, wenn absehbar das eigene Tätigkeitsprofil in den kommenden Jahren nicht mehr nachgefragt wird bzw. sich sehr stark wandelt (Bundesregierung, 2020, S. 9).

„Es wird neue und neu konfigurierte Netzwerkstrukturen von der Entwicklung bis hin zur Personalentwicklung in den Unternehmen geben, die die Dynamik der Veränderungen situativ wahrnehmen, aufgreifen und quasi in Echtzeit neue Kompetenzen und Skills ‚generieren‘ und vermitteln.“
Aus dem Expert*innen-Workshop

Ein weiterer Baustein im politischen Spektrum der unterstützenden Maßnahmen für KMU sind die „Zukunftszentren“ des BMAS. Deren Ziel ist es, KMU und (Solo-)Selbstständige zu vernetzen, Weiterbildungskonzepte zur Bewältigung der digitalen Transformation zu entwickeln und die Einführung neuer Anwendungen und Technologien in den Betrieben gemeinsam mit den Beschäftigten vorzunehmen (Bundesministerium für Arbeit und Soziales [BMAS], 2021b).

Lernen im Prozess der Arbeit

Die Dynamik des Transformationsprozesses selbst sowie der bereits existierende Fachkräftemangel für viele in der Automobilindustrie und in anderen Branchen besonders nachgefragte Qualifikationsprofile – beispielsweise im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien – bedeuten für Arbeitgeber allerdings, den neuen Anforderungen im Wesentlichen mit den bestehenden Belegschaften gerecht werden zu müssen.

„Situative Qualifizierung und informelle Weiterbildung als ‚training on the job‘ wird immer wichtiger, um auf kurzfristige Neuerungen reagieren zu können und das vorhandene Wissenskapital in den Betrieben mitzunehmen.“

*Aus dem Expert*innen-Workshop*

Bereits heute bieten Betriebe zur Weiterbildung Schulungen zu Hochvolttechnologien, zur Ladeinfrastruktur, zu erneuerbaren Energien, Energiemanagement und Stromspeicher (Hagedorn et al., 2019, S. 182) sowie Vernetzung, Datenmanagement und Prozessprogrammierung an (Herrmann et al., 2020, 27).

Eine besondere Bedeutung haben in diesem Zusammenhang arbeitsbezogene Trainings sowie nicht formales und informelles Lernen am Arbeitsplatz: Die Vorzüge liegen hierbei in der idealen Passung der vermittelten Fähigkeiten für den spezifischen Tätigkeitsbereich im jeweiligen Unternehmen, der Möglichkeit des Learning by Doing und damit der Chance, das Erlernete sofort umzusetzen und zu erproben. Weitere Vorteile sind der niedrighschwellige Zugang zu diesen besonderen Formen des Lernens und die Attraktivität dieses Lernformats für Arbeitnehmer*innen mit niedrigerem formalem Bildungsniveau durch das hohe Maß an praktischer Orientierung [(Brown & Bimrose, 2018), zitiert nach (Tikkanen, Hovdhaugen & Støren, 2018, S. 523), (Tikkanen et al., 2018, S. 523–524)].

Im Arbeitsprozess ist die IT-Unterstützung von Mitarbeiter*innen bei der Ausübung ihrer Tätigkeit seit Langem üblich. Assistenzsysteme zeigen bedarfsgerecht Informationen an, etwa eine Montageanleitung, leiten beispielsweise die Arbeitsschritte in der

variantenreichen Fertigung durch eine Werker*innenführung oder sie kontrollieren das Arbeitsergebnis, wie etwa eine Schweißnaht oder Kabelverbindung (Apt et al., 2018). Immer öfter kommen dabei auch prozessorientierte Assistenzsysteme zur Anwendung, die die Mitarbeiter*innen während einer Tätigkeit beobachten und direkt Probleme oder Fehler erkennen.

In diesen Monitoring- und Unterstützungsprozess können Lernsequenzen unterschiedlichen Umfangs und unterschiedlicher Komplexität eingebettet werden; die Grenzen zwischen Unterstützung und Lernen sind dabei fließend. Als Konsequenz daraus verschwimmen auch zunehmend die Grenzen zwischen Arbeiten und Lernen bzw. zwischen produktiver Arbeit und Weiterbildung („prozessimmanente Weiterbildung“). Dies hat weitere Auswirkungen – bis hin zu Fragen der formalen Anerkennung des Lernens im Prozess der Arbeit.

Anerkennung und Zertifizierung

Während der strukturierte Kompetenzerwerb in formalen Kontexten im Regelfall mit Abschlüssen und vereinheitlichten Zertifikaten (beispielsweise in Form von IHK-Zertifikaten) belegt wird, ergibt sich für den nicht formalen und informellen Kompetenzerwerb die Herausforderung, die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten individuell zu validieren und zu zertifizieren. Obwohl der als (unverbindliche) Orientierung dienende Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) die Anerkennung von nicht formalen und informellen Kompetenzen und Fähigkeiten im Sinne des Deutlichmachens von Gleichwertigkeiten vorsieht (Dehnbostel, 2011, S. 100), ist dieser Mechanismus im Berufsbildungskontext in Deutschland nur gering verbreitet, in Unternehmen jedoch häufiger anzutreffen. Um sichere Verfahren der Anerkennung zu gewährleisten, existieren auf europäischer Ebene Leitlinien für die Validierung nicht formalen und informellen Lernens (CEDEFOP, 2016), die sich auf unterschiedliche Ansätze stützen können:

- Tests und Prüfungen
- geschäftsbasierte Methoden
- deklarative Verfahren
- durch Arbeits- oder Praxissituationen gewonnene Nachweise
- Simulation
- Beobachtungen

Die Methode der Beobachtung erlaubt eine Feststellung von individuellen Kompetenzen, während die betreffende Person ihre üblichen Aufgaben in der Praxis und nicht in einer künstlichen Situation ausführt. Dieser Ansatz wird in Unternehmen häufiger verwendet

und findet zunehmend auch in anderen Bereichen Anwendung. Die Beobachtung als Methode kann Einblick in Kompetenzen bieten, die mit anderen Mitteln nur schwer zu erfassen sind. Ein Vorteil besteht darin, dass sowohl die Ausübung/Anwendung der Fähigkeiten als auch deren Ergebnis erfasst werden (CEDEFOP, 2016, S. 64); einen solchen Ansatz verfolgen auch die prozessorientierten Assistenzsysteme (s. o.).

Ein derartiger Validierungsprozess ist somit strikt Output-orientiert und lässt die Wege, wie die Kompetenzen erworben wurden, offen. Das Vorgehen ist damit zudem konsequent auf ein „Lernen im Prozess der Arbeit“ ausgerichtet, das insbesondere dann wirkungsvoll umgesetzt werden kann, wenn die Arbeitssysteme im Unternehmen auch als Lernsysteme begriffen und genutzt werden.

Die Anerkennung (= Überführung in formale Abschlüsse) oder Anrechnung (= Verkürzung der formalen Lernzeit) nicht formal und informell erworbener Fähigkeiten spiegelt einerseits die Notwendigkeit zur lebenslangen Anpassung und Auffrischung von Kompetenzen wider, andererseits die zunehmende Modularisierung (= Individualisierung) von Aus- und Weiterbildung. Mit Blick auf die nicht akademische Aus- und Weiterbildung fehlt, im Gegensatz zu den Credit Points des Bologna-Systems der hochschulischen Bildung, ein übergreifender Anrechnungsrahmen, mit dem ein (informeller) Kompetenzerwerb auch über den einzelnen Betrieb hinaus zertifiziert werden kann, um ihn so auch für andere nachvollziehbar zu machen. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn es beispielsweise zu einem Betriebs- oder gar Branchenwechsel kommt. Bei der Zertifizierung geht es weniger darum, die bestehende Berufsfachlichkeit ggf. auch auf einem kumulativen Weg abbilden zu können, sondern insbesondere ein verlässliches System für die Abbildung neu entstehender Anforderungen und damit zusammenhängender Fähigkeiten zu schaffen.

Um einen einheitlichen (Credit-Point-gestützten) Referenzrahmen für neue Kompetenzprofile und Fähigkeiten im Zuge der Transformation der Branche zu schaffen, dürften in erster Linie die OEMs gefordert sein, da sie über die nötigen technischen, finanziellen und kapazitiven Ressourcen verfügen. Ein solcher Rahmen inkl. der methodischen Implementierung und Aktualisierung kann anschließend im Sinne eines funktionierenden Innovations- und Wertschöpfungs-ökosystems entlang der Wertschöpfungskette von eingebundenen KMU aufgegriffen und genutzt werden. Für eine pilothafte Verwirklichung eines derartigen Systems bieten sich als „Reallabor für die Kompetenzentwicklung“ regionale Weiterbildungsverbünde und sektorale Cluster an.

Literaturverzeichnis

- Agora Verkehrswende, Boston Consulting Group. (2021).** Automobile Arbeitswelt im Wandel: Jobeffekte in Deutschland bis 2030. Berlin. Zugriff am 01.07.2021. Verfügbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2021/BCG-Jobstudie/2021-07-01_Automobile-Arbeitswelt-im-Wandel_Ergebnisfolien.pdf
- Albatts. (2020).** Report on state-of-art of job roles and education in the sector. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://www.project-albatts.eu/Media/Publications/6/Publications_6_20201011_133916.pdf
- Albatts. (2021a).** about albatts. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: <https://www.project-albatts.eu/en/aboutus>
- Albatts. (2021b).** Work packages. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: <https://www.project-albatts.eu/en/workpackage>
- Altenburg, S., Kienzler, H.-P., & Maur, A. Auf der (2018).** Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte (Prognos AG, Hrsg.). Berlin. Zugriff am 07.06.2021. Verfügbar unter: https://www.adac.de/-/media/pdf/motorwelt/prognos_automatisierungsfunktionen.pdf?la=de-de&hash=4FE03D2842A22A8F900AE176AFCA6887
- Apt, W., Bovenschulte, M., Priesack, K., Weiß, C., & Hartmann, E. A. (2018).** Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb (Forschungsbericht 502). Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Verfügbar unter: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb502-einsatz-von-digitalen-assistenzsystemen-im-betrieb.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Beutnagel, W. (2021).** Continental setzt auf Experten aus eigenen Reihen, automotivET. Zugriff am 04.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.automotiveit.eu/strategy/continental-setzt-auf-experten-aus-eigenen-reihen-121.html>
- Böckmann, C. (2021).** Berlin elektrisiert das Rad. metallzeitung, 73(Juli/August 2021), 8–9.
- Boes, A. & Ziegler, A. (2021).** Umbruch in der Automobilindustrie. Analyse der Strategien von Schlüsselunternehmen an der Schwelle zur Informationsökonomie (Forschungsreport). München: ISF München. Verfügbar unter: <https://idguzda.de/wp-content/uploads/2021/06/Forschungsreport-Umbruch-in-der-Automobilindustrie.pdf>
- Bovenschulte, M., Meyer, G., Ferdinand, J.-P., Jetzke, T., Stagl, S., Müller, B. et al. (2017).** Der auto-mobile Komplex – Versuch einer Einordnung (iit perspektive 34). Berlin: Institut für Innovation und Technik. Verfügbar unter: https://www.iit-berlin.de/iit-docs/c7b887d8d21f4d0c90e854f9da273d8d_iit-perspektive_Nr_34_Der%20auto-mobile%20Komplex.pdf
- Brown, A., & Bimrose, J. (2018).** Drivers of learning for the low-skilled. International Journal of Lifelong Education, 37(2), 151–167.
- Buchenau, M. (2021a).** Sechs Monate früher als geplant: Bosch eröffnet neue Chipfabrik in Dresden, Handelsblatt. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/automobilzulieferer-sechs-monate-frueher-als-geplant-bosch-eroeffnet-neue-chipfabrik-in-dresden/27262418.html?ticket=ST-426149-KdZDKgQl-UmFrL2OYVhBv-ap5>
- Buchenau, M. (2021b, 18. Juli).** Bosch verkauft Werk in Göttingen und prüft Schließung in München. Bosch durchforstet seine kleineren Standorte. Der Wandel vom Verbrenner zum elektrischen Antrieb stellt die soziale Verantwortung vor einen historischen Härte-test, Handelsblatt. Zugriff am 19.07.2021. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autozulieferer-bosch-verkauft-werk-in-goettingen-und-prueft-schliessung-in-muenchen/27431478.html>
- Bundesinstitut für Berufsbildung. (2016).** Kraftfahrzeugmechatroniker/Kraftfahrzeugmechatronikerin. Online-Berufsinformation zur Ausbildungsordnung. Zugriff am 09.07.2021. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/tools/berufesuche/index.php/regulation/original-bibb_kfz-mechatroniker_onlineversion_BARRIEREFREI.PDF

- Bundesministerium für Arbeit und Soziales. (2020).** Bekanntmachung Förderrichtlinie für das Bundesprogramm „Aufbau von Weiterbildungsverbänden“, Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Verfügbar unter: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Pressemitteilungen/2020/foerderrichtlinie-bundesprogramm-weiterbildungsverbuende.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales. (2021).** ESF- und Bundesprogramm „Zukunftszentren“. Zugriff am 28.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.bmas.de/DE/Arbeit/Digitalisierung-der-Arbeitswelt/Austausch-mit-der-betrieblichen-Praxis/Zukunftszentren/zukunftszentren.html>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2020).** Batterien „made in Germany“ – ein Beitrag zu nachhaltigem Wachstum und klimafreundlicher Mobilität. Zugriff am 09.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/batteriezellfertigung.html>
- Bundesregierung. (2020).** Stand zur Umsetzung der Transformationsdialoge Automobilindustrie. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Lisa Badum, Dieter Janecek, Stephan Kühn (Dresden), weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (Drucksache 19/23765). Berlin: Deutscher Bundestag. Zugriff am 28.06.2021. Verfügbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/237/1923765.pdf>
- Cacilo, A., & Haag, M. (2018).** Beschäftigungswirkungen der Fahrzeugdigitalisierung. Wirkungen der Digitalisierung und Fahrzeugautomatisierung auf Wertschöpfung und Beschäftigung (Study 406). Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung.
- CEDEFOP. (2016).** Europäische Leitlinien für die Validierung nicht formalen und informellen Lernens (Cedefop reference series 104). Luxemburg. Verfügbar unter: https://www.cedefop.europa.eu/files/3073_de.pdf
- Dehnbostel, P. (2011).** Anerkennung informell erworbener Kompetenzen – der Deutsche Qualifikationsrahmen als Schrittmacher? In E. Severing & R. Weiß (Hrsg.), Prüfungen und Zertifizierungen in der beruflichen Bildung. Anforderungen – Instrumente – Forschungsbedarf (Schriftenreihe des Bundesinstituts für Berufsbildung, Bonn, Bd. 10, S. 99–113). Bielefeld: Bertelsmann.
- Deutsche Bank Research. (2021, 19. Januar).** Zukunft des Automobilstandorts Deutschland. Detroit lässt grüßen (Deutschland-Monitor). Frankfurt am Main.
- Di Lorenzo, G., & Tatje, C. (2021, 25. Juni).** „Ich bin eigentlich ziemlich bescheiden“ – Interview mit der VW-Gesamtbetriebsratsvorsitzenden Daniela Cavallo. Die Zeit.
- Die Bundesregierung. (2020).** Die Nationale Wasserstoffstrategie. Zugriff am 19.03.2021. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20
- Die Bundesregierung. (2021).** Autonomes Fahren in die Praxis holen, Die Bundesregierung. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/faq-autonomes-fahren-1852070>
- DRIVES Learning Platform. (2020).** What is the DRIVES Learning Platform? Zugriff am 29.06.2021. Verfügbar unter: <https://learn.drives-compass.eu/>
- Electronics Manufacturing Blog. (2021).** Automotive Interior Differentiation is the New Battleground, Reveals IDTechEx, Global SMT & Packaging – The Global Assembly Journal for SMT & Advanced Packaging Professionals. Zugriff am 03.06.2021. Verfügbar unter: <https://globalsmt.net/automotive-interior-differentiation-is-the-new-battleground-reveals-idtechex/>
- Erpenbeck, J. (2003).** Schlüssel zur Zukunft. Theorie und Geschichte kompetenzbasierter Lernkultur. QUEM-report. Schriften zur beruflichen Weiterbildung, (82), 5–10. Zugriff am 27.05.2019. Verfügbar unter: <http://www.abwf.de/content/main/publik/report/2003/Report-82.pdf>
- Europäische Kommission. (2021).** Europäischer Grüner Deal: Kommission schlägt Neuausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft in der EU vor, um Klimaziele zu erreichen, Europäische Kommission. Pressemitteilung. Zugriff am 19.07.2021. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_3541

- Expertenkommission Forschung und Innovation. (2021).** Gutachten 2021. Zugriff am 07.07.2021. Verfügbar unter: https://www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Gutachten/2021/EFI_Gutachten_2021.pdf
- Focus online. (2020).** Wenig Absatz, aber Milliardenwert: Chinas Auto-Startups ziehen an deutschen Herstellern vorbei, Focus online. Zugriff am 21.06.2021. Verfügbar unter: https://www.focus.de/finanzen/boerse/aktien/die-neues-teslas-chinas-auto-startups-ziehen-an-deutschen-hersteller-vorbei_id_12706927.html
- Fpi. (2021).** Modulare Softwaresysteme mit mehr Funktionen für kommende Volkswagen-Modelle. Mit einem geplanten Softwarebaukasten soll bei Volkswagen – ähnlich wie bei den Antriebs-Baukästen – die teure Vielfalt der Basisvarianten abnehmen., Heise. Zugriff am 09.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.heise.de/news/Modulare-Softwaresysteme-mit-mehr-Funktionen-fuer-kommende-Volkswagen-Modelle-6065414.html>
- Germis, C. (2021).** Volkswagen rechnet mit preiswerteren Elektroautos, FAZ.Net. Zugriff am 13.07.2021. Verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/neue-strategie-volkswagen-setzt-auf-skalierung-17435598.html>
- Hagedorn, M., Hartmann, S., Heilert, D., Harter, C., Olschewski, I., Eckstein, L., et al. (2019).** Automobile Wertschöpfung 2030/2050 (Endbericht). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/automobile-wertschoepfung-2030-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=16
- Hägler, M. (2021).** Audi gibt Benzinern und Dieseln nur noch fünf Jahre. Von 2026 an will die VW-Tochter keine neuen Verbrenner mehr herausbringen – als erster Hersteller in Deutschland. Ein paar Jahre später soll es dann nur noch E-Autos geben. SZ.de. Zugriff am 18.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/audi-verbrenner-elektromobilitaet-1.5325505>
- Herrmann, F., Beinbauer, W., Borrmann, D., Hertwig, M., Mack, J., Potinecke, T., et al. (2020).** Beschäftigung 2030. Auswirkungen von Elektromobilität und Digitalisierung auf die Qualität und Quantität der Beschäftigung bei Volkswagen; Abschlussbericht. Studie im Auftrag des Nachhaltigkeitsbeirats des Volkswagen Konzerns (Bauer, W., Riedel, O., & Herrmann, F., Hrsg.). Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Zugriff am 01.03.2021. Verfügbar unter: http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-6154803.pdf
- Holdenried, E. (Business Insider, Hrsg.). (2021).** VW, Mercedes & Co. verabschieden sich von ihren Wasserstoff-Träumen – das spricht gegen den H2-Antrieb. Zugriff am 19.03.2021. Verfügbar unter: <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-mercedes-co-verabschieden-sich-von-ihren-wasserstoff-traeumen-das-spricht-gegen-den-h2-antrieb-c/>
- Holzschuh, M., Becker, K., Dörre, K., Ehrlich, M., Engel, T., Hinz, S., Singe, I., et al. (2020).** Wir reiten das Pferd, bis es tot ist – Thüringens Auto- und Zuliefererindustrie in der Transformation. In A. Blöcker, K. Dörre & M. Holzschuh (Hrsg.), Auto- und Zulieferindustrie in der Transformation. Beschäftigtenperspektiven aus fünf Bundesländern (S. 78–142). Frankfurt am Main.
- Kelkar, O., Esposito, S., Hertweck, D., Kinitzki, M., & Sigle, N. (2017).** Digitale Transformation – Der Einfluss der Digitalisierung auf die Workforce in der Automobilindustrie. MHP. Verfügbar unter: https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/downloads/studien/MHPStudie_Workforce_Digitalisierung.pdf
- Kühl, C. (2018).** Neue Richtlinien für autonomes Fahren in China, automotivET. Zugriff am 20.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.automotiveit.eu/exklusiv/neue-richtlinien-fuer-autonomes-fahren-in-china-263.html>
- Mönnig, A., von dem Bach, N., Helmrich, R., Steeg, S., Hummel, H., Schneemann, C., et al. (2021).** „MoveOn“ III: Folgen eines veränderten Mobilitätsverhaltens für Wirtschaft und Arbeitsmarkt (BIBB-Preprint). Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).
- Mortsiefer, H. (2021).** Sechs neue Fabriken geplant: Volkswagens Großangriff auf Tesla, Der Tagesspiegel. Zugriff am 16.03.2021. Verfügbar unter: <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/sechs-neue-fabriken-geplant-volkswagens-grossangriff-auf-tesla/27007458.html>

- Organisation for Economic Co-operation and Development (Hrsg.). (2016a).** New forms of work in the digital economy. Ministerial meeting on the digital economy. Paris. Zugriff am 26.03.2021.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (Hrsg.). (2016b).** New skills for the digital economy. Measuring the demand and supply of ICT skills at work (OECD Digital Economy Papers 258). Paris. Zugriff am 19.02.2021.
- Pek, A., Concas, G., Skogberg, J., Mathieu, L., & Breiteig, O. (2018).** Powering a new value chain in the automotive sector – The job potential of transport electrification (The European Association of Electrical Contractors, Hrsg.). Brussels. Verfügbar unter: https://download.dalicloud.com/fis/download/66a8abe211271fa0ec3e2b07/c572c686-f52f-4c0d-88fc-51f9061126c5/Powering_a_new_value_chain_in_the_automotive_sector_-_the_job_potential_of_transport_electrification.pdf
- Pertschy, F. (2021).** Alle Infos zur Halbleiterkrise in der Autoindustrie, Automobil-Produktion. Verfügbar unter: <https://www.automobil-produktion.de/hersteller/wirtschaft/autoindustrie-leidet-unter-halbleiter-engpaesen-241.html>
- Priesack, K., Apt, W., Glock, G., Strach, H., Krabel, S., & Bovenschulte, M. (2018).** QuaTOQ – Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation. Branchenbericht: Automobil (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), [Hrsg.]) (Forschungsbericht 522/1). Berlin. Verfügbar unter: <https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb522-1-qualitaet-der-arbeit-branchenbericht-automobile.html>
- Rangraz, M., & Pareto, L. (2021).** Workplace work-integrated learning: supporting industry 4.0 transformation for small manufacturing plants by reskilling staff. *International Journal of Lifelong Education*, 40(1), 5–22. <https://doi.org/10.1080/02601370.2020.1867249>
- Rasch, M. (2021).** Dirk Hilgenberg: „Das Auto wird zum Handy auf vier Rädern“, *Neue Zürcher Zeitung*. Zugriff am 07.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.nzz.ch/wirtschaft/dirk-hilgenberg-das-auto-wird-zum-handy-auf-vier-raedern-ld.1600234>
- Reuters. (2019).** VW CEO expects software to make up 90 percent of auto industry innovation, *Auto.com*. From the *Economic Times*. Zugriff am 19.03.2021. Verfügbar unter: <https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/industry/vw-ceo-expects-software-to-make-up-90-percent-of-auto-industry-innovation/68384527>
- Schweitzer, H., & Kirchbeck, B. (Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, Hrsg.). (2018).** Neue Berufe in der Autoindustrie – Vom Data Scientist bis zum Roboticist, *Next Mobility*. Zugriff am 17.03.2021. Verfügbar unter: <https://www.next-mobility.de/neue-berufe-in-der-autoindustrie-vom-data-scientist-bis-zum-roboticist-a-738878/>
- Seibt, T., Harloff, T., Baumann, U., & Hebermehl, G. (2021).** Die Ausstiegs-Fahrpläne der Länder, *auto motor sport*. Zugriff am 15.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/verbrenner-aus-immer-mehr-verbote-zukunft-elektroauto/>
- Senderek, R. (2018).** Lernförderliche Arbeitssysteme für die Arbeitswelt von morgen. In S. Wischmann & E. A. Hartmann (Hrsg.), *Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung* (S. 87–105). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Statista. (2021, 19. März).** Anzahl der Wasserstofftankstellen in Deutschland 2020 | Statista. Zugriff am 19.03.2021. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/820836/umfrage/anzahl-der-wasserstofftankstellen-in-deutschland/>
- Suhr, F. (2019).** Die Innovations-Riesen, *Statista*. Zugriff am 04.06.2021. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/infografik/18910/ausgaben-der-groessten-konzerne-weltweit-fuer-forschung-und-entwicklung/>
- Tikkanen, T., Hovdhaugen, E., & Støren, L. A. (2018).** Work-related training and workplace learning: Nordic perspectives and European comparisons. *International Journal of Lifelong Education*, 37(5), 523–526. <https://doi.org/10.1080/02601370.2018.1554721>

Verband der Automobilindustrie. (2020). Deutsche Automobilindustrie investiert rund 45 Milliarden Euro in Forschung und Entwicklung. Berlin. Verfügbar unter: <https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/200411-Deutsche-Automobilindustrie-investiert-rund-45-Milliarden-Euro-in-Forschung-und-Entwicklung.html>

Windhagen, E., Petersen, G., Diedrich, D., Evers, M., Mohr, N., Herring, D., et al. (2021). Deutschland 2030: Kreative Erneuerung. Düsseldorf: McKinsey & Company. Verfügbar unter: https://www.mckinsey.de/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/publikationen/2021-06-23%20deutschland%202030%20artikel/mckinsey_report_deutschland_2030_kreative_erneuerung_vf.pdf

Zang, S. (2021). Betriebssystem für das Auto der Zukunft: Wettbewerb der Big Player, Bytes for Business. Verfügbar unter: <https://bytesforbusiness.com/betriebssystem-fur-das-auto-der-zukunft-wettbewerb-der-big-player/>

Zwick, D. (2021a). 7 Euro pro Stunde für Autonomes Fahren – So will VW künftig Geld verdienen, WELT online. Zugriff am 09.06.2021. Verfügbar unter: <https://www.welt.de/wirtschaft/article231681663/7-Euro-pro-Stunde-fuer-Autonomes-Fahren-so-will-VW-bald-Geld-verdienen.html>

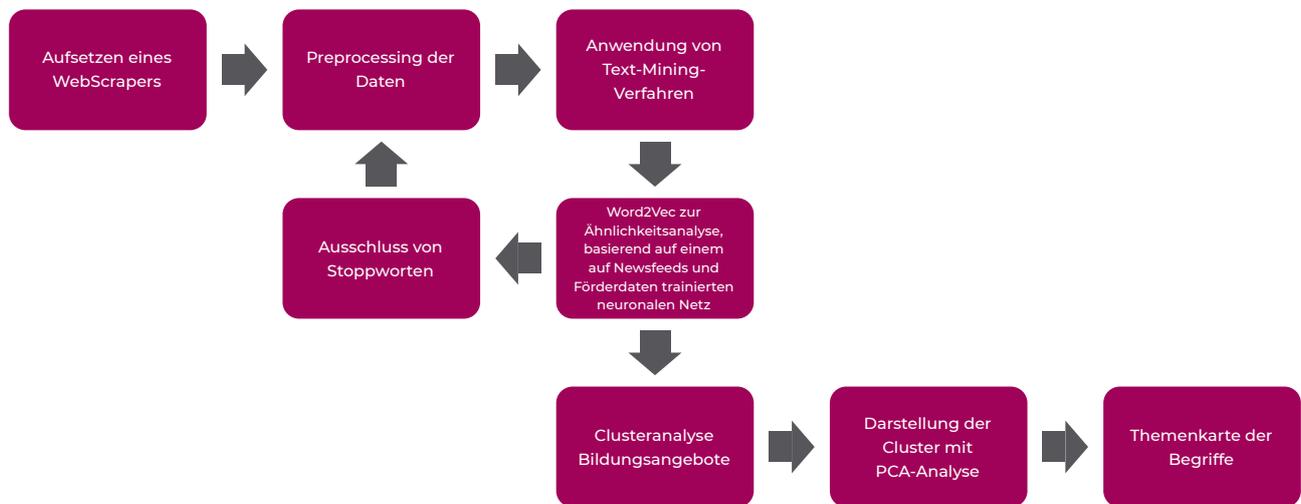
Zwick, D. (2021b). BMW wird elektrisch – doch glaubt auch an Verbrenner und Brennstoffzelle, WELT online. Zugriff am 18.03.2021. Verfügbar unter: <https://www.welt.de/wirtschaft/article228557723/BMW-wird-elektrisch-und-glaubt-auch-an-Verbrenner-und-Brennstoffzelle.html>

Anhang

Tabelle: Übersicht über die gelisteten Anbieter für Fort- und Weiterbildungsangebote

| Anbieter | Anzahl der Angebote |
|--|---------------------|
| Akademie an der Hochschule Pforzheim | 10 |
| alfatraining Bildungszentrum GmbH | 5 |
| Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft e.V. | 19 |
| DEKRA Akademie | 1 |
| Duale Hochschule Baden-Württemberg Center for Advanced Studies | 1 |
| Elektro Technologie Zentrum | 6 |
| Haus der Technik e.V. | 3 |
| HECTOR School of Engineering & Management – Technology Business School des KIT | 1 |
| Heilbronner Institut für Lebenslanges Lernen (HILL) gGmbH | 3 |
| HfSW | 18 |
| Hochschule Aalen | 20 |
| Hochschule Esslingen | 22 |
| Hochschule Heilbronn | 4 |
| Hochschule Reutlingen | 2 |
| IHK Bodensee-Oberschwaben | 1 |
| IHK Heilbronn | 2 |
| IHK Rhein-Neckar | 8 |
| IHK Stuttgart | 2 |
| Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Stuttgart | 1 |
| RKW BW Stuttgart | 1 |
| SPA Stuttgarter Produktionsakademie gGmbH | 1 |
| Steinbeis Transferzentrum an der DHBW Mannheim | 1 |
| TAE Ostfildern | 25 |
| Technische Akademie Schwäbisch Gmünd | 2 |
| TÜV Rheinland | 1 |

Abbildung 7: Prozessdarstellung der Analyse der Weiterbildungsangebote (eigene Darstellung)



Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales kostenlos herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Europa-, Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl

diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Außerdem ist diese kostenlose Publikation – gleichgültig wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist – nicht zum Weiterverkauf bestimmt.

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.