

# Die doppelte Transformation in der Automobilindustrie

## Welche Technologien am Arbeitsplatz aktuell angekommen sind

Den vielfältigen Prognosen zu den Auswirkungen der ökologischen und digitalen Transformation auf Arbeit und Beschäftigung in der Zukunft stellt dieser Beitrag eine empirische Momentaufnahme entgegen. Auf Basis einer quantitativen Erhebung in der Automobilindustrie wird gezeigt, welche Technologien bei welchen Beschäftigtengruppen angekommen sind und wo sich die doppelte Transformation bereits bemerkbar macht.

SABINE PFEIFFER

### 1 Einleitung: Die doppelte Transformation erfassen

Die Automobilindustrie – so die konsensuale Deutung – steht mitten in einer doppelten Transformation:<sup>1</sup> Digitalisierung *und* Elektromobilität kommen am Arbeitsplatz teils in Doppelung und enger zeitlicher Überlapung an. Die doppelte Transformation der Branche ist schon allein wegen ihrer historischen Zäsur und wegen der enormen Bedeutung der Branche für Volkswirtschaft und Arbeitsmarkt von Interesse – weit über eine Binnenbranchenperspektive hinaus. Während die Forschung eine „grundlegende strategische Herausforderung“ ausmacht, „sich vom klassischen Automobilkonzern zum modernen Tech-Unternehmen zu wandeln“ (Boes/Ziegler 2021, S. 200), haben die meisten Automobilhersteller diesen strategischen Schritt längst ausgerufen und befinden sich mitten in der praktischen Umsetzung. Wer dabei die Transformation in Richtung Elektromobilität reduziert auf den Wandel eines – wenn auch bislang in jeder Hinsicht zentralen – Teils des Produkts Auto, unterschätzt, auf welchen komplexen Weg sich die Branche gemacht hat. Allein die neue, produktbezogene Bedeutung von Software ist ein immenser Strategiewechsel, hat die Branche doch bislang bis zu 80 Prozent ihres IT-Budgets outsourct (Felser 2021).

Zum einen geht es nicht nur um ein verändertes Auto. Neben der Abkehr vom Verbrenner-Motor wirkt auch die Digitalisierung auf vielen Ebenen gleichzeitig: veränderte Geschäftsmodelle um und jenseits des eigentlichen Produkts Mobilität. Die Ziele und Pfade der angezielten Transformation sind also schon in sich vielfältig. Zudem ist auch die Digitalisierung keine rein von außen über das Unternehmen hereinbrechende Transformation, sondern in ihrer betrieblichen Umsetzung immer auch selbst Ergebnis interessegeleiteter Strategien (vgl. Schadt 2021). Nicht zuletzt deswegen verläuft die so gerne als disruptiv ausgerufene Digitalisierung über lange Zeiten durchaus graduell (Dolata 2011; Schrape 2021) und ist geprägt von Pfadabhängigkeiten (vgl. Hirsch-Kreinsen 2020).

1 Anknüpfend an den vorherrschenden Diskurs, der sich auch in der betrieblichen Praxis widerspiegelt, wird hier ein Transformationsbegriff verwendet, der eine kritische Reflexion erfordern würde. Das gilt für das Diktum der digitalen Transformation, für die sich ein höchst interessengeleitetes „Agendasetting“ zeigen lässt (vgl. Pfeiffer 2017); das gilt für die verkürzte Gleichsetzung der ökologischen Transformation mit Elektromobilität, die mehr Ausdruck einer technik- und marktgetriebenen statt einer ökologischen Utopie ist (vgl. Jochum 2020). Dieser empirische Artikel bietet keinen Raum, sich kritisch zu diesen hegemonialen Diskursen zu verhalten. Es sei nur darauf hingewiesen, dass herrschende Narrative immer auch die Narrative der Herrschenden bzw. der herrschenden Logik sind.

All das macht den doppelten Transformationsprozess höchst komplex. Das Transformative trifft in den Unternehmen der Branche auf Bestehendes, die Transformation wird gewollt, blockiert, gemacht, gestaltet und ausgehandelt. Auch weil diese Komplexität und Dynamik quantitativ schwer zu fassen sind und qualitative Forschung der Entwicklung zeitlich hinterherhinkt, ist der Diskurs um die doppelte Transformation der Branche stark geprägt von der Frage nach den quantitativen Folgen für Beschäftigung:

- Seit der Begriff „Industrie 4.0“ Karriere macht, hat der Digitalisierungsdiskurs für neue Impulse zur Prognose von Beschäftigungseffekten durch Technik geführt, oft mit dramatischen Zahlen (Brynjolfsson/McAfee 2014; Frey/Osborne 2017). Der stark kritisierte (Fernández-Macías/Hurley 2014; Pfeiffer 2018) methodische Ansatz von Frey und Osborne, der für die USA einen Abbau von 47 Prozent aller Arbeitsplätze prognostiziert, kommt angewandt auf Deutschland zu wesentlich geringeren Zahlen (12 Prozent nach Bonin et al. 2015). Andere Studien verweisen darauf, dass die eng auf Technologien orientierten Studien gerade in der Automobilbranche zu kurz greifen (Krzywdzinski 2020). Nur wenige Ansätze berücksichtigen auch neu entstehende Tätigkeiten (Acemoglu/Restrepo 2019) oder kommen zu leicht positiven Effekten (Arntz et al. 2018).
- Bei der Elektromobilität werden negative Beschäftigungseffekte vor allem mit der – im Vergleich mit einem Verbrenner-PKW – Abnahme der Arbeitsstunden pro Fahrzeug von 20 auf 15 Stunden (so das IAB: Bosch 2022, S. 11) unter Berufung auf die ELAB-Studie des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (Bauer et al. 2018) und/oder einer Abnahme der Teile von 1400 auf 200 (Spath et al. 2012, S. 23) begründet. Bis 2035 prognostiziert das IAB auf der Annahme eines Marktanteils von Elektrofahrzeugen von 23 Prozent ein Minus von 83 000 Arbeitsplätzen (Mönning et al. 2018, S. 44). Andere Studien plädieren für eine stärkere Berücksichtigung der Effekte der Batteriefertigung (Bosch 2022, S. 11) oder anderer Aspekte eines veränderten Mobilitätsverhaltens (Bernardt et al. 2022). Trotz solcher Differenzierungen und starker Segmentabhängigkeit der jeweiligen Zahlen bleibt die Abbauperspektive dominant.
- Noch selten werden beide Transformationen im Zusammenhang betrachtet, wie etwa in der Studie „Beschäftigung 2030“ (Bauer et al. 2020), die für verschiedene Volkswagen-Jobprofile Abbau insbesondere in Engineering-Bereichen und der Produktion sowie Aufwuchs in IT prognostiziert. Allerdings seien auch nicht betriebliche Aspekte zu berücksichtigen, wie politische Anreize oder ethisch motivierter Konsum (Lempp/Siegfried 2022, S. 7); auch die strukturelle Überproduktion, der Dieselskandal und grundsätz-

liche Mobilitätstrends könnten zu tiefgreifenden Restrukturierungsprozessen führen (Lüthje 2022, S. 311).

Obwohl die beiden Transformationen damit deutlich eindimensional mit Arbeitsmarktprognosen verknüpft sind, steht für viele Beschäftigte bei den großen Herstellern in Deutschland aktuell die Sorge vor einem Verlust des eigenen Arbeitsplatzes nicht auf der Tagesordnung – dank der in der Branche vergleichsweise starken „strategischen Mitbestimmungskultur“ (vgl. Haipeter 2019 am Beispiel von Volkswagen). Hier haben die Betriebsparteien für die Transformation in die Elektromobilität einen Zukunftspakt vereinbart, der Wirtschaftlichkeit und Beschäftigungssicherung als gleichrangige Ziele anerkennt. Das bedeutet u. a.: Beschäftigungssicherung bis 2029, sozialverträgliche Personalanpassungen, keine Entgelteinbußen und ein Transformationsbudget von 200 Millionen Euro, das u. a. Qualifizierungsmaßnahmen unterstützt (Mörike 2021).

Doch auch ohne die konkrete Sorge vor Arbeitslosigkeit sind transformative Prozesse mehr und anderes als gewohnte Formen des Wandels und sie können individuell mit großen Einschnitten und massiven Veränderungen einhergehen. Zudem verläuft Transformation in Phasen und – trotz gefühlter disruptivem Charakter – braucht sie Zeit, über Industrie 4.0 etwa wird schon seit über 10 Jahren geredet. Gleichzeitig sind Beschäftigte nicht einfach „nur“ Betroffene, sondern auch Gestaltende der Transformation. Diese vielfältigen Facetten des Transformationserlebens werden am Beispiel Volkswagen in einer aktuellen Studie gezeigt (Pfeiffer/Autor\*innenkollektiv 2023)<sup>2</sup>, in deren Rahmen neben vielen qualitativen Fallstudien auch die hier verwendeten Daten erhoben wurden.

In diesem Beitrag stehen weder Beschäftigungsprognosen noch das qualitative Erleben der doppelten Transformation im Mittelpunkt. Ziel ist stattdessen eine quantitative Momentaufnahme zum Stand der Transformation aus Beschäftigtensicht. Gefragt wird danach, welche Technologien (in welchen Mischungsverhältnissen) bereits an Arbeitsplätzen in der Automobilindustrie angekommen sind. Basis ist eine Online-Erhebung in der Branche mit über 4000 Beschäftigten. Details zu Erhebung und Stichprobe finden sich in Abschnitt 2. Deskriptive Auswertungen zu verschiedenen Technologien, die technisch jeweils für die digitale und die ökologische Transformation in der Branche stehen, werden in Abschnitt 3 dargestellt. Abschnitt 4 zeigt auf, wie sich Phänomene der doppelten Transformation auf Arbeitsplatzebene empirisch darstellen. Abschnitt 5 zieht ein kurzes Fazit.

2 Die vorgestellten Auswertungen entstanden im DFG-Schwerpunktprogramm 2267 „Digitalisierung der Arbeitswelten“, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft – Projektnummer 442171541.

## 2 Erhebung, Stichprobe und Gewichtung

Basis der vorgestellten Auswertungen ist eine im Frühjahr 2022 durchgeführte Online-Primärerhebung in der Auto-

mobilitätsindustrie mit einer Gesamtstichprobe von n=4136, von der der größere Teil bei der Volkswagen AG an mehreren Standorten (N = 3521) und ein Teil über ein kommerzielles Online-Panel (N = 615)<sup>3</sup> durchgeführt wurden. Beide Stichproben werden hier zusammengefasst.

Echte Repräsentativität ist für beide Online-Erhebungswege nicht zu realisieren, da dies eine echte Zufallsstichprobenziehung erfordern würde, an der jede Person der Grundgesamtheit (906780 Beschäftigte Mitte 2021 laut Bundesagentur für Arbeit 2021) die gleiche Teilnahmechance hätte – was selbst für Erhebungen der amtlichen Statistik nicht zutrifft (vgl. Schnell 2018). Daher wurde eine Anpassungsgewichtung nach Geschlecht und höchstem beruflichen Abschluss nach dem *Iterative Proportional Fitting (IPF)* durchgeführt (vgl. Deming/Stephan 1940, Gabler/Ganninger 2010, S. 154; *Tabelle 1*).<sup>4</sup> Der so gebildete und normierte Gewichtungsfaktor hat einen Mittelwert von 0,489 (SD 0,2851), bewegt sich zwischen 0,138 und 0,999 und kann auf 4100 Fälle angewendet werden. Das Designgewicht wurde für beide Stichproben getrennt berechnet; als Vergleichsbasis für die Gewichtung in Richtung einer Repräsentativität der erhobenen Stichprobe werden die für den Erhebungszeitraum aktuellsten zugänglichen Arbeitsmarktdaten auf Branchenniveau verwendet (Bundesagentur für Arbeit 2021).

TABELLE 1

### Stichproben-Merkmale ohne und mit Iterative Proportional Fitting-Gewichtung, Vergleich mit Arbeitsmarktdaten für die Automobilbranche<sup>A</sup>

Angaben in Prozent

Stichprobenmerkmale	Stichproben und Gewichtung		
	WZ29 06/2021	Primärerhebung	Gewichtet
<b>Geschlecht<sup>B</sup></b>			
Männer	82,6	70,4	82,6
Frauen	17,4	28,7	17,4
<b>Alter<sup>C</sup></b>			
Unter 25	11,6		
25 bis 55	67,0		
55 und älter	21,4		
Bis 25		5,5	5,5
26 bis 55		83,1	80,1
56 und älter		11,4	14,4
<b>Höchster Abschluss<sup>D</sup></b>			
Ohne Berufsabschluss	10,4	5,9	10,3
Berufsabschluss	66,5	45,9	66,3
Studium	23,1	48,1	23,5
<b>Berufscluster</b>			
Produktion/Logistik/Qualitätssicherung		33,3	37,9
Beschaffung/Vertrieb/Marketing		12,6	11,8
Strategie/Finanzen/Recht/HR		18,5	15,1
Forschung und Entwicklung/IT/Innovation		30,0	28,7
Services/Sonstiges		5,6	6,6

A Wirtschaftszweig 29; Bundesagentur für Arbeit 2021  
 B ohne 0,1% „divers“ in Primärerhebung  
 C Altersklassen differieren in Arbeitsmarktdaten und Primärerhebung  
 D ohne 5,8% k. A. in Arbeitsmarktdaten

WSI Mitteilungen

Quelle: Eigene Berechnungen

## 3 Eine Momentaufnahme: Phänomene der doppelten Transformation am Arbeitsplatz

Um den Stand der erlebten Transformation(en) zu erheben, wurden 13 Transformationstechnologien abgefragt, die üblicherweise in der wissenschaftlichen und öffentlichen Debatte um die doppelte Transformation genannt werden, ohne dass es dabei eine klar definierte oder abschließende „Liste“ gäbe. Ausgewählt wurden die Technologien, die einerseits im aktuellen Forschungsstand wiederholt als neu und für die Branche spezifisch genannt werden (vgl. Acemoglu/Restrepo 2019; Bauer et al. 2020;

- Teilnahmevoraussetzung war die Erwerbstätigkeit in der Automobilbranche von mindestens 20 Wochenstunden. Von den 710 Teilnehmenden, die diese Kriterien erfüllten, haben n = 663 den Fragebogen komplett ausgefüllt. Entfernt wurden 48 Fälle entfernt, deren Ausfüllzeit sich im unteren 5%-Perzentil bewegte. Die Befragung erfolgte über ein professionelles Befragungsinstitut, das Sampling und Befragungsmethoden in Zusammenarbeit mit der GESIS entwickelt.
- Dargestellt sind in der Tabelle die möglichen Gewichtungen nach Alter und Qualifikation, die unterschiedliche Altersklassifizierung ließ keine weitere Gewichtung zu;

die anderen Stichprobenmerkmale werden zur Übersicht angegeben, sind aber nicht Gegenstand, sondern Ergebnis der Gewichtung. Die Berufscluster wurden in drei Schritten entlang der Klassifikation der Berufe (KIdB 2010) auf 2-Stellerebene (Berufshauptgruppen) abgefragt und für die hier erfolgte Auswertung in sechs Kategorien zusammengefasst: Produktion – Logistik – Qualitätssicherung; KIdB 21 bis 26, 28, 51 und 52; Beschaffung – Vertrieb – Marketing: KIdB 61 und 62, 91 und 92; Strategie – Finanzen – Recht – HR: KIdB 71 bis 73, 83 und 84; Forschung und Entwicklung (FuE) – IT – Innovation: 27, 41 bis 43, 93; Services (Gastro/Facility/Schutz/Office) – Sonstiges: KIdB 1, 11 und 12, 29, 31 bis 34, 53 und 54, 63, 81 und 82, 94.

Krzywdzinski 2020) und die in den diese Erhebung begleitenden qualitativen Fallstudien als einerseits zukunfts-trächtig und andererseits in der Praxis ankommend beschrieben werden. Gefragt wurde mit Mehrfachantwortoption, ob die entsprechenden Technologien in der aktuellen Tätigkeit vorkommen. Die erhobenen Technologien lassen sich – auch wenn es im Einzelnen Überschneidungen geben kann – grob in zwei Blöcke der digitalen Transformation und in einen dritten Block der ökologischen Transformation einteilen (vgl. *Abbildung 1*, S. 300):

- *Digitale Transformation – Industrie 4.0.* Hierzu zählen fünf stärker produktionsbezogene Technologien: neue Robotik (Leichtbau- bzw. kollaborative Robotik), die eine direkte Zusammenarbeit mit Menschen im gleichen Arbeitsraum ermöglicht; autonome Transportfahrzeuge in der (Intra-)Logistik; KI-gestützte vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance), bei der aus Maschinendaten Prognosen zu Störungen oder Ersatzteilbedarf generiert werden; die datentechnische Vernetzung von Maschinen und ganzen Fertigungsprozessen (MES)<sup>5</sup> sowie schließlich additive Verfahren, von denen es verschiedene Ansätze gibt, als neu aber meist der sogenannte 3D-Druck gemeint ist.
- *Digitale Transformation – IT.* Als vier IT-bezogene Technologiefacetten ohne engeren Produktionsbezug wurden abgefragt: Virtual Reality/Augmented Reality (VR/AR), wie sie etwa zur Visualisierung im Engineering, der Wartung oder im Produktdesign verwendet werden; unterschiedlichste Anwendungen von Künstlicher Intelligenz bzw. Maschinellem Lernen (z. B. im Kontext von Prozess-, Produkt-, Absatz-, Beschaffungs- oder Personaldaten) und verbunden mit entsprechender Datenaufbereitung (BigData/Data Analytics) sowie Ansätze der Digitalen Prozessautomatisierung (RPA<sup>6</sup>, Low/No Code).
- *Ökologische Transformation:* Ein drittes Bündel bezog sich auf die ökologische Transformation und dabei im engeren Sinne auf Technologien und Geschäftsmodelle rund um neue Antriebskonzepte. Abgefragt wurden neue Antriebstechnologien (Batterie, Wasserstoff, Hybrid etc.), Technologien zum autonomen Fahren (im Produkt Auto); Ladetechnologien oder Ladeinfrastruktur und schließlich damit verbundene neue Geschäftsmodelle und Services (Mobilitätsdienste, Connected Car etc.).

*Abbildung 1* zeigt die Häufigkeiten im Detail insgesamt (oberste Balken) sowie entlang der Stichprobenmerkmale Geschlecht, Alter, höchste Qualifikation und für die fünf Berufscluster. Innerhalb der drei Technologiebereiche findet sich jeweils ein relativ klarer Spitzenreiter: bei 24,3 % und damit fast einem Viertel der Befragten sind neue Antriebstechnologien bereits am Arbeitsplatz angekommen, an 19,5 % der Arbeitsplätze spielt das Thema Maschinen-

vernetzung eine Rolle und 18,5 % haben mit BigData/Data Analytics zu tun. Betrachtet man im Zusammenhang mit letzteren noch andere Technologien mit einem klaren Bezug zu lernenden Systemen zeigt sich die doch schon breiter werdende Verwendung: 9,6 % haben direkt mit Künstlicher Intelligenz/Maschinellem Lernen zu tun und 16,4 % mit Predictive Maintenance. Folgt man den Technologieanwendungen entlang der Stichprobenmerkmale, zeigen sich erwartbare wie unerwartete Unterschiede, von denen hier die Wesentlichen hervorgehoben werden sollen:

- *Geschlecht:* Zum einen sind alle erhobenen Technologien bei Frauen – teils deutlich – weniger zu finden als bei Männern. Das gilt selbst bei der am wenigsten technischen Dimension der Mobilitätsgeschäftsmodelle (Frauen 13,7 %, Männer 17,2 %); allerdings sind die Unterschiede hier und bei den im betriebswirtschaftlichen Umfeld stärker genutzten RPA (9,6 % vs. 11,3 %) geringer als bei den meisten anderen stärker technischen Anwendungen. Die größten Abstände zwischen Frauen und Männern finden sich bei den stark produktionsnahen Technologien MES (8,4 % vs. 21,8 %) und Predictive Maintenance (6,4 % vs. 18,5 %); allerdings sind die Unterschiede bei anderen produktionsnahen Technologien deutlich geringer, etwa bei der kollaborativen Robotik (4,5 % vs. 11,6 %) oder dem 3D-Druck (3,8 % vs. 9,5 %). Auch bei den neuen Antriebstechnologien liegen Frauen und Männer (14,8 % vs. 26,2 %) weit auseinander. Der geschlechtsbezogene Unterschied ist bei KI/Maschinelles Lernen mit 6,6 % vs. 10,3 % geringer als bei den damit eng zusammenhängenden BigData/Data Analytics (11,5 % vs. 20 %). Es zeigt sich, dass Frauen in der Branche weiterhin weniger Zugang zu neuen Technologien haben als Männer, was neben der ungleichen Geschlechtsverteilung auch mit der immer noch geschlechtsspezifischen Berufswahl und damit verbunden unterschiedlichen Tätigkeiten zu tun hat.
- *Alter:* Es fällt ins Auge, dass sich in den Industrie 4.0-Technologien kaum altersbezogene Unterschiede finden; das Bild zeigt sich ähnlich für alle Facetten der Technologiedimension Elektromobilität. Lediglich die Altersklasse ab 56 Jahren hat bei der Maschinenvernetzung mit 25,3 % den höchsten Wert und bei Big-

5 Manufacturing Execution System (MES) bezeichnet ein mehrschichtiges, prozessnahes IT-getriebenes Management des gesamten Fertigungssystems. Dabei zielt die Verbindung verteilter Systeme der Prozessautomatisierung auf eine Steuerung aller Prozesse in Echtzeit.

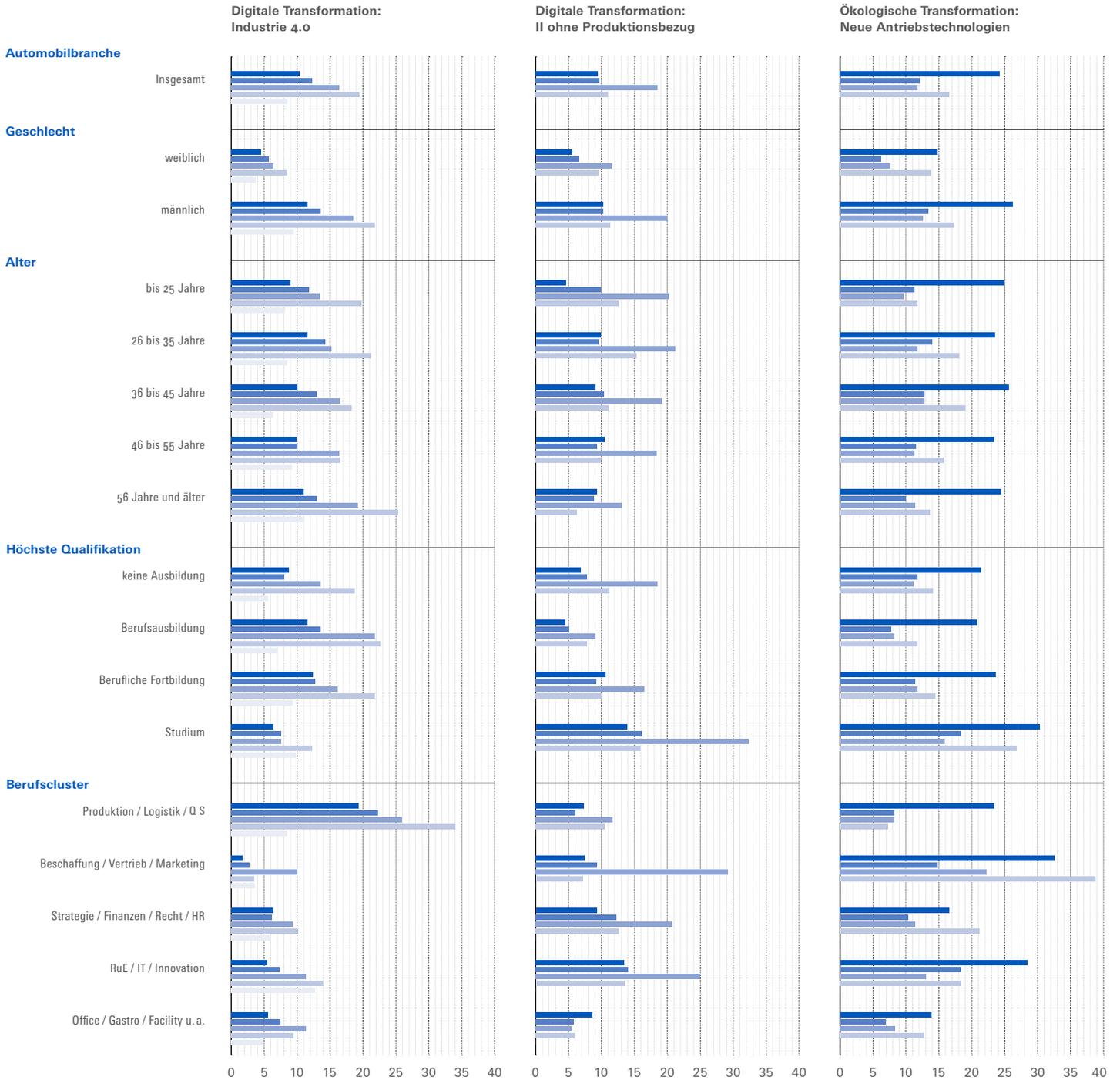
6 Mit Robotic Process Automation (RPA) werden über Software-Bots (betriebswirtschaftliche) Prozessschritte automatisiert; angezielt werden dabei sich wiederholende Aufgaben wie z. B. Dateneingabe, Dokumentenverarbeitung oder Kundendienstanfragen.

ABBILDUNG 1

### Bedeutung der unterschiedlichen Technologien am Arbeitsplatz, nach Stichprobenmerkmalen

Angaben in Prozent

- Kollaborative Robotik
- Virtual / Augmented Reality
- Neue Antriebstechnologien
- Autonome Logistik
- Künstliche Intelligenz / Maschinelles Lernen
- Autonomes Fahren
- Predictive Maintenance
- BigData / Data Analytics
- Ladetechnologien / -infrastruktur
- Vernetzung von Maschinen (MES)
- Digitale Prozessautomatisierung (RPA)
- Additive Verfahren (3D-Druck)
- E-mobility-Geschäftsmodelle



Anmerkung: Die genauen Prozentwerte können auf Wunsch bei der Autorin angefragt werden

Quelle: Eigene Berechnungen

Data (13,1 %), RPA (6,3 %) und E-mobility-Geschäftsmodellen (13,6 %) vergleichsweise zu den anderen Altersklassen niedrigere Werte. Nur bei den im engeren Sinne digitalen Technologien findet sich eine minimal abnehmende Verbreitung mit höher werdenden Altersklassen. Dies zeigt, dass Technologienutzung am Arbeitsplatz nicht so sehr auf individuelle Präferenzen zurückzuführen ist – wie es in öffentlichen Debatten häufig nahegelegt wird, sondern vielmehr branchenspezifisch strukturell bedingt ist.

- *Qualifikation*: Quer zu den drei Technologiedimensionen zeigt sich ein interessantes Bild mit Blick auf den Unterschied zwischen beruflichen und akademischen Berufsabschlüssen. Bei den Industrie 4.0-Technologien liegen sowohl beruflich Erst- wie Fortgebildete jeweils deutlich vor den Beschäftigten mit akademischem Abschluss, was sich auch aus dem branchentypisch hohen Anteil gewerblich-technischer Berufe in der Produktion ergibt. Bei den IT-Technologien und der Elektromobilität sieht es gegenläufig aus: hier steigen die Anteile von beruflich Erst- über Fortgebildeten und schließlich akademisch Qualifizierten jeweils entlang der Qualifikationsstufen an.<sup>7</sup>
- *Beruf*: Die Berufscluster sind aus einer Perspektive von „Gewinnenden“ und „Verlierenden“ von Interesse. So sind Berufe aus Produktion/Logistik/Qualitätssicherung deutlich am stärksten vertreten bei den Industrie 4.0-Technologien (mit zwischen 19,3 % bei kollaborativer Robotik bis 34,1 % bei additiven Verfahren). Deutlichster Spitzenreiter bei BigData (29,2 %), den neuen Antriebstechnologien (32,6 %) und E-mobility-Geschäftsmodellen (38,8 %) sind Berufe in Beschaffung/Vertrieb/Marketing. Hier scheinen Aufwände in der Branche für die so genannten „Distributivkräfte“ (vgl. Pfeiffer 2021) – also für markt- und absatzbezogene Prozesse – der vermeintlich vor allem technisch induzierten Transformation eine hervorstechende Bedeutung zu haben. Beim Berufscluster FuE/IT/Innovation zeigen sich die höchsten Anteile in der Technologiedimension neue Antriebstechnologien (28,4 %), gefolgt von BigData (25 %), während die Anteile im Bereich Industrie 4.0 die geringsten sind.

Insgesamt zeigen sich Alter und auch Geschlecht als weniger ausschlaggebend für eine Beteiligung an einzelnen Di-

mensionen der (doppelten) Transformation als die Qualifikation, stärker schlagen sachlich-inhaltliche Kriterien über die berufliche Verortung durch. Betrachtet man die Technologiedimensionen vertikal zu den Stichprobenmerkmalen, so zeigt sich zudem, dass einerseits BigData/Data Analytics und andererseits neue Antriebstechnologien am stärksten eine Verbreitung über Geschlecht, Alter, Qualifikation und Beruf hinweg haben. Sie bilden damit technologisch gesehen am deutlichsten das ab, was als doppelte Transformation in der Branche gefasst werden könnte.

## 4 Zusammenhänge und Vertiefungen: Die doppelt Transformierenden

Auch wenn diese Studie deskriptive und keine erklärenden Absichten verfolgt, soll abschließend ein kurzer Blick auf mögliche Zusammenhänge geworfen werden. *Tabelle 2* zeigt überwiegend hochsignifikante Zusammenhänge<sup>8</sup> zwischen zentralen Stichprobenmerkmalen und den aktuell am Arbeitsplatz erlebten Transformationstechnologien. Ins Auge fallen daher die nicht signifikanten Zusammenhänge: So spielt bei RPA das Geschlecht keine Rolle, die Qualifikationshöhe ist bei der neuen Robotik und der berufliche Hintergrund bei neuen Ladetechnologien/-infrastruktur und Antriebstechnologien von untergeordneter Bedeutung. Ob sich dahinter systematische Zusammenhänge verbergen, die sich nach einer ersten transformativen Phase verfestigen, lässt sich aktuell noch nicht sagen – eine laufende „Vermessung“ der Transformation ist dabei wichtiger als verfrühte Interpretationen.

Zudem zeigen sich beim Alter weitgehend durchgängig am wenigsten signifikante Zusammenhänge – das gilt auch für die Dimension der doppelten Transformation; stark sind diese nur bei BigData/Data Analytics und RPA (und damit auch bei der entsprechend übergeordneten Transformationsdimension). Die vermeintlich bei Jüngeren stärker ausgeprägte digitale Affinität spielt am Arbeitsplatz – auch wenn dies in Managementinterviews immer wieder thematisiert wird – offensichtlich und wenig erstaunlich eine untergeordnete Rolle. Auch hier also zeigt

7 Über alle drei Technologiedimensionen liegen die Anteile bei Beschäftigten ohne Qualifikation erstaunlich hoch. Das mag zum einen damit zu tun haben, dass diese bei der Erhebung unterrepräsentiert waren und die entsprechende Gewichtung dies zwar auf Merkmalsebene „heilt“, nicht aber auf der inhaltlich relevanteren Arbeitsplatzebene. Zum anderen können hier aber auch Quereinstiegeffekte eine – wenn auch nicht näher zu beziffernde – Rolle spielen; schließlich versuchen alle großen Unternehmen der Branche gerade bei den Zukunftsthemen und ange-

sichts des IT-Fachkräftemangels auch anders oder formal nicht Qualifizierte, aber IT-Affine anzusprechen (so etwa Volkswagen mit dem praxisorientierten Qualifizierungsprogramm Fakultät 73).

8 Da über die Gewichtung keine echte Repräsentativität, sondern nur eine Annäherung daran erreicht werden kann, geht es hier ausschließlich um beschreibende Zusammenhänge für die gewichtete Erhebungsstichprobe.

TABELLE 2

Zusammenhänge von Transformationstechnologien und Stichproben-Merkmalen

Transformationstechnologien	Stichprobenmerkmale			
	Geschlecht	Alter	Höchster Abschluss	Berufscluster
Digitale Transformation: Industrie 4.0	0,17200***	0,01020	-0,07280***	-0,24000***
Neue Robotik	0,08830***	-0,00215	-0,00702	-0,18200***
Autonome Transportlogistik	0,09110***	-0,02370	-0,07120***	-0,18300***
Predictive Maintenance	0,12500***	0,03380*	-0,06410***	-0,16500***
Maschinenvernetzung (MES)	0,12800***	0,00797	0,04830**	-0,21600***
Additive Verfahren (3D-Druck)	0,07810***	0,03320*	0,10500***	0,03290*
Digitale Transformation: IT ohne Produktionsbezug	0,08360***	-0,06340***	0,17700***	0,10100***
Virtual Reality / Augmented Reality	0,06050***	0,02170	0,10500***	0,07110***
Künstliche Intelligenz / Maschinelles Lernen	0,04750**	-0,00974	0,11300***	0,08510***
BigData / Date Analytics	0,08240***	-0,05430*	0,15800***	0,07430***
Robotic Process Automation (RPA)	0,02100	-0,08050**	0,06680***	0,01980
Ökologische Transformation: Neue Antriebstechnologien	0,10600***	-0,02700	0,13100***	0,06490***
Neue Antriebstechnologien	0,10200***	-0,00313	0,07300***	-0,00833
Autonomes Fahren	0,08300***	-0,03080*	0,08800***	0,08160***
Ladetechnologien/-infrastruktur	0,05850***	-0,000815	0,06680***	0,03000
Emobility Geschäftsmodelle	0,03580*	-0,02260	0,12100***	0,08570***
Doppelte Transformation (Digitalisierung und Ökologie)	0,13100***	-0,03830*	0,11300***	-0,01290
Digitale Transformation	0,17700***	-0,02410	0,04200**	-0,12100***
Ökologische Transformation	0,10600***	-0,02700	0,13100***	0,06490***

Anmerkung: Signifikanzniveau: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001

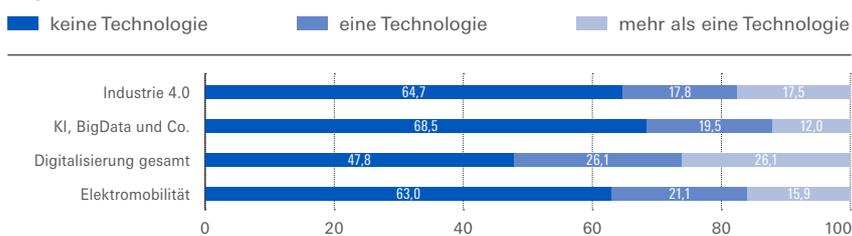
Quelle: Eigene Berechnungen

WSI Mitteilungen

ABBILDUNG 2

Anteil der Beschäftigten mit Transformationstechnologien

Angaben in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen

WSI Mitteilungen

sich: Die Technologienutzung am Arbeitsplatz hat wenig mit individuellen Präferenzen zu tun.

Die bisherige Darstellung ergibt wegen Mehrfachnennungen nur eine erste Annäherung. Interessant ist zudem, wie viele Beschäftigte mit gar keinen oder mehreren der Zukunftstechnologien befasst sind. Dazu wurden kategoriale Variablen gebildet. *Abbildung 2* zeigt die Anteile jeweils für Beschäftigte, die bislang jeweils mit keiner, lediglich einer oder mehr als einer der Technolo-

gien konfrontiert sind. Die Balkengrafik zeigt die Anteile jeweils für die drei Technologiedimensionen einzeln Industrie 4.0 (5 Technologien), IT (4) und Elektromobilität (4), sowie gebündelt für die Digitalisierung insgesamt (9) und alle Technologien für die doppelte Transformation (13). Am stärksten kommt die Digitalisierung schon in der Breite an: mehr als die Hälfte (52,2%) haben mit mindestens einer der digitalen Zukunftstechnologien bereits am Arbeitsplatz zu tun. Die Einzelbetrachtungen zeigen, dass Industrie 4.0 sich in der Breite etwas mehr findet als die anderen IT-Technologien: 35,3% erleben mindestens eine der Industrie 4.0 Technologien am Arbeitsplatz und 31,5% mindestens eine der anderen IT-Technologien. Elektromobilität spielt für 63% der Beschäftigten am Arbeitsplatz aktuell noch keine Rolle, für 37% aber kommt sie in mindestens einer ihrer Facetten bereits am Arbeitsplatz an. Bildet man Mittelwerte<sup>9</sup> aus den Angaben zeigt sich: es gibt kleinere Anteile von Beschäftigten, die vielfäl-

9 Für die fünf Industrie 4.0-Technologien liegt der Mittelwert bei 0,67 (SD 1,127), bei den vier IT-Technologien MW = 0,49 (SD 0,846). Alle neun Technologien der Digitalisierung gemeinsam zeigen MW = 1,60 (SD 1,552), die vier Technologien der Elektromobilität haben einen MW = 0,65 (SD 1,047), alle 13 Technologien der doppelten Transformation einen Mittelwert von MW = 1,80 (SD 1,958).

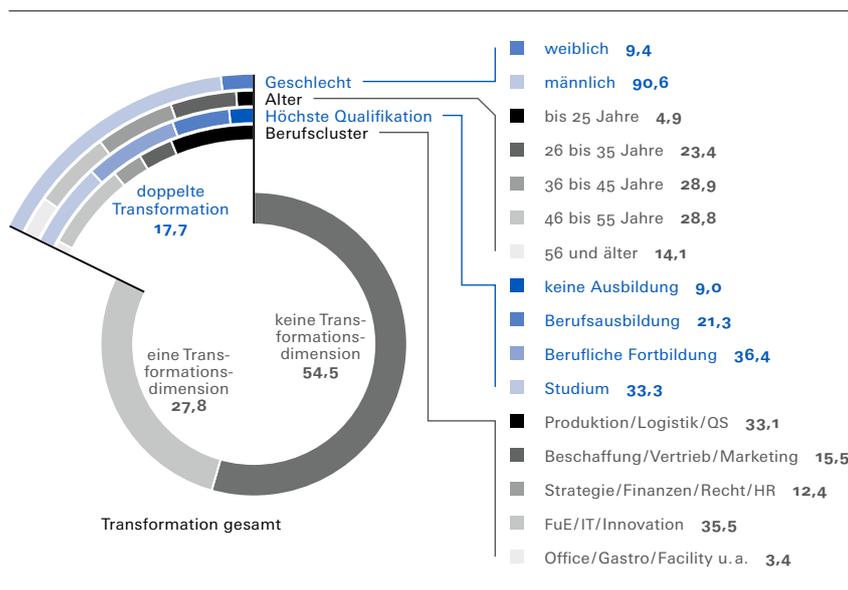
tig von beiden Transformationen betroffen sind und deutlich größere Anteile, bei denen die Transformation(en) noch nicht am Arbeitsplatz spürbar sind.

Abbildung 3 macht deutlich: Insgesamt hat mit 54,5% mehr als die Hälfte der Befragten mit keiner der 13 abgefragten Technologiefacetten etwas zu tun. Betrachten wir nun ausschließlich die Gruppe der 17,7%, die von beiden Transformationen mit mindestens je einer Technologie befasst sind – wer diese sind, zeigen die Ringdarstellungen im unteren Bereich von *Abbildung 3*. Mit 90,6% gegenüber 9,4% sind die doppelt Transformierenden ganz überwiegend männlich und in der Tendenz älter: nur 4,9% der doppelt Transformierten sind 25 Jahre oder jünger, weitere 23,4% zwischen 26 und 35 Jahren alt – mit 28,8% und 14,1% ist eine größere Gruppe 46 Jahre und älter. Betrachtet man nur die doppelt Transformierenden, dann sind die beruflich Aus- (21,3%) und beruflich Fortgebildeten (36,4%) gegenüber 33,3% akademisch Qualifizierten in der deutlichen Mehrheit. Unter den doppelt Transformierten dominieren zudem mit 35,5% FuE/IT/Innovation und 33,1% Produktion/Logistik/Qualitätssicherung die technisch geprägten Berufscluster vor den administrativen, unterstützenden und marktbezogenen Berufen. Immerhin 42,9% der Beschäftigten mit doppeltem Transformationsbezug sind 46 Jahre oder älter und 66,7% von ihnen haben keine akademische Ausbildung. Die doppelte Transformation wird also auch deutlich von älteren und beruflich Qualifizierten umgesetzt.

ABBILDUNG 3

**Beschäftigte mit doppeltem Transformationserlebnis**

Angaben in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen

WSI Mitteilungen

## 5 Technologie am Arbeitsplatz: Die doppelte Transformation „in the making“

Die vorgestellten Zahlen zeigen: Im Nebeneinander von Alt und Neu haben nicht alle Beschäftigten mit beiden Transformationen gleichermaßen zu tun und zudem zeigen sich technologisch die Grenzen zwischen den beiden Transformationen Digitalisierung und Elektromobilität als fließend. Bei den einen kommt die Transformation einfach oder doppelt an, bei anderen gar nicht. Dies erklärt sich stärker aus inhaltlich-strukturellen, also branchenspezifischen Gründen denn aus individueller Zögerlichkeit oder Beweglichkeit. Auf diese Ebene zielt allzu oft der Diskurs, als wäre es eine nur individuelle Entscheidung, wieviel „Zukunft“ man sich am eigenen Arbeitsplatz wünscht. Was diese Zahlen nicht zeigen: Beschäftigte sind nicht nur von Transformation(en) „betroffen“ – dort wo die Transformation(en) technisch am Arbeitsplatz ankommen, sind es die Beschäftigten, die die Transformation bewegen, mit Leben füllen und „machen“. Eher dort, wo sich das Neue gar nicht zeigt, könnte eine negative Betroffenheit dahinterstecken; z. B. für die, die noch

lange mit dem Verbrenner arbeiten oder für ihn entwickeln und genau dafür aktuell gebraucht werden und deswegen keine Chance kriegen, sich rechtzeitig in zukunfts-trächtigere Technologiebereiche zu verändern oder weiterzuentwickeln.

Inwieweit die Digitalisierung am Arbeitsplatz eine transformative Kraft entfaltet, wird hier bewusst nicht an den Tätigkeiten festgemacht, sondern an den eingesetzten Technologien. Insbesondere die Digitalisierung kann sowohl Arbeitsmittel wie auch Arbeitsgegenstand sein. Wer etwa Change-Prozesse organisiert, um RPA in weitere Unternehmensbereiche zu bringen, nutzt RPA selbst vielleicht kaum oder gar nicht, ist aber am Arbeitsplatz sehr konkret von dieser Technologie berührt. Gefragt wurde daher in dieser Erhebung bewusst nicht die Nutzungshäufigkeit, sondern ob bestimmte Technologien am Arbeitsplatz schon angekommen sind. Da es sich um Mehrfachnennungen handelt, sind zudem die bei allen Einzeltechnologien durchgängig höheren „Nein“-Anteile nicht als – schon gar nicht individuelle – Verweigerung zu deuten. Manche Technologien sind an manchen Arbeitsplätzen sachlich schlicht nicht sinnvoll einsetzbar, daher ist nicht anzunehmen, dass eine Mehrheit der Beschäftigten vor allem oder sogar ausschließlich nur mit dem Neuen arbeitet. Schließlich bleibt trotz aller ausgerufenen Transformation und Disruption auch zwangsläufig vieles beim Alten, und das Neue bedeutet oft nicht Ersatz des Alten, sondern fungiert als Add-on oder als Durchdringung vorhandener Technik und Prozesse.

Die präsentierten Zahlen sind nicht mehr und nicht weniger als eine deskriptive Momentaufnahme. Sie dokumentieren, dass die Transformationen bereits in einem beeindruckenden Maße an den Arbeitsplätzen ankommen – annähernd die Hälfte der Beschäftigten in der Branche schließlich hat mit mindestens einer Transformationstechnologie zu tun. Angesichts der Komplexität der doppelten Transformation findet sich für die deutsche Automobilwirtschaft noch vor wenigen Jahren die Diagnose einer „Transformation by Disaster“ (Bormann et al. 2018, S. 5): Übliche Verfahrensweisen und Arrangements würden obsolet und es sei eine „organisationskulturelle Zerrissenheit der Branche zwischen vollmundigen Ankündigungen und internem Verharren in oft erstarrten Unternehmenshierarchien“ zu beobachten, die dem Modus „Transformation by Design“ weichen müsse (ebd.). Erstarrung lässt sich mit dem hier präsentierten arbeits- und technologieorientierten Blick nicht belegen. ■

## LITERATUR

- Acemoglu, D. / Restrepo, P.** (2019): Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. National Bureau of Economic Research (NBER): Working Paper 25684, Cambridge, <http://www.nber.org/papers/w25684>
- Arntz, M. / Gregory, T. / Zierahn, U.** (2018): Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen, Mannheim
- Bauer, W. / Riedel, O. / Herrmann, F. / Beinbauer, W. / Bormann, D. / Hertwig, M. / Mack, J. / Potinecke, T. / Praeg, C.-P. / Rally, P.** (2020): Beschäftigung 2030. Auswirkungen von Elektromobilität und Digitalisierung auf die Qualität und Quantität von Beschäftigung, Stuttgart
- Bauer, W. / Riedel, O. / Herrmann, F. / Bormann, D. / Sachs, C.** (2018): ELAB 2.0. Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland, Stuttgart
- Bernardt, F. / Helmrich, R. / Hummel, M. / Parton, F. / Schneemann, C. / Steeg, S. / Ulrich, P. / Zika, G.** (2022): „MoveOn“ IV: Effekte eines veränderten Mobilitätsverhaltens auf die Erwerbstätigkeit aus regionaler Perspektive, in: IAB-Forschungsbericht, 1/2022, S. 37
- Boes, A. / Ziegler, A.** (2021): Umbruch in der Automobilindustrie. Analyse der Strategien von Schlüsselunternehmen an der Schwelle zur Informationsökonomie, München
- Bonin, H. / Gregory, T. / Zierahn, U.** (2015): Übertragung der Studie von Frey / Osborne (2013) auf Deutschland. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW): Kurzepertise Nr. 57, Berlin
- Bormann, R. / Fink, P. / Holzapfel, H.** (2018): Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Transformation by Disaster oder by Design? Friedrich-Ebert-Stiftung: WISO DISKURS 03/2018, Bonn
- Bosch, G.** (2022): Arbeitspolitik in der Transformation: Soziale Härten vermeiden. Eine Studie im Rahmen des Projekts „Sozial-ökologische Transformation der deutschen Industrie“. Rosa-Luxemburg-Stiftung: ONLINE-Studie 7/2022 Berlin
- Brynjolfsson, E. / McAfee, A.** (2014): The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, New York / London
- Bundesagentur für Arbeit** (2020): Klassifikation der Berufe 2010 – KldB 2010 – überarbeitete Fassung 2020
- Bundesagentur für Arbeit** (2021): Beschäftigte nach soziodemografischen Merkmalen. WZ29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen für den Stichtag 30.06.2021, <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Branchen-im-Fokus/Branchen-im-Fokus-Nav.html>
- Deming, W. E. / Stephan, F. F.** (1940): On a Least Squares Adjustment of a Sampled Frequency Table When the Expected Marginal Totals are Known, in: The Annals of Mathematical Statistics 11, S. 427–444
- Dolata, U.** (2011): Soziotechnischer Wandel als graduelle Transformation, in: Berliner Journal für Soziologie, 21 (2), S. 265–294
- Felser, K. C.** (2021): The Impact of Digital Technologies on IT Sourcing Strategies in the German Automotive Industry, in: Wynn, M. G. (Hrsg.): Handbook of Research on Digital Transformation, Industry Use Cases, and the Impact of Disruptive Technologies, S. 383–408
- Fernández-Macías, E. / Hurley, J.** (2014): Drivers of Recent Job Polarisation and Upgrading in Europe: Eurofound Jobs Monitor 2014, Luxemburg
- Frey, C. B. / Osborne, M. A.** (2017): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?, in: Technological Forecasting and Social Change, 114, S. 254–280
- Gabler, S. / Ganninger, M.** (2010): Gewichtung, in: Wolf, C. / Best, H. (Hrsg.): Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse, Wiesbaden, S. 143–164
- Haipeter, T.** (2019): Interessenvertretung bei Volkswagen: Neue Konturen einer strategischen Mitbestimmung, Hamburg
- Hirsch-Kreinsen, H.** (2020): Digitale Transformation von Arbeit: Entwicklungstrends und Gestaltungsansätze, Stuttgart
- Jochum, G.** (2020): Nachhaltigkeit zwischen Sozial- und Technikutopie: Transformationspotentiale der utopischen Diskurse der Moderne, in: Soziologie und Nachhaltigkeit 6 (1), S. 21–48
- Krzywdzinski, M.** (2020): Automatisierung, Digitalisierung und Wandel der Beschäftigungsstrukturen in der Automobilindustrie. Eine kurze Geschichte vom Anfang der 1990er bis 2018. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB): Discussion Paper SP III 2020–302, Berlin
- Lempp, M. / Siegfried, P.** (2022): Characterization of the Automotive Industry, in: Lempp, M. / Siegfried, P. (Hrsg.): Automotive Disruption and the Urban Mobility Revolution: Rethinking the Business Model 2030, Cham, S. 7–24
- Lüthje, B.** (2022): Foxconnisation of Automobile Manufacturing? Production Networks and Regimes of Production in the Electric Vehicle Industry in China, in: Teipen, C. / Dünhaupt, P. / Herr, H. / Mehl, F. (Hrsg.): Economic and Social Upgrading in Global Value Chains: Comparative Analyses, Macroeconomic Effects, the Role of Institutions and Strategies for the Global South, Cham, S. 311–334
- Mönning, A. / Schneemann, C. / Weber, E. / Zika, G. / Helmrich, R.** (2018): Elektromobilität 2035. Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Personenkraftwagen. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung: IAB-Forschungsbericht 8/2018, Nürnberg
- Möreke, M.** (2021): Mit qualifizierter Mitbestimmung Transformationsprozesse gestalten und gute Arbeit sichern, in: Schnell, C. / Pfeiffer, S. / Hardenberg, R. (Hrsg.): Gutes Arbeiten im digitalen Zeitalter, Frankfurt a. M. / New York, S. 239–254
- Pfeiffer, S.** (2017): The Vision of „Industrie 4.0“ in the Making – a Case of Future Told, Tamed, and Traded, in: Nanoethics 11 (1), S. 107–121
- Pfeiffer, S.** (2018): The ‘Future of Employment’ on the Shop Floor: Why Production Jobs are Less Susceptible to Computerization than Assumed, in: International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET) 5 (3), S. 208–225
- Pfeiffer, S.** (2021): Digitalisierung als Distributivkraft: Über das Neue am digitalen Kapitalismus, Bielefeld
- Pfeiffer, S. / Autor\*innenkollektiv** (2023): Arbeit und Qualifizierung 2030 – Highlights. Auszüge einer Momentaufnahme aus dem Maschinenraum der dualen Transformation: Transformationserleben – Transformationsressourcen – Transformationsbereitschaft, Nürnberg
- Schadt, P.** (2021): Die Digitalisierung der deutschen Autoindustrie: Kooperation und Konkurrenz in einer Schlüsselbranche, Köln
- Schnell, R.** (2018): Warum ausschließlich ‚online‘ durchgeführte Bevölkerungsumfragen nicht ‚repräsentativ‘ sind. Universität Duisburg-Essen: Working Paper 11/2018, Duisburg/Essen
- Schrage, J.-F.** (2021): Digitale Transformation, Bielefeld
- Spath, D. / Bauer, W. / Voigt, S. / Bormann, D. / Herrmann, F. / Brand, M. / Rally, P. / Rothfuss, F. / Sachs, C. / Frieske, B. / Propfe, B. / Redelbach, M. / Dispan, J.** (2012): Elektromobilität und Beschäftigung. Wirkungen der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf Beschäftigung und Standortumgebung (ELAB), Stuttgart

## AUTORIN

**SABINE PFEIFFER**, Prof. Dr., Lehrstuhl für Soziologie (Technik – Arbeit – Gesellschaft) an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Arbeitsschwerpunkte: Digitalisierung, Wandel von Arbeit, doppelte Transformation.

✉ [sabine.pfeiffer@fau.de](mailto:sabine.pfeiffer@fau.de)