



BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Simone Ehrenberg-Silies
Sonja Kind
Wenke Apt
Marc Bovenschulte

Wandel von Berufsbildern und Qualifizierungsbedarfen unter dem Einfluss der Digitalisierung

April 2017
Horizon-Scanning Nr. 2





**Wandel von
Berufsbildern und
Qualifizierungsbedarfen
unter dem Einfluss
der Digitalisierung**



Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse seit 1990 in Fragen des technischen und gesellschaftlichen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Zur Erfüllung seiner Aufgaben kooperiert es seit September 2013 mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, dem IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH sowie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.



Simone Ehrenberg-Silies
Sonja Kind
Wenke Apt
Marc Bovenschulte

**Wandel von
Berufsbildern und
Qualifizierungsbedarfen
unter dem Einfluss
der Digitalisierung**



Büro für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag (TAB)
Neue Schönhauser Straße 10
10178 Berlin

Tel.: +49 30 28491-0
Fax: +49 30 28491-119
buero@tab-beim-bundestag.de
www.tab-beim-bundestag.de

2017

Umschlagbild: © alexlmx/123rf.com, krasnyuk/123rf.com

ISSN-Print 2199-7101
ISSN-Internet 2199-711X



Inhalt

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung | 7 |
| I. Einleitung | 11 |
| II. Methodik | 17 |
| III. Fallstudien | 25 |
| 1. Mechatroniker im Automobilbau | 25 |
| 1.1 Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld | 25 |
| 1.2 Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie) | 26 |
| 1.3 Zukünftige Entwicklung des Berufsbildes in der Automobilindustrie | 27 |
| 1.4 Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Mechatroniker | 35 |
| 1.5 Fazit | 38 |
| 2. Fachinformatiker Systemintegration | 39 |
| 2.1 Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld | 39 |
| 2.2 Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie) | 39 |
| 2.3 Zukünftige Entwicklung des Berufsbildes in der IKT-Dienstleistungsbranche | 40 |
| 2.4 Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Fachinformatiker Systemintegration | 46 |
| 2.5 Fazit | 48 |
| 3. Produktdesigner | 49 |
| 3.1 Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld | 49 |
| 3.2 Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie) | 50 |
| 3.3 Zukünftige Entwicklung der Berufsbilder in der Designwirtschaft | 52 |
| 3.4 Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Produktdesigner | 55 |
| 3.5 Fazit | 58 |
| 4. Industriemechaniker | 58 |
| 4.1 Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld | 58 |
| 4.2 Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie) | 59 |



| | | |
|-------|---|----|
| 4.3 | Zukünftige Entwicklung des Berufsbildes im Maschinenbau | 60 |
| 4.4 | Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Industriemechaniker | 65 |
| 4.5 | Fazit | 68 |
| <hr/> | | |
| IV. | Resümee | 71 |
| <hr/> | | |
| | Literatur | 77 |
| <hr/> | | |
| | Anhang | 80 |
| 1. | Abbildungen | 80 |
| 2. | Tabellen | 80 |

Zusammenfassung

Der Wandel der Arbeitswelt unter dem Eindruck von Digitalisierung und Industrie 4.0 ist eines der zentralen Themen der heutigen Zeit. Es vergeht kaum eine Woche, in der nicht eine Veranstaltung zu diesem Thema durchgeführt oder eine neue Publikation vorgestellt wird und auch die Massenmedien haben das Thema längst für sich entdeckt. Doch trotz des hohen Interesses und der damit verbundenen Diskussionen in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik ist das gefestigte Wissen über die konkreten Auswirkungen auf die Arbeit vergleichsweise überschaubar. Dies gilt mit Blick auf die Quantität der Auswirkungen (Jobgewinne versus Jobverluste durch die Digitalisierung) ebenso wie für die Qualität der Veränderungen (Arbeitsinhalte und damit verbundene Qualifikationen).

Mit dem Horizon-Scanning wird versucht, einen Beitrag zum Schließen der Wissenslücken über die Veränderungen in der Qualität der Arbeit zu leisten. Ausgangspunkt ist dabei die oftmals postulierte Vermutung, dass die Digitalisierung zu einer deutlichen Differenzierung und Zunahme von Berufen und Berufsbildern führen wird – im Extremfall werden eigene Berufe wie Drohnenoperator erwartet. Wenngleich sicher ist, dass es in Zukunft zu einer Zunahme von Funktionen kommen wird, geht damit nicht notwendigerweise eine Zunahme an (Lehr-)Berufen einher. So ist auch heute der Callcenteragent eher eine Tätigkeit mit entsprechendem Aufgaben- und Verantwortungsbereich, aber längst noch kein eigenständiges Berufsbild; ähnlich wird es sich vermutlich mit dem genannten Drohnenoperator verhalten.

Für die prospektive Untersuchung wurden vier Lehrberufe ausgewählt, die eine starke Nähe zur Digitalisierung besitzen und in denen schon heute entsprechende Technologien genutzt werden oder diese sogar zur Grundlage haben: Der Mechatroniker, der Industriemechaniker, der Fachinformatiker Systemintegration und der Technische Produktdesigner. Für diese wie für alle anderen gut 300 dualen Lehrberufe existieren bundesweit einheitliche Ausbildungsordnungen (betrieblicher Anteil) und Rahmenlehrpläne (berufsschulischer Anteil), aus denen die Lehr- und Lerninhalte hervorgehen und anhand derer sich folglich ein Abgleich mit den heutigen und zukünftigen Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen vornehmen lässt. Um die zukünftigen Kompetenzanforderungen zu ermitteln, wurde ein expertenbasierter Foresightansatz gewählt, der von den zu erwartenden Änderungen in den mit den vier ausgewählten Berufen korrespondierenden Sektoren/Industrien ausgeht.

Im Ergebnis der vier betrachteten Berufe zeigt sich einheitlich, dass sich diese zwar in ihren Inhalten und Schwerpunkten weiterentwickeln, es aber voraussichtlich keine Auf- und Abspaltung geben wird. Das bedeutet, dass sich die

wesentlichen Änderungen aufgrund der Digitalisierung innerhalb etablierter Berufe vollziehen werden. Dieser Entwicklung kommt zugute, dass die Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrpläne viel Raum lassen, firmenspezifische Fokussierungen vorzunehmen, ohne dabei die Einheitlichkeit der übergreifenden Rahmensetzung infrage zu stellen. Hinzu kommt, dass die Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrpläne technikneutral formuliert sind. Auf diese Weise ist es möglich, neue Technologien wie etwa den 3-D-Druck aufzunehmen, ohne die Verfasstheit des Berufsbilds ändern zu müssen. Dieses hohe Maß an Offenheit und Flexibilität ist ein Grund dafür, dass sich die Zahl der Lehrberufe nur langsam erhöht, während es in der akademischen Bildung mit Einführung von Bachelor und Master zu einer regelrechten Explosion neuer Studiengänge kam.

Übergreifend für alle vier untersuchten Lehrberufe wurden die folgenden Kompetenzen als zentral für die (digitale) Zukunft identifiziert:

Kenntnisse über Produktionsprozesse, Betrieb, Markt und Kunden: Da durch die fortschreitende Digitalisierung immer mehr auswertbare Maschinendaten zur Verfügung stehen, werden Berufstätige dieser Berufe in Zukunft lernen müssen, diese mit geeigneten Tools (Werkzeuge/Programme/Geräte) zum Zweck der Prozessoptimierung und -analyse auszuwerten und zu nutzen. Auch für den Fachinformatiker Systemintegration und den Technischen Produktdesigner wird es wichtiger, sich mit der Analyse und Optimierung von Produktionsprozessen auszukennen, wenngleich es sich bei diesen beiden Berufen eher um eine Schnittstellen- als um eine Kernkompetenz handelt.

Übersichtskompetenz: Diese Kompetenz knüpft an das Prozessverständnis für die Produktionsprozessanalyse an, bewegt sich jedoch auf einer höheren Aggregationsebene. Im Fokus steht das Grundverständnis des gesamten Wertschöpfungsprozesses. Dies schließt die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen im Verlauf der Produktentwicklung genauso ein wie den Kundenservice nach Verkauf des Produkts.

Interdisziplinäre Kompetenz: Durch die stärkere Vernetzung der Produktion durch Digitalisierung geraten Beschäftigte immer häufiger in Situationen, in denen sie mit Personen mit anderem Ausbildungshintergrund interdisziplinär Problemlösungen erarbeiten müssen.

Entwicklungskompetenz: Diese umschreibt die Fähigkeit, ein Produkt zu entwickeln (Konzipierung im Gegensatz zu Herstellung) bzw. ein Verständnis vom Entwicklungsprozess zu haben. Mit fortschreitender Digitalisierung wird die Produktentwicklung zunehmend datenbasiert und in stark iterativen Entwicklungszyklen verlaufen, sodass auch entwicklungsferne Berufe immer stärker in vorgelagerte Prozesse einbezogen werden.

Informationsmanagement: Das Informationsmanagement beschreibt die Fähigkeit, aus Daten Schlüsse ziehen zu können. Da im Zuge der Digitalisierung

in jedem Prozessschritt der Fertigung und später oftmals ebenso bei der Nutzung durch den Kunden Daten generiert werden, müssen aus diesen relevante Informationen im jeweiligen Nutzungskontext erzeugt werden.

Kommunikationsfähigkeit: Die Fähigkeit zur sach- und adressatengerechten Kommunikation wird sowohl innerbetrieblich (Austausch z.B. mit fachfremden Kollegen oder Vorgesetzten, siehe auch interdisziplinäres Verständnis) als auch außerbetrieblich an Bedeutung gewinnen. Dazu gehören auch Mehrsprachigkeit (Englisch) und interkulturelle Kompetenz.

Neben diesen übergreifenden Kompetenzen zeichnet sich jedes der hier untersuchten Berufsbilder durch spezifische Erfordernisse aus. Dabei handelt es sich oftmals jedoch um die im Wortsinne handwerklichen Fähigkeiten des jeweiligen Berufs, die unabhängig von der Digitalisierung von Bedeutung sind. Das legt den Schluss nahe, dass im Zuge der Digitalisierung der Umfang der Kompetenzen zunimmt und die neuen Kompetenzen die alten nicht umfassend ersetzen, wenngleich – wie stets im fortwährenden Verlauf des technischen Fortschritts – bestimmte Inhalte auch hier an Bedeutung verlieren.



Einleitung

I.

Die Digitalisierung hat massive Auswirkungen auf die Arbeits- und Produktionsprozesse und damit auf die Arbeitswelt und Gesellschaft. Neben Fragestellungen, die sich um Konzepte wie mobiles Arbeiten oder um neue Beschäftigungsmodelle wie Cloudworking und Crowdfunding ranken, wird in Wissenschaft und Gesellschaft auch darüber diskutiert, wie sich das Aufgabenspektrum und die Arbeitsweisen von Beschäftigten unter dem Einfluss der fortschreitenden Digitalisierung verändern und welche Auswirkungen dies auf die Kompetenzanforderungen der Beschäftigten hat.

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) ist aufgrund der Aktualität der Thematik vom Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung mit einem Projekt zum Thema »Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt« beauftragt worden. Im TA-Projekt wurde auf Basis verschiedener Expertengutachten und eines Horizon-Scannings versucht, die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Art und Qualität von Beschäftigungsverhältnissen sowie die damit einhergehenden Potenziale und Problemlagen für Beschäftigte in Deutschland übergreifend darzustellen. Im Fokus standen dabei zwei exemplarische Branchen aus den Bereichen Produktion und Dienstleistung – die Automobilindustrie und die IKT-Dienstleistungsbranche. Im TAB-Arbeitsbericht Nr. 174 »Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt« (TAB 2017) wurden aus übergreifender Perspektive die branchenspezifischen Potenziale und Problemlagen analysiert, die sich aus der fortschreitenden Digitalisierung sowohl für Beschäftigte als auch Unternehmen ergeben, und es wurden politische wie auch gesellschaftliche Handlungsfelder identifiziert.

Der Schwerpunkt des vom Kooperationspartner VDI/VDE-IT durchgeführten und hier nun in Gänze vorgestellten Horizon-Scannings lag auf dem Wandel von Berufsbildern durch den Einfluss der Digitalisierung. Als zentrales Element wurden Fallstudien zu Berufsbildern in den Fokusbranchen IKT-Dienstleistungen (Fachinformatiker Systemintegration) und Automobilwirtschaft (Mechatroniker) sowie ergänzend Designwirtschaft (Technischer Produktdesigner) und Maschinenbau (Industriemechaniker) erarbeitet. Eine komprimierte Auswertung des Horizon-Scannings ist in die Branchendarstellungen im TAB-Arbeitsbericht Nr. 174 eingeflossen.

Ausgangslage

Trotz der Aktualität der Thematik wird der Wandel von Berufsbildern in wissenschaftlichen Untersuchungen kaum oder nur abstrakt beschrieben. Bei ei-



nem Großteil der veröffentlichten Studien wird lediglich auf allgemeiner Ebene benannt, welche Kompetenzen in der Zukunft von Bedeutung sein könnten; sie basieren im Wesentlichen auf Befragungen von Experten oder Unternehmen.

So heißt es beispielsweise in den Umsetzungsempfehlungen des Arbeitskreises Industrie 4.0 der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), die im Jahr 2013 an die Bundesregierung übergeben wurden, im Hinblick auf die Kompetenzanforderungen in den kreativen Bereichen eines Unternehmens wie der »interdisziplinären Produkt- und Prozessentwicklung«, dass »vollständig neue Qualifikationen« erforderlich wären (Forschungsunion acatech 2013, S.5 ff.). Etwas präziser fällt der Befund zu den veränderten Kompetenzanforderungen an die IT-Fachkräfte aus. Diese müssten in der Lage sein, Anwendungsbedarfe in ihren Kundenbranchen zu identifizieren und mit Entwicklungspartnern weltweit zusammenzuarbeiten. Diese Fachkompetenzen würden in der Industrie 4.0 höher gewichtet als »rein technologisches fundiertes Spezialistentum« (Forschungsunion acatech 2013, S.5 ff.). Weitere zentrale Kompetenzen für Beschäftigte wären »Überblickswissen und das Verständnis für das Zusammenspiel aller Akteure im Produktionsprozess«, Metakognitionskompetenzen (Reflexion und Bewusstsein für das eigene Wissen), soziale Kompetenzen sowie die Fähigkeit, interdisziplinär zusammenarbeiten zu können, da Arbeit in der Industrie 4.0 verstärkt abteilungs- und disziplinenübergreifend organisiert ist (Forschungsunion acatech 2013, S.5 ff.).

Zu ähnlichen Schlussfolgerungen, vor allem im Hinblick auf die Prozesskompetenz, gelangen die Autoren einer Studie vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation (FhG-IAO) (Schlund et al. 2014, S.8).¹ Mit der Automobilindustrie und dem Maschinenbau standen zwei Branchen im Fokus der Studie, die neben der Designwirtschaft und der Branche IKT-Dienstleistung auch die Hintergrundfolien für dieses Horizon-Scanning bilden. Laut FhG-IAO werden für Produktionsmitarbeiter neben IT-Kompetenzen vor allem Kompetenzen wichtiger, die es den Beschäftigten erlauben, »Prozessverantwortung zu übernehmen, diese weiterzuentwickeln sowie in vernetzten und domänenübergreifenden Prozessen zu denken und zu handeln« (Schlund et al. 2014, S.2 ff.). Im Einzelnen (in der Reihenfolge der abnehmenden Bedeutung) umfasst dies die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen, stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln, die Fähigkeit zum permanenten Austausch mit

1 In der Studie vom FhG-IAO wurden 518 Produktionsverantwortliche und Geschäftsführer von deutschen Industrieunternehmen zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsgestaltung und -organisation befragt: 29 % der Befragten kamen aus der Automobilindustrie, 24 % aus dem Maschinen- und Anlagenbau, 8 % aus der Elektrotechnik, 7 % aus der Luftfahrtindustrie, 4 % jeweils aus der Konsumgüter und Kunststoffindustrie und 20 % gehörten anderen Branchen an (Schlund et al. 2014, S. 8).

Maschinen und vernetzten Systemen, die aktive Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen, höheres Systemwissen (Kenntnisse des Gesamtprozesses und seiner Steuerung), Beherrschung zunehmender komplexer Arbeitsinhalte, stärkere Steuerung der Kommunikation, die Fähigkeit zur Tätigkeit mit mehreren indirekten Kontakten innerhalb und außerhalb des Unternehmens, stärkere strukturelle Mitwirkung und Gestaltung von Innovationsprozessen, zunehmende Koordination von Arbeitsabläufen, die Fähigkeit zur Tätigkeit mit wenigen direkten unmittelbaren Kontakten zu Kollegen der gleichen Schicht bzw. Linie, die Fähigkeit, Entscheidungen eigenverantwortlich zu treffen und soziale Kompetenzen aufzubauen (Schlund et al. 2014, S. 2 ff.).

Im IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung aus dem Jahr 2014 (Schlotböller 2014) treten Kompetenzen im Bereich IT-Sicherheit und Datenschutz in den Vordergrund. Aber auch das Prozessverständnis wird erneut hervorgehoben (Schlotböller 2014, S. 2).² Aus Sicht der antwortenden Unternehmen ist der Qualifizierungsbedarf ihrer Mitarbeiter vor allem im Bereich IT-Sicherheit (61 %) besonders hoch. Dies wird mit der hohen Empfindlichkeit digitalisierter Fertigungsprozesse für Hackerangriffe und mit den hohen Sicherheitsanforderungen an einen unternehmensübergreifenden Datenaustausch begründet (Schlotböller 2014, S. 16 f.). Eine ähnlich hohe Bedeutung (60 %) messen die Unternehmen Kompetenzen im Umgang mit spezifischen IT-Systemen bei. Da unternehmensinterne Prozesse zunehmend durch IT-Systeme unterstützt werden, müssen Beschäftigte in der Lage sein, diese Systeme zu verstehen, an ihrer Optimierung mitzuwirken und sie vor Schaden zu schützen (z.B. durch die Bewertung der Qualität von Datenquellen) (Schlotböller 2014, S. 16 ff.). Ebenfalls als relevant eingeschätzt werden auch in dieser Studie Kompetenzen im Bereich Prozess-Know-how und -gestaltung, ohne dass erläutert wird, was dies beispielsweise genau für Beschäftigte in der industriellen Produktion bedeutet (Schlotböller 2014, S. 16 u. 18). Als weitere wichtige Kompetenzfelder für die digitalisierte Wirtschaft 4.0 werden Datenschutz (49 %), eCommerce, Onlinemarketing und Kundenbeziehungsmanagement (43 %) sowie Social Media (31 %) genannt (Schlotböller 2014, S. 16); die beiden letztgenannten Kompetenzfelder werden vor allem von Handelsunternehmen als wichtig gewertet (Schlotböller 2014, S. 18).

Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (Hackel et al. 2015) zielt im Unterschied zu den bereits zuvor genannten Studien auch auf diagnostische und wissenschaftliche Kompetenzen ab. Untersucht wurde, wie sich der technologi-

2 In der Umfrage wurden 1.849 Unternehmen zum Stand der Digitalisierung in ihren Organisationen und zu deren Auswirkungen sowie zu Herausforderungen befragt, die sich aus der Digitalisierung ergeben. Der überwiegende Teil der Antworten stammt von Unternehmen aus der Industrie (27 %), gefolgt von sonstigen Dienstleistungen (22 %) und dem Handel (20 %) (Schlotböller 2014).



sche Wandel in den Themenfeldern Leichtbau, Energiewende, Biotechnologie, Laserbearbeitung und Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) auf die Qualifikations- und Kompetenzanforderungen bei Facharbeitern auswirkt. Hinsichtlich der Verbreitung der Automatisierungstechnik in der Fertigung, die gemeinhin unter dem Begriff der Digitalisierung eingeordnet wird, schlussfolgern die Autoren, dass in Zukunft die folgenden Qualifikationen und Kompetenzen verstärkt nachgefragt werden: die Fähigkeit zur Fehlersuche und Störungsbehebung an Steuerungsanlagen sowie steuerungstechnisches Know-how im Allgemeinen (dies gilt insbesondere für industrielle Elektro- und weitere Produktionsberufe), Materialkenntnisse, Kenntnisse zu Prozess- und Systemzusammenhängen (Wissen um den Beitrag der eigenen Tätigkeit zum Fertigungsprozess) sowie Lese- und Schreibfähigkeit »im Sinne einer berufsspezifischen Form von (scientific) Literacy«, um die für die Automatisierung zentrale Dokumentation von unterschiedlichen Prozessparametern sachgerecht durchführen zu können (Hackel et al. 2015, S. 23). Ebenfalls wird auch auf Facharbeiterebene die Bedeutung von Kompetenzen im Bereich Informationsbeschaffung und Erschließung zunehmen, um sich selbst neues technologisches Wissen aneignen zu können und neue Technologien für ihren spezifischen Anwendungskontext im Unternehmen anpassen zu können. Zu guter Letzt werden Team- und Kommunikationsfähigkeit genannt, um den Erfordernissen der unternehmensinternen und unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit gerecht zu werden (Hackel et al. 2015, S. 23).

Auch die Ergebnisse von genuinen Foresightstudien liegen im Wesentlichen im Spektrum der bereits genannten Qualifikationsanforderungen für die Zukunft. Die UK Commission for Employment and Skills (2014, S. 94 ff.) definiert allgemeine Qualifikationsanforderungen, die für die zukünftige digitalisierte Arbeit notwendig sind. Für die Branche Unternehmens- und Fachdienstleistungen sind dies interkulturelle Fähigkeiten, kreatives und kritisches Denken, analytische sowie designerische Fähigkeiten, Recherchefähigkeiten, Kompetenzen im Bereich Datenanalyse, Komplexitäts- und Risikomanagement sowie Kenntnisse im rechtlichen Bereich, da der Schutz geistigen Eigentums in wissensbasierten Ökonomien immer wichtiger werde. In der Branche Kreativwirtschaft und Digitales werden Programmierkenntnisse hervorgehoben, genauso wie Fähigkeiten im Bereich Datenmanagement, -analyse und -visualisierung, Konstruktion, ethnografische Produkt- und Innovationsfähigkeiten (die Anpassung an spezifische soziokulturelle Kontexte), Cybersicherheit und digitale Forensik (Sicherung digitaler Spuren bei verdächtigen Vorfällen im IT-System) sowie die Fähigkeit zur Präsentation komplexer Daten und die Fähigkeit zum interdisziplinären Denken, um Nutzeranforderungen zu verstehen (UK Commission for Employment and Skills 2014, S. 100 ff.). In der Produktionsbranche gewinnen Ingenieurwissen sowie spezielle Qualifikationen (z. B. Kenntnisse in biomed-

zinscher Technik) an Bedeutung. Es wird eine höhere Nachfrage nach Personen mit multidisziplinären technischen und kaufmännischen Fähigkeiten und Fähigkeiten im Management entstehen. Da die Fertigung durch Dritte zunimmt, werden laut Bericht auch Kompetenzen im Vertragsmanagement wichtiger. Darüber hinaus werden zukünftig verstärkt Qualifikationen im Bereich der Konzeption von neuen Produktionsprozessen, der technischen und betriebswirtschaftlichen Beratung zur Eignung von additiven und konventionellen Fertigungsverfahren für den jeweiligen Produktionsprozess und Kompetenzen in den Bereichen Design, Simulation und Datenanalyse nachgefragt. Spezialisierte Facharbeiter bräuchten Know-how zu Instandhaltungsfragen, Problemlösungskompetenzen und ein generelles Prozessverständnis zu den Abläufen in ihrer eigenen Firma (UK Commission for Employment and Skills 2014, S. 99 f.).

Aus den beschriebenen Studien, die von ihrer Methodik und Ergebnistiefe exemplarisch für das Untersuchungsfeld stehen, lässt sich nicht ableiten, wie sich einzelne Berufsbilder unter dem Einfluss der Digitalisierung entwickeln und was die stichwortartig aufgeführten Kompetenzen tatsächlich für die Ausübung des einzelnen Berufs bedeuten. Deshalb wird im Horizon-Scanning ein explorativer, stark expertenbasierter Ansatz verfolgt, bei dem die vermutete zukünftige Entwicklung von Berufsbildern an vier Fallstudien nachvollzogen wird. In diesem Zusammenhang wird auch der Frage nachgegangen, ob die durch die Digitalisierung ausgelösten veränderten Kompetenzanforderungen überhaupt in existierenden Berufen abgebildet werden können oder ob völlig neue Berufsbilder entstehen müssen.



Auswahl von Branchen und Berufen

Mit dem Horizon-Scanning wird exemplarisch die Veränderung von Berufsbildern in vier Branchen untersucht: Automobilindustrie, IKT-Dienstleistungen, Designwirtschaft und Maschinenbau. Am Beispiel von vier Fallstudien zu Berufen dieser Branchen soll dargestellt werden, wie sich Kompetenzanforderungen unter dem Einfluss der Digitalisierung verändern. Den Ausgangspunkt für diese Einschätzung bilden die spezifischen Entwicklungen in den jeweiligen Branchen und ihre Auswirkungen auf Arbeitsweisen, in Zukunft erforderliche Kompetenzen und der damit korrespondierende Wandel von Berufsbildern.

Der Suchraum für das Horizon-Scanning wurde auf Ausbildungsberufe beschränkt, da die duale Berufsausbildung einen der wesentlichen Wettbewerbsfaktoren für den Wirtschaftsstandort Deutschland darstellt. Überdies liegt hier eine geringere Diversität vor. 2015 gab es 325 Ausbildungsberufe im Vergleich zu 16.397 Bachelor- und Masterstudiengänge im Wintersemester 2015/2016 (Statista 2015, 2016a u. 2016b).

Die Auswahl der vier konkreten Fallbeispiele beruht auf Experteninterviews, die im Zuge des Horizon-Scannings durchgeführt wurden. Es wurden gezielt Berufe ausgewählt, die für die jeweilige Branche prägend sind, d. h. Berufe, die sowohl eine große Anzahl an Beschäftigten aufweisen als auch von der Digitalisierung der Branche besonders betroffen sind bzw. den digitalen Wandel widerspiegeln.

Als Fallbeispiel für die Automobilindustrie wurde der Beruf des Mechatronikers gewählt. Dieser ist neben dem KfZ-Mechatroniker, Elektroniker, Industriemechaniker und Fertigungsmechaniker einer der prägenden Berufe für die Automobilindustrie (Interviews Heer u. Tutschner). Darüber hinaus sind Absolventen dieses gefragten Ausbildungsberufes noch in einer Reihe anderer Branchen und Wirtschaftszweige einsetzbar, z. B. im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automatisierungstechnik, im Luft- und Raumfahrzeugbau, in der Informations- und Kommunikationstechnik, in der Medizintechnik und in der Chemieindustrie (Interview Tutschner).

Für die Branche IKT-Dienstleistung wurde von den Experten der Beruf des Fachinformatikers Systemintegration ausgewählt. Er gehört zur Gruppe der vier IT-Ausbildungsberufe (Fachinformatiker Systemintegration, IT-Systemelektro-niker, IT-Systemkaufmann, Informationskaufmann), die seit 1997 existieren (Interview Assenmacher).

Als Fallbeispiel für die Designwirtschaft fungiert der Beruf des Technischen Produktdesigners, der neben dem Mediengestalter Digital und Print (Interviews



Assenmacher u. Hackel) und dem Medienkaufmann Digital und Print zu den zentralen Berufen dieser Branche zählt (Interview Assenmacher).

Als typischer Beruf für den Maschinenbau wurde der Industriemechaniker identifiziert, der neben dem Werkzeugmechaniker, dem Elektroniker Betriebstechnik, dem Mechatroniker, dem Zerspanungsmechaniker, dem Technischen Produktdesigner und dem Technischen Systemplaner zu den prägenden Ausbildungsberufen dieser Branche zählt (Interviews Assenmacher u. Tutschner).

Aus der Aufzählung der prägenden Berufe wird bereits deutlich, dass drei von ihnen nicht nur in einer, sondern gleich in zwei der Untersuchungsbranchen eine große Bedeutung haben. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass Personen mit einer bestimmten Berufsausbildung in Abhängigkeit von der Branche und dem jeweiligen Unternehmen für unterschiedliche Tätigkeiten eingesetzt werden können. Eine Betrachtung des Wandels von Kompetenzanforderungen am Beispiel von Berufen auf Branchenebene, wie sie in diesem Horizon-Scanning erfolgt, kann nur einen allgemeinen Überblick über Entwicklungen des generellen Berufsbilds geben. Die tatsächliche Veränderung von Kompetenzanforderungen, die der einzelne Berufstätige in seinem spezifischen und individuellen Arbeitsumfeld bewältigen muss, kann davon abweichen.

Material und Quellenbasis

Die Material- und Quellenbasis für die Fallstudien bilden die jeweiligen Verordnungen über die Berufsausbildung aus dem Bundesgesetzblatt, die Rahmenlehrpläne für den Ausbildungsberuf, die Datenbank des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) »Neue und modernisierte Ausbildungsberufe«, die alle Berufe enthält, die seit 2002 in Verantwortung des BIBB entwickelt oder angepasst worden sind, 15 Experteninterviews mit unterschiedlichen Akteursgruppen (Unternehmen, Verbände, Intermediäre, Forschungseinrichtungen) (Tab. II.1) sowie die Ergebnisse des Visual Roadmappings und des Fragebogens zu zukünftigen Kompetenzanforderungen. Zudem wurden die Entwürfe der Fallstudien mit weiteren Experten diskutiert und entsprechend ihren Anregungen modifiziert (Tab. II.2).

Tab. II.1 Interviewpartner

| Name | Organisation | Funktion | Branche | Typ | Interviewdatum |
|---|--|--|---------------------------|------------------|----------------|
| Experte 1 (anonym) | | Lehrstuhlinhaber Technikdidaktik | Automobil- industrie | Forschung | 17.11.2015 |
| Experte 2 (anonym) | | Leiter Bildungs- politik | Automobil- industrie | Unter- nehmen | 17.11.2015 |
| Experte 3 (anonym) | | Lehrstuhlinhaber Designwirtschaft | Design- wirtschaft | Forschung | 13.11.2015 |
| Experte 4 (anonym) | | Qualitäts- management, Entwicklung | IKT-Dienst- leistungen | Unter- nehmen | 9.11.2015 |
| Hartmut Hirsch- Kreinsen/ Michael Maten Hom- pel | Technische Universität Dortmund/ Fraunhofer IML | Professor für Wirtschafts- und Industriesoziolo- gie. Bereich Mate- rialflusssysteme | Maschinen- bau | Forschung | 13.11.2015 |
| Anja Richert | RWTH Aachen | Professorin für agi- les Management an der Fakultät für Maschinenwesen | Maschinen- bau | Forschung | 23.11.2015 |
| Dirk Werner/ Michael Zibrowius | Institut der deutschen Wirtschaft Köln (IW) | Leiter Kompetenz- feld Berufliche Qualifizierung und Fachkräfte | über- greifend | Forschung | 23.11.2015 |
| Herbert Tutschner | BIBB – Bun- desinstitut für Berufs- bildung | Arbeitsbereich 4.4. Elektro-, IT und naturwissenschaft- liche Berufe | über- greifend | intermediär | 10.11.2015 |
| Michael Assenma- cher | Deutscher Industrie- und Han- delskam- mertag e.V. | Referatsleiter Technische Berufe | über- greifend | intermediär | 16.11.2015 |
| Monika Hackel | BIBB – Bun- desinstitut für Berufs- bildung | Arbeitsbereich 4.2 Kaufmännische Berufe, Berufe der Medienwirtschaft und Logistik | Design- wirtschaft | intermediär | 12.11.2015 |
| Oskar Heer | Daimler AG | Leiter Arbeits- politik | Automobil- industrie | Unter- nehmen | 10.11.2015 |



| Name | Organisation | Funktion | Branche | Typ | Interviewdatum |
|-------------------|---------------------------------------|--|----------------------|-------------|----------------|
| Peggy Stein | Allianz deutscher Designer (AGD) e.V. | Grafikdesign (Druck/Digital) | Designwirtschaft | Fachverband | 19.11.2015 |
| Rolf-Dieter Metka | ondeso GmbH | Geschäftsführer | IKT-Dienstleistungen | Unternehmen | 9.11.2015 |
| Siegfried Czock | Robert Bosch GmbH | Leiter Aus- und Weiterbildung; Abt. C/HPO | Maschinenbau | Unternehmen | 13.11.2015 |
| Stephan Pfisterer | Bitkom e.V. | Bereichsleiter Bildungspolitik u. Arbeitsmarkt | IKT-Dienstleistungen | Fachverband | 23.11.2015 |

Eigene Zusammenstellung

Tab. II.2 Experten für die Validierung der Fallstudien

| Name | Organisation | Funktion | Typ | Fallstudie | Datum |
|-------------------|--------------------------------------|--|--------------|---------------------------------------|------------|
| Ernst A. Hartmann | Institut für Innovation und Technik | Leitung | Beratung | Mechatroniker und Industriemechaniker | 18.02.2016 |
| Sabine Pfeiffer | Universität Hohenheim | Leitung Fachgruppe Soziologie | Forschung | Mechatroniker und Industriemechaniker | 9.03.2016 |
| Mathias Weigert | Kienbaum Management Consultants GmbH | Führungsteam der Personalberatung | Beratung | Fachinformatiker Systemintegration | 14.01.2016 |
| Peter Praikow | ver.di | Leiter Fachgruppe Telekommunikation und Leiter IKT-Projekt | Gewerkschaft | Fachinformatiker Systemintegration | 11.01.2016 |
| Claudia Pelzer | Deutscher Crowdsourcing Verband | Vorstandsvorsitzende | Fachverband | Technischer Produktdesigner | 20.01.2016 |
| Juliane Landmann | Bertelsmann Stiftung | Projektmanager Programm Nachhaltig Wirtschaften | intermediär | Technischer Produktdesigner | 19.01.2016 |

Eigene Zusammenstellung

Innerhalb eines Workshops, der am 1. Dezember 2015 mit zehn Experten (Tab. II.3) durchgeführt wurde, kamen das Visual Roadmapping und ein Kurzfragebogen zum Einsatz.

Tab. II.3 Workshopteilnehmer

| Name | Organisation | Funktion | Branche | Typ |
|-------------------|--|--|---------------------------------|--------------------|
| Romin Heide | Verband Deutscher Industriedesigner | Delegierter der Geschäftsstelle Brandenburg Berlin Mecklenburg-Vorpommern | Designwirtschaft | Fachverband |
| Dorothea Schwabe | BDG Berufsverband der Kommunikationsdesigner | Referatsleiterin Design | Designwirtschaft | Fachverband |
| Andreas Keil | innozentOWL | Clustermanager | IKT-Dienstleistung | Cluster |
| Mathias Weigert | Kienbaum Management Consultants GmbH | Führungsteam der Personalberatung | IKT-Dienstleistung | Beratung |
| Ernst A. Hartmann | Institut für Innovation und Technik | Leitung | Maschinenbau/Automobilindustrie | Beratung |
| Thomas Thiele | RWTH Aachen | Institutscluster IMA/ZLW u. IfU | Maschinenbau | Forschung |
| Barbara Dorn | BDA – Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände e.V. | Abteilungsleiterin Bildung/Berufliche Bildung | übergreifend | Arbeitgeberverband |
| Jochen Reinecke | Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V. | Referatsleiter Technische Weiterbildung | übergreifend | intermediär |
| Michael Tiemann | BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung | Mitarbeiter in der Abteilung: Sozialwissenschaftliche Grundlagen der Berufsbildung | übergreifend | intermediär |
| Michael Zibrowius | Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. | Mitarbeiter im Kompetenzfeld Berufliche Qualifizierung und Fachkräfte | übergreifend | intermediär |

Eigene Zusammenstellung



Methodik Visual Roadmap und Kurzfragebogen

Die Visual-Roadmap-Methode wurde eingesetzt, um zukünftige Entwicklungen von Berufsbildern auf Branchenebene abzuschätzen. Die Methode ermöglicht es, Entwicklungen im Zeitverlauf zu beschreiben und das Wechselspiel von Ereignissen in den unterschiedlichen Ebenen der Roadmap (Einflussfaktoren, Arbeitsweisen, Kompetenzen und Berufsbilder) zu visualisieren, um die zukünftigen Auswirkungen auf bestehende Berufsbilder bzw. grundsätzlich auch das Entstehen neuer Berufsbilder abzuleiten. In einem ersten Schritt werden in der ersten Ebene Einflussfaktoren (demografischer Wandel, technische Neuerungen, geänderte Kundenwünsche etc.) die spezifischen Herausforderungen und Veränderungen nachgezeichnet, der die jeweiligen Branchen gegenüberstehen. Anschließend werden die Auswirkungen der Einflussfaktoren auf Arbeitsweisen und Kompetenzen näher beleuchtet. Daraus wird in einem letzten Schritt abgeleitet, was dies für die ausgewählten Berufsbilder in den jeweiligen Branchen bedeutet. Im Workshop wurden für die vier verschiedenen Branchen jeweils individuelle Roadmaps in einem moderierten Prozess durch die beteiligten Experten erarbeitet.

Kurzfragebogen

Grundlage für die Ermittlung der Wichtigkeit zukünftiger Kompetenzen bildeten die Schwerpunkte des jeweiligen Rahmenlehrplans für den Ausbildungsberuf, die den Experten im Workshop in Form eines Kurzfragebogens präsentiert worden sind. Die Experten wurden gebeten, ihre Einschätzung dahingehend zu geben, inwieweit sich die Bedeutung von Kompetenzen verändert («gleich wichtig», «weniger wichtig», «wird wichtiger», «verschwindet») und welche neuen Kompetenzen möglicherweise hinzukommen (Abb. II.1). Diese Bewertung bezog sich auf zwei Zeiträume: einerseits mit mittelfristiger Perspektive (0 bis 5 Jahre) und andererseits mit Blick in die weitere Zukunft (10 Jahre und darüber hinaus) (Abb. II.2).

Aufgrund der kleinen Teilnehmerzahl wurde der Fragebogen in einem semiquantitativen Ansatz ausgewertet und die Tabelle nach dem folgenden Schema eingefärbt (Abb. II.2):

- › grau = Mehrheit der abgegebenen Voten (Pfeile nach oben) für zunehmende Bedeutung;
- › hellgrau = Mehrheit der abgegebenen Voten (horizontale Pfeile) für gleichbleibende Bedeutung;
- › dunkelgrau = Mehrheit der abgegebenen Voten (Pfeile nach unten) für geringere Bedeutung.



Hinweis:

- > Zur Einschätzung der Mehrheit werden die Zeitkategorien im Einzelnen betrachtet – also jeweils die Segmente 0 bis 5 Jahre und 10+ Jahre.
- > Mehrheit bedeutet, mindestens 4 von 6 abgegebenen Stimmen bzw. mindestens 3 von 5 abgegebenen Stimmen. Bei weniger abgegebenen Stimmen, wurde der Fall nicht berücksichtigt, sofern das Ergebnis nicht eindeutig war (weiß).

Abb. II.1 Ausschnitt aus dem Kurzfragebogen zur Illustration des Abfrageschemas

| Mechatroniker (Ausbildung) | | 0-5 Jahren | | | | | | in 10+ Jahren | | | | | |
|----------------------------|--|------------|---|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|
| | | Person | | | | | | Person | | | | | |
| Kompetenzen | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Analysieren von Funktionszusammenhängen an mechatronischen Systemen | | | | | | | | | | | | |
| | Anwendung von Vorschriften und Regelwerken bei der Untersuchung technischer Anlagen | | | | | | | | | | | | |
| | Verfahren zur Analyse und Dokumentation von Funktionszusammenhängen | | | | | | | | | | | | |
| | Gespräche über technische Realisierungsmöglichkeiten im Team (kundenspezifische Anforderungen) | | | | | | | | | | | | |
| | Arbeiten mit Blockschaltplänen zur Erkennung von Signal-, Stoff- und Energieflüssen | | | | | | | | | | | | |
| | Bedeutung und Möglichkeiten der Datenverarbeitung | | | | | | | | | | | | |
| | Dokumentation und Präsentation von Arbeitsergebnissen | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Herstellen mechanischer Teilsysteme | | | | | | | | | | | | |

Eigene Darstellung

Abb. II.2 Ausschnitt zur Illustration der Bewertung

| Mechatroniker (Ausbildung) | | 0-5 Jahren | | | | | | in 10+ Jahren | | | | | |
|----------------------------|--|------------|---|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|
| | | Person | | | | | | Person | | | | | |
| Kompetenzen | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Analysieren von Funktionszusammenhängen an mechatronischen Systemen | | | | | | | | | | | | |
| | Anwendung von Vorschriften und Regelwerken bei der Untersuchung technischer Anlagen | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → | → | → | → | → | ↑ |
| | Verfahren zur Analyse und Dokumentation von Funktionszusammenhängen | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Gespräche über technische Realisierungsmöglichkeiten im Team (kundenspezifische Anforderungen) | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |

Eigene Darstellung

Aufbau der Fallstudien

Die vier Fallstudien folgen einem einheitlichen Analyseschema. Um einen Überblick über das aktuelle Berufsbild zu erhalten, wird im ersten Abschnitt (Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld) zunächst beschrieben, welche Tätigkeiten Berufstätige in den jeweiligen Berufen aktuell ausüben und für welche Aufgaben sie eingesetzt werden. Im zweiten Abschnitt (bisherige Entwicklung des Berufs [Genealogie]) wird dargestellt, welche Entwicklungen zum gegenwärtigen Status Quo des Berufsbilds führten.

Mittels der Visual-Roadmap-Methode wird in einem dritten Schritt die zukünftige Entwicklung der jeweiligen ausgewählten Berufsbilder anhand des 4-Ebenen-Modells skizziert. Dabei werden die spezifischen Herausforderungen



und Veränderungen durch die Digitalisierung für die Branche wie auch für die branchenspezifischen Arbeitsweisen und entsprechenden Kompetenzen für die untersuchten Berufsbilder dargestellt.

Die Fallstudien enden mit einer Zusammenfassung der Einschätzungen aller Experten (Interviewpartner und Workshopteilnehmer) zu den Kompetenzen, die in Zukunft in der analysierten Branche und konkret bei der Ausübung des analysierten Berufs an Bedeutung gewinnen werden, und geben einen Ausblick auf ggf. erforderliche Anpassungen der dualen Berufsausbildung. Wann immer in den Fallstudien eine Einschätzung, Bewertung oder Prognose den Experten zugeschrieben wird, bezieht sich dies auf die teilnehmenden Experten des Workshops. Zusätzliche Aspekte aus den Interviews werden entsprechend gekennzeichnet.

Fallstudien **III.**

Mechatroniker im Automobilbau **1.**

Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld **1.1**

Der Mechatroniker ist neben dem KfZ-Mechatroniker, Elektroniker, Industriemechaniker und Fertigungsmechaniker einer der prägenden Berufe für die Automobilindustrie. Mechatroniker montieren mechanische, elektrische und elektronische Komponenten zu komplexen mechatronischen Systemen und Anlagen auf der Basis von Schaltplänen, Konstruktionszeichnungen und Bedienungsanleitungen. Da Produktionsanlagen heutzutage i.d.R. aus einem mechanischen Grundsystem bestehen, welches elektronisch und unter Verwendung von Informationstechnik (Software) gesteuert wird, installieren sie die Steuerungssoftware und übernehmen auch deren Programmierung (beispielsweise zur Festlegung von Sollwerten).

Da sie nicht nur vorgefertigte elektronische und mechanische Komponenten miteinander verbinden müssen, sondern auch Werkstücke selbst beim Anlagenbau und der Montage bearbeiten, werden sie ebenfalls handwerklich tätig (z.B. manuelles Spanen).

Bei der Inbetriebnahme und Wartung der mechatronischen Systeme und Anlagen überprüfen sie mit speziellen Diagnose- und Messgeräten, ob diese problemlos funktionieren und justieren ggf. nach. Tauchen Störungen bei einer Anlage auf, wird genau identifiziert, ob es sich um ein mechanisches oder elektronisches Problem handelt bzw. ob die Software die Schwierigkeiten verursacht. Nach erfolgter Diagnose reparieren sie Bauteile, tauschen sie bei Verschleiß aus, stellen die elektronische Steuerung wieder her und führen ggf. ein Softwareupdate durch. Bei Bedarf ziehen Mechatroniker Fachleute aus den Bereichen Mechanik, Elektronik und Informatik zur Unterstützung hinzu. Darüber hinaus kümmern sich Mechatroniker um die vorbeugende Instandhaltung der mechatronischen Systeme und Anlagen, übernehmen im Bedarfsfall auch deren Demontage sowie das fachgerechte Recycling der mechatronischen Komponenten. Zu guter Letzt gehört es zu ihrer Aufgabe, den Kunden – ggf. auch in englischer Sprache – in die Bedienung der Anlagen einzuführen (BIBB 2016a; BERUFENET 2016a u. 2016e).



Der Mechatroniker ist ein dreieinhalbjähriger Ausbildungsberuf.³ Insgesamt werden jährlich rund 7.400 Ausbildungsverträge geschlossen. Zurzeit befinden sich in Deutschland rund 26.500 Personen in der Berufsausbildung zum Mechatroniker (Interview Tutschner; BIBB 2016b). Zwar wird wie in der dualen Berufsausbildung üblich kein bestimmter Schulabschluss als Zugangsvoraussetzung gefordert, um eine Ausbildung aufzunehmen. In der Praxis werden die Ausbildungsverträge jedoch überwiegend mit Personen geschlossen, die einen mittleren Bildungsabschluss vorweisen können (64 % im Jahr 2014). 30 % der Ausbildungsanfänger im Jahr 2014 hatten die Hochschulreife, 4 % einen Hauptschulabschluss und 1 % konnte keinen Schulabschluss vorweisen (BERUFENET 2016a).

Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie)

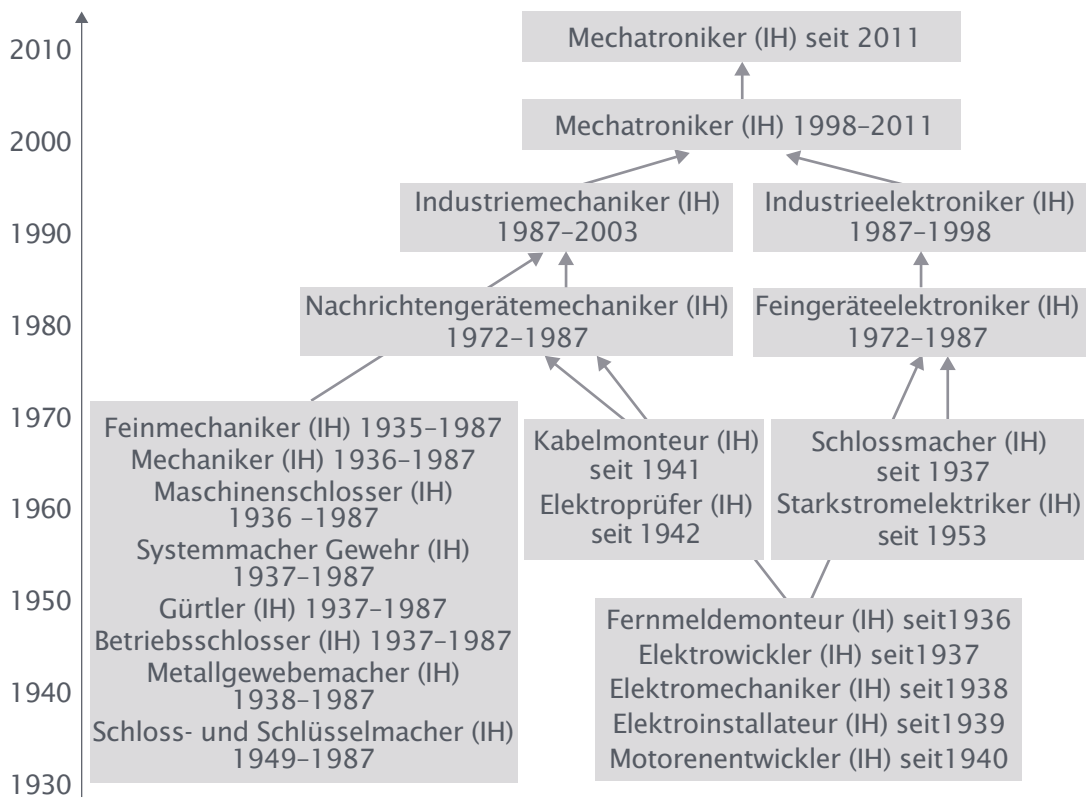
1.2

Das Berufsbild des Mechatronikers entstand 1998 aus der Zusammenlegung der Ausbildungsberufe Industriemechaniker und Industrieelektroniker (Abb. III.1). Der Industriemechaniker wird seitdem weiterhin als Monoberuf ausgebildet, der Industrieelektroniker seit 2003 nicht mehr. Die neu geschaffene Berufsausbildung trägt dem Umstand Rechnung, dass moderne Maschinen und Anlagen in der Produktion in der Regel ein hochkomplexes System aus mechanischen und elektronischen Komponenten sind, für deren Montage, Reparatur und Instandhaltung ein Fachmann gebraucht wird, der sowohl über Know-how aus dem Bereich Metallbau und dem Bereich Elektronik verfügt und bei Bedarf mit Fachleuten aus anderen Metall- und Elektroberufen kommunizieren kann. Aufgrund der zunehmenden Informatisierung von mechatronischen Systemen, die sich bereits Ende der 1990er Jahre abzeichnete, wurde bei der Fusion der Berufe des Mechanikers und des Elektrikers in Ansätzen bereits der Informatikteil mitgedacht (Interviews Werner u. Zibrowius). Der Mechatroniker erlernt bereits heute das Programmieren von Anlagen und deren Steuerung. Darüber hinaus erwirbt er Wissen über Mensch-Maschine-Kommunikation (Interview Tutschner), also Wissen darüber, wie die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine möglichst intuitiv und effizient gestaltet werden kann. Wie die Abbildung III.1 illustriert, vereinigt sich in der Mechatronikerausbildung eine Reihe verschiedener historisch gewachsener technischer Ausbildungsberufe. Diese Genealogie führt dazu, dass der Mechatroniker sogar heute noch über

3 Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechatroniker und zur Mechatronikerin (Mechatroniker-Ausbildungsverordnung – MechatronikerAusbV) vom 21. Juli 2011 (BGBl. I S. 1516, 1888), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 7. Juni 2018 (BGBl. I S. 818) geändert worden ist

einige der handwerklichen Kompetenzen im Metallbau verfügt, wie sie einst das Berufsbild des Schlossers kennzeichneten.

Abb. III.1 Genealogie Mechatroniker



Eigene Darstellung basierend auf BIBB 2016c

Zukünftige Entwicklung des Berufsbildes in der Automobilindustrie

1.3

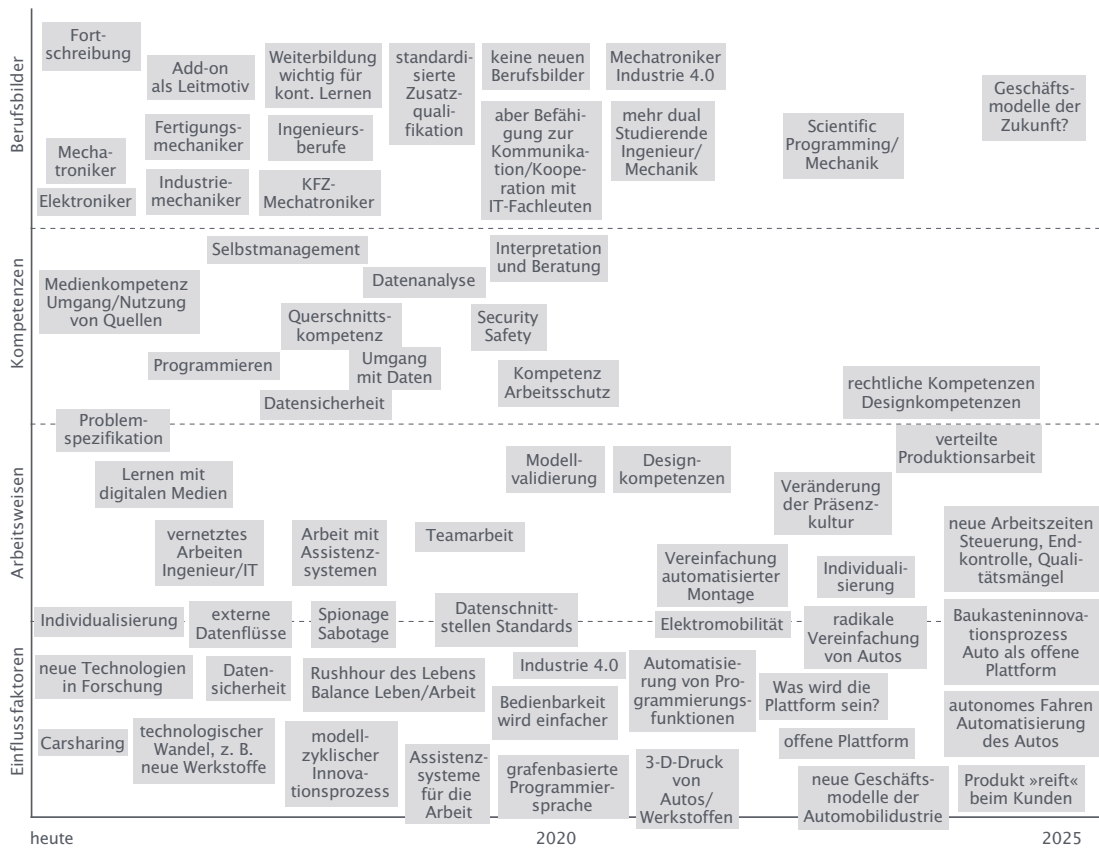
Welche Kompetenzen der Mechatroniker vor dem Hintergrund der Digitalisierung zukünftig benötigt, hängt stark von den soziökonomischen und technischen Entwicklungen in der Automobilindustrie selbst ab. Mit der Visual Roadmap (Abb. III.2) haben die Branchenexperten im Workshop (sowie ergänzend in den Fachinterviews) die Auswirkungen vorgezeichnet, die diese Entwicklungen in den nächsten 10 Jahren voraussichtlich auf Arbeitsweisen und Kompetenzen haben, um daraus abzuleiten, was dies für Berufsbilder in der Automobilindustrie im Allgemeinen bedeutet.

Im Folgenden werden die in den Dimensionen der Visual Roadmap (Einflussfaktoren, Arbeitsweisen, Kompetenzen, Berufsbilder) genannten Aspekte



vorgestellt. Erst im nächsten Schritt (Kap. III.1.4) wird spezifiziert, welche Kompetenzen insbesondere Mechatroniker in der Zukunft voraussichtlich erwerben müssen, um der fortschreitenden Digitalisierung ihres Arbeitsumfelds gewachsen zu sein.

Abb. III.2 Visual Roadmap für die Automobilindustrie



Eigene Darstellung

Ebene Einflussfaktoren

Die Automobilproduktion wird in den nächsten 10 Jahren von vier zentralen Trends geprägt werden, die sich unter den Stichworten Industrie 4.0, additive Fertigungsverfahren/3-D-Druck, Elektromobilität und autonomes Fahren zusammenfassen lassen.

Industrie 4.0 meint gemeinhin eine stärkere Flexibilisierung, Automatisierung und Individualisierung der Produktion durch den vermehrten Einsatz von sich selbst organisierenden hochgradig autonom agierenden Robotern, Maschinen und Anlagen. Es besteht die Vermutung, dass sich die Bedienbarkeit von



Industrie-4.0-fähigen Maschinen und Anlagen mittelfristig vereinfacht, sei es durch Assistenzsysteme oder die Vereinfachung des Programmierens. So können z. B. beim visuellen/grafischen Programmieren auch Fachkräfte ohne umfassende IT-Kenntnisse vorgefertigte Algorithmen, die unterschiedlich visuell dargestellt werden, miteinander kombinieren, sodass ein Blockdiagramm entsteht, welches die gewünschten Handlungsvorschriften miteinander in Bezug setzt. Wenngleich das Programmieren an sich auch einfacher werden mag, sollte dies jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es weiterhin eines umfassenden produktionstechnologischen Know-hows bedarf, um überhaupt eine sinnvolle Programmierung vornehmen zu können. Die Entwicklung hin zur Industrie 4.0 impliziert den Austausch von Daten und Informationen zwischen allen Unternehmen der Wertschöpfungskette und dem Endkunden. Dies erhöht die Anforderungen an Datensicherheit (Vertraulichkeit, Verfügbarkeit, Integrität) um ein Vielfaches. Gleichzeitig steigt die Vulnerabilität der hochinformatisierten Produktionssysteme gegenüber Sabotage von außen oder innen (Cyberkriminalität). Bisher wird der weiträumige Datenaustausch jedoch noch von unterschiedlichen Standards und Datenformaten eingeschränkt.

In der neuartigen Produktionsweise der Industrie 4.0. spielt die additive Fertigung eine zentrale Rolle als Wegbereiter für ein Höchstmaß an Individualisierung und als Vehikel zur Steigerung der Produktivität (Umrüstzeiten entfallen durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren; Lagerkosten für Werkzeuge können verringert werden.

Die Fertigung von Elektrofahrzeugen in der Automobilindustrie wird zunehmen. Wenn keine konventionellen Antriebsstränge mit Verbrennungsmotor hergestellt werden, wird das den Produktionsprozess deutlich verändern.

Mit dem Trend zum autonomen Fahren hat sich das Spektrum der Marktakteure in der Automobilbranche deutlich verändert. Neben den großen Automobilkonzernen betreiben die US-amerikanischen IT-Konzerne Google und Apple intensive FuE auf diesem Gebiet. Zurzeit ist es noch nicht absehbar, ob das autonome Fahren in Zukunft von den Marktführern der IT-Branche beherrscht wird oder von den traditionellen Automobilherstellern bzw. ob nur eine Kooperation der zentralen Marktakteure beider Industrien zum Erfolg führen wird. Unstrittig ist jedoch, dass autonomes Fahren vor allem Innovationen in Kernkompetenzbereichen von Unternehmen der IT-Branche voraussetzt, weniger in Kernkompetenzbereichen der Automobilindustrie: Autonomes Fahren erfordert komplexe Informationsverarbeitung aus unterschiedlichen Quellen, die über die Sensorik am Auto selbst generiert, mit Informationen aus intelligenten Verkehrsleitsystemen verknüpft und von einer Navigationssoftware ausgewertet werden.

Die Frage, die sich an den Trend zum autonomen Fahren und die zunehmende Bedeutung von IT-Akteuren in der Automobilbranche anschließt, lautet:



Was wird in Zukunft die Plattform für das Automobil sein und wer wird sie anbieten? Wird es sich wie schon heute im Wesentlichen um eine technische Basis aus Karosseriebestandteilen und z. B. Teilen des Fahrwerks handeln, zu der sich aus einem Baukastensystem beispielsweise unterschiedliche Antriebstechnologien und bestimmte Softwarelösungen für das Fahrerassistenzsystem oder für telematische Anwendungen hinzukaufen lassen? Oder wird die Automobilplattform der Zukunft aus innovativen Softwarelösungen bestehen, zu denen baukastenartig Hardware unterschiedlicher Automobilhersteller hinzu kombiniert werden kann? Möglich wäre auch, dass das Automobil zu einer offenen Plattform wird. Ein Auto würde dann nicht mehr von einem Systemanbieter angeboten werden, der zuvor festgelegt hat, aus welchen Hard- und Softwarekomponenten der Kunde sein individualisiertes Produkt zusammenstellen kann, sondern der Einbau beispielsweise von Software von Drittanbietern oder auch von Software, die der Kunde selbst programmiert hat, wäre theoretisch möglich. Allerdings stellt sich die Frage, wer die Straßenzulassung für ein derart individualisiertes Fahrzeug gewähren würde.

Außerdem ist schon jetzt erkennbar, dass sich die Rolle des Automobils in der Gesellschaft wandelt. Bis vor Kurzem galt das Automobil noch als Statussymbol und Garant für ein Höchstmaß an individueller Mobilität. Inzwischen scheinen Smartphones und andere IT-Gadgets vor allem für jüngere Altersgruppen eine größere Bedeutung als das eigene Auto zu haben, und zumindest in Großstädten lässt sich ein Höchstmaß an individueller Mobilität mit einem guten ÖPNV-Netz und Carsharing erreichen. Es ist durchaus möglich, dass immer mehr gesellschaftliche Gruppen vor allem in urbanen Räumen den Zugang zur Mobilität höher wertschätzen als den Besitz eines eigenen Automobils. Infolgedessen müssten sich die Automobilkonzerne neue Geschäftsmodelle überlegen, die nicht mehr bzw. nicht mehr ausschließlich auf die Herstellung und den Verkauf von Autos aufbauen.

Die für die Automobilindustrie charakteristischen modellzyklischen Innovationsprozesse, die auch die Gestaltung der einzelbetrieblichen Ausbildungspläne prägen, könnten nach Einschätzungen der Experten schon bald der Vergangenheit angehören. Dies wird die duale Berufsausbildung in der Automobilindustrie vor massive Herausforderungen stellen, da sie zukünftig deutlich flexibler auf Technologietrends reagieren muss. Innerhalb des modellzyklischen Innovationsprozesses ist es bisher möglich, dass mit der Ausbildung von Fachpersonal, das auf neue Technologien spezialisiert ist, frühzeitig vor Markteinführung begonnen werden kann. Daimler hatte gemäß Interview Heer 2015 beispielsweise schon im Jahr 2005 betriebliche Ausbildungspläne für den Kfz-Mechatroniker mit Blick auf die Einführung von Hybrid- und Elektrotechnologien und Kommunikations- und Navigationstechnologien im Jahr 2008 angepasst.



In den FuE-Abteilungen der Automobilindustrie kommen zunehmend Simulationstools zum Einsatz. Dadurch wird es möglich, z. B. den Luftwiderstand, der von einem bestimmten Design ausgeht, oder aber die Effizienz eines Verbrennungsprozesses am Computer zu simulieren. Computersimulationen sind deutlich kostengünstiger zu realisieren als aufwendige Tests im Laborsetting. Die zunehmende Bedeutung der Computersimulation in der Automobilindustrie führt dazu, dass sich Mitarbeiter in den FuE-Abteilungen verstärkt mit Fragen der Modellvalidierung auseinandersetzen müssen, da nur valide, realitätsnahe Modelle letztlich einen Labortest obsolet machen können.

Ebene Arbeitsweisen

Bisherige Arbeitsweisen in der Automobilindustrie werden sich nach Meinung der Workshopteilnehmer- und Interviewpartner stark verändern.

So werden z. B. Berufstätige in der Automobilindustrie zunehmend den Umgang mit digitalen Endgeräten im eigenen Arbeits- und Tätigkeitsfeld erlernen müssen (Interview Assenmacher).

Arbeiten in der Industrie 4.0 bedeutet im besten Fall für Arbeitnehmer, die eigenen Arbeitszeiten flexibler zu gestalten und auf die Weise wieder mehr Souveränität über die eigene Zeitplanung zu erlangen, zum Beispiel durch die Möglichkeit, zukünftig Informationen über den Betriebszustand der Anlagen über unterschiedliche Endgeräte abzurufen. Über das Smartphone wäre damit eine Remotesteuerung aus der Ferne möglich (Interview Heer). Die heute noch vorherrschende Präsenzkultur in den Industrieunternehmen könnte sich unter diesen Umständen stark verändern.

Der Trend zur verteilten Produktionsarbeit wird sich noch verstärken. Da zunehmend einzelne Wertschöpfungsschritte von unterschiedlichen Unternehmen in der Wertschöpfungskette erbracht werden, müssen Werk tätige mehr als zuvor unternehmensübergreifend kommunizieren.

Berufstätige werden zukünftig für viele Arbeitsschritte in der Automobilindustrie eine Form von Entscheidungsunterstützung erhalten. Zurzeit kann allerdings noch nicht beurteilt werden, ob die technischen Unterstützungsmöglichkeiten (Roboter/Assistenzsysteme) die Komplexität von Arbeitsaufgaben und Arbeitsabläufen erhöhen werden oder aber einen Beitrag dazu leisten, dass auch lernschwächere Menschen eine Chance in der Arbeitswelt haben, z. B. indem über Datenbrillen Informationen zur Unterstützung von Montagetätigkeiten (Auswahl der richtigen Schraube, Anleitung zum korrekten Einschrauben) bereitgestellt werden (Interview Assenmacher).

In der Industrie 4.0 wird die Bedeutung von Teamarbeit deutlich zunehmen. Damit ist sowohl die Zusammenarbeit zwischen Menschen mit unterschiedlichen Berufsbildern (vernetztes Arbeiten) und Qualifikationen gemeint als auch die



Teamarbeit zwischen Mensch und Maschine. Ein völlig neues Verständnis von Teamfähigkeit erfordert insbesondere die enger werdende Mensch-Maschine-Kollaboration. Fragen, wie man selbst teamfähig mit einer Maschine zusammenarbeiten kann oder auch, wann die Maschine fähig ist, mit Menschen im Team zu arbeiten, spielen dabei ebenso eine Rolle wie Fragen nach der Organisation von Teamarbeit. Die neue Definition von Teamfähigkeit in der Industrie 4.0 ist damit auch eine wichtige Frage für die Human-Resources-Abteilungen (Interview Richert).

Durch Automatisierung werden sich in Zukunft Arbeitsabläufe in der Automobilindustrie noch weiter verändern. Bei Daimler sind bereits der gesamte Metallrohbau und die Montage hochautomatisiert. Die Komplexität der hierfür eingesetzten hochmodernen Anlagen (mehrachsige Bearbeitungszentren, taktile Roboter etc.) stellt beispielsweise die Maschinen- und Anlagenwarte in der Überwachung der Maschinen vor ganz neue Herausforderungen. So müssen sie zum Beispiel nur noch in Notfällen eingreifen, dafür allerdings ständig die von den Maschinen gelieferten Informationen auf Unregelmäßigkeiten scannen. Damit werden auch für Berufe, die vormals ohne oder mit nur wenig IT-Kompetenz ausgekommen sind, IT-Kenntnisse und Analyseverständnis im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit der Maschine immer wichtiger (Interview Richert).

Ebene Kompetenzen

Basierend auf den sich verändernden Arbeitsweisen wird sich auch das Kompetenzprofil bzw. -spektrum des Mechatronikers weiterentwickeln.

Die fortschreitende Digitalisierung in der Automobilindustrie sowie der Einzug neuartiger Fertigungsverfahren wie 3-D-Druck in die Werkhallen sorgen dafür, dass IT-Kompetenzen, Designkompetenzen und die Fähigkeit zum Selbstmanagement immer wichtiger werden.

Der Umgang mit Daten wird zu einer entscheidenden Querschnittskompetenz in den zentralen Berufen der Automobilproduktion. Die Beurteilung der Herkunft und der Qualität der Daten, die in der Produktion verwendet werden, ist alleine schon aus Gründen der Sicherheit und der Gefahrenabwehr von großer Bedeutung. Außerdem wird angenommen, dass die Bedeutung von Kompetenzen im Bereich der Datenanalyse und der Dateninterpretation immer wichtiger werden. Die Vielzahl an vernetzten Maschinen eröffnet Beschäftigten vollkommen neue Möglichkeiten, Daten aus der Fertigung zu analysieren. Wenn Beschäftigte und Unternehmen in der Lage sind, aus diesen Daten Nutzen zu ziehen, kann hieraus ein immenser Wettbewerbsvorteil entstehen (Interview Richert). Bereits heutzutage erlernen Mechatroniker in der dualen Berufsausbildung bei BMW Reparaturen auf Basis digitaler Daten durchzuführen (Interview Experte 2). Inwieweit sich in Zukunft Anforderungen an die Datenkompetenz



von Personen mit Berufsausbildung im Vergleich zu Personen mit akademischer Ausbildung unterscheiden, kann aus den Expertenaussagen nicht eindeutig abgeleitet werden. Möglicherweise werden Ingenieure primär für die Zusammenführung von Daten und ihrer Interpretation aus allen Unternehmensbereichen zuständig sein, wohingegen der Mechatroniker nur für die Datenauswertung einer bestimmten Gruppe von Maschinen und Anlagen verantwortlich sein könnte. Je nachdem, wie einzelne Beschäftigte mit ihren beruflichen Qualifikationen in einem konkreten Betrieb tatsächlich eingesetzt werden, kann jedoch auch nicht ausgeschlossen werden, dass der Mechatroniker Aufgaben im Bereich der Datenanalyse übernimmt, die anderswo zum Aufgabenbereich des Ingenieurs gehören.

Im Kontext der Kompetenzen mit IT-Bezug wird auch die Fähigkeit, Programmieren zu können, als zentral angesehen. Dies setzt die Fähigkeit der exakten Problemspezifikation voraus, also der genauen Beschreibung eines Ausgangs- und eines Zielzustands, um die passenden Algorithmen programmieren zu können. Neue Kompetenzanforderungen ergeben sich jedoch nicht nur bei den Metall- und Elektroberufen sowie produktionstechnischen Berufen der Automobilindustrie, sondern auch bei den IT-Berufen. IT-Berufe müssen mehr produktionstechnisches Know-how akquirieren. Der Grund hierfür ist, dass sie als Prozessbegleiter (Facilitatoren) der durch Digitalisierung verursachten Transformationsprozesse gewisse Kenntnisse über Produktionsweisen in ihren Kundenbranchen benötigen, um diese adäquat beraten und unterstützen zu können (für eine ausführlichere Darstellung dieses Aspekts siehe Kap. III.2). Durch diese verstärkte Vernetzung der IT-Branche mit den Kundenbranchen wird auch betriebswirtschaftliches Wissen wichtiger. IT-Fachkräfte müssen in der Lage sein, über Marktchancen von Entwicklungen nachzudenken. Ebenfalls muss das Wissen über die technischen Implikationen und Grundlagen der Vernetzung der Fahrzeuge wachsen (Interview Experte 2).

Mit dem wachsenden Einsatz von additiven Fertigungsverfahren für das Rapid Manufacturing können Autos mit völlig neuen Formen und Geometrien designt werden. Die Variantenvielfalt der möglichen Designs für ein Automobil könnte in Zukunft deshalb zunehmen. Dies erfordert nach Einschätzung der am Workshop beteiligten Experten eine stärkere Verbreitung von Designkompetenzen in nicht primär designerischen und designnahen Berufen: bei den Ingenieuren in den FuE-Abteilungen, aber auch bei den an der Produktion beteiligten Berufsgruppen. Es reicht in Zukunft nicht mehr aus, dass der Ingenieur versteht, wie er 3-D-Druck für Rapid Prototyping einsetzt. Er muss auch verstehen, wie sich der Einsatz von 3-D-Druck auf die gesamte Prozesskette auswirkt (Stichwort vollständig konnektive Prozessketten) (Interview Richert).

In der hochflexibilisierten Industrie-4.0-Produktion organisieren sich Maschinen selbst und arbeiten sehr nah am Menschen. Das Bewusstsein der Be-

schäftigten für Erfordernisse und Anpassungsbedarf des Arbeitsschutzes wird deshalb wichtiger werden. Ebenso werden die Anforderungen an die Fähigkeiten des Selbstmanagements an den Einzelnen steigen, der in der flexibilisierten Arbeitswelt der Industrie 4.0 verstärkt aufgabenbasiert in kleineren Teams aus Menschen und Maschinen Lösungen entwickeln muss und weniger in vorstrukturierten sequenziellen Arbeitsprozessen arbeitet.

Ebene Berufsbilder

Die Frage, ob neue Berufsbilder vor dem Hintergrund der skizzierten Entwicklungen in der Automobilindustrie entstehen, ist aus Sicht der Experten schwierig zu beurteilen. Letztlich hängt dies sehr stark davon ab, welche Geschäftsmodelle sich in den nächsten Jahren rund um die Automobilindustrie entwickeln werden.

Gegen die Entstehung völlig neuer Berufe sprechen auch die Erfahrungen, die die Industrie mit der Berufsausbildung zum Produktionstechnologen gemacht hat. Der Beruf wurde 2008 vor allem auf Betreiben des VDMA hin eingeführt (Interview Assenmacher) und galt als ideale Ergänzung der bereits existierenden Ausbildungsberufe Mechatroniker, Industriemechaniker und Elektroniker, um den Anforderungen des Leitbilds einer Industrie 4.0 gerecht werden zu können (Verknüpfung von Prozess- und Produktionskenntnissen) (BIBB 2016d). Der neue Beruf stößt bisher jedoch auf wenig Resonanz. Zurzeit werden branchenweit nur 146 Personen zu Produktionstechnologen ausgebildet.

Aufgrund der noch offenen Veränderungsprozesse in der Automobilindustrie und der Schwierigkeit, neue Berufe in einem dynamischen Umfeld in den Ausbildungsmarkt zu bringen, scheint es wahrscheinlicher, dass die bereits bestehenden Berufe evolutiv fortgeschrieben werden. Kompetenzen, die in Zukunft relevanter werden, könnten über den Weg der Weiterbildung oder durch standardisierte Zusatzqualifikationen erworben werden. Verschiedene Unternehmen, Organisationen und Verbände arbeiten zurzeit an der Erstellung solcher Weiterbildungsangebote.⁴

Die Experten postulieren zudem, dass Auszubildende, aber auch Studierende, die keine IT-Fachausbildung und auch keinen IT-Studiengang absolvieren, trotzdem zukünftig IT-spezifische Grundkenntnisse erwerben müssen, die es ihnen ermöglichen, mit IT-Fachleuten zu kooperieren und gemeinsam Probleme zu lösen. Symptomatisch für diese Entwicklung ist, dass darüber nachge-

4 Die Workshopteilnehmer verwiesen in diesem Zusammenhang auf die IHK München und das Projekt Digitalisierung der Arbeit in produktionsunterstützenden Bereichen der Automobilindustrie vom BIBB und Volkswagen (BIBB 2015a). Weiterhin wurde auch die Studie der bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber zur Auswirkung von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung in der Metall- und Elektroindustrie (bayme vbm 2016) als Beispiel hervorgehoben (Interview Werner und Zibrowius 2015).

dacht wird, die Berufsausbildung zum Mechatroniker zukünftig mit einer Vertiefungsrichtung Industrie 4.0 anzubieten.

Zudem könnte die Automobilindustrie aus Sicht der Experten davon profitieren, dass mehr duale Studiengänge angeboten werden, die beispielsweise das akademische Wissen eines Ingenieursstudiums bzw. eines Studiums im Bereich Scientific Programming mit dem praxisorientierten Wissen einer Fachausbildung verbinden, z. B. zum Mechatroniker oder Mechaniker.

Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Mechatroniker

1.4

Die Kompetenzen, die bereits heute in der Berufsausbildung des Mechatronikers erlernt werden, sind in der MechatronikerAusbV sowie im Rahmenlehrplan (Kultusministerkonferenz 1998) für den Ausbildungsberuf festgelegt. Die einzelnen Lernfelder sind in Abbildung III.3 stark verdichtet dargestellt.

Auffällig ist, dass nach Einschätzung der Workshopteilnehmer keine der aufgeführten und bereits unterrichteten Kompetenzen in den nächsten 10 Jahren an Bedeutung verlieren, jedoch zahlreichen Kompetenzen ein größeres Gewicht in der Zukunft beigemessen wird. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus den Interviews (Interview Heer).

Die Lernfelder, die aus Expertensicht in der Berufsausbildung des Mechatronikers wichtiger werden, spiegeln die in der Visual Roadmap herausgearbeiteten prägenden Trends und deren Wirkung auf die Berufsbilder in der Automobilindustrie wider. Sie lassen sich im weitesten Sinne den Bereichen Datenanalyse, Anwendung von digitalen Tools, 3-D-Druck, Selbstmanagement und Teamarbeit zuordnen (Interview Werner u. Zibrowius). Spezifisch für den Mechatroniker kommen ergänzend Kompetenzen aus den Bereichen Kundenkontakt und Qualitätsmanagement mittels Big Data hinzu.

Der Mechatroniker wird nach Auffassung der Experten auch in den nächsten 10 Jahren umfassende Fachexpertise in seinen Kernkompetenzfeldern Mechanik, Elektronik und Regelungstechnik erwerben müssen, jedoch noch mehr als bisher Kompetenzen im Bereich IT.

Da die Instandhaltung von mechatronischen Systemen zentral für das Berufsbild des Mechatronikers ist, wird er Verfahren anwenden müssen, mit denen Maschinendaten beispielsweise zu Verschleißprozessen generiert werden können. Diese Maschinendaten wird er mithilfe von branchenüblicher Software interpretieren und visualisieren. Zur Durchführung der Datengenerierung, -analyse und -interpretation benötigt er zusätzlich grundlegende Programmierkenntnisse (Skriptsprachen).



Abb. III.3 Expertenbewertung der Lernfelder für die Ausbildung Mechatroniker

| Mechatroniker (Ausbildung) | | 0-5 Jahren | | | | | in 10+ Jahren | | | | | | | |
|----------------------------|---|------------|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Person | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Kompetenzen | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Analysieren von Funktionszusammenhängen an mechatronischen Systemen | | | | | | | | | | | | | |
| | Anwendung von Vorschriften und Regelwerken bei der Untersuchung technischer Anlagen | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → | → | → | → | → | ↑ | |
| | Verfahren zur Analyse und Dokumentation von Funktionszusammenhängen | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Gespräche über technische Realisierungsmöglichkeiten im Team (kundenspezif. Anforderungen) | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Arbeiten mit Blockschaltplänen zur Erkennung von Signal-, Stoff- und Energieflüssen | ↓ | → | → | → | → | ↑ | ↓ | → | → | → | → | ↑ | |
| | Bedeutung und Möglichkeiten der Datenverarbeitung | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Dokumentation und Präsentation von Arbeitsergebnissen | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| 2 | Herstellen mechanischer Teilsysteme | | | | | | | | | | | | | |
| | Beschreibung Aufbau, Eigenschaften und Einsatzgebiete der angewandten Werk- und Hilfsstoffe | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| | Verständnis von Konstruktionszeichnungen und Einarbeitung von Änderungen | → | ↑ | → | → | → | → | → | ↑ | → | → | ↓ | → | |
| | Auswahl der für die Herstellung erforderlichen mechanischen Arbeitsverfahren/Bewertung der Ergebnisse (Prüf- und Messmittel/Messfehler) | ↑ | → | → | → | → | → | ↑ | → | ↑ | → | → | → | |
| 3 | Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte | | | | | | | | | | | | | |
| | Grundsicherung der Elektrotechnik | → | → | → | → | → | → | → | ↑ | → | → | → | → | |
| | Gefahren durch Überlastung, Kurzschluss und Überspannung sowie die Berechnung der erforderlichen Schutzelemente | → | ↑ | → | → | → | → | → | ↑ | → | → | → | → | |
| | Stromwirkung auf den Organismus, Sicherheitsregeln, Hilfsmaßnahmen bei Unfällen | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| | Prüfen elektrischer Betriebsmittel | → | → | → | → | ↑ | ↑ | → | → | → | → | ↑ | → | |
| 4 | Untersuchung der Energie- und Informationsflüsse in elektrischen pneumatischen und hydraulischen Baugruppen | | | | | | | | | | | | | |
| | Beherrschung steuerungstechnischer Grundsicherungen | → | → | → | → | ↑ | ↑ | → | → | → | → | ↑ | → | |
| | Anwendung grundlegender Messverfahren und sicherer Umgang mit den Baugruppen im Hinblick auf Gefahren | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| 5 | Kommunizieren mit Hilfe von Datenverarbeitungssystemen | | | | | | | | | | | | | |
| | Beschreibung des Einsatzes von Datenverarbeitungsanlagen und Einordnung in betriebliche Abläufe, Steuerung betrieblicher Prozesse mit Hilfe von Datenverarbeitung | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Datenschutz und Datensicherheit | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Aufbereitung von Informationen mittels Branchensoftware | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| 6 | Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen | | | | | | | | | | | | | |
| | Organisation der Teamarbeit nach funktionalen, fertigungstechnischen und ökonomischen Kriterien | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Qualitätsmanagement | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | |
| | Einfache Zeit- und Kostenkalkulation | → | → | → | → | ↑ | ↑ | → | → | → | → | ↑ | ↑ | |
| 7 | Realisieren von einfachen mechatronischen Komponenten | | | | | | | | | | | | | |
| | Beschreibung und Erklärung der Wirkungsweise von Sensoren und Wandlern, Justierung von Sensoren | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | → | |
| | Kenntnisse über Möglichkeiten zur Realisierung von Linear- und Rotationsbewegungen | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| | Überprüfung Signalverhalten von Sensoren und Wandlern | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | |
| 8 | Design und Erstellen mechatronischer Systeme | | | | | | | | | | | | | |
| | Beschreibung der Struktur und des Signalverlaufs eines aus mehreren Komponenten bestehenden mechatronischen Systems | → | ↑ | → | → | → | → | → | ↑ | → | → | → | → | |
| | Programmieren von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen | ↑ | ↑ | → | → | → | → | ↑ | ↑ | → | ↓ | → | → | |
| | Computersimulation | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | |
| 9 | Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen | | | | | | | | | | | | | |
| | Verständnis von Schaltplänen | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → | ↑ | → | → | ↓ | ↑ | |
| | Beherrschung messtechnischer Verfahren zur Untersuchung von Informationsflüssen | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | |
| | Nutzung von Diagnoseverfahren unter Anwendung von Datenverarbeitung | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| 10 | Planen der Montage und Demontage | | | | | | | | | | | | | |
| | Beherrschung der Planung und Vorbereitung der Montage und Demontage mechatronischer Systeme | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | ↑ | → | |
| | Erklärung des Ablaufes der Arbeitsprozesse | → | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | → | → | ↑ | → | |
| | Entsorgung und Recycling bei der Demontage | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | → | ↑ | ↑ | → | |
| 11 | Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandhaltung | | | | | | | | | | | | | |
| | Festlegung der Vorgehensweise für die Inbetriebnahme eines Gesamtsystems | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Nutzung von Diagnosesystemen zur Interpretation von Funktions- und Fehlerprotokollen | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| | Justierung von Sensoren und Aktoren, Überprüfung Systemparameter | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |
| 12 | Vorbeugende Instandhaltung | | | | | | | | | | | | | |
| | Nutzung von Wartungsplänen und Verfahren zur Feststellung des Wartungsbedarfs | → | → | → | ↑ | ↓ | ↓ | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | |
| | Verfahren zur Überprüfung von Sicherheitseinrichtungen | → | ↑ | → | ↑ | ↓ | ↓ | → | ↑ | → | ↑ | ↓ | ↓ | |
| | Erstellung von Fehleranalysen und statistische Aufarbeitung | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | |
| 13 | Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden | | | | | | | | | | | | | |
| | Textliche und grafische Aufbereitung der Informationen über mechatronische Systeme | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | |
| | Einweisung von Betriebs- und Bedienungspersonal in die Anlage | → | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | → | |
| | Kenntnis der Grundsätze für die Gestaltung von Kundenbeziehungen und Marketingstrategien | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | → | ↑ | ↑ | ↑ | → | → | → | |
| allgemein | | | | | | | | | | | | | | |
| | englische Sprache, Fachbegriffe | → | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | → | ↑ | → | |
| | Ökologische und ökonomische Aspekte | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | → | ↑ | → | |



Trotz der zunehmenden Bedeutung der Maschinendaten für die Arbeit des Mechatronikers betonen die Experten, dass Erfahrungswissen nicht vernachlässigt werden dürfe. Erfahrene Mechatroniker sind bisweilen in der Lage, am Klang festzustellen, wenn es Probleme mit einer mechatronischen Anlage gibt.

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse des Fragebogens genauer vorgestellt: Hinsichtlich des Lernfelds Kommunizieren mit Datenverarbeitungssystemen, in dem es um zentrale Aspekte der Digitalisierung wie Informations- und Datenverarbeitung, Datensicherheit und Datenschutz geht, fällt die Einschätzung der Experten deutlich aus: All diese Aspekte werden in den nächsten 10 Jahren für den Mechatroniker an Bedeutung gewinnen.

Überwiegend einhellig fällt auch das Votum der Experten zugunsten des Bedeutungszuwachses des Lernfelds Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandhaltung aus: Mechatronische Systeme, insbesondere in der Industrie 4.0, sind eingebettete Systeme. Ihre fehlerfreie Funktion hängt deshalb auch stark von den Systemen ab, mit denen sie vernetzt sind. Der Mechatroniker wird in Zukunft ein besseres Gesamtverständnis benötigen (Verständnis von allen Zusammenhängen, die für die Funktion des mechatronischen Systems wichtig sind).

Auch Kompetenzen, die auf der Fähigkeit beruhen, Software sachgerecht zu verwenden und in diesem Zusammenhang Daten auszuwerten, wird in Zukunft eine größere Bedeutung beigemessen: Dazu zählen der Einsatz von Computersimulation zur Unterstützung des Designs mechatronischer Systeme (Lernfeld 8), die Durchführung der statistischen Fehleranalyse zur vorbeugenden Instandhaltung (Lernfeld 12) und die Anwendung von Diagnoseverfahren zur Untersuchung des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen (Lernfeld 9).

Bemerkenswert ist, dass die Experten für einen eher technisch orientierten Beruf wie den Mechatroniker annehmen, dass dieser in Zukunft stärker kommunikative Aufgaben übernehmen wird. Er wird stärker in die Analyse von mechatronischen Systemen einsteigen und seine Arbeitsergebnisse und Planungen im Team oder dem Kunden gegenüber in textlicher und grafischer Form präsentieren und kommunizieren. Es wird davon ausgegangen, dass er zu diesem Zweck die gängige Software zur Aufbereitung von Arbeitsergebnissen einsetzen kann (Lernfelder 1 u. 13). Die Anforderungen an die Kommunikationsfähigkeit des Mechatronikers steigen auch deshalb, da Problemlösungen in modernen Organisationen häufiger in interdisziplinärer Teamarbeit gefunden werden müssen. Außerdem führt die Vernetzung von Produktionssystemen in der Industrie 4.0 dazu, dass mechatronische Systeme und Anlagen, also das Produkt des Mechatronikers, in ein übergreifendes System eingebettet sind. Um dessen Funktionsfähigkeit zu gewährleisten, benötigt der Mechatroniker in Zukunft genaue Kenntnisse über die Arbeitsabläufe außerhalb des eigenen Unternehmens beim Zulieferer und beim Kunden, mit denen er Informationen und Da-



ten austauschen wird. Zu seinen Schlüsselqualifikationen wird es deshalb gehören, mit veränderten Kommunikations- und Informationskulturen umzugehen, Informationsstandards festzulegen und unterschiedliche Datenformate zu beherrschen (Interview Tutschner).

Fazit**1.5**

Die Annahme, dass aufgrund der Digitalisierung völlig neue Berufsbilder in der Automobilindustrie entstehen, ist nach Ansicht der Experten eher unwahrscheinlich. Die aktuellen Veränderungsdynamiken machen eine Einschätzung dessen, welche neuen Berufe in Zukunft überhaupt benötigt werden, äußerst schwierig. Ein weiteres Indiz ist die geringe Resonanz für neue, sehr anspruchsvolle Berufsausbildungen, wie bei der Einführung und Verbreitung des Produktionstechnologen zu beobachten ist. Die Berufsausbildung des Mechatronikers bietet nach Einschätzung der Experten zudem ausreichend Spielraum, um an die Herausforderungen der Digitalisierung adaptiert werden zu können. Die Curricula sind schon jetzt flexibel genug gestaltet, zumal sie technologieoffen formuliert sind. Folglich ist eher zu erwarten, dass sich die existierenden Berufsbilder evolutiv weiterentwickeln.

In den prägenden Berufsbildern der Automobilindustrie wird in Zukunft die Bedeutung von Kompetenzen im Bereich Datenanalyse, Informations- und Datenverarbeitung, Datensicherheit und Datenschutz, Anwendung von digitalen Tools, 3-D-Druck, Selbstmanagement und Teamarbeit wachsen. Auch für den Mechatroniker wird damit die Fähigkeit, in interdisziplinären Teams und mit dem Kunden kommunizieren zu können, wichtiger werden. Ebenfalls wird er Kompetenzen im Bereich Big Data erwerben müssen, um große Datenmengen aus diversen Quellen für seine Aufgaben im Qualitätsmanagement nutzen zu können.

Trotz der gestiegenen Anforderungen hinsichtlich des Erwerbs von IT-Kompetenzen benötigt der Mechatroniker auch in Zukunft fundiertes Wissen in seinen Kernkompetenzfeldern Mechanik, Elektronik und Regelungstechnik. Zudem wird sein Erfahrungswissen weiterhin von Bedeutung sein, wenn er Anlagen und Maschinen überprüft.

Die Ausbildung des Mechatronikers ist schon heute recht anspruchsvoll und sollte nach Meinung der Experten nicht überfrachtet werden. IT-Kompetenzen können auch durch spezielle Weiterbildungsangebote oder über die berufliche Fortbildung (z.B. Industriemeister Fachrichtung Elektrotechnik, Prozessmanager Elektrotechnik) erworben werden.

Fachinformatiker Systemintegration 2.

Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld 2.1

Der Fachinformatiker ist neben dem IT-Systemelektroniker, Informatikkaufmann und IT-Systemkaufmann einer von vier Ausbildungsberufen für den IKT-Dienstleistungsbereich. Der Fachinformatiker unterteilt sich in die zwei Fachrichtungen Systemintegration und Anwendungsentwicklung. Speziell die Fachrichtung Systemintegration erfährt großen Zuspruch bei den Auszubildenden.

Die Fachinformatiker Systemintegration sorgen für den reibungslosen Einsatz von IT in Unternehmen. Sie planen, installieren und konfigurieren komplexe IT-Systeme und vernetzte Systeme, die sie auch betreuen und verwalten. Sie arbeiten i.d.R. als Dienstleister im eigenen Haus oder vor Ort beim Kunden, wo sie die IT-Systeme entsprechend den spezifischen Kundenanforderungen einrichten und betreiben (BERUFENET 2016b). Daneben sind sie auch für die Störungs- und Fehlerbehebung zuständig.

Zusätzlich beraten sie interne und externe Anwender, welche Hard- und Software zum Einsatz kommen soll. Hierzu beobachten sie den Markt für IT-Technologien und -Systeme. Häufig übernehmen Fachinformatiker auch Schulungen von Anwendern. Sie sind mitunter auch verantwortlich für die Systemdokumentation, Erstellung von Bedienerhandbüchern oder Onlinehilfen.⁵

Die Ausbildung findet dual über 3 Jahre in der Industrie, im Handel oder auch in Handwerksbetrieben statt (BERUFENET 2016b). Fachinformatiker werden in Unternehmen nahezu aller Wirtschaftsbereiche beschäftigt. Eine bestimmte Schulbildung ist für den Fachinformatiker nicht vorgeschrieben, jedoch zeigt die Praxis, dass Betriebe überwiegend Auszubildende mit Hochschulreife einstellen (BERUFENET 2016b). Im Jahr 2014 verfügten 55 % der Auszubildenden über die allgemeine Hochschulreife, 37 % über einen mittleren Bildungsabschluss, 4 % über einen Hauptschulabschluss; 2 % konnten keinen Schulabschluss nachweisen (BERUFENET 2016b). Rund 6.000 Personen beginnen jährlich eine Ausbildung zum Fachinformatiker Systemintegration; zurzeit befinden sich insgesamt rund 17.000 Personen in der Berufsausbildung (BIBB 2016e).

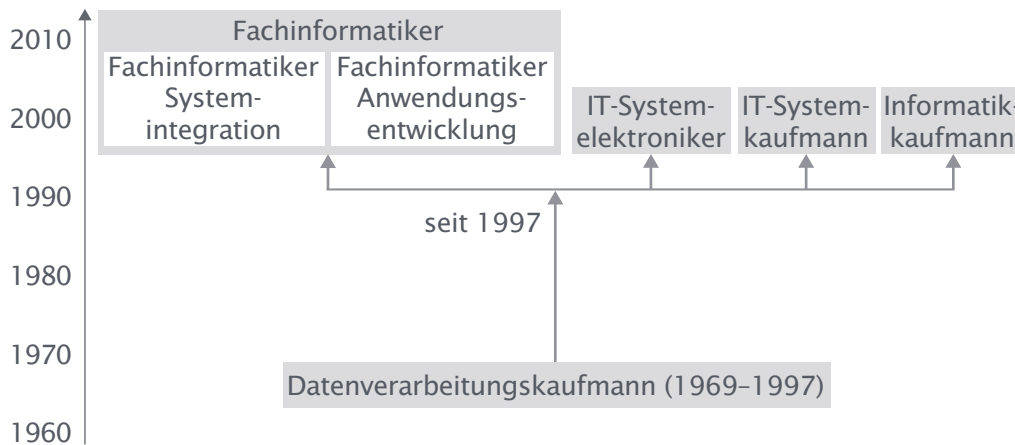
Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie) 2.2

Der Fachinformatiker Systemintegration zählt zu einem von vier IT-Ausbildungsberufen, die 1997 aus dem 1969 definierten Ausbildungsberuf Datenverarbeitungskaufmann hervorgegangen sind (Abb. III.4) (BIBB 2016f). Seitdem

5 www.it-berufe.de/?node=15 (11.1.2016)

wurden insgesamt rund 200.000 Fachkräfte ausgebildet (Stand 2015). Die Zahl der Auszubildenden in den vier Ausbildungsberufen betrug im Jahr 2012 rund 40.000 (Hall et al. 2015, S. 22).

Abb. III.4 Genealogie Fachinformatiker Systemintegration



Eigene Darstellung basierend auf BIBB 2016f

Mitte 2015 startete das BIBB im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) ein Projekt, in dem die vier IT-Ausbildungsberufe auf Modernisierungsbedarfe geprüft werden. Hintergrund ist die Annahme, dass zukünftig verstärkt Kompetenzen an den Schnittstellen von Informatik, Betriebswirtschaft, Kommunikation und Mediengestaltung gefragt sein werden. Das BIBB (2015b) hat die Aufgabe, Vorschläge für die Fortschreibung und Erneuerung der vier Berufsausbildungen zu erarbeiten. Dies schließt auch die Betrachtung von Übergängen zwischen Ausbildung, Fortbildung und Hochschule mit ein. Ergebnisse der Studie wurden zum Jahresende 2016 erwartet und lagen bei Schlussredaktion des Horizon-Scannings noch nicht vor.

Zukünftige Entwicklung des Berufsbildes in der IKT-Dienstleistungsbranche

2.3

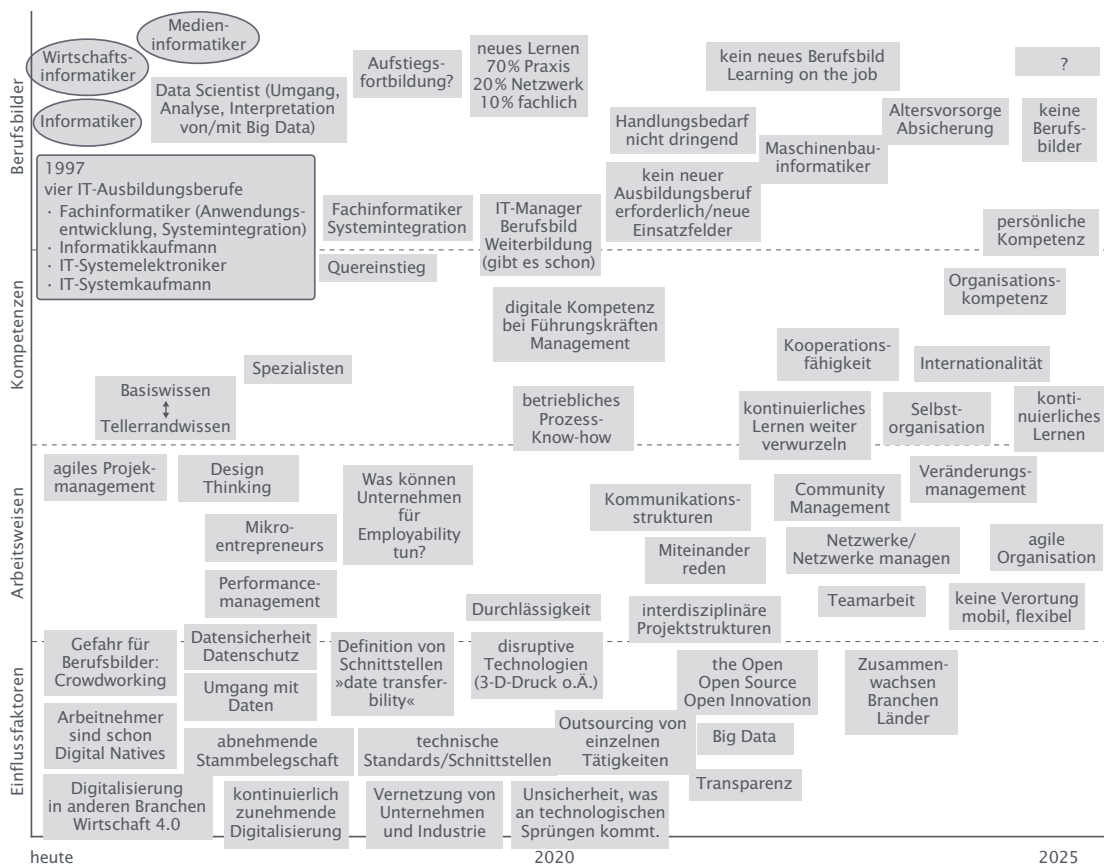
Die Kompetenzanforderungen, die sich in den nächsten 15 Jahren an den Fachinformatiker Systemintegration stellen, werden unmittelbar von den Entwicklungen in der IKT-Dienstleistungsbranche selbst beeinflusst. Mit der Visual Roadmap (Abb. III.5) haben die Branchenexperten im Workshop die Art der Veränderungen und deren Auswirkungen antizipiert, die in den nächsten 10 Jahren auf Arbeitsweisen und Kompetenzen im IKT-Dienstleistungsbereich wirken, um daraus abzuleiten, was dies für Berufsbilder in der IKT-Dienst-

2. Fachinformatiker Systemintegration



leistungsbranche im Allgemeinen bedeutet. Ergänzend dazu sind Ergebnisse aus den Experteninterviews eingeflossen.

Abb. III.5 Visual Roadmap für die IKT-Dienstleistungsbranche



Eigene Darstellung

Ebene Einflussfaktoren

Die digitale Transformation der IKT-Dienstleistungsbranche ist schon weitgehend abgeschlossen, da wesentliche technische (De-facto-)Standards (z.B. im Bereich der Software etwa durch Unix oder Windows) gesetzt sind und völlig neue, disruptive technische Entwicklungen wie das Internet momentan nicht abzusehen sind (Interview Metka). Die IKT-Branche selbst formt aber gleichsam den Kristallisationskeim für die Digitalisierung, die nun von anderen Branchen durchlaufen wird. Nachdem insbesondere im Bürokontext durch den flächendeckenden Einsatz von PC, Internet und E-Mail die Digitalisierung in den letzten Jahren/Jahrzehnten bereits vollzogen wurde, besteht nun der nächste



Entwicklungsschritt in der Bewältigung der Digitalisierung von industriellen Anwendungen.

Da im Zuge von Industrie 4.0 auf jeder Prozessstufe in der Produktion zunehmend mehr Datenmengen (hier bezeichnet als Big Data) anfallen werden, wird gerade im Hinblick auf die Nutzung dieser Daten für Big-Data-Analysen die Fähigkeit, rechtssicher mit Daten umgehen zu können, besonders wichtig. Hier besteht nach Einschätzung der Experten ein großes Potenzial für IKT-Dienstleister und ihre Beschäftigten, Produktionsunternehmen bei den Themen Datenauswertung, sicherer Datenaustausch und Datenschutz zu unterstützen.

Aus Sicht der Experten greift der Begriff Industrie 4.0 zu kurz und es müsste eher von einer Wirtschaft 4.0 gesprochen werden, um deutlich zu machen, dass die gesamte Wertschöpfung (nicht nur die Produktion) betroffen ist und sich die gesamte Wirtschaft mit der digitalen Welt verzahnt. Unter Big Data werden hier jene Daten verstanden, die im Zuge von immer stärker vernetzten Produktions- und Dienstleistungsprozessen innerhalb von Industrie 4.0 bzw. einer Wirtschaft 4.0 entstehen und dabei eine Schnittstelle zwischen IKT-Dienstleistungen einerseits und der Produktion andererseits (sogenannte Smart Services) bilden. Es sind sowohl Kenntnisse z. B. für die Programmierung entsprechender Software für die Auswertung von Daten erforderlich als auch Expertise im Bereich Produktion, welche Prozessschritte und Daten relevant sind.

In den nächsten 2 bis 3 Jahren müssen Schnittstellen entwickelt und Standards für den Datenaustausch etabliert werden. Zum Beispiel ist der Austausch von Komponenten in der Produktion ohne eine Anpassung von Softwareschnittstellen oftmals nicht ohne Weiteres möglich. Die Integration mehrerer Systeme ist somit erschwert. Auch geht es darum, Standards zu entwickeln, wann und wie Daten im Produktionsprozess in welcher Form gespeichert werden.

Des Weiteren haben die Experten den Trend zu Open Innovation als Einflussfaktor auf die Arbeitsorganisation in der IKT-Dienstleistungsbranche identifiziert, der in enger Wechselwirkung zu Industrie 4.0 (Wirtschaft 4.0) gesehen wurde: Beim Konzept Open Innovation werden u. a. Open-Source-Methoden aus der Softwareentwicklung auf die industrielle Fertigung von Produkten übertragen. Für die Produktion bedeutet das, dass Innovationen im Rahmen von Open Innovation in Multiakteursnetzwerken unter Einbeziehung von Kunden stattfinden. Über das Internet ist beispielsweise die Einbindung von Kunden etwa in die Entwicklung des Designs neuer Produkte möglich. Zudem ist es ein Ziel von Industrie 4.0, durch die Digitalisierung der Produktion in Richtung Losgröße 1 zu kommen, d. h. individualisierte und an den Kundenwünschen orientierte Produkte zu erzeugen. Damit veränderten sich Geschäftsmodelle und möglicherweise auch die Organisation von Arbeitsprozessen in den Betrieben.

Die Experten nannten zudem, dass die neue Mobilfunkgeneration 5G vermutlich einen Durchbruch für die Industrie 4.0 und damit für alle Branchen

bringt, weil hierdurch Latenzzeiten verkürzt werden und Systeme noch schneller zusammenarbeiten können (Interview Praikow).

Ebene Arbeitsweisen

Die Expertendiskussion im Workshop brachte das Ergebnis, dass die IKT-Dienstleistungsbranche durch die Digitalisierung vor allem im Bereich der Arbeitsorganisation und Arbeitsweisen beeinflusst wird.

Wichtige Trends sind neue bzw. heute auch in traditionellen Branchen genutzte Formen des Projektmanagements wie das agile Projektmanagement oder Design Thinking als kreative Methode zur Problemlösung. Wurde ursprünglich z.B. beim agilen Projektmanagement ausschließlich mit beschrifteten Karten visualisiert, erfolgt dies heute zunehmend digital. Das agile Projektmanagement stellt neue Herausforderungen an die Arbeitsweise, weil in den Teams eine Lösung von Hierarchien und Rollen erfolgt. Zudem wird die Leistungserbringung der einzelnen Teammitglieder transparenter (Interview Experte 4).

Die Methode des agilen Projektmanagements könnte vielfältige Auswirkungen auf die Unternehmensorganisation und -hierarchien haben, wobei sich laut Experten vermutlich nur einige Unternehmen in Richtung einer agilen Organisation entwickeln werden. Agile Organisation zeichnet sich dadurch aus, dass hierarchische Strukturen in den Hintergrund rücken, was einen hohen Grad an Informationsaustausch und Vernetzung erfordert. In einer agilen Organisation agieren die Mitarbeiter weitgehend autonom und selbstorganisiert. Damit ist die Hoffnung verbunden, in einem komplexen Umfeld schnellere und bessere Entscheidungen treffen zu können. Klassische Karrierepfade gäbe es nach diesem Konzept nicht mehr, weil klare Positionen und hierarchische Strukturen durch Teams ersetzt werden, denen zwar Ziele, aber keine Arbeitsprozesse mehr vorgegeben werden. Teams in agilen Organisationen sollten dem Konzept nach zumeist interdisziplinär zusammengesetzt sein, was hohe Ansprüche an die Kommunikationsfähigkeit der einzelnen Teammitglieder stellt.

Durch die zunehmend geforderte Autonomie der Mitarbeiter im Zuge eines Crowdworkings und die Notwendigkeit zur Selbstorganisation innerhalb der Organisationen könnten Beschäftigte der IKT-Branche zu sogenannten Mikro-entrepreneuren werden. Hierunter wurden in der Diskussion Arbeitnehmer verstanden, die im Prinzip für sich selbst verantwortlich sind, selbstständig agieren und möglicherweise auch losgelöst von einer Organisation, d. h. als Selbstständige, arbeiten. Diese Arbeitnehmer wären mobil, nicht mehr unbedingt in der Organisation verortet und zeichneten sich durch hohe Flexibilität aus. Arbeitsressourcen würden in den Betrieben immer weniger vorgehalten, was zu einer stetigen Abnahme der Stammebelegschaft führen könnte. Stattdessen würden Betriebe ihre Arbeitsleistung bei Bedarf aus einer Crowd zukaufen, einzelne



Tätigkeiten könnten so leichter outgesourct werden. Gleichzeitig müsste in den Betrieben ein Communitymanagement erlernt werden. Darunter verstanden die Experten, dass die verschiedenen Crowds bzw. Communities für bestimmte Aufgaben fallweise zu organisieren und zu steuern wären. Dies ist eine neue zu erlernende Form des Managements.

Infolge des Trends zur stärkeren Flexibilisierung der Arbeitsprozesse innerhalb der IKT-Dienstleistungsbranche könnte sich das klassische Angestelltenverhältnis zunehmend auflösen. Prekäre Arbeitsverhältnisse nähmen zu. Ähnliche Entwicklungen sind bereits in der Kreativbranche zu beobachten. Dies wirft die Frage auf, wie vor dem Hintergrund der skizzierten Entwicklungen eine soziale Absicherung gewährleistet werden kann.

Ebenfalls stellt sich die Frage, wie Unternehmen unter den skizzierten Bedingungen einer Flexibilisierung der Arbeitsprozesse geeignete Voraussetzungen und Umgebungen schaffen können, um die Kompetenzen der Mitarbeiter zu erweitern und ihre Beschäftigungsfähigkeit zu verbessern.

Ebene Kompetenzen

Da der IKT-Sektor generell von einer hohen Innovations- und Änderungsgeschwindigkeit gekennzeichnet ist, ist die Aktualisierung der (technischen) Fachkompetenzen eine fortwährende Herausforderung. Darüber hinaus erlangen aufgrund der sich ändernden Arbeitsweisen weiche Kompetenzen zu Arbeitsstrukturierung und Kooperation zunehmende Bedeutung.

Die stark teamorientierten Formen der Zusammenarbeit, die schon heute typisch für die Arbeitsorganisation in der IKT-Dienstleistungsbranche sind, werden in Zukunft noch stärker von der Digitalisierung beeinflusst werden, weil zunehmend eine noch stärker team-, disziplinen- und branchenübergreifende Zusammenarbeit erfolgen wird. Dies erfordert von den Beschäftigten eine Reihe von sogenannten Softskills. Dazu zählen die Bereitschaft, das eigene Wissen zu teilen, eine offene Kommunikation sowie das Vermögen, eigenständig und selbstorganisiert zu arbeiten. Durch die zunehmende Internationalisierung der Branche und ihrer Kundenstruktur zählen überdies kulturelle Offenheit und geeignete Sprachkenntnisse zu den Kompetenzanforderungen der Zukunft.

Beschäftigte in IT-Berufen benötigen in Zukunft mehr Basiswissen in Themengebieten, die nicht zum Kern der eigenen Profession zählen, weil die Zusammenarbeit zwischen IT-Dienstleistungsberufen und der Industrie sich immer stärker verzahnt. Dies bezieht sich primär auf betriebliches und überbetriebliches Prozess-Know-how. Hierunter wird die Kompetenz verstanden, gesamte Wertschöpfungsprozesse in den Blick nehmen zu können, indem etwa das Zusammenwirken von Leistungserstellungsstationen in der Fertigung, War-

tungszyklen oder generelle betriebliche Fragestellungen verstanden werden, um vor diesem Hintergrund passende IT-Systeme zu entwickeln.

Ebene Berufsbilder

Wenngleich sich die generellen Einflussfaktoren und Arbeitsweisen für den Fachinformatiker Systemintegration permanent ändern, sind die unmittelbaren Auswirkungen auf das Berufsbild von evolutionärer und nicht revolutionärer Natur. Dennoch wird sich der Arbeitsinhalt durch die Integration neuartiger Kompetenzen wandeln.

Insgesamt wird von den Experten mittelfristig kein Handlungsbedarf gesehen, völlig neue (hybride) Ausbildungsberufe, wie z. B. den Fachinformatiker Industrie 4.0, anzubieten. Dies wird u. a. damit begründet, dass Ausbildungsberufe ohnehin niemals die Komplexität der Wirklichkeit in einer Branche spiegeln könnten und sollten. Ziel der Berufsausbildung in den IT-Berufen ist es vielmehr, eine fachliche Tiefe zu vermitteln, die es ermöglicht, über neu in der Praxis hinzugewonnenes Know-how anschlussfähig zu anderen Branchen zu sein. Dies wird umso wichtiger, als IT-Anbieter und deren Kunden in anderen Branchen durch die Digitalisierung in Zukunft immer stärker zusammenwachsen. Beispielsweise sind Softwareentwickler in sogenannten Systemhäusern schon heute sehr stark auf ihre Kunden spezialisiert und arbeiten überwiegend bei ihnen vor Ort (Interview Pfisterer).

Die Ausbildungsberufe in der jetzigen Form, wie der Fachinformatiker Systemintegration, sind hinsichtlich ihrer Adaptivität in Bezug auf andere Branchen bereits gut aufgestellt. Die IT-Berufe sollten deshalb nicht weiter ausdifferenziert werden, lediglich müssten sich Akzente (insbesondere in Richtung betriebliches und überbetriebliches Prozess-Know-how) in den Ausbildungen verschieben (Interview Pfisterer). Die zurzeit laufende Vorbereitung der Novellierung der IT-Ausbildungsberufe könnte hierfür wichtige Impulse geben und Anpassungsbedarfe identifizieren (Kap. III.2.2).

Im Gegensatz zur dualen Berufsausbildung wird bei der akademischen Ausbildung durchaus ein Potenzial für weitere Spezialisierungen gesehen: Durch die zunehmenden Datenmengen infolge fortschreitender Digitalisierung in allen Bereichen der Gesellschaft und in verschiedenen Branchen wird ein größerer Bedarf für Data Scientists vermutet, zu deren Aufgabenspektrum die Analyse und Interpretation großer Datenmengen gehört. Zu den potenziellen Spezialisten zählen auch Absolventen neuer hybrider Studiengänge. Darunter werden Hochschulausbildungen verstanden, die Themen aus zwei Studiengängen zusammenführen wie z. B. Maschinenbauinformatik (weitere Beispiele sind Anlageninformatik, Instandhaltungsinformatik, Infrastrukturinformatik oder Produktionsinformatik). Zukünftige Arbeitsschwerpunkte von Absolventen

jener Hybridstudiengänge werden vor allem im Projektmanagement in Betrieben gesehen. Es wird angenommen, dass eine kleine Anzahl weiterer hybrider Studiengänge neu entstehen wird (Interview Metka).

Spezialisiertes Fachwissen muss jedoch nicht zwingend über Hybridstudiengänge erworben werden. Als Alternative könnte hierfür das Instrument der Weiterbildung genutzt werden. Schon heute gibt es beispielsweise die Weiterbildung zum IT-Manager, die sich u.a. an Mitarbeiter sowie Fach- und Führungskräfte in IT-Abteilungen richtet bzw. an alle, die ein späteres IT-Studium anstreben. Die IT-Weiterbildungsmöglichkeiten waren jedoch in der Vergangenheit nicht sehr gut nachgefragt worden, so die Experten.

Die Frage, wie sich die voraussichtlichen Veränderungen der Arbeitsorganisation auf die Berufsbilder auswirken würden, konnte nicht beantwortet werden. Es wurde in diesem Zusammenhang jedoch diskutiert, ob die Veränderungen zum Verschwinden von Berufsbildern der IKT-Dienstleistungsbranche führen könnten. Welche Berufsbilder in dieser Hinsicht besonders gefährdet sind, konnte allerdings nicht spezifiziert werden.

Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Fachinformatiker Systemintegration

2.4

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragung der Expertengruppe zur künftigen Bedeutung von Kompetenzen für das Berufsbild Fachinformatiker Systemintegration vorgestellt (Abb. III.6). Sie stehen im Einklang mit den Erkenntnissen aus den Interviews.

Zunächst fällt auf, dass die Expertengruppe überwiegend zu einer konsistenten Einschätzung in Bezug auf die Veränderung der Bedeutung von Kompetenzen in 0 bis 5 bzw. in 10 Jahren und darüber hinaus gelangt ist. Es sind nur wenige weiße Felder (Abb. III.6) vorhanden, die für ein heterogenes Meinungsbild stehen. Darüber hinaus wird offensichtlich, dass Kompetenzen entweder an Bedeutung gewinnen oder diese in etwa gleichbleiben. In keinem Fall wurde davon ausgegangen, dass bestimmte Kompetenzen an Bedeutung verlieren oder völlig obsolet werden.

Eine zunehmende Bedeutung von Kompetenzen ist im Wesentlichen in drei thematischen Feldern zu beobachten: der Betrieb, betriebliche Organisation, Geschäftsprozesse und betriebliches Umfeld (Lernfelder 1 u. 2), Informationsquellen und Arbeitsmethoden (Lernfeld 3) sowie Markt- und Kundenbeziehungen (Lernfeld 8). Damit spiegeln die prognostizierten Veränderungen für das Berufsbild des Fachinformatikers Systemintegration den allgemeinen Wandel von Arbeitsweisen, Kompetenzanforderungen und Berufsbildern in der IKT-Dienstleistungsbranche wider.

2. Fachinformatiker Systemintegration



Abb. III.6 Expertenbewertung der Lernfelder für die Ausbildung Fachinformatiker Systemintegration

| Fachinformatiker – Fachrichtung Systemintegration (Ausbildung) | | 0-5 Jahren | | | | | in 10+ Jahren | | | | | | | | | |
|--|---|------------|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Person | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Kompetenzen | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 der Betrieb und sein Umfeld | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Stellung eines Betriebes in Wirtschaft und Gesellschaft, Marktstrukturen und ihre Auswirkungen | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 2 Geschäftsprozesse und betriebliche Organisation | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Geschäftsprozesse Analyse und Gestaltung (z.B. Ablauforganisation, betriebliche Funktionen) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Geschäftsprozesse kontrollieren (z.B. Erfolgsindikatoren) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 3 Informationsquellen und Arbeitsmethoden | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Arbeitstechniken (z.B. Selbstorganisation, Teamarbeit, Kommunikation, Kreativitätstechniken) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Informationsbeschaffung und -verwertung (z.B. Eignung von Quellen, Aufbereiten von Information) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Weitergabe von aufbereiteten Informationen (z.B. adressatengerechte Präsentation) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 4 einfache IT-Systeme | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Konzeption (z.B. Kundenanforderungen, Leistungen, Dokumentation) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Hardwareaufbau und -konfiguration (z.B. Baugruppen, Zusammenwirken, Ergonomie, Umweltverträgl.) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Informationsverarbeitung in IT-Systemen (z.B. Zahlensysteme, Codes, logische Grundfunktionen) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Elektrotechnische Grundkenntnisse (z.B. Elektrostatik, Grenzwerte, analoge/digitale Signale) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Software (z.B. Systemsoftware, Anwendungssoftware) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Inbetriebnahme und Übergabe (z.B. Systemstart, Fehlersuche, Systemdokumentation) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 5 fachliches Englisch | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Beschreibung von IT-Systemen | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Einbau- und Bedienungsanleitungen (Hardware) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Benutzeroberflächen, Bedienerführungen und Anweisungen (Software) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 6 Entwickeln und Bereitstellen von Anwendungssystemen | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Projektierung von Anwendungssystemen (z.B. Projektmanagement, Qualitätssicherung, Ist-Analyse betriebl. Prozesse) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Programmentwicklungsmethoden (z.B. Algorithmen, Datenstrukturen, Programmbibliotheken) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Datenbankanpassung (z.B. Architektur, Datendefinition, Datenschutz/-sicherung) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 7 vernetzte IT-Systeme | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Konzeption (z.B. Bestandsaufnahme nach Anforderungsanalyse, WW vernetzter IT-Produkte mit betr. Organisation) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Informationsübertragung in vernetzten IT-Systemen (z.B. Übertragungstechnik, Netzwerkarchitekturen) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Planung, Aufbau und Konfiguration (z.B. Servertypen, Netzwerkbetriebssystem, Anwendungssoftware) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Inbetriebnahme und Übergabe (z.B. Benutzer- und Ressourcenverwaltung) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 8 Markt und Kundenbeziehungen | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mitwirkung bei Marktbeobachtung und Marktforschung (z.B. Kundenanalyse) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Kundenberatung, Angebots- und Vertragsgestaltung (z.B. Angebotserstellung, Demonstration) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Beschaffung von Fremdleistungen (z.B. Angebotsvergleich, Bestellvorgang) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 9 öffentliche Netze, Dienste | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Beurteilung von aktuellen Informationsdiensten (z.B. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Vergleich Leistung) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Architektur verschiedener Kommunikationsnetze und deren Dienstmerkmale (z.B. Netzstruktur/-knoten) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Zugang zu Informations- und Kommunikationsdiensten (z.B. Systemschnittstellen, techn. Voraussetzungen) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 10 Betreuen von IT-Systemen | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Warten und Instandhalten (z.B. Hard-/Software, Datenträger, Störungsanalyse und -beseitigung) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |
| | Datenschutz und Datensicherung (z.B. Maßnahmen, Virenschutz, Urheberrecht) | | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → | → |

Eigene Darstellung

Die Expertengruppe sieht in 10 Jahren und darüber hinaus einen steigenden Bedarf für ein gutes Verständnis der Stellung des eigenen Betriebes im Markt. Dies umfasst Kenntnisse über Geschäftsprozesse (innerbetrieblich und in Betrieben des Kunden) sowie einen guten Überblick über die Wertschöpfungskette. Durch die steigende Verzahnung der verschiedenen Branchen muss Know-how in Bezug auf Informatik einerseits und betriebliche Prozesse andererseits zunehmend miteinander verknüpft werden können.

Da dem Fachinformatiker Systemintegration eine wichtige Rolle bei der Unterstützung digitaler Transformationsprozesse in Kundenbranchen zukommt, wird für ihn der Erwerb interdisziplinären Wissens immer wichtiger. Er muss in der Lage sein, mit Fachleuten mit anderem Ausbildungshintergrund in unterschiedlichen betrieblichen Arbeits- und Berufsfeldern zusammenarbeiten zu können. In diesem Zusammenhang wird auch die Fähigkeit an Bedeutung gewinnen, die Kundenperspektive einnehmen zu können. Beispielsweise sollte

die Nutzerfreundlichkeit stets bei Entwicklungen mitbedacht werden. Auch wird er in Zukunft vermehrt Dienstleistungen rund um die Kundenbetreuung erbringen müssen, wie (Fern-)Wartung, Pflege und Bereitstellung von Updates nach der Implementierung von Produkten.

Neben den verstärkten Kompetenzanforderungen im Bereich Markt und Kunden wird der Fachinformatiker Systemintegration ebenfalls seine Kenntnisse im Umgang mit Informationsquellen und Arbeitstechniken sowohl in den nächsten 5 Jahren als auch darüber hinaus ausbauen müssen. Dabei geht es sowohl um die Fähigkeit, Informationsquellen und Daten auf ihre Güte hin bewerten zu können (auch Datensicherheit), als auch um die Kompetenz, die Möglichkeiten von Big Data zu nutzen. Im Kontext Arbeitstechniken wurden Kompetenzen wie z. B. Projektmanagement, Qualitätssicherung oder die Istanalyse betrieblicher Prozesse (Lernfeld 6) genannt.

Überdies wurde im Workshop betont, dass der Fachinformatiker Systemintegration verstärkt Softskills benötigt, z.B. in den Bereichen Selbstorganisation, Teamarbeit, interkulturelle Kommunikation oder Erfahrungen mit den Grenzen und Möglichkeiten des Crowdworkings. Zusätzlich zu den bereits skizzierten Kompetenzanforderungen wurden von den Experten noch einige technische Fertigkeiten genannt, die für den Ausbildungsberuf in Zukunft an Gewicht gewinnen könnten: Dies waren Cloudcomputing, Internettelefonie, Kenntnisse zu Standards/Schnittstellen, zukünftige Entwicklungen von IT-Infrastrukturen und Sicherheitsarchitekturen.

Fazit

2.5

Aus Sicht der am Horizon-Scanning beteiligten Experten besteht kein Bedarf, völlig neue spezialisierte Ausbildungsberufe wie z. B. den Fachinformatiker Industrie 4.0 zu kreieren. Statt einer weiteren Ausdifferenzierung sollten in den vorhandenen Berufsausbildungen eher Akzente insbesondere mit Blick auf eine Verzahnung von betrieblichem und überbetrieblichem Prozess-Know-how verschoben werden.

Der Trend zur Spezialisierung wird sich eher bei akademischen Abschlüssen fortsetzen. Wahrscheinlich entstehen weitere hybride Studiengänge wie z. B. Maschinenbauinformatiker. Zur Ausdifferenzierung und Erweiterung von Fachwissen wird voraussichtlich auch das Instrument der Weiterbildung stärker nachgefragt werden, auch die Aufstiegsfortbildung zur schrittweisen Weiterqualifizierung wird vermutlich relevanter werden.

Es ist anzunehmen, dass agile Arbeitsorganisationsformen und Crowdworking die IKT-Dienstleistungsbranche in Zukunft verstärkt prägen werden. Dadurch werden Kompetenzen wie z. B. Selbstorganisation, Kooperationsfähigkeit, interkulturelle Kommunikationsfähigkeit weiter an Bedeutung gewinnen.

Da IT-Berufe, wie der Fachinformatiker Systemintegration, eine wichtige Rolle bei der Unterstützung von digitalen Transformationsprozessen in anderen Branchen einnehmen, benötigen sie zukünftig mehr Know-how zu branchenübergreifenden Wertschöpfungs- und Geschäftsprozessen sowie Basiswissen über ihre Kundenbranchen.

Um die Chancen und Risiken von Big Data besser einschätzen zu können und die Auswertung großer Datenmengen für den Kunden nutzbar zu machen, werden ebenfalls Kompetenzen im Bereich Datenschutz, Datensicherheit und Datenauswertung für die IT-Berufe immer wichtiger.

Produktdesigner **3.**

Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld **3.1**

Das Tätigkeitsfeld Technischer Produktdesigner umfasst das Erstellen und Anpassen von 3-D-Datensätzen und Dokumentationen für Bauteile und Baugruppen auf der Grundlage von gestalterischen und technischen Vorgaben mittels Computer-Aided-Design-Systemen (CAD-Systemen). Sie berücksichtigen dabei Fertigungsverfahren und Werkstoffeigenschaften, planen und koordinieren Arbeitsabläufe und Konstruktionsprozesse, kontrollieren und beurteilen Arbeitsergebnisse. Auf diese Weise verfügen sie über verschiedentliche Freiheitsgrade in ihrer Tätigkeit, die sie innerhalb des vorgegebenen Rahmens konstruktiv und problembewusst nutzen müssen. Bei der Arbeit kommt es – zumindest gemäß der aktuell bestehenden Fertigungsparadigmen – darauf an, möglichst viele Standardelemente aus entsprechenden Bibliotheken zu nutzen, um in der Fertigung aufwendige Sonderschritte oder Spezialanfertigungen zu vermeiden.

Die Ausbildung und somit die spätere berufliche Tätigkeit gliedert sich in die beiden Fachrichtungen Produktgestaltung und -konstruktion (Konsumgüter) und Maschinen- und Anlagenkonstruktion (Investitionsgüter), deren Inhalte sich ähneln, aber gewisse Spezifika aufweisen. Die folgenden Kurzporträts umreißen die Tätigkeitsbereiche beider Fachrichtungen:

In der Fachrichtung Produktgestaltung und -konstruktion werden Bauteile, Baugruppen oder Produkte nach Kundenwunsch entworfen und konstruiert. Dabei wird bevorzugt auf ggf. bereits bestehende Modelle und Lösungen zurückgegriffen, die auftragsspezifisch modifiziert werden. Die Arbeit erfolgt mithilfe von CAD-Programmen, in denen 3-D-Zeichnungen und Modelle erstellt werden. Die digitalen Konstruktionen bilden die Grundlage für weitere Darstellungen wie etwa Schnittbilder und auch die technische Dokumentation. Abhängig von der Aufgabe werden Werkstoffe und Normteile ausgewählt und auf Umsetzbarkeit mit den zur Verfügung stehenden Fertigungs- und Montage-

techniken (Spritzguss, zerspanende Fertigung etc.) überprüft. Bei dieser Betrachtung spielen auch Gestaltungsfragen und wirtschaftliche Aspekte eine Rolle.

In der Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion werden Bauteile, Baugruppen oder Gesamtanlagen nach Kundenwunsch entworfen und konstruiert. In Zusammenarbeit mit der Entwicklungsabteilung werden an CAD-Systemen detaillierte Modelle erstellt. Dabei beachten Produktdesigner die jeweils einschlägigen Normen und tragen eine fertigungsgerechte Bemaßung ein. Im Rahmen der Fertigungsvorbereitung werden elektrotechnische Komponenten berücksichtigt sowie geeignete Normteile und Werkstoffe ausgewählt. Änderungsvorschläge, z. B. aus Fehler- und Prüfberichten, werden konstruktiv und unter Beachtung des Wirtschaftlichkeitsgebots umgesetzt. Neben der (Aktualisierung der) Produktdokumentation werden Montagepläne und Stücklisten für die Fertigung erstellt.

Der Technische Produktdesigner ist eine dreieinhalbjährige duale Berufsausbildung in Ausbildungsbetrieb und Berufsschule gemäß Berufsbildungsgesetz.⁶ Rund 108 Personen beginnen jedes Jahr die Berufsausbildung zum Technischen Produktdesigner. Zurzeit befinden sich rund 345 Personen bundesweit in diesem Ausbildungsberuf (Stand: 31.12.2014) (BIBB 2016g).

Wenngleich es keinen Zugangsausschluss von Absolventen der Hauptschule gibt, bieten in der Praxis faktisch die mittlere Reife und das Abitur einen adäquaten Schulabschluss als Voraussetzung. Dies mag auch daran liegen, dass die Nachfrage die Zahl der Ausbildungsplätze übersteigt (Baethge et al. 2015, S. 50). Im Jahr 2014 hatten 5% der Ausbildungsanfänger einen Hauptschulabschluss, 50% einen mittleren Bildungsabschluss und 44% Hochschulreife. 1% begann die Ausbildung ohne Schulabschluss (BERUFENET 2016c).

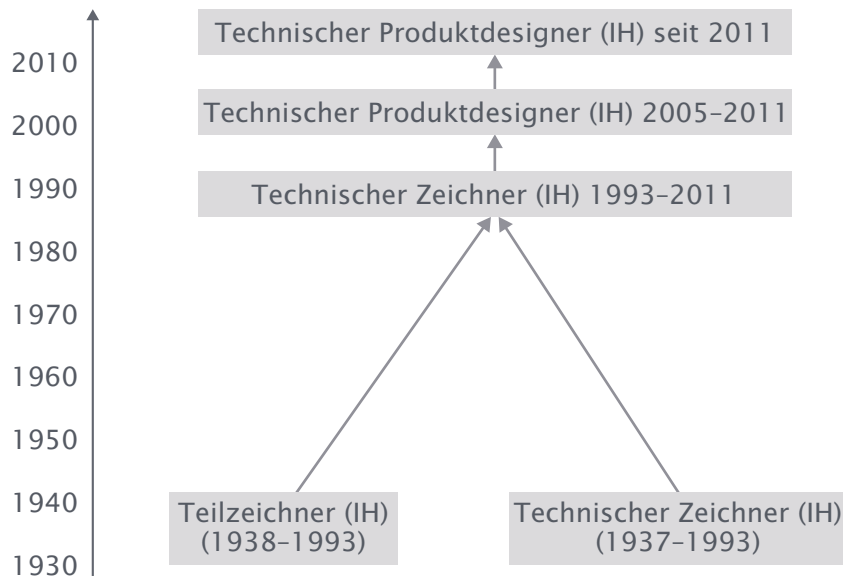
Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie)

3.2

Der Beruf des Technischen Produktdesigners entspricht weitgehend einer Aktualisierung und Fortführung des Technischen Zeichners (Abb. III.7). Die Digitalisierung hat hier bereits zu einem grundsätzlichen Wandel des Werkzeugs geführt, indem anstelle des Reißbretts heutzutage CAD-Programme verwendet werden.

6 Verordnung über die Berufsausbildung zum Technischen Produktdesigner und zur Technischen Produktdesignerin sowie zum Technischen Systemplaner und zur Technischen Systemplanerin vom 21. Juni 2011 (BGBl. I S. 1215), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. Oktober 2014 (BGBl. I S. 1630) geändert worden ist

Abb. III.7 Genealogie Technischer Produktdesigner



Eigene Darstellung basierend auf BIBB 2016h

Die Berufsbezeichnung Technischer Produktdesigner legt eine Vergleichbarkeit mit den ähnlich lautenden Bezeichnungen in der akademischen Ausbildung wie etwa Produkt- und Industriedesign nahe. Im Gegensatz zu akademisch ausgebildeten Designern entwerfen Technische Produktdesigner jedoch keine umfassenden Gestaltungskonzepte, sondern führen diese mit Blick auf die Fertigung aus. »Bei akademisch vermittelten Designberufen – insbesondere bei solchen, die keine vorherige Handwerksausbildung erfordern – geht es oftmals um die Gestaltung von Prozessen, während es bei dual ausgebildeten Designberufen meist um die Gestaltung von Objekten geht; akademisch ausgebildete Industrie- und Produktdesigner adressieren im Vergleich zu dual ausgebildeten technischen Produktdesignern beides bzw. eine höhere Aggregationsebene.« (Interview Experte 3)

Aufgrund der Verwechslungsgefahr der zwar namentlich ähnlichen, inhaltlich jedoch zu unterscheidenden Bezeichnungen der beruflichen und akademischen Ausbildung streben verschiedene Akteure – insbesondere aus dem Kontext der Designerverbände – immer wieder an, die Bezeichnung Technischer Produktdesigner wieder stärker auf die ursprüngliche Bezeichnung Technischer Zeichner zurückzuführen.



Zukünftige Entwicklung der Berufsbilder in der Designwirtschaft

3.3

Die in Abbildung III.8 dargestellte Visual Roadmap ist das Ergebnis eines exper-tenbasierten Diskussions- und Strukturierungsprozesses, um die Veränderun-gen in der Designwirtschaft zu antizipieren. Dabei muss betont werden, dass sich die Roadmap nicht allein auf das Berufsbild Technisches Produktdesign bezieht, sondern die Entwicklung der Designwirtschaft im Kontext des produ-zierenden Gewerbes generell betrachtet. Eine Fokussierung auf das Technische Produktdesign und die damit einhergehenden Änderungen im Kompetenzpro-fil erfolgt in Kapitel III.3.4.

Abb. III.8 Visual Roadmap für die Designwirtschaft



Eigene Darstellung

Ebene Einflussfaktoren

Von den Experten wurden allgemein für die Designwirtschaft die folgenden relevanten Entwicklungen identifiziert:

Die Digitalisierung beeinflusst die Designwirtschaft und die Erbringung von Designleistungen sehr weitgehend. Designer ist kein geschützter Beruf, sodass auch nichtausgebildete Personen entsprechende Leistungen anbieten können (hier meist Grafikdesign etc.; weniger im Industrie- und Produktdesign), was aufgrund der auch für Amateure verfügbaren Software zu einem gewissen Wildwuchs führt. Gleichzeitig sinken aufgrund digital vermittelter Geschäftsmodelle die Zutrittsbarrieren zum Markt, da Leistungen über Plattformen wie www.designenlassen.de de facto weltweit angeboten werden können.

Aufgrund von Auftragsfertigung etc. war es (für marktfremde Akteure) noch nie so einfach, ein Produkt herstellen zu lassen; auch hier spielen verschiedene Service- und Fertigungsplattformen eine zentrale Rolle. Auf diese Weise steigt durch die Digitalisierung und die resultierende Produkt- und Variantenvielfalt auch der Bedarf an Design.

Ebenso gewinnen Fragen der Tragfähigkeit neuer Geschäftsmodelle und die Entlohnungs- und (sozialen) Absicherungsmechanismen zukünftig an Bedeutung (dies gilt insbesondere für freischaffende Designer und weniger für regulär angestellte, wie es für Technische Produktdesigner typisch sein dürfte).

Mit Blick auf den technischen Fortschritt wird erwartet, dass im Jahr 2020 intelligente digitale Werkzeuge verfügbar sein werden, mit denen ggf. auch Laien/Fachfremde passable (Standard-)Designleistungen erbringen können. Für die weitere Digitalisierung gilt wie für die allgemeine Automatisierung, dass nicht alles technisch Machbare verwirklicht werden dürfte, sondern nur das, was auch einen Mehrwert verspricht (Interview Hackel).

Ebene Arbeitsweisen

Die Erbringung der Tätigkeiten in der Designwirtschaft und im Industrie-/Produktdesign ist grundsätzlich von einer starken Technisierung und Digitalisierung gekennzeichnet.

Aktuell sind hier insbesondere Rendering-Programme zur Erstellung von (fotorealistischen) Grafiken aus Rohdaten/digitalen Modellen und sonstige Softwarewerkzeuge für (dynamische) 3-D-Modellierungen und Anwendungen der virtuellen Realität zu nennen.

Aufgrund der fortschreitenden Virtualisierung kommt es zu einer Flexibilisierung des Designprozesses, da digitale Entwürfe und Modelle auch kurzfristig und umfassend geändert werden können (anders als Holz- oder Tonmodelle), sodass insbesondere der Austausch mit dem Kunden aufgrund der unmittelba-



ren Möglichkeit zur Einflussnahme (gemeinsames Durchspielen von Modellvarianten) profitieren wird. Die Experten erwarten, dass sich diese gegenwärtig noch vergleichsweise neue Entwicklung zwischen 2020 und 2025 verstetigt haben und Teil des Standarderbringungsprozesses sein wird (inkl. der vor- und nachgelagerten Prozesse).

Mit Blick auf die Bereitstellung neuer digitaler Werkzeuge stellt sich die Frage, ob in absehbarer Zukunft eine technische Unterstützung der Kreativität zu erwarten ist, die je nach Ausprägung/Leistungsvermögen zu einer Entwertung (leistungsfähige künstliche Kreativität) oder aber Fokussierung (basal künstliche Kreativität⁷) menschlicher Kreativität im Designprozess führen dürfte.

Ebene Kompetenzen

Mit der zunehmenden Digitalisierung werden Kompetenzen gestärkt, die das eigentliche Designwissen und die Prozessgestaltung in den Vordergrund rücken.

Da gegenwärtig noch keine künstliche Kreativität verfügbar ist, wird Kreativität aktuell und auch zukünftig als wesentliches Merkmal der menschlichen Kompetenzen im Designkontext gesehen. Dies umfasst zudem analoge Kompetenzen wie das Wissen um Ästhetik, Grundlagen der Gestaltung, Materialkunde etc. und somit Elemente eines schwer formalisierbaren Rahmens für gutes Design. Die Kernkompetenz des Designs widersetzt sich somit bis auf Weiteres der Digitalisierung.

Gepaart mit der Beherrschung der (digitalen) Werkzeuge entwickelt sich das Kompetenzspektrum stärker in Richtung Prozessdesign, Kommunikation und Integration, da der gesamte Fertigungsprozess zunehmend integriert und mit einer durchgängigen digitalen Datenbasis versehen ist. Dabei wird erwartet, dass vom Design zukünftig (gesellschaftliche) Trends aktiv aufgegriffen und als Impuls für den grundlegenden Entwicklungs- und Geschäftsprozess übersetzt werden. Auf diese Weise wird ein wichtiger Schritt hin zu einem umfassenden Design Thinking⁸ und der damit verbundenen Kunden- und Nutzenorientierung (User Experience) vollzogen.

7 Bei einer basal künstlichen Kreativität kann das System einfache Gestaltungsaufgaben wie das Durchspielen verschiedener und durch (Stil- und Merkmals-) Vorgaben bestimmte Varianten – in Abhängigkeit vom jeweiligen Objekt und dessen Nutzungskontext – selbstständig ausführen.

8 Design Thinking ist ein vergleichsweise neuer kreativer Trend in der Produkt- und Prozessentwicklung, der die Produktentwicklung aus Sicht des Kunden und der Gebrauchstauglichkeit definiert und nicht etwa anhand des Fertigungsprozesses oder der technischen Spezifikation.

Ebene Berufsbilder

Der Anspruch an Designer und ihre Verantwortung für Prozesse und das Große und Ganze spiegeln sich auch in einer entsprechenden Profilierung des Berufsbildes wider.

Von Designern werden zukünftig vermutlich vermehrt Tätigkeiten aufgegriffen, die bisher in nachgelagerten Prozessen bearbeitet wurden (z. B. die sogenannte Post Production von 3-D-Renderings).

Weitere Inhalte, die zukünftig immer stärker von Produktdesignern abgedeckt werden (hier handelt es sich um Anforderungen, die durch entsprechende Kompetenzen bedient werden müssen), betreffen rechtliche Fragen. Wichtige Aspekte sind hier Datenhoheit, Nutzungsrechte und Rechtmanagement sowie der verantwortungsvolle Umgang mit Rechten am geistigem Eigentum; gerade im Produkt- und Industriedesign handelt es sich oftmals um den Umgang mit hochsensiblen Informationen, die ein hohes Maß an Verantwortung erfordern.

Eine zusätzliche Erweiterung der Kompetenzen, aber auch der Einsatzmöglichkeiten findet mit Blick auf Prozesswissen, -integration und -gestaltung statt. Dies wird dazu führen, dass in Zukunft immer neue Betätigungsfelder für Designer entstehen, deren unmittelbare Tätigkeiten zu einem hohen Maße von gesellschaftlichen Trends (Moden) und Bedürfnissen (z. B. einfach auszufüllende Formulare etc.) bestimmt werden. Zusammenfassende Merkmale zukünftiger Designberufe sind daher Problem- und Prozessorientierung, Interdisziplinarität und Flexibilität.

Die Digitalisierung führt damit zu einer stärkeren Differenzierung der einzelnen Berufs- und Tätigkeitsschwerpunkte im Kontext Designwirtschaft, da das prinzipiell anwachsende Aufgabenspektrum und die direkte Einbindung in vor- und nachgelagerte Prozesse auf betrieblicher Ebene spezifische Profile (teilweise gleichsam individuelle Profile) ergeben.

Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Produktdesigner

3.4

Die für die Ausübung des Berufs notwendigen Fähigkeiten und Kompetenzen sind in Abbildung III.9 stark verdichtet zusammengefasst.

Bei der Experteneinschätzung zu den zukünftigen Kompetenzen fällt auf, dass praktisch alle Nennungen im heutigen (leicht erweiterten) Lehrplan auch in Zukunft wichtig bleiben (Kennzeichnung in hellgrau in Abb. III.9) oder weiter an Wichtigkeit zunehmen werden (Kennzeichnung in grau in Abb. III.9); die Bewertungen der Experten erfolgen sehr konsistent und mit geringer Streuung. Dabei wird deutlich, dass auch der ergänzte Schwerpunkt Kreativität/Gestaltung



wichtig bleibt, ohne jedoch an Bedeutung zu gewinnen. Dies ist womöglich dem Umstand geschuldet, dass das Produkt- und Industriedesign sowohl dual als auch akademisch (bzw. in Kombination als duales Studium) vermittelt werden und die übergeordnete Gestaltungsaufgabe inklusive Design Thinking als Prozess im Kern (noch) bei den akademisch ausgebildeten Designern gesehen wird.

Abb. III.9 Expertenbewertung der Lernfelder für die Ausbildung Technischer Produktionsdesigner

| Technischer Produktdesigner (Ausbildung) | | 0-5 Jahre | | | 10+ Jahre | | | | |
|--|---|-----------|---|---|-----------|---|---|---|---|
| | | Person | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| Kompetenzen | | | | | | | | | |
| 1 der Betrieb und sein Umfeld | | | | | | | | | |
| | Kenntnisse über die Stellung eines Betriebs in Wirtschaft und Gesellschaft, Marktstrukturen und ihre Auswirkungen | | ↑ | → | → | | ↑ | → | → |
| 2 Arbeitsvorbereitung | | | | | | | | | |
| | Planen von Produktentwicklungsprozessen/Prozessintegration | | ↑ | ↑ | → | | ↑ | ↑ | → |
| | Berücksichtigung von ökonomischen, ökologischen und sicherheitstechnischen Faktoren | | ↑ | ↑ | ↑ | | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Berücksichtigung von Normen und Richtlinien zur Sicherung von Prozess- und Produktqualität | | ↑ | ↑ | → | | ↑ | ↑ | → |
| | Anwendung von Methoden des Prozess- und Qualitätsmanagements | | → | ↑ | ↑ | | → | ↑ | → |
| | Ermitteln und Berechnen von mechanischen und physikalischen Größen | | → | → | → | | → | → | ↓ |
| | Berücksichtigung von Gestaltungsvorgaben (Corporate Identity) | | ↑ | → | → | | ↑ | → | → |
| 3 Kommunikation | | | | | | | | | |
| | Teamarbeit, Kommunikation, soziale Kompetenzen | | ↑ | → | ↑ | | ↑ | → | ↑ |
| | Informationsbeschaffung und -verwertung | | ↑ | ↑ | ↑ | | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Aufbereitung von Informationen/Ergebnissen und kundengerechte Präsentation | | ↑ | ↑ | → | | ↑ | ↑ | → |
| | (fachliches) Englisch | | ↑ | ↑ | → | | ↑ | ↑ | → |
| 4 juristische Kenntnisse | | | | | | | | | |
| | Urheberrecht/Schutz des geistigen Eigentums | | ↑ | → | ↑ | | ↑ | → | ↑ |
| | Rechtmanagement und -übertragung, Nutzungsrechte | | ↑ | → | ↑ | | ↑ | → | → |
| | Datenschutz und Informationssicherheit | | ↑ | ↑ | ↑ | | ↑ | ↑ | ↑ |
| 5 Arbeitsinhalte | | | | | | | | | |
| | Entwicklung und Anwendung von Modellierungsstrategien | | → | → | → | | | → | → |
| | Erstellen und Modifizieren von 3-D-Datensätzen für Bauteile und -gruppen | | ↑ | → | → | | ↑ | → | → |
| | Konstruieren von Bauteilen mit 3-D-CAD-Systemen unter Berücksichtigung von Werkstoffeigenschaften | | ↑ | ↑ | → | | ↑ | ↑ | → |
| | Erstellen virtueller Baugruppen unter Berücksichtigung v. Fügeverfahren u. Montagetechniken | | ↑ | ↑ | → | | ↑ | ↑ | → |
| | Erstellen von technischen Dokumenten aus Datensätzen | | | → | | | ↓ | → | ↓ |
| | Erzeugen prozesskompatibler Datensätze unter Berücksichtigung von Schnittstellen | | | ↑ | → | | → | ↑ | → |
| | Nutzung/Aufbereitung von CAD-Daten für Rendering und fotorealistische Darstellung sowie interaktive 3-D-Darstellung | | ↑ | → | ↑ | | ↑ | → | ↑ |
| | Aufbereiten von CAD-Daten für Anwendungen der virtuellen Realität | | ↑ | ↑ | ↑ | | ↑ | ↑ | ↑ |
| 6 Kreativität/Gestaltung | | | | | | | | | |
| | Kenntnisse von Ästhetik, Farblehre, räumliches und szenisches Denken | | → | → | → | | → | → | → |
| | Prinzipien guten Designs | | → | → | → | | → | → | → |
| | Design Thinking | | → | → | → | | → | → | → |

Eigene Darstellung

Zudem nimmt der neu in den Anforderungskatalog aufgenommene Aspekt der Virtualisierung an Bedeutung zu; ein Umstand, der sich auch in den Experteninterviews und der Roadmap widerspiegelt. Wenngleich die augenblickliche starke Fokussierung auf Virtualisierung voraussichtlich im Zeitraum von 2020 bis 2025 ihren Höhepunkt erreicht haben und dann gleichsam Alltag sein wird, wird hier ein durchgängiger Bedarf an Kompetenzaufbau gesehen.

Im Kontext der Designwirtschaft ist gegenwärtig der Beruf des Industrie- bzw. Produktdesigners – etwa im Vergleich mit Kommunikations- oder Me-

diendesign – am stärksten von der Digitalisierung betroffen (akademische, aber auch duale Ausbildung). Dieser hat in den vergangenen Jahren zudem eine deutliche Entwicklung hin zur Erzeugung/Gestaltung virtueller Prototypen bis hin zum Virtual Testing erfahren. In der Automobilentwicklung werden heute ganze Fahrzeuginnenräume virtuell modelliert, um die ergonomische und ästhetische Anordnung von Elementen auf dem Armaturenbrett, die Größe des Handschuhfachs etc. zu ermitteln. Erst nach einer solchen (internen) Testphase werden dann Modelle (1:1-Mockups) erstellt, um die Haptik etc. zu testen (dies geschieht bei kleineren Elementen zunehmend direkt über 3-D-Drucker). Durch die virtuelle Modellierung kann die Anzahl der Realmodelle reduziert werden. Zudem ist es in 3-D einfacher und schneller möglich, Varianten zu testen, Oberflächen anzupassen und Größen und Anordnungen zu ändern (Interview Hackel 2015).

Womöglich fließt hier auch der Aspekt der Modellierungsstrategien (also die schrittweise Realisierung von Modellen) ein, der gemäß Experteneinschätzung zwar innerhalb der kommenden 5 Jahre wichtig bleibt, darüber hinaus (10 Jahre Zeithorizont) gewisse Unsicherheiten nahelegt (Kennzeichnung in weiß in Abb. III.9). Hierin zeigt sich exemplarisch, in welchem Maße die Digitalisierung einzelne Lehr- und Arbeitsinhalte im Produktdesign verändert: Die Erstellung von Realmodellen (Ton, Holz etc.) verliert angesichts der Virtualisierung und somit der softwarebasierten Modellierung an Bedeutung, ohne aber offenbar ganz zu verschwinden, da Charakteristika wie Haptik etc. reale Gegenstände erfordern. Es ist zu vermuten, dass sich die Virtualisierung aufgrund der offenen Gestaltung im Rahmen der bestehenden Ausbildungsordnung/des Rahmenlehrplans umsetzen lässt. Gleiches dürfte für die Konkretisierung der juristischen Inhalte im Hinblick auf Rechtmanagement etc. gelten: »Mit Blick auf die zukünftigen Kompetenzen sind Medienkompetenz und ein sicheres Beherrschen der digitalen Werkzeuge unerlässlich; hier erfolgt eine gleichsam tagesaktuelle Auffrischung der Inhalte – nicht nur in der akademischen, sondern auch in der dualen Ausbildungspraxis (bis hingegen eine neue Ausbildungsordnung formal hinzukommt, vergehen oftmals viele Jahre); somit handelt es sich um evolutive Prozesse, bei denen aber nicht ausgeschlossen werden kann, dass es auch zu disruptiven Änderungen in Inhalten und Studien-/Ausbildungsgängen kommen kann. Neben der fortwährenden Aktualisierung wird es darauf ankommen, insbesondere die designrelevanten Grundkompetenzen (kreativ-künstlerischer Gehalt und das für die Arbeit unabhängig vom Medium notwendige ›Handwerkszeug‹) zu erhalten.« (Interview Experte 3)

Zu einer Bedeutungsabnahme von Kompetenzen wird es zukünftig nach Einschätzung der Experten lediglich bei der Erstellung von technischen Dokumenten aus Datensätzen kommen (Kennzeichnung in dunkelgrau in Abb. III.9); es konnte nicht geklärt werden, ob es sich dabei um eine relative oder absolute



(z. B. Wegfall der Tätigkeit aufgrund automatisierter Erstellung) Bedeutungsabnahme handelt.

Fazit**3.5**

Der digitale Wandel hat einen großen Einfluss auf die Berufe in der Designwirtschaft. Dies gilt sowohl für die Werkzeuge (softwaregestütztes Arbeiten) als auch für die Inhalte (Bedeutungszunahme der Virtualisierung) und Prozesse (Design Thinking).

Diese Entwicklung spiegelt sich auch im Berufsbild Technischer Produktdesigner wider, das aus dem Technischen Zeichner hervorgegangen ist und auf diese Weise eine Modernisierung erfahren hat (vom Reißbrett zum CAD-Programm, Oberflächenrenderings, Vorbereitung von nachfolgenden Prozessschritten wie der Post Production).

Die in der heutigen Ausbildung vermittelten Inhalte und Kompetenzen werden nahezu durchweg als auch in Zukunft wichtig angesehen; die meisten davon werden künftig sogar an Bedeutung gewinnen, sodass sie in der Ausbildung je nach Unternehmenskontext eine entsprechende Schwerpunktsetzung erwarten lassen.

Eine disruptive Neuordnung der Ausbildung des Berufsbilds Technischer Produktdesigner ist aufgrund der Flexibilität insbesondere der Ausbildungsordnung nicht absehbar, kann aber auch nicht kategorisch ausgeschlossen werden.

Offen bleibt die Frage des zukünftigen Verhältnisses des dual vermittelten Technischen Produktdesigns zum akademisch vermittelten Industrie-/Produktdesign; da Routinetätigkeiten leichter formalisierbar sind als kreative Leistungen, kann es hier womöglich zu einer Stärkung auch der schöpferischen Komponente beim Technischen Produktdesign und damit zu einer Annäherung an das akademisch vermittelte Design kommen.

Industriemechaniker**4.**

Überblick zum Beruf und Tätigkeitsfeld**4.1**

Industriemechaniker sind für die Einrichtung, Umrüstung und Inbetriebnahme von Produktionsanlagen verantwortlich. Übliche Einsatzgebiete sind der Maschinen- und Anlagenbau, die Produktionstechnik, die Instandhaltung und der Feingerätebau (BIBB 2016i). Sie montieren Geräte- und Bauteile zu Maschinen bzw. technischen Systemen. Dafür stellen sie Geräte- und Bauteile aus Metall und Kunststoff zum großen Teil selbst her. Typische Tätigkeiten in diesem Zu-

sammenhang sind das Drehen, Bohren, Fräsen, Schleifen und Schweißen. Ebenso führen sie Arbeiten mit hoher Präzision an CNC⁹-Maschinen aus (BERUFENET 2016d).

Industriemechaniker sorgen dafür, dass Maschinen und Fertigungsanlagen betriebsbereit sind. Bei der Wartung und Instandhaltung von Anlagen ermitteln sie Störungsursachen, bestellen Ersatzteile oder fertigen diese selbst an und führen Reparaturen aus. Im Anschluss an die Montage- und Prüfarbeiten weisen sie Kollegen oder Kunden in die Bedienung und Handhabung der Maschinen und technischen Systeme ein. Dies erfolgt in den hauseigenen Werkstätten sowie den Werk- bzw. Fabrikhallen ihres Industriebetriebs oder im Auftrag ihres Arbeitgebers beim Kunden (BERUFENET 2016d).

Der Industriemechaniker ist ein dreieinhalbjähriger Ausbildungsberuf. Insgesamt werden jährlich rund 13.000 Ausbildungsverträge geschlossen. In Deutschland werden zurzeit rund 47.400 Personen zum Industriemechaniker ausgebildet (BIBB 2016j). Üblicherweise wird ein mittlerer Bildungsabschluss erwartet; eine rechtlich geregelte Zugangsvoraussetzung über ein Mindestmaß an Schulbildung besteht jedoch wie in der dualen Berufsausbildung üblich nicht (Ausbildungsanfänger 2014: 1% ohne Schulabschluss, 15% Hauptschulabschluss, 6% mittlerer Bildungsabschluss, 20% Hochschulreife [BERUFENET 2016d]). Die duale Ausbildung findet in einem industrie- oder produktionsnahen Ausbildungsbetrieb und in der Berufsschule statt (BERUFENET 2016d).

Bisherige Entwicklung des Berufs (Genealogie)

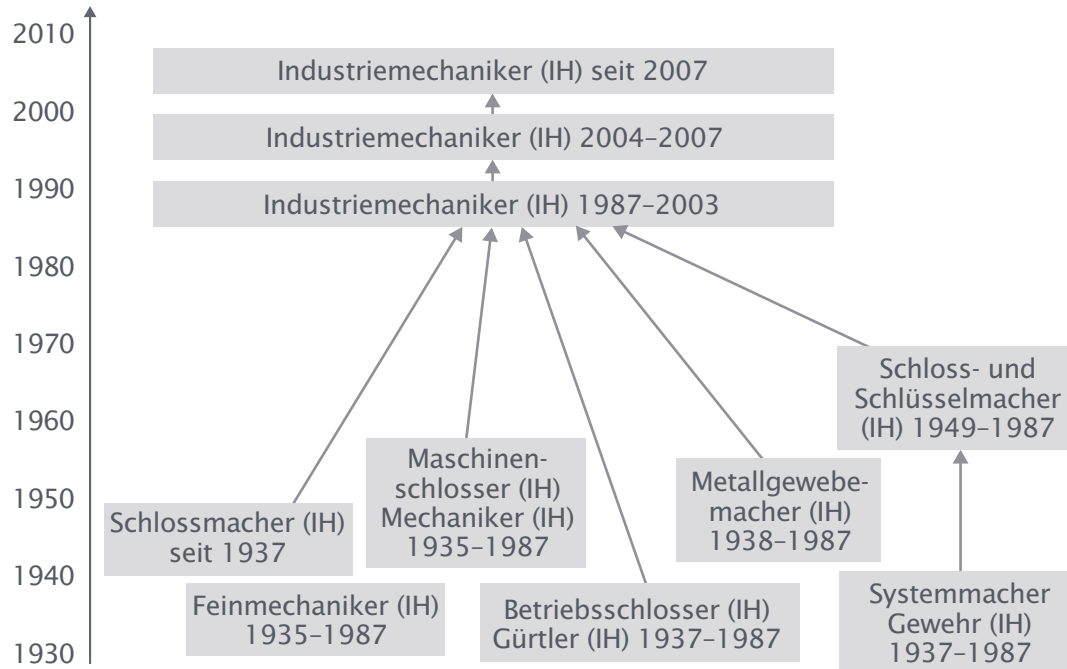
4.2

Der Beruf Industriemechaniker wurde zum 1. August 1987 eingeführt und wird durch eine sogenannte gestreckte Abschluss- und Gesellenprüfung vor der Industrie- und Handelskammer abgeschlossen. Seit seiner Neuordnung im Jahr 2004 wird der Beruf nicht mehr in Fachrichtungen, sondern in Einsatzgebieten wie beispielsweise der Instandhaltung ausgebildet. Eine Vielzahl an Vorgängerberufen, die zwischen 1937 und 1987 ihre Relevanz hatten, ging in dem neu eingeführten Berufsbild des Industriemechanikers auf. Dazu zählten unter anderem der Beruf des Betriebs- und des Maschinenschlossers wie auch des Schloss- und Schlüsselmachers oder des Mechanikers und Feinmechanikers (Abb. III.10) (BIBB 2016k).

9 CNC steht für »Computerised Numerical Control« (rechnergestützte numerische Steuerung) und beschreibt die ab den 1970er Jahren eingeführten computergesteuerten Werkzeugmaschinen (in Ablösung der lochkartengesteuerten Maschinen). Heutzutage sind praktisch alle neu auf den Markt gebrachten Maschinen CNC-Maschinen.

Abb. III.10

Genealogie Industriemechaniker



Eigene Darstellung basierend auf BIBB 2016k

Zukünftige Entwicklung des Berufsbildes im Maschinenbau 4.3

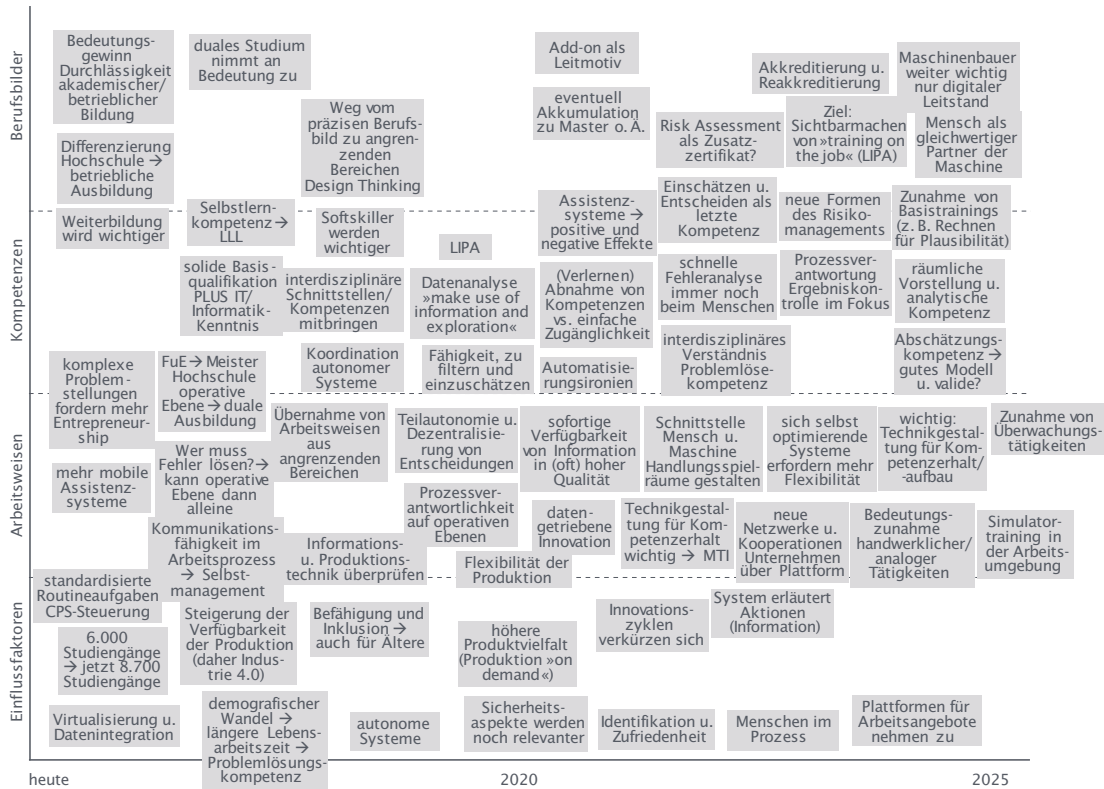
Der Maschinen- und Anlagenbau ist eine der zentralen Branchen Deutschlands. Die Produkte werden weltweit exportiert, sind oftmals technologisch führend und haben auf dem Weltmarkt eine Spitzenposition inne. Das besondere an der Branche des Maschinenbaus ist, dass sie sowohl Nutzer als auch Anbieter digitaler Technologien ist – so kommt es vor, dass im Fertigungsprozess einer Maschinenbau-firma die eigenen Produkte zur Erfüllung von Kundenaufträgen genutzt werden (Werkzeugmaschinen, die Teile für Werkzeugmaschinen herstellen).

In wohl kaum einer anderen Branche sind das Thema Industrie 4.0 und damit die Digitalisierung der Produktion derart präsent. Ungeklärt ist noch, in welcher Weise sich die in diesem Zusammenhang postulierte 4. industrielle Revolution auch in den zukünftigen Qualifikationsbedarfen niederschlägt.

Im Folgenden wird auf Basis der im Workshop erstellten Visual Roadmap (Abb. III.11) beschrieben, wie sich Arbeitsweisen, Kompetenzanforderungen und Berufsbilder im Maschinenbau in den nächsten 10 Jahren voraussichtlich verändern.



Abb. III.11 Visual Roadmap für den Maschinenbau



Eigene Darstellung

Ebene Einflussfaktoren

Auf der Makroebene wurden im Workshop folgende Einflussfaktoren benannt: Als allgemeine Herausforderung für die gesamte Produktionslandschaft werden der demografische Wandel und die gesetzlichen Reformen zur Verlängerung der Lebensarbeitszeit gesehen, die mittelfristig zu einer veränderten Altersstruktur (deutlich ältere Arbeitnehmer) der Arbeitnehmerschaft in den Betrieben führen. Parallel verkürzt der technologische Wandel die Lebenszyklen von Maschinen und die Innovationszyklen in den Betrieben. Diese Entwicklungen führen dazu, dass sich alternde Belegschaften immer schneller auf technische Neuerungen einstellen und ihr Wissen aktualisieren müssen. Ebenso sind eine zunehmende Virtualisierung von Wertschöpfungsprozessen und eine Datenintegration über Unternehmensgrenzen hinweg zu beobachten. Es erfolgt zunehmend eine digitale Erfassung einzelner Arbeitsschritte, sowohl beim Menschen als auch an den Maschinen.

Die größten Effizienzsprünge ergeben sich nach Meinung der Experten derzeit durch eine intelligente IT-gestützte Vernetzung sowie Automatisierung und



der dadurch verbesserten Möglichkeiten des Kapazitätsmanagements in der Produktion (ganzheitliches Produktions- und Systemmanagement) (Industrie 4.0). Dies würde laut Expertenmeinung jedoch keine Beschäftigungsanteile vernichten, sondern vorrangig die Facharbeiter auf operativer Ebene in ihrer täglichen Arbeit deutlich entlasten.

Gleichzeitig kann zukünftig durch die Digitalisierung schneller mit Kundenanfragen und der höheren Produktvielfalt (Produktion »on demand«) umgegangen werden.

Dabei ist auch eine höhere Technologiereife intelligenter Assistenz- und Tutorensysteme zu beobachten. Systeme sind zunehmend in der Lage, Rückmeldungen zu geben wie auch Arbeitsschritte zu erläutern und zu überwachen.

Mit der (teil)autonomen Produktion und einer zunehmend flexiblen Arbeitsteilung zwischen Mensch und kooperativen System werden neue Fragen der Arbeitssicherheit relevant (kollaborative Roboter operieren nicht mehr in Schutzkäfigen, sondern in unmittelbarer Nähe zum Menschen). Wenn es keine festgelegten Arbeitsabläufe gibt, muss jede Situation im Arbeitsprozess neu nach Sicherheitsaspekten beurteilt werden. Nachgiebige und flexible robotische Systeme wie auch die Übertragung von menschenähnlichen Fähigkeiten der Wahrnehmung, Kognition und Motorik auf robotische Systeme können die Sicherheit erhöhen. Bislang ist auch sehr wenig über die ergonomischen und arbeitspsychologischen Konsequenzen bekannt, welche die stetige Nutzung digitaler Technologien und Anwendungen virtueller Realitäten im Arbeitsalltag nach sich ziehen.

Weiterhin tragen die Mobilität und geringere Kabelgebundenheit digitaler Geräte zu einer flexiblen, intelligenten und vernetzten Produktionsumgebung bei. Durch Cloudcomputing, also die Verlagerung von IT-Prozessen auf externe Server, werden eigene informationsbezogene Infrastrukturen in Unternehmen zunehmend obsolet. Damit im Zusammenhang stehen neue Herausforderungen zu Fragen nach Datensicherheit und geistigem Eigentum sowie die Erfassung und Verarbeitung sehr großer Datenmengen, etwa zur Prozessoptimierung oder Kundenanalyse (Stichwort Big Data).

Es wird erwartet, dass Arbeitsaufgaben in der Produktion zunehmend auch innerhalb der Unternehmen über digitale Plattformen zur Arbeitsplanung und Aufgabenzuteilung angeboten und vermittelt werden (interne Flexibilisierung von Arbeit). Damit werden agile, projektartige Organisationsformen und quasi-unternehmerische Elemente (Intrapreneurship)¹⁰ umgesetzt sowie leistungsabhängige Entgeltsysteme eingeführt.

10 Der einzelne Mitarbeiter oder ein Team handelt wie ein Unternehmen im Unternehmen – inklusive unternehmensinterner Wettbewerbe und Konkurrenz. Diese Art der innerbetrieblichen Projektwirtschaft ist in den Bereichen IT, Marketing, Vertrieb sowie Forschung und Entwicklung bereits häufig Realität.

Ebene Arbeitsweisen

Aufgrund der gegenwärtig sehr umfassenden Digitalisierung der Produktionsprozesse im Maschinen- und Anlagenbau – die Branche ist zugleich Nutzer als auch Hersteller digitaler Technologien (Industrie 4.0) – ändert sich auch die Arbeitsweise der hier Beschäftigten weitreichend.

Auf operativer Ebene besteht nach Meinung der Experten ein Trend zu mehr mobilen Assistenz- und Tutorensystemen, die eine sofortige Verfügbarkeit von Information in (oft) hoher Qualität sicherstellen. So können Beschäftigte beispielsweise mittels Virtual-Reality-Brille plastisch am realen Werkstück nachvollziehen, wie ein Werkzeug angesetzt werden muss und welche konkreten Tätigkeiten nacheinander auszuführen sind. Ebenso können an CNC-Maschinen gelernte Inhalte probeweise umgesetzt und mittels technischer Kontrolle überprüft werden. Dabei können intelligente Assistenz- und Tutorensysteme auf dem aktuellen Stand der Technik individuelle Unterschiede hinsichtlich der Fähigkeiten, Kompetenzen und Erfahrungen in heterogenen Belegschaften ausgleichen. Für den Kompetenzerhalt und Kompetenzaufbau ist jedoch das richtige Maß an technischer Unterstützung ausschlaggebend. Die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle und operativen Handlungsspielräume hat daher eine hohe Bedeutung.

Bereits jetzt zeichnet sich die Übernahme standardisierter Routineaufgaben durch cyberphysische Systeme und Steuerungen ab, die sich aufgrund ihrer intelligenten Vernetzung dynamisch an die jeweiligen Produktionserfordernisse anpassen können. Daraus ergibt sich auf operativer Ebene die Frage nach der Prozessverantwortlichkeit: Wer ist für Fehler verantwortlich, und wer muss Fehler beheben? Und ist der Facharbeiter dazu noch in der Lage? Unter dem Begriff »Ironien der Automatisierung« wird seitens der Forschung bereits darauf hingewiesen, dass die technische Unterstützung kurzfristig zu einer geringeren Aufmerksamkeit und langfristig zu einem Kompetenzverlust (Verlernen) führen kann (Bainbridge 1983; Hirsch-Kreinsen 2015, S. 90).

Damit einher geht nach Meinung der Experten aber auch eine Teilautonomie und Dezentralisierung von Entscheidungen. Digitale Technologien und vernetzte Objekte liefern Informationen für Entscheidungen, die dann von den Beschäftigten allein oder in Gruppen getroffen werden. In Anlehnung an bereits bestehende Expertensysteme, wie sie beispielsweise in der Medizin in vergleichsweise eng umrissenen Anwendungsfeldern zum Einsatz kommen (z.B. Befundung von Tomografien), ist damit zu rechnen, dass auch in der Produktion kontextsensitive (Sensor-)Daten ausgewertet und als (Zusatz-)Informationen in Echtzeit bereitgestellt werden. Entscheidungsvorbereitungen werden damit zunehmend auf intelligente technische Systeme übertragen, und digitale



Technologien werden entscheidungsunterstützend (z.B. durch maschinelles Eingrenzen der Entscheidungsmöglichkeit auf wenige Alternativen) genutzt.

Als Trend für die praxisorientierte Ausbildung der Zukunft wird ein Simulatortraining in der direkten Arbeitsumgebung gesehen. Ein Beispiel bietet das Forschungsprojekt APPSist, in dem ein intelligentes Assistenz- und Wissenssystem für die Produktion entwickelt wird.¹¹

Ebene Kompetenzen

Die Zunahme an informationsbasierten Prozessschritten und die umfassende Vernetzung der Produktion (innerhalb der Fabrik als auch außerhalb) zeigt sich erkennbar in den Erwartungen an zukünftig wichtige Kompetenzen.

Alte Trennlinien zwischen Wissens- und Produktionsarbeit lösen sich zunehmend auf. Mit den veränderten Tätigkeitsprofilen und Qualifikationsanforderungen entsteht ein neuer Typus der Industriearbeit. Dies hat auch Auswirkungen auf die Kompetenzanforderungen im Maschinenbau. Demnach erfordern sich selbst optimierende Produktionssysteme mehr Flexibilität – von den definierten Prozessketten wie auch von den Mitarbeitern. In vielen Berufen des Maschinenbaus werden deshalb zusätzlich zu den handwerklichen und technologischen Fähigkeiten, die die Produktionsarbeit charakterisieren, Kompetenzen im Bereich Prozesswissen, Netzwerkarchitekturen und Systemlösungen immer wichtiger, die bisher eher dem Bereich der Wissensarbeit zugeordnet werden (Hofmann 2015).

Nach Meinung der Experten wird für die längerfristige Ausübung von Tätigkeiten in intelligenten Produktionsumgebungen ein hohes Maß an Selbstlernkompetenz und damit das lebenslange, vor allem informelle Lernen immer wichtiger. Die Facharbeiter benötigen solide Basisqualifikationen und Informatikkenntnisse sowie ein Verständnis für die Funktionsweise und Potenziale künstlicher Intelligenz. Dabei ist insbesondere auch der Umgang mit softwaretechnischen Komponenten und die datengestützte Prozessanalyse (»make use of information and exploration«) von Bedeutung.

Die Verantwortung für die Fehleranalyse und die Entscheidungshoheit wird auch in Zukunft noch beim Menschen liegen. Dafür müssen Facharbeiter die Fähigkeit mitbringen, Informationen zu filtern und zu bewerten. Die Bedeutung von Überwachungsaufgaben wird zunehmen.

Wie auch schon beim Berufsbild des Mechatronikers werden den Experten zufolge soziale Kompetenzen, Kommunikationsfähigkeit, Selbstmanagement, das Verständnis interdisziplinärer Zusammenhänge und Entrepreneurship immer wichtiger, um Lösungen für komplexere Problemstellungen zu erarbeiten.

11 <http://www.appsist.de/>

Ebene Berufsbilder

Angestoßen von den technologischen und organisatorischen Änderungen der zukünftigen Tätigkeiten wird sich auch das Berufsbild des Industriemechanikers wandeln und gleichsam eine Basis für eine weitergehende Differenzierung/Spezialisierung bieten.

Während heute noch eine klare Differenzierung zwischen der betrieblichen und hochschulischen Ausbildung besteht, wird laut Expertenaussagen die Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer Bildung in Zukunft zunehmen. Parallel wird das duale Studium an Bedeutung gewinnen. Eine wichtige Zukunftsfrage wird dabei das »Lebenslange Lernen im Prozess der Arbeit« (LIPA) (Schulte/Schulz 2008) sein, wie auch die Sichtbarmachung und Zertifizierung dieser informell erworbenen Kompetenzen. Damit können neue berufsbegleitende Bildungsverläufe einhergehen. Ebenso kann eine Neubewertung von Kriterien für die Akkreditierung und Reakkreditierung zu formalen Bildungsangeboten notwendig werden. Im Sinne des lebenslangen Lernens zeichnet sich für die Experten eine stetige Add-on-Weiterqualifizierung als Leitmotiv ab, die zu weiterführenden Bildungsabschlüssen akkumuliert werden könnten. So könnte beispielsweise der Mechatroniker zum Industrieinformatiker weitergebildet werden; ein Master Industrie 4.0/cyberphysikalische Systeme könnte als weiterbildender Master ein Angebot für Ingenieure sein (Diplom, Bachelor, ggf. auch für solche mit einem ersten Master). Eine Qualifikation im Risk Assessment, welches für die Maschinenbaubranche als zukunftsrelevant betrachtet wird, ließe sich nach Meinung der Experten zum Beispiel über ein Zusatzzertifikat erwerben. Eine solche Zusatzqualifikation wird auch mit Blick auf die künftigen Herausforderungen im Arbeitsschutz durch eine engere Zusammenarbeit von Mensch und Roboter relevant.

Auf inhaltlicher Ebene zeichnet sich eine Ausweitung ehemals präziser Berufsbilder zu angrenzenden Bereichen ab. Unter dem Stichwort Design Thinking werden eine offene Denkhaltung, interdisziplinäre Ansätze und die Orientierung am Kunden als immer wichtiger für den Innovationsprozess angesehen. Neue Berufsbilder wie der Industrieinformatiker im gewerblich-technischen Bereich oder der Industrie-4.0-Ingenieur im akademischen Bereich werden als sinnvolle Weiterentwicklungen angesehen.

Zukünftige Kompetenzanforderungen an den Industriemechaniker

4.4

Die Ausbildung zum Beruf Industriemechaniker gliedert sich in 15 Lernfelder (Abb. III.12).



Abb. III.12

Expertenbewertung der Lernfelder
in der Ausbildung Industriemechaniker

| Industriemechaniker/Industriemechanikerin (Ausbildung) | 0-5 Jahren | | | | in 10+ Jahren | | | | |
|--|------------|---|---|---|---------------|---|---|---|---|
| | Person | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Kompetenzen | | | | | | | | | |
| 1 Fertigen von Bauelementen und handgeführten Werkzeugen | | | | | | | | | |
| Vorbereitung der Fertigung von berufstypischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen | | ↓ | → | → | → | ○ | ↓ | → | ↓ |
| Planung der Arbeitsschritte mit erforderlichen Werkzeugen, Werkstoffen, Halbzeugen und Hilfsmitteln | | ↓ | ↑ | ↑ | → | ○ | ↑ | ↑ | ↓ |
| Auswahl geeigneter Prüfmittel und Erstellung des Prüfprotokolls | | ↓ | ↑ | → | → | ○ | ↑ | → | ↓ |
| 2 Fertigen von Bauelementen mit Maschinen | | | | | | | | | |
| Auswahl geeigneter Werkstoffe und produktbezogene Zuordnung | | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | → | → |
| Planung von Fertigungsabläufen, Ermittlung technologischer Daten und Durchführung notwendiger Berechnungen | | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | → | → |
| Optimierung von Arbeitsabläufen und Präsentation von Alternativen | | ↑ | → | ↗ | → | ↑ | → | ↗ | → |
| 3 Herstellen von einfachen Baugruppen | | | | | | | | | |
| Beschreibung und Erklärung von Funktionszusammenhängen der Baugruppe | | → | → | → | → | → | → | → | → |
| Entwicklung von Montageplänen unter Berücksichtigung von Montagehilfsmitteln und kundenspezifischen Anforderungen | | → | → | ↑ | → | → | ↓ | ↑ | → |
| Qualitätsmanagement | | → | → | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | → |
| 4 Warten technischer Systeme | | | | | | | | | |
| Planung von Wartungsarbeiten | | ↑ | ↓ | → | → | → | ↓ | → | → |
| Anwendung der Grundlagen der Elektrotechnik und der Steuerungstechnik und Erklärung einfacher Schaltpläne in den verschiedenen Gerätetechniken | | → | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → |
| Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel | | ↑ | → | → | → | ↑ | ↑ | → | → |
| 5 Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen | | | | | | | | | |
| Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren unter technologischen Aspekten | | → | → | ↑ | → | → | ↓ | ↑ | ↓ |
| Auswahl erforderlicher Hilfsmittel | | → | → | → | → | → | ↓ | → | → |
| Entwicklung von Prüfplänen und Interpretation von Prüfprotokollen | | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → | → |
| 6 Installieren und Inbetriebnahme steuerungstechnischer Systeme | | | | | | | | | |
| Ermittlung der steuerungstechnischen Komponenten und des Funktionsablaufs in unterschiedliche | | → | ↑ | → | ↑ | ↓ | ↑ | → | ↑ |
| Planung und Realisierung des Aufbaus von Steuerung | | → | ↑ | → | ↑ | ↓ | ↑ | → | ↑ |
| Entwicklung von Strategien zur Fehlersuche und zur Optimierung des steuerungstechnischen Systems | | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ |
| 7 Montieren von technischen Teilsystemen | | | | | | | | | |
| Erstellung v. Montageplänen unter Berücksichtigung v. Funktionen u. Eigenschaften der Bauelemente | | → | ↓ | → | → | → | ↓ | → | → |
| Durchführung der Funktionskontrolle und Erstellung von Prüfprotokollen | | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → | → |
| Optimierung von Montageabläufen | | ↑ | ↓ | ↑ | → | → | ↓ | ↑ | → |
| 8 Fertigung auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen | | | | | | | | | |
| Erstellung von Skizzen und Teilzeichnungen als Grundlage für die CNC-Fertigung | | → | → | → | → | → | ↓ | ↓ | → |
| Entwicklung von CNC-Programmen auch durch grafische Programmierverfahren und Überprüfung dieser durch Simulation | | → | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | → |
| Optimierung des Fertigungsprozesses unter Berücksichtigung der Einflüsse der Fertigungsparameter auf Maße, Oberflächengüte und Produktivität | | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | → |
| 9 Instandsetzen von technischen Systemen | | | | | | | | | |
| Demontage von Teilsystemen in Baugruppen und Bauelementen | | → | → | → | → | → | → | → | → |
| Ermittlung der zu ersetzenden Bauelemente, Planung der Ersatzbeschaffung und Auswahl geeigneter Hilfs- und Betriebsstoffe | | → | ↓ | → | → | → | ↓ | → | → |
| Entscheidung über Unterstützung von anderen Fachabteilungen | | → | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ | → |
| 10 Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen | | | | | | | | | |
| Beschreibung von Funktionszusammenhängen von Bauelementen und Baugruppen auf Grundlage von Gesamtzeichnungen | | → | ↑ | → | → | → | ↑ | → | → |
| Zusammenstellung von Einzelteilen für die Montage, Zusammenfügung von Teilsystemen zu Gesamtsystemen | | → | → | → | → | → | → | → | → |
| Protokollierung der Übergabe des technischen Systems an den Kunden | | → | → | → | → | → | → | → | → |
| 11 Überwachen der Produkt- und Prozessqualität | | | | | | | | | |
| Durchführung von Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen nach Auftrag und Anweisung | | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ |
| Anwendung statistischer Verfahren der Qualitätssicherung auch unter Verwendung von Anwendersoftware | | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Dokumentation der Einhaltung der Prozess- und Produktqualität nach Kundenvorgaben | | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ |
| 12 Instandhalten von technischen Systemen | | | | | | | | | |
| Planung v. Maßnahmen zur Verbesserung d. Verfügbarkeit u. Zuverlässigkeit technischer Systeme | | ↑ | ↓ | → | ↑ | ↑ | ↓ | → | ↑ |
| Analyse von Schwachstellen hinsichtlich Belastung und Verschleiß | | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ |
| Berücksichtigung wirtschaftlicher und rechtlicher Folgen von Instandhaltungsarbeiten | | ↑ | → | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ |
| 13 Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme | | | | | | | | | |
| Analyse automatisierter Systeme unter Verwendung von technischen Dokumentationen | | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Erarbeitung von Strategien zur Fehlereingrenzung und Beseitigung der Fehler unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte | | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Bewertung ökonomischer und gesellschaftlicher Aspekte der Automatisierungstechnik | | → | → | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | ↑ |
| 14 Planen und Realisierung technischer Systeme | | | | | | | | | |
| Analyse von Projektaufträgen im Hinblick auf Durchführbarkeit | | ↑ | → | ↑ | → | ↑ | → | → | → |
| Projektmanagement | | ↑ | → | ↑ | → | ↑ | → | → | → |
| Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen unter Verwendung von IuK-Medien | | ↑ | → | ↑ | → | ↑ | → | → | → |
| 15 Optimieren von technischen Systemen | | | | | | | | | |
| Untersuchung von Optimierungsmöglichkeiten technischer Systeme im Hinblick auf Ergonomie, Gesundheits-, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit | | ↑ | → | → | ↓ | ↑ | → | → | ↓ |
| Moderation der Entscheidungsfindung in Arbeitsgruppen | | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | → | ↓ |
| allgemein | | | | | | | | | |
| englische Sprache, Fachbegriffe | | ↑ | ↑ | ↑ | → | ↑ | ↑ | → | → |
| Ergonomie | | ↑ | → | → | → | ↑ | → | → | → |

In Zukunft bleiben aus Expertensicht Handlungskompetenzen, wie der Überblick über Prozesse, das Verständnis von Fertigungsabläufen, das Erkennen von Funktionszusammenhängen und ein hohes Maß an Problemlösungskompetenz, weiterhin relevant. Neben der Montage, Instandhaltung, Überwachung technischer, vor allem auch IT-gestützter Systeme, werden konzipierende und interpretierende Aufgaben im Kontext einer stärker automatisierten Fertigung wichtiger. Dafür notwendig sind informatikbezogene Fachkompetenzen für datengestützte Auswertungen im Bereich des Qualitätsmanagements und der Fehler- bzw. Verschleißbeschreibung.

Als Querschnittskompetenz wird die Gewährleistung der Arbeits- und Betriebssicherheit (Safety and Security) gesehen. Der Bereich neuer Werkstoffe und Verfahren bietet sich für Industriemechaniker für eine Weiterqualifikation an.

Auf der Ebene der Sozial- und Personalkompetenz nimmt die Kommunikationsfähigkeit – von Mensch zu Mensch, von Mensch zu Maschine – eine immer wichtigere Rolle ein. Weiterhin werden Projektdenken, Eigenverantwortung in der Prozesssteuerung sowie eine interne (Intrapreneurship) und externe Kundenorientierung als elementar eingestuft.

Die Ausbildung bietet laut Rahmenlehrplan eine »berufsfeldbreite Grundbildung und eine darauf aufbauende Fachbildung« für die angehenden Industriemechaniker (Kultusministerkonferenz 2004, S. 2). Die tätigkeitsspezifische Qualifikation findet laut Expertenaussagen jedoch hauptsächlich in den Betrieben »on the job« statt. Die Anlernzeit beträgt dabei üblicherweise zwei bis sechs Monate. Hintergrund ist, dass das duale Ausbildungssystem aktuell nicht hinreichend auf die hochspezialisierten Prozesse in Betrieben vorbereiten kann. So muss selbst ein erfahrener Mitarbeiter bei einem Arbeitgeberwechsel oft erneut eingearbeitet werden. Auszubildende lernen in den Berufsschulen beispielsweise eine Programmiersprache für die Steuerung von Werkzeugmaschinen, die in der Realität in keinem Betrieb (mehr) eingesetzt wird. Ein Grund dafür ist der dramatische Anstieg der Programmvielfalt, sodass für fast jede individualisierte Werkzeugmaschine neue Programmierkenntnisse notwendig sind, da die Steuerungssoftware in der Regel speziell für eine Maschine entwickelt wurde. Bei der Einstellung von Auszubildenden und neuen Mitarbeitern wird insbesondere auf die Transferfähigkeit von Kompetenzen geachtet. Also nicht darauf, welche spezifischen Programmierkenntnisse ein Bewerber besitzt, sondern darauf, ob er in der Lage ist, seine Kenntnisse auf andere IT-Systeme zu übertragen bzw. diese sich schnell selbst anzueignen. Ähnliches gilt auch für Kompetenzen in anderen MINT-Bereichen (Apt et al. 2016, S. 31).

Auf mittlere bis lange Sicht bleiben laut Experteneinschätzung auch beim Industriemechaniker die handwerklich-technischen Kompetenzen und Lernfelder wichtig, wie etwa das Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen oder Maschinen (insbesondere die Planung der Arbeitsschritte mit er-



forderlichen Werkzeugen, Maschinen und Werkstoffen) sowie das Herstellen von einfachen Baugruppen, das Warten technischer Systeme und das Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen, wobei hier die Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren unter technologischen Aspekten zunehmend in den Hintergrund tritt.

Planen, Montieren, Instandsetzen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen bleiben nach Experteneinschätzung auch mit dem Wandel zu einer vernetzten, intelligenten Produktion weiterhin grundlegende Arbeitsschritte für den Industriemechaniker.

Nach Expertensicht werden daneben die Anforderungen an Industriemechaniker hinsichtlich der Überwachung und Instandhaltung von technischen Systemen, der Sicherstellung der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme und der Kommunikationsfähigkeit (Moderation der Entscheidungsfindung in Arbeitsgruppen) steigen (Abb. III.10).

Fazit

4.5

Durch die intelligente Vernetzung und zunehmende Adaptivität der Produktion gewinnen auch für Industriemechaniker analytische, planerische und strategische Aufgaben sowie Tätigkeiten in den Bereichen Dokumentation, Prozessoptimierung und Qualitätsmanagement an Bedeutung.

Intelligente Assistenz- und Tutorensysteme könnten mittel- bis längerfristig die zunehmende Komplexität der Arbeitsaufgaben für Industriemechaniker beherrschbarer machen.¹² In Zukunft wird daher die Frage weniger sein, welche Qualifikation für eine bestimmte Tätigkeit erforderlich ist, sondern vielmehr, welche Anforderungen eine Tätigkeit stellt und wie diese Anforderungen von Menschen mit bestimmten Kompetenzen und jeweils spezifisch ausgeprägten, individualisierten Assistenzsystemen bewältigt werden können. Generell wird eine Zunahme dieser Anforderungen über alle Qualifikations- und Funktions-

12 Die Assistenzsysteme erstellen Nutzerprofile und passen sich in ihrer Unterstützungsleistung an die Bedürfnisse und konkreten Unterstützungswünsche der Nutzer an. In diese Unterstützung 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. Dies hat weitere Auswirkungen in der Betriebsorganisation und Mitarbeiterführung, weil immer weniger offensichtlich ist, was Weiterbildung ist, wo sie beginnt und aufhört, und wer darüber entscheidet, ob und wie Weiterbildung stattfinden soll. Dadurch stellen sich neue Fragen der Personaleinsatzplanung und der Personalentwicklung. Weitere Konsequenzen für die Arbeitsorganisation ergeben sich durch einen neuen möglichen Aufgabenzuschnitt.

4. Industriemechaniker



stufen in industrie- und produktionsnahen Bereichen sowie eine Verschiebung hin zu planerischen Aufgaben erwartet.

Durch die dezentrale Datenbereitstellung, -aufbereitung und -visualisierung werden nun auch Aufgaben wie komplexe Problemanalysen direkt an der Produktionsmaschine möglich. Funktionen der Prozessoptimierung, der vorbeugenden Instandhaltung, aber auch des Wissensmanagements gehen damit einher. Es entsteht eine neue Allokation und In-Beziehung-Setzung dezentraler und zentraler Funktionen in diesen Funktionsbereichen. Der Beruf Industriemechaniker wird damit durch zusätzliche Anforderungen, Qualifikationen und Verantwortung angereichert und aufgewertet.



Die Fallstudien zeigen, dass die an den Interviews und am Workshop beteiligten Experten keine zwingende Notwendigkeit dafür sehen, vor dem Hintergrund der Digitalisierung neue duale Berufsausbildungen für die Branchen Automobilindustrie, IKT-Dienstleistungen, Designwirtschaft und Maschinenbau zu konzipieren. Gemeinhin gehen sie davon aus, dass die existierenden Berufsausbildungsverordnungen hinlänglich (technologie)offen gestaltet sind, sodass Ausbilder flexibel auf veränderte Kompetenzanforderungen reagieren können. Spezifische Kompetenzen für die digitale Arbeitswelt, die anspruchsvoll sind, systematisch erlernt werden müssen und eine längere Qualifizierungszeit erfordern und deshalb nicht in der Berufsausbildung oder »on the job« erworben werden können, sollten im Rahmen von spezialisierten Weiterbildungen (Weiterbildungszertifikate) erlangt werden.

Wie aus den Fallstudien ersichtlich decken sich die Kompetenzen, die für alle vier analysierten Berufsbilder (Mechatroniker, Fachinformatiker Systemintegration, Technischer Produktdesigner, Industriemechaniker) als wichtig identifiziert worden sind, weitgehend mit den Kompetenzen, die auch in den einschlägigen Literaturquellen immer wieder als bedeutsam für das Arbeiten in der digitalisierten Industrie der Zukunft genannt werden: Dies sind Kenntnisse in den Bereichen Produktionsprozessanalyse und Produktionsprozessoptimierung, die Fähigkeit, sich einen Gesamtüberblick zu verschaffen, das interdisziplinäre Verständnis, Entwicklungskompetenzen, Fähigkeiten im Bereich Informationsmanagement, Kommunikationsfähigkeit, berufsspezifisches Basiswissen, Erfahrungswissen und Kompetenzen im Bereich audiosensorische Wahrnehmung und Analyse.

In der betrachteten Literatur wird gemeinhin kaum darauf eingegangen, was z. B. der Erwerb von Fähigkeiten im Bereich Prozessverständnis konkret für die einzelnen Berufsbilder bedeutet. Wie sich die Branchen unter dem Einfluss der Digitalisierung entwickeln werden, kann zwar anhand aktueller Trends (vgl. Fallstudien) beschrieben werden, ein konsistentes Zukunftsbild, welches mit hoher Wahrscheinlichkeit auch Wirklichkeit wird, lässt sich jedoch nicht zeichnen. Demzufolge bleiben auch Aussagen in der Literatur über digitale Kompetenzanforderungen vage.

Auch die Workshopteilnehmer hatten aus den genannten Gründen zunächst Schwierigkeiten zu spezifizieren, was die eingangs genannten Kompetenzanforderungen für die im Horizon-Scanning untersuchten Berufsbilder genau bedeuteten, gelangten aber dennoch zu einer vergleichsweise präzisen Darstellung.



Tab. IV.1 Zentrale Kompetenzen für eine digitalisierte Arbeitswelt

| Kompetenzen | Mechatroniker | Industriemechaniker | Fachinformatiker Systemintegration | Technischer Produktdesigner |
|--|--|--|---|---|
| Kenntnisse über Produktionsprozesse (Analyse/Optimierung), Betrieb, Markt und Kunden | Prozessverständnis als Kernkompetenz; neue Tools beherrschen | Prozessverständnis als Kernkompetenz; neue Tools beherrschen | Schnittstellenwissen zum Verständnis der Betriebe (Tools werden zur Verfügung gestellt) | Schnittstellenwissen zum Verständnis (vorgelagerter) Rahmenbedingungen |
| Gesamtüberblick | Verständnis des übergreifenden Fertigungs- und Wertschöpfungskontextes (im Gegensatz zu einer tayloristischen Wissensfragmentierung) | | | |
| interdisziplinäres Verständnis | Fachkompetenzen in den drei Disziplinen Mechanik, Elektronik und Informatik mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung | | | |
| Entwicklungs-kompetenzen | Schnittstellenwissen zur Verknüpfung der eigenen Tätigkeit mit vorausgehenden und nachfolgenden Prozessschritten | | Fachwissen, das für die Entwicklungsarbeit benötigt wird | Fachwissen, das für die Entwicklungs-/Gestaltungsarbeit benötigt wird |
| Informationsmanagement | Daten aus betrieblichen Prozessen interpretieren | | Programmtechnisches Wissen zur Umsetzung des Informationsmanagements inkl. Zugriff mittels Rollen und Rechten | Nutzung von Produkt- und Prozessdaten zur Verbesserung des Produktdesigns |
| Kommunikationsfähigkeit (auch Austausch im Betrieb) | Kundenservice, Fachsprachen, Fremdsprachen, interkulturelle Kompetenzen, Kollegialität | | | |
| berufsspezifisches und handwerkliches Fachwissen | Die bestehenden berufsqualifizierenden Kompetenzen bleiben auch in der digitalisierten Arbeitswelt wichtig. | | | |

Eigene Zusammenstellung

Die folgende, auf den Einschätzungen der Workshopteilnehmer basierende, fallstudienübergreifende Analyse (Abb. IV.1) stellt vergleichend dar, welche Funktionen digitale Kompetenzen in den einzelnen Berufsbildern haben und wie sie jeweils gewichtet sind: Handelt es sich um zentrale fachliche Kompetenzen oder um Schnittstellenwissen (fachdisziplinenübergreifendes Wissen)? So

entsteht abschließend ein Gesamtbild über Gemeinsamkeiten und Unterschiede hinsichtlich der Kompetenzanforderungen, die sich für die vier betrachteten Berufsbilder unter dem Einfluss der Digitalisierung ergeben.

Kompetenzbereich I: Kenntnisse über Produktionsprozesse, Betrieb, Markt und Kunden

Die Analyse und Optimierung von Produktionsprozessen ist bereits heute eine Kernkompetenz von Industriemechanikern (Überwachen von Produkt- und Prozessqualität) und Mechatronikern (Instandhaltung von mechatronischen Systemen) gleichermaßen. Da durch die fortschreitende Digitalisierung immer mehr auswertbare Maschinendaten zur Verfügung stehen, werden Berufstätige in diesen Berufen in Zukunft lernen müssen, diese mit geeigneten Tools (Werkzeuge/Programme/Geräte) zum Zweck der Prozessoptimierung und -analyse auszuwerten. Um hierfür die geeigneten Interpretationszugänge zu finden und sachgerechte Optimierungsentscheidungen treffen zu können, wird es für sie immer wichtiger werden, einen Überblick über den gesamten Produktionsprozess und auch den After-Sale-Bereich zu haben.

Auch für den Fachinformatiker Systemintegration und den Technischen Produktdesigner wird es wichtiger, sich mit der Analyse und Optimierung von Produktionsprozessen auszukennen. Ohne Kenntnisse über Produktionsprozesse ist der Fachinformatiker Systemintegration nicht in der Lage, seinem Kunden die geeigneten IT-Tools zur Prozessanalyse für seinen Betrieb zur Verfügung zu stellen. Der Technische Produktdesigner wiederum benötigt ein verlässliches Prozessverständnis (dies beinhaltet auch die Interaktion mit Kunden), um ein fertigungsgerechtes Design zu realisieren.

Kompetenzbereich II: Übersichtskompetenz

Die Fähigkeit, den Gesamtüberblick zu haben, zählt für alle in diesem Horizon-Scanning untersuchten Berufe zu den zentralen digitalen Kompetenzen. Der Gesamtüberblick knüpft an das Prozessverständnis für die Produktionsprozessanalyse an, bewegt sich jedoch auf einer höheren Aggregationsebene. Im Fokus steht das Grundverständnis des gesamten Wertschöpfungsprozesses. Dies schließt die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen im Verlauf der Produktentwicklung genauso ein wie den Kundenservice nach Verkauf des Produkts. Aufgrund der zunehmenden Vernetzung der Wertschöpfungsteilnehmer untereinander wird es für Beschäftigte in den untersuchten Berufsgruppen wichtiger, einzuordnen, welchen Beitrag die eigene Arbeit zum Ganzen leistet und damit ihre Zielsetzung zu verstehen.



Kompetenzbereich III: interdisziplinäres Verständnis

Durch die stärkere Vernetzung der Produktion durch Digitalisierung geraten Beschäftigte immer häufiger in Situationen, in denen sie mit Personen mit anderem Ausbildungshintergrund interdisziplinär Problemlösungen erarbeiten müssen. Um den Ansprüchen an eine erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit gerecht werden zu können, benötigen die Beschäftigten der vier analysierten Berufe Fachkompetenzen in den drei Disziplinen Mechanik, Elektronik und Informatik mit jeweils unterschiedlicher Schwerpunktsetzung.

Kompetenzbereich IV: Entwicklungskompetenzen

Entwicklungskompetenz umschreibt die Fähigkeit, ein Produkt zu entwickeln (Konzipierung im Gegensatz zu Herstellung). Mit fortschreitender Digitalisierung wird die Produktentwicklung zunehmend datenbasiert und in stark iterativen Entwicklungszyklen verlaufen. Mit seiner Qualifikation im Bereich der Informationsverarbeitung in IT-Systemen spielt der Fachinformatiker Systemintegration in der Produktentwicklung der Zukunft eine zentrale Rolle (z. B. Entwicklung und/oder Anpassung adäquater Simulationstools), genauso wie der Technische Produktdesigner mit seiner Qualifikation im Bereich des Erstellens und Anpassens von 3-D-Datensätzen. Bei beiden Berufen wird die Entwicklungskompetenz folglich zu den digitalen Kernkompetenzen gehören. Für den Mechatroniker und den Industriemechaniker, die über die Anpassung von Maschinen und Anlagen im Herstellungsprozess mittelbar beeinflussen, was entwicklungsseitig möglich ist (fertigungsgerechtes Produktdesign), ist es wichtig, im Bereich der Produktentwicklung Schnittstellenwissen aufzubauen.

Kompetenzbereich V: Informationsmanagement

Informationsmanagement wurde von den Experten als Kompetenz definiert, aus Daten Schlüsse zu ziehen. Beim Fachinformatiker Systemintegration zählen Fähigkeiten im Informationsmanagement zum Kern des Berufsbilds. Für den Mechatroniker und Industriemechaniker bedeutet eine Qualifizierung im Informationsmanagement, Daten, die sich aus den betrieblichen Prozessen ergeben, interpretieren zu können. Beim Technischen Produktdesigner geht es darum, Prozess- und Produktdaten für die Verbesserung eines fertigungsgerechten Produktdesigns zu nutzen, wobei auch Produktdaten aus der Historie der Produktion mit aktuellen Produktdaten verglichen werden.

Kompetenzbereich VI: Kommunikationsfähigkeit

Unter Kommunikationsfähigkeit verstanden die Experten sehr vielfältige Aspekte, wie etwa eine offene Kommunikation miteinander, das Verstehen verschiedener Fachsprachen oder die Beherrschung von Fremdsprachen sowie die Fähigkeit, interkulturell kommunizieren zu können. Die Fähigkeit zur sach- und adressatengerechten Kommunikation wird sowohl innerbetrieblich (Austausch z. B. mit fachfremden Kollegen oder Vorgesetzten, siehe auch interdisziplinäres Verständnis) als auch außerbetrieblich an Bedeutungen gewinnen. Letzteres gilt vor allem für die Berufe des Mechatronikers und des Fachinformatikers Systemintegration. Zu deren Berufsbild gehörte zwar schon immer die Erbringung von Serviceleistungen für Kunden; ihr Servicespektrum wird sich jedoch vor dem Hintergrund des zunehmenden Datenaustauschs zwischen Unternehmen und ihren Kunden noch erweitern.

Kompetenzbereich VII: berufsspezifisches Wissen, Erfahrungswissen und audiosensorische Wahrnehmung und Analyse

Zu den konventionellen Kompetenzen, die trotz der Digitalisierung unbedingt in allen vier Berufsbildern erhalten bleiben sollten, zählen die Experten das berufsspezifische fachliche Basiswissen (für die einzelnen Berufe siehe Fallstudien), das Erfahrungswissen, auf dessen Grundlage intuitive Entscheidungen getroffen werden und welches auch für den zwischenmenschlichen Bereich wichtig ist (siehe auch Kommunikationsfähigkeit), sowie die audiosensorische Wahrnehmung. Letztere ist primär für die Mechatroniker und Industriemechaniker von Relevanz und eng mit Erfahrungswissen verknüpft. Trotz vielfältiger IT-gestützter Datenanalysetools, mit denen die Funktionsfähigkeit einer Maschine überwacht werden kann, sollte nicht unterschätzt werden, wie weit menschliche Fähigkeiten in diesem Bereich reichen. Als Beispiel wurde der Aluminiumguss von Halbzeugen benannt, dessen Qualität erfahrene Mitarbeiter am Klang im Fertigungsprozess erkennen können. Die erhaltenen Befunde legen den Schluss nahe, dass im Zuge der Digitalisierung die Kompetenzen komplexer werden und die neuen Kompetenzen die alten nicht umfassend ersetzen, wenngleich – wie stets im fortwährenden Verlauf des technischen Fortschritts – bestimmte Inhalte auch hier an Bedeutung verlieren. Im Einklang mit dieser Feststellung steht die Erwartung, dass es auf absehbare Zeit zu keiner maßgeblichen Zunahme an neuen (Lehr-)Berufen kommen wird. Das System der dualen beruflichen Bildung bietet vielmehr ausreichend Raum und Flexibilität, um innerhalb der bestehenden bzw. überarbeiteten Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrpläne den Großteil der sich vollziehenden Änderungen und Anforderungen abzubilden. Dass es vereinzelt zu neuen Berufsbildern kommen wird, steht dazu nicht im Widerspruch.





Literatur

- Apt, W.; Bovenschulte, M.; Hartmann, E.; Wischmann, S. (2016): Foresight-Studie »Digitale Arbeitswelt«. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hg). Forschungsbericht 463, Berlin
- Baethge, M.; Cordes, A.; Donk, A.; Kerst, C.; Wespel, J.; Wieck, M.; Winkelmann, G. (2015): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 1-2015, Berlin, S. 50
- Bainbridge, L. (1983): Ironies of automation. *Automatica* 19 (6), S. 775–779
- BERUFENET (2016a): Mechatroniker/in. Steckbrief, <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/2868.pdf> (10.2.2016)
- BERUFENET (2016b): Fachinformatiker/in der Fachrichtung Systemintegration. Steckbrief, <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/7847.pdf> (11.1.2016)
- BERUFENET (2016c): Technische/r Produktdesigner/in der Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion. Steckbrief <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/90571.pdf> (14.6.2016)
- BERUFENET (2016d): Industriemechaniker/in. Steckbrief, <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/bkb/29055.pdf> (10.2.2016)
- BERUFENET (2016e): Mechatroniker/in. Kurzbeschreibung, <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung&dkz=2868> (10.2.2016)
- BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2015a): Berufsbildung – Digitalisierung der Arbeit in produktionsunterstützenden Bereichen der Automobilindustrie am Beispiel Volkswagen und mögliche Konsequenzen für affine Ausbildungsberufe. Bonn
- BIBB (2015b): IT-Berufe auf dem Prüfstand. BIBB startet neues Projekt. Pressemitteilung 23, Bonn, www.bibb.de/de/pressemitteilung_29909.php (13.3.2016)
- BIBB (2016a): Datenblatt 2611 Mechatroniker/-in. www2.bibb.de/bibbtools/tools/dazubi/data/Z/B/30/7640.pdf (10.3.2016)
- BIBB (2016b): Mechatroniker/Mechatronikerin (Ausbildung). www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/mech2011?key=mech2011 (10.2.2016)
- BIBB (2016c): Genealogie Mechatroniker. www.bibb.de/de/berufeinfo.php/genealogy/mech2011 (11.2.2016)
- BIBB (2016d): Industrie 4.0 – Auftrieb für den Produktionstechnologen? Berufsbildungspraktiker im Interview mit BIBB-Fachzeitschrift BWP. www.bibb.de/de/36962.php (4.4.2016)
- BIBB (2016e): Datenblatt 4310 Fachinformatiker/-in FR Systemintegration. www2.bibb.de/bibbtools/tools/dazubi/data/Z/B/30/7225.pdf (10.3.2016)
- BIBB (2016f): Genealogie Fachinformatiker/in (IH). www.bibb.de/de/berufeinfo.php/genealogy/7748101_ (11.1.2016)
- BIBB (2016g): Datenblatt 27211 Technische/-r Produktdesigner/-in. www2.bibb.de/bibbtools/tools/dazubi/data/Z/B/30/3667.pdf (17.3.2016)
- BIBB (2016h): Genealogie Technischer Produktdesigner/Technische Produktdesignerin. www.bibb.de/de/berufeinfo.php/genealogy/03092010 (10.2.2016)
- BIBB (2016i): Datenblatt 2510 Industriemechaniker/-in (Monoberuf). www2.bibb.de/bibbtools/tools/dazubi/data/z/B/30/7497.pdf (17.3.2016)



- BIBB (2016j): Industriemechaniker/Industriemechanikerin (Ausbildung). www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/211007 (10.2.2016)
- BIBB (2016k): Genealogie Industriemechaniker/-in (IH). www.bibb.de/de/berufeinfo.php/genealogy/211007 (10.2.2016)
- bayme vbm (Die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber) (Hg.) (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. München, www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf (6.6.2016)
- Forschungsunion acatech (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. o. O.
- Hackel, M.; Bertram, B.; Blötz, U.; Reymers, M.; Tutschner, H.; Wasiljew, E. (2015): Diffusion neuer Technologien. Veränderungen von Arbeitsaufgaben und Qualifikationsanforderungen im produzierenden Gewerbe (DifTech). www2.bibb.de/bibbtools/tools/dapro/data/documents/pdf/eb_41301.pdf (5.4.2016)
- Hall, A.; Maier, T.; Helmrich, R.; Zika, G. (2015): IT-Berufe und IT-Kompetenzen in der Industrie 4.0. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hg.), Bonn, www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/id/7833 (11.1.2016)
- Hirsch-Kreinsen, H. (2015): Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Botthof, A.; Hartmann, E. (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg, S. 89–98
- Hofmann, J. (2015): Digitalisierung der Industriearbeit. http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/wp-content/uploads/2015/03/IGM_Digitalisierung_ZdA.pdf (17.3.2016)
- Kultusministerkonferenz (1998): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin. Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998. www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Mechatroniker_98-01-30.pdf (10.2.2016)
- Kultusministerkonferenz (2004): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004. www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Industriemechaniker.pdf (10.2.2016)
- Schlotböller, D. (2014): Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun. Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung. Berlin/Brüssel, www.dihk.de/ressourcen/downloads/ihk-unternehmensbarometer-digitalisierung.pdf (28.9.2015)
- Schlund, S.; Hämmerle, M.; Strölin, T. (2014): Industrie 4.0. Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden. Stuttgart, www.ingenics.de/assets/downloads/de/Industrie40_Studie_Ingenics_IAO_VM.pdf (5.4.2016)
- Schulte, S.; Schulz, J. (2008): Lebenslanges Lernen im Prozess der Arbeit. Evaluation eines Transfermodells für die betriebliche Weiterbildung. BiBB BWP Nr. 2; S. 26–30
- Statista (2015): Kompass neue Arbeitswelt. Die große XING Arbeitnehmerstudie 2015. Hamburg
- Statista (2016a): Entwicklung der Bachelor-, Master- und übrigen Studiengänge in Deutschland vom Wintersemester 2005/2006 bis zum Wintersemester 2015/2016. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2847/umfrage/entwicklung-der-bachelor--master--und-uebrigen-studiengaenge/> (15.3.2016)

- Statista (2016b): Entwicklung der Gesamtzahl der anerkannten oder als anerkannt geltenden Ausbildungsberufe in Deutschland von 1971 bis 2015. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/156901/umfrage/ausbildungsberufe-in-deutschland/> (15.3.2016)
- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag)(2017): Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt (Autoren: Boerner, F.; Kehl, C.; Nierling, L.). TAB-Arbeitsbericht 174, Berlin
- UK Commission for Employment and Skills (2014): The future of work. Jobs and skills in 2030. Evidence Report 84. www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/303334/er84-the-future-of-work-evidence-report.pdf (14.10.2015)

Anhang

Abbildungen 1.

| | | |
|-------------|--|----|
| Abb. II.1 | Ausschnitt aus Kurzfragebogen zur Illustration des Abfrageschemas | 22 |
| Abb. II.2 | Ausschnitt zur Illustration der Bewertung | 23 |
| Abb. III.1 | Genealogie Mechatroniker | 27 |
| Abb. III.2 | Visual Roadmap für die Automobilindustrie | 28 |
| Abb. III.3 | Expertenbewertung der Lernfelder für die Ausbildung Mechatroniker | 35 |
| Abb. III.4 | Genealogie Fachinformatiker Systemintegration | 40 |
| Abb. III.5 | Visual Roadmap für die IKT-Dienstleistungsbranche | 42 |
| Abb. III.6 | Expertenbewertung der Lernfelder für die Ausbildung Fachinformatiker Systemintegration | 46 |
| Abb. III.7 | Genealogie Technischer Produktdesigner | 51 |
| Abb. III.8 | Visual Roadmap für die Designwirtschaft | 52 |
| Abb. III.9 | Expertenbewertung der Lernfelder für die Ausbildung Technischer Produktionsdesigner | 55 |
| Abb. III.10 | Genealogie Industriemechaniker | 60 |
| Abb. III.11 | Visual Roadmap für den Maschinenbau | 60 |
| Abb. III.12 | Expertenbewertung der Lernfelder in der Ausbildung Industriemechaniker | 66 |

Tabellen 2.

| | | |
|-----------|--|----|
| Tab. II.1 | Interviewpartner | 19 |
| Tab. II.2 | Experten für die Validierung der Fallstudien | 20 |
| Tab. II.3 | Workshopteilnehmer | 21 |
| Tab. IV.I | Zentrale Kompetenzen für eine digitalisierte Arbeitswelt | 72 |



**BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG**

KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE

Neue Schönhauser Straße 10
10178 Berlin

Tel.: +49 30 28491-0
Fax: +49 30 28491-119

buero@tab-beim-bundestag.de
www.tab-beim-bundestag.de