

Gert Zinke | Peggy Renger | Simona Feirer | Torben Padur

# Berufsausbildung und Digitalisierung – ein Beispiel aus der Automobilindustrie



Heft 186

Gert Zinke | Peggy Renger | Simona Feirer | Torben Padur

# Berufsausbildung und Digitalisierung – ein Beispiel aus der Automobilindustrie

Die WISSENSCHAFTLICHEN DISKUSSIONSPAPIERE des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) werden durch den Präsidenten herausgegeben. Sie erscheinen als Namensbeiträge ihrer Verfasser und geben deren Meinung und nicht unbedingt die des Herausgebers wieder. Sie sind urheberrechtlich geschützt. Ihre Veröffentlichung dient der Diskussion mit der Fachöffentlichkeit.

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2017 by Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn

Herausgeber: Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn  
Umschlaggestaltung: CD Werbeagentur Troisdorf  
Satz: W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG  
Herstellung: Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn

**Bestell-Nr.: 14.186**

Bundesinstitut für Berufsbildung Arbeitsbereich 1.4 –  
Publikationsmanagement/Bibliothek  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn

Internet: [www.bibb.de](http://www.bibb.de)  
E-Mail: [zentrale@bibb.de](mailto:zentrale@bibb.de)

ISBN 978-3-945981-86-3



### **CC-Lizenz**

Der Inhalt dieses Werkes steht unter einer Creative-Commons-Lizenz (Lizenztyp: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung – Keine Bearbeitung – 4.0 Deutschland).

Weitere Informationen finden Sie im Internet auf unserer Creative-Commons-Infoseite [www.bibb.de/cc-lizenz](http://www.bibb.de/cc-lizenz).

Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen Nationalbibliothek angemeldet und archiviert: [urn:nbn:de:0035-0652-2](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0035-0652-2)

Internet: [www.bibb.de/veroeffentlichungen](http://www.bibb.de/veroeffentlichungen)

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungen .....	4
Tabellen .....	5
Abkürzungsverzeichnis .....	6
Vorwort .....	7
Das Wichtigste in Kürze .....	9
<b>1 Problemstellung und Anlass der Untersuchung .....</b>	<b>15</b>
1.1 Kennzeichen der Industrie 4.0 .....	15
1.2 Fragen zur Zukunft der Ausbildung .....	15
1.3 Struktur und Ziel des Projektes .....	16
<b>2 Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>18</b>
<b>3 Ergebnisse .....</b>	<b>24</b>
3.1 Veränderte Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten in der operativen Instandhaltung .....	24
3.1.1 Tätigkeitsprofil für eine Instandhaltung 4.0 .....	24
3.1.2 Veränderte Merkmale berufsbezogener Handlungsfähigkeit – aggregierte Aussagen .....	25
3.1.3 Charakter und Wertigkeit von Arbeitshandlungen – Überprüfung von Annahmen .....	29
3.2 Abgleich des Qualifikationsbedarfs mit der Berufsausbildung .....	32
3.2.1 Vergleich des Tätigkeitsprofils mit ausgewählten Ausbildungsprofilbeschreibungen .....	32
3.2.2 Befunde zu gegenwärtig verwendeten Ausbildungsberufen .....	37
3.2.3 Befunde zu betrieblichen Ausbildungsplänen und zur Ausbildungsgestaltung .....	40
3.2.4 Ausbildungsgestaltung und Abschlussprüfungen .....	45
3.2.5 Identifizierte neue und veränderte Technologiefelder .....	46
3.3 Beispiele guter Praxis aus der Ausbildung .....	47
3.3.1 MAN – „Bau dir deinen Truck!“ .....	47
3.3.2 Porsche – Modulares Produktionssystem .....	48
3.3.3 Audi – Fachinformatiker/-in mit Zusatzqualifikation und das Automatisierungsrack „AuRa“ .....	48
3.3.4 Volkswagen – Industrie 4.0 Lernlabor: Das Werkmodell .....	49
<b>4 Handlungsempfehlungen .....</b>	<b>50</b>
4.1 Konzeptionelle Wende der Ausbildungsgestaltung .....	50

4.2	Anregungen für die ordnungspolitische Diskussion	51
4.2.1	Neuer Monoberuf/Beruf ohne Spezialisierung	52
4.2.2	Novellierung der Berufsgruppe der Elektronikerberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin	52
4.2.3	Erhalt der jetzigen Berufsstruktur und Entwicklung von Zusatzqualifikationen	52
4.2.4	Vergleich der vorgestellten Ansätze	53
4.3	Weiterentwicklung der Ausbildungsgestaltung	54
4.4	Weiterentwicklung der Prüfungsgestaltung	64
5	Literatur	66
	Anlagen	67
	Anlage 1 Überblick der Interviewpartner/-innen	68
	Anlage 2 Interviewleitfäden	70
	Anlage 3 Dokumentation Instandhaltungsleiterworkshop zur Überprüfung des Tätigkeitsprofils „Instandhalter 4.0/Instandhalterin 4.0“ in Emden	74
	Autorinnen und Autoren	78
	Abstracts	79

## Abbildungen

Abb. 1:	Vereinfachte Projektstruktur	17
Abb. 2:	Prinzipien des methodischen Vorgehens	18
Abb. 3:	Methodisches Vorgehen im Zeitverlauf	19
Abb. 4:	Exemplarische Veranschaulichung der Arbeitshilfe in den Workshops	23
Abb. 5:	Akteure und Kooperationspartner der Instandhalter/-innen 4.0	32
Abb. 6:	Vergleich von Beispielen betrieblicher Ausbildungspläne mit dem Ausbildungsrahmenplan des Mechatronikers/der Mechatronikerin (erstes Ausbildungsjahr)	41
Abb. 7:	Kompetenzverteilplan für Elektroniker/für Elektronikerin für Automatisierungstechnik	44
Abb. 8:	Exemplarische Veranschaulichung der Arbeitshilfe in den Workshops	47
Abb. 9:	Das Werkmodell als Lernträger	49
Abb. 10:	Einflussfaktoren bei der betrieblichen Ausbildungsplanung	54
Abb. 11:	Vorgehensweise zum Update der betrieblichen Ausbildung	55
Abb. 12:	Schematische Darstellung der Themenfelder betrieblicher Ausbildungsgestaltung	63
Abb. 13:	Rückmeldungen zu der Profilbeschreibung	76

## Tabellen

<b>Tab. 1:</b> Prüfraster und Fragen . . . . .	20
<b>Tab. 2:</b> Bewertungsraster für Tätigkeitsprofil . . . . .	22
<b>Tab. 3:</b> Einschlägige Ausbildungsberufe nach Standorten . . . . .	37
<b>Tab. 4:</b> Zeitlicher Prüfungsvorbereitungsaufwand für Abschlussprüfung Teil 1 und Teil 2 (APT 1 und APT 2), Beispiele betrieblicher Ausbildungspläne . . . . .	46
<b>Tab. 5:</b> Bewertung der Neuordnungsmöglichkeiten . . . . .	53
<b>Tab. 6:</b> Vorlage für einen betrieblichen Ausbildungsplan, exemplarisch ausgefüllt. . . . .	58
<b>Tab. 7:</b> Planungshilfe für die Ausbilderfortbildung . . . . .	61
<b>Tab. 8:</b> Instrumente zur Anpassung der Ausbildung . . . . .	64

# Abkürzungsverzeichnis

APT 1/2	Abschlussprüfung Teil 1/2
AO	Ausbildungsordnung
AUDI	Audi AG
BBiG	Berufsbildungsgesetz
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CPS	Cyber-Physical Systems
EAT	Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik
ERP	Enterprise-Resource-Planning
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
MAN	MAN SE
MRK	Mensch-Roboter-Kollaboration
PAL	Zentraler Prüfungsaufgabenerstellungsausschuss bei der IHK Stuttgart
Porsche	Dr. Ing. h. c. F. Porsche Aktiengesellschaft
VW	Volkswagen Aktiengesellschaft
VWN	Volkswagen Nutzfahrzeuge
ZR	Zeitraumen

# Vorwort

Die Digitalisierung der Berufs- und Arbeitswelt ist zurzeit ein „Top-Thema“ in der beruflichen Bildung. Aus der berufs- und wirtschaftspädagogisch relevanten Betrachtung heraus setzt sie im Wesentlichen in drei Bereichen gravierende Veränderungen in Gang: Betroffen ist erstens der betriebliche Alltag samt der Berufsausbildung in inhaltlichem und methodischem Zusammenhang. Zweitens geht es um bereits heute faktisch notwendige oder auch mögliche Veränderungen in den existierenden Berufsbildern; beides wirkt sich drittens auf das Berufsbildungssystem insgesamt aus. Die für das duale System verantwortlichen Akteure in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft sind vor allem deshalb gefordert, die Veränderungen im Sinne der zukunftsorientierten Weiterentwicklung des Berufsbildungssystems proaktiv zu gestalten.

Somit tritt eine Reihe bildungspolitisch wie auch wissenschaftlich relevanter Fragen in den Vordergrund, insbesondere: Wie können Betriebe die mit der Digitalisierung einhergehenden Transformationsprozesse umsetzen? Welche betrieblichen (Re-)Organisationen, welche technischen Infrastrukturen und welche Qualifizierungsstrategien sind erforderlich, um zukunftsfähige berufliche Aus- und Weiterbildung sowie Facharbeit zu sichern? Welche konkreten Neuerungen aufgrund der Digitalisierung sind bereits in der täglichen Facharbeit zu beobachten? Diese und viele weitere Fragen, die sich zurzeit sehr viele an der Berufsbildung Beteiligte stellen, waren Anlass für das BIBB, zusammen mit Volkswagen in einem für Deutschland volkswirtschaftlich bedeutenden Wirtschaftsbereich, der Automobilindustrie, ein Projekt anzulegen, in dem erste Antworten auf die aufgeworfenen Fragen gefunden werden sollten. Die wichtigsten Ergebnisse dokumentiert die vorliegende Publikation.

So machen die folgenden Ausführungen deutlich, wie Betriebe und die Berufsbildung als Ganzes angesichts der skizzierten Entwicklungen gemeinsame Lösungen für eine leistungsfähige berufliche Aus- und Weiterbildung erarbeiten können. Die Handlungsempfehlungen stellen dabei weniger auf die radikale Veränderung der untersuchten Berufsprofile ab; im Fokus steht mehr die veränderte Ausbildungsgestaltung auf betrieblicher Ebene, die sich an veränderten Arbeitsprozessen orientiert. Denn eines steht schon jetzt fest: Arbeitsprozesse, Vertriebsstrategien und individualisierte kundenorientierte Dienstleistungen werden zunehmend auf Basis netzgestützter Infrastrukturen bewältigt. Entsprechend angepasste qualifizierte berufliche Facharbeit wird in den Betrieben immer bedeutsamer.

Vernetzte Produktionswelten verlangen von den Fachkräften mehr und mehr die permanente Überwachung, Instandhaltung und Steuerung des Gesamtprozesses. Prozesswissen gewinnt gegenüber Produktwissen an Bedeutung. Dadurch sehen sich Beschäftigte nahezu aller Wirtschaftssektoren und Berufsfelder aufgrund dieses technologischen Wandels mit teils radikal veränderten Qualifikationsanforderungen konfrontiert. Im gewerblich-technischen Kontext macht sich dies besonders an Facharbeiter/-innen und Meister/-innen fest. Gefragt sind einmal mehr Selbstständigkeit, Qualitäts- und Verantwortungsbewusstsein, Kooperations-, Kommunikations- und Interaktionsfähigkeit, Verständnis für betriebliche Abläufe, das Wissen um systemische Zusammenhänge und Wertschöpfungsketten, Flexibilität und Kreativität. Eine weitere Herausforderung entsteht durch die abnehmende Halbwertszeit einmal erworbenen Wissens bei gleichzeitig steigenden Informationsmengen. Digitalisierte Arbeitswelten fordern – trotz vielfältiger „smarter“ Werkzeuge und Assistenzsysteme für das Lehren, Lernen und Arbeiten – in hohem Maße kommunikative Fähigkeiten beim Informations- und Wissensaustausch. IT- und Medienkompetenz der Fachkräfte sowie medienpädagogische Kompetenz des Ausbildungspersonals an allen



Lernorten des dualen Systems werden zu den entscheidenden Stellschrauben einer gesamtwirtschaftlichen Personal- und Organisationsentwicklung für die Arbeitswelt von morgen.

Mehr denn je wird es aus berufs- und wirtschaftspädagogischer Perspektive darauf ankommen, die mit der Digitalisierung einhergehenden Veränderungen in der Berufs- und Arbeitswelt frühzeitig zu erfassen und richtig einzuschätzen, um dann geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Mit Blick auf Einzelbefunde ist ferner auf Systemebene zu prüfen, inwiefern die Rahmenbedingungen der Berufsbildung fortzuentwickeln sind. Empfehlungen für diese komplexen Aufgaben finden sich auch in der nun erscheinenden Publikation. Den Kolleginnen und Kollegen der Volkswagen Group Academy danke ich herzlich für die hervorragende Zusammenarbeit. Ebenso gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus dem BIBB mein besonderer Dank für ihr unermüdliches Engagement und ihre nicht zu stillende Neugierde in der Sache. Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wünsche ich eine anregende Lektüre.

Bonn, im Mai 2017

Prof. Dr. Friedrich Hubert Esser

Präsident des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB)

# Das Wichtigste in Kürze

Die fortschreitende Digitalisierung der Arbeit in den Hightech-Bereichen der Automobilindustrie und Automobilzulieferindustrie – sowohl in der Komponenten- und Aggregatefertigung als auch im Karosseriebau und der Lackiererei – gilt als prototypisch für die Veränderung der Tätigkeits- und Anforderungsprofile der Fachkräfte im Maschinen- und Anlagenbau. Am Beispiel eines Automobilherstellers sind diese Bereiche und Arbeitsplätze deshalb näher untersucht worden. Die Studie erfolgte im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen der Volkswagen Group Academy und dem Bundesinstitut für Berufsbildung.

Ziel der Untersuchung ist es, exemplarisch Arbeitsaufgaben und Tätigkeitsprofile in Bereichen der Wartung und Instandhaltung von Produktionssystemen zu erfassen und diese mit vorhandenen Ausbildungsberufsprofilen zu vergleichen, um daraus Schlussfolgerungen für mögliche Veränderungen der Ausbildungsgestaltung im Rahmen bestehender Berufe, für deren mögliche Fortschreibung bzw. für die Schaffung neuer Berufe zu ziehen.

Im Rahmen der Untersuchung wurden zunächst verfügbare Dokumente und Literatur analysiert. Im Sinne von Fallbeispielen wurden an fünf deutschen Konzernstandorten ausgewählte Arbeitsbereiche, Arbeitsaufgaben und Arbeitsplätze näher untersucht und mit vorhandenen betrieblichen Ausbildungsplänen und den zugehörigen bundeseinheitlichen Ausbildungsberufsprofilen verglichen. Die identifizierten Veränderungen sind fragengeleitet überprüft, zusammengefasst und in Expertenworkshops einer Validierung unterzogen worden.

## ► Die wichtigsten Ergebnisse

### Veränderte Arbeitsplätze und Arbeitsaufgaben

Es hat sich bestätigt, dass Arbeitsaufgaben und Organisationsmodelle in den untersuchten Arbeitsumgebungen durch die zunehmende Digitalisierung in Veränderung sind.

Für die Instandhaltung gewinnen der IT-Leitstand und der IT-Support an Stellenwert. Die Fachkraft in der operativen Instandhaltung arbeitet in diesen Teams nicht nur mit, sie entscheidet über Maßnahmen, organisiert ggf. auch die Teams und bezieht Dritte in die Bewältigung der Arbeitsaufgaben ein. Es kommt also weniger zu einer Fusion von Arbeitsplätzen und Arbeitsaufgaben und mehr zu veränderten und teilweise neuen Arbeitsaufgaben, die der Digitalisierung geschuldet sind. Die Abstimmung zur Problemlösung zwischen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen verschiedener Fachrichtungen und Abteilungen nimmt zu, um Störfälle schnell bewältigen zu können. Mit Komplexitätszunahme der Anlagen und der darin verbauten Technologie werden verstärkt auch Schnittstellen zwischen verschiedenen Fachbereichen erforderlich.

Während mechanische Tätigkeiten an Bedeutung verlieren, gewinnen solche Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit dem Beurteilen von Zuständen auf Grundlage von Anzeigen/Daten/Bildschirmoberflächen, Abgleichen mit Schaltplänen, technischen Dokumentationen und 2D-/3D-Modellen erfolgen und die Systemverständnis und Problemlösefähigkeit erfordern.

Durch veränderte Technik und Technologien, insbesondere die immer tiefere Digitalisierung, verändern sich Instandhaltungsstrategien (Condition Monitoring) und damit die genutzten Arbeitsmittel sowie notwendige Tätigkeiten und Problemlösestrategien. Bereits die Diagnose und Fehlersuche erfolgen zunehmend IT-gestützt.

## Systemverständnis, Problemlösefähigkeit, Fehlersuche und Fehlerdiagnose unterstreichen den steigenden Stellenwert sozialer und personaler Kompetenzen

Die geforderte berufliche Handlungsfähigkeit für die Arbeitsaufgabenprofile im Kontext der Industrie 4.0 setzt ein umfassendes, erfahrungsbasiertes Systemverständnis voraus. Die höchste Priorität im Handeln des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 hat die maximale Verfügbarkeit der Anlage. Umso wichtiger ist die schnelle Behebung von Störungen, das setzt die Anwendung geeigneter Problemlösestrategien voraus. Unplanmäßige Störungen und Havarien sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Fehlersuche und Fehlerdiagnose sind für den Instandhalter 4.0/die Instandhalterin 4.0 zentrale Handlungsschritte im Setting der Arbeitsaufgaben. Soziale und personale Kompetenzen gewinnen als Eingangsvoraussetzung für professionelles berufliches Handeln weiter an Bedeutung.

## Neues Tätigkeitsprofil

Als Tätigkeitsprofil für Fachkräfte in der automatisierten Instandhaltung und Prozessunterstützung wurde ermittelt, dass die Fachkräfte

- ▶ Produktionsnetzwerke (Profinet, Interbus) analysieren, diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren
- ▶ IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen
- ▶ Produktionsanlagen(-steuerungen) warten, instand halten, erweitern, testen und inbetriebnehmen,
- ▶ Schnittstellen und Komponenten überprüfen,
- ▶ Netzwerkstrukturen modellieren und skizzieren,
- ▶ Betriebsdaten erfassen und verwalten,
- ▶ Visualisierungssysteme und -hilfen erstellen,
- ▶ elektronische Bauteile (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren,
- ▶ IT-Hardware austauschen, erweitern und in Systeme integrieren,
- ▶ digitale Regelungstechniken anwenden,
- ▶ technische Informationssysteme nutzen,
- ▶ IT-gestützte Dokumentationssysteme nutzen (ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren,
- ▶ mechanische Baugruppen montieren und demontieren,
- ▶ sich mit Dritten abstimmen; Hilfskräfte einweisen und anleiten,
- ▶ elektropneumatische, pneumatische und hydraulische Steuerungen aufbauen und prüfen.

## Keine ausreichende Entsprechung des Tätigkeitsprofils mit vorhandenen Ausbildungsberufen

Dieses Tätigkeitsprofil entspricht in der vorliegenden Form keinem der derzeit anerkannten Ausbildungsberufe und es bedarf somit zumindest einer Diskussion, wie künftig ein geeigneter Fachkräftenachwuchs in den untersuchten Bereichen sichergestellt werden und wie eine Anpassung der Ausbildungsberufe erfolgen kann.

## Passungsprobleme zwischen Ausbildung und den tatsächlichen Qualifikationsbedarfen aus Sicht der Fachabteilungen

Aus Sicht der befragten Fachabteilungen wurden hier, basierend auf Interviewaussagen, die Eignung der Ausbildungsberufe und der Ausgebildeten für die Arbeit in der operativen Instandhal-

tung erfahrungsgelernt beurteilt und Passungsprobleme identifiziert. Im Ergebnis zeigt sich, dass

1. Passungsprobleme in zwei Richtungen erkannt werden,
  - ▶ erstens bezogen auf fachliche Einzelkompetenzen innerhalb des Berufsprofils, die bisher nicht ausreichend Gegenstand der Ausbildungsrahmenpläne sind (z. B. Netzwerktechnik, Einsatz von und Umgang mit Robotern, Bussysteme) und
  - ▶ zweitens bezogen auf Kompetenzen, die grundsätzliche veränderte Herangehensweisen zu Problemlösungen und das Systemverständnis betreffen (veränderte Fehlerdiagnose und Problemlösekompetenz, IT-Systeme handhaben und Daten nutzen, von der Software her denken), die über das jetzige Berufsprofil hinausgehen;
2. solche Kompetenzen betroffen sind, die nicht durch die jetzigen Ordnungsmittel im Sinne von Mindestanforderungen abgedeckt sind, und solche, die zwar als Ankerbegriffe in den Ordnungsmitteln identifizierbar sind, jedoch in der betrieblichen Ausbildungsgestaltung nicht ausreichend Raum einnehmen und umgesetzt werden;
3. teilweise Qualifikationen vermittelt werden, die für die betriebliche Praxis eher veraltet und nicht länger notwendig erscheinen.

### Begrenzte Prozessorientierung bei Ordnungsmitteln und in der Ausbildungspraxis

Die Fachabteilungen fordern stärkeres Systemverständnis und Prozessorientierung. Bezogen auf einschlägige Ordnungsmittel ist erkennbar, dass Prozessorientierung am ehesten in den Ausbildungsberufsprofilbeschreibungen und den Prüfungsanforderungen deutlich wird. Dagegen werden bereits in den Ausbildungsrahmenplänen der hier betrachteten Ausbildungsberufe Abstriche an diesen Grundprinzipien deutlich. In der betrieblichen Ausbildungspraxis wird der Ansatz vielerorts noch weniger umgesetzt. Gerade die Ausbildung in dem jeweils ersten Ausbildungsjahr ist deutlich an induktiv gestalteten Grundlehrgängen orientiert.

Am Beispiel des Ausbildungsberufs Mechatroniker/-in wird deutlich, dass die im jeweils ersten Ausbildungsjahr und darüber hinaus bezogen auf die gesamte Ausbildungsdauer in der Ausbildung stattfindende Fundierung beruflicher Handlungsfähigkeit in Richtung Prozessorientierung und Systemverständnis nicht optimal ist. Ursachen sind sowohl die aktuelle zeitlich-inhaltliche Gliederung der Ordnungsmittel als auch die betriebliche Ausbildungsorganisation.

### Überproportionaler Anteil der Metalltechnik in der Ausbildung

Der metalltechnische Anteil in der betrieblichen Ausbildung ist noch immer mindestens genauso hoch, wie dies der Ausbildungsrahmenplan des Mechatronikers/der Mechatronikerin aus dem Jahre 1998 empfiehlt (18 Wochen). Zwölfwöchige Grundlehrgänge Metall, deren Schwerpunkt auf manuelle Bearbeitungsverfahren ausgerichtet sind, sind die Regel. Hinzu kommen größere Zeitabschnitte, in denen maschinelles Bearbeiten von Bauteilen sowie das Montieren und Demontieren von Baugruppen Schwerpunkte sind.

In der Mechatronikerausbildung wird in diesem Zusammenhang eine weitere Besonderheit erkennbar, die auch bundesweit gilt. Der Beruf vereint Qualifikationen aus den Berufsfeldern Metall, Elektro sowie aus informations- und kommunikationstechnischen Berufen. Abhängig vom Ausbildungsbetrieb ist die Ausbildung in einigen Fällen der metalltechnischen Ausbildungsabteilung zugeordnet. In der Folge ist die Ausbildung der Mechatroniker/-innen hier besonders metalllastig.

Instandhaltung, Fehlersuche, Nutzung von Diagnose- und Wartungssystemen stehen in der Ausbildung eher am Ende

Allgemein notwendige und aus Sicht der Fachabteilungen eingeforderte übergreifende Kompetenzen zu Diagnose, Fehlersuche und Problemlösung in vernetzten automatisierten Systemen werden in der betrieblichen Ausbildung eher nur ansatzweise und am Ende der Ausbildung vermittelt.

In der geltenden Ausbildungsordnung für Mechatroniker/-innen sind Themen der Fehlersuche, Diagnose und Störungsbeseitigung mit einem zeitlich empfohlenen Umfang von 13 Wochen ganz an das Ende gestellt und sind folglich auch weitgehend nicht Gegenstand der praktizierten Ausbildung im ersten Ausbildungsjahr. Im zugehörigen Rahmenlehrplan der Berufsschule ist Fehlersuche Schwerpunkt des Lernfelds 11 im dritten Ausbildungsjahr.

**Bussysteme und Netzwerktechnik dringend gefordert, aber wenig umgesetzt**

Fachabteilungen fragen Qualifikationen zu Bussystemen und Netzwerktechnik intensiv nach. In der Ausbildung werden diese bezogen auf den Ausbildungsverlauf spät, zwischen den Lernorten wenig abgestimmt und teilweise nicht systematisch vermittelt. In den Ordnungsmitteln für den Beruf des Mechatronikers/der Mechatronikerin sind im Rahmenlehrplan der Berufsschule Bussysteme ein untergeordneter Begriff im Lernfeld 9; der Begriff Netzwerktechnik ist nicht thematisiert. Der Ausbildungsrahmenplan sieht gegen Ende des dritten Ausbildungsjahres dafür vier Wochen vor.

**Technik- und Technologiebezug der Ausbildung müssen stärker am betrieblichen Bedarf orientiert sein**

Der zeitliche Anteil der Vermittlung von verfahrens- und technologiebezogenen Grundlagen (Metalltechnik, Elektrotechnik) ist vielerorts sehr hoch und erfolgt an Techniken und Technologien, die mindestens teilweise nicht dem Stand der Technik an den künftigen Arbeitsplätzen entsprechen. Gerade auf die Anwendung moderner Prozesstechnologien ausgerichtete Inhalte kommen dagegen zu kurz. Ausbildungsverantwortliche beziehen sich auf die Anforderungen der Facharbeiterabschlussprüfungen als Argument für diesen Zustand.

**Prüfungsvorbereitung kostet Ausbildungszeit**

Die Gestaltungsoffenheit der Ausbildungsordnungen wird durch die Prüfungsanforderungen und Prüfungspraxis in gewisser Weise konterkariert. Dies gilt auch für die in den schriftlichen Prüfungen thematisierten Technik- und Technologiebezüge, die sich an einem bundeseinheitlich verträglichen Standard orientieren. Die Folge ist, dass, um Auszubildende ausreichend und gezielt auf die Prüfung vorzubereiten, durchschnittlich mehr als zehn Wochen der betrieblichen Ausbildung genutzt werden.

### ► Abgeleitete Empfehlungen

**Konzeptionelle Wende der Ausbildung hin zu einem deduktiven Ansatz**

Als Gegenentwurf zur gegenwärtigen Ausbildung wird ein deduktiver Ansatz empfohlen, der bereits an den Anfang der Ausbildung ein digitales Gesamtsystem stellt, das Modellcharakter für das berufliche Handeln hat. Systemzusammenhänge, Aufbau, Funktionsweisen, Störungen und Problemlösungen können hier exemplarisch gelehrt und gelernt sowie typische berufsbezogene Handlungsmuster zur Instandhaltung frühzeitig ausgeprägt werden. Durch die Informationstechnik, z.B. Simulation und die Nutzung mobiler Endgeräte, wird dem/der Lernenden verstärkt die aktive Erschließung von Kompetenzen ermöglicht.

## Forschungs- und Entwicklungsbedarf für die Gestaltung betrieblicher Lehr-/Lernprozesse

Durch die Digitalisierung und die erweiterte Möglichkeit der Nutzung digitaler Medien, zeichnen sich neue Organisationsmodelle der Arbeitsprozesse ab, wie sie in der vorliegenden Untersuchung beispielhaft analysiert wurden. Aufgrund dieser Entwicklungen besteht sowohl ein dringender Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Hinblick auf Methoden des betrieblichen Lernens als auch ein Erprobungs- und Umsetzungsbedarf, der Fragen der Fortbildung des Ausbildungspersonals einschließt.

## Neuordnungsoptionen als Impuls für die Weiterentwicklung der Berufsbildung

Die Ergebnisse der Untersuchung liefern Argumente, die Neuordnungsüberlegungen rechtfertigen. Es wird angenommen, dass sich Arbeitsaufgaben, wie sie mit dem Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 beschrieben sind, in Unternehmen angesichts fortschreitender Digitalisierung weiter durchsetzen werden, weit über die Automobilindustrie und deren Zulieferer hinaus.

Angesichts der zeitversetzten Wirkung einer Neuordnung wird insgesamt ein zeitnaher Handlungsbedarf gesehen. Drei Möglichkeiten werden vorgestellt, verglichen und bewertet: Neuschaffung eines Ausbildungsberufs, Neuordnung des Mechatronikers/der Mechatronikerin und gegebenenfalls der Elektroberufe sowie die Möglichkeit des Beibehaltens der jetzigen Berufe und deren Ergänzung mit Zusatzqualifikationen.

## Update der Ausbildungsgestaltung

Die Untersuchungsergebnisse legen eine Umgestaltung der gegenwärtigen betrieblichen Ausbildung nahe. Dafür wird eine Schrittfolge zur Diskussion und Erprobung vorgestellt, die modellhaft und auf andere Ausbildungsberufe sowie Ausbildungssituationen übertragbar ist.

Voraussetzung für dieses Vorgehen ist ein von den Ausbildungsverantwortlichen organisiertes, mit den Fachabteilungen und allen an der Berufsausbildung Beteiligten abgestimmtes Vorgehen.

Wichtigste Kriterien sind:

- ▶ aktualisierte betriebliche Ausbildungspläne mit zu erbringenden Lernergebnissen, zeitlich-organisatorischem Ablauf und Hinweisen zur Umsetzung sowie Verantwortlichkeiten des Ausbildungspersonals, einschließlich Versetzungsplan, neuen und veränderten Lernträgern sowie Lernstationen,
- ▶ deutlich frühere Thematisierung von Systemverständnis, Prozessorientierung, Fehlersuche, Diagnose und Problemlösefähigkeit durch Einbezug eines geeigneten Modells bzw. Lernträgers,
- ▶ optimale Nutzung dezentraler Lernstationen im Ausbildungsverlauf,
- ▶ Aktivierung und Fortbildung des Ausbildungspersonals einschließlich der ausbildenden Fachkräfte in den Fachbereichen,
- ▶ bedarfsorientierte Pläne für Praktika/Kursangebote, Zusatzqualifikationen,
- ▶ Instrumente und Prozessbeschreibung zur Entwicklung betrieblicher Aufträge für Abschlussprüfungen,
- ▶ Sicherung einer regelmäßigen Kommunikation der an der betrieblichen Berufsbildung Beteiligten.

## Prüfungsgestaltung

Empfohlen wird in der betrieblichen Ausbildung im Rahmen des Variantenmodells den betrieblichen Auftrag zu nutzen.

In Richtung Prüfungsaufgabenerstellung sollte geprüft werden, wie die Aufgabenerstellung besser auf die Technologiegegebenheiten der Unternehmen Bezug nehmen kann, z.B. durch Wahlaufgaben.

Im Rahmen möglicher Neuordnungen sollte ein besonderes Augenmerk auf die künftige Gestaltung der Prüfungsanforderungen und den Stellenwert der Abschlussprüfungen gelegt werden.

# 1 Problemstellung und Anlass der Untersuchung

## 1.1 Kennzeichen der Industrie 4.0

Der im Jahr 2011 im Rahmen der Hannover Messe eingeführte Begriff einer Industrie 4.0 beschreibt einen Paradigmenwechsel in der Industrie. Nach Mechanisierung, Elektrifizierung und Informatisierung der Industrie läutet der Einzug des Internets der Dinge und Dienste in die Fabrik eine vierte industrielle Revolution ein. Unternehmen vernetzen ihre Maschinen, Lagersysteme und Betriebsmittel als Cyber-Physical Systems (CPS) weltweit (ACATECH 2013). Kennzeichnend für eine künftige Industrieproduktion ist eine hohe Individualisierung von Produkten unter Bedingungen, die durchaus mit einer flexibilisierten Serienproduktion vergleichbar sind. Industrie 4.0 wirkt dabei auf alle Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse und vernetzt relevante Akteure, wie bspw. Unternehmen, Zulieferer und Endkunden untereinander systematisch. Dabei steht die Verbesserung industrieller Prozesse in der Produktion im Vordergrund. Produkte werden mit intelligenter Technik ausgestattet, sind lückenlos rückverfolgbar und kennen ihren aktuellen Zustand. Produktionsanlagen sind in ganzheitliche Produktionssysteme eingebettet und kommunizieren untereinander in Echtzeit. In einer solchen Smart Factory können Losgröße 1 und personalisierte Produkte zu optimalen wirtschaftlichen Bedingungen gefertigt werden. Dabei zählt die Automobilindustrie mit ihren dazugehörigen Produktionsbereichen zu den Pionieren im Kontext einer Industrie 4.0. Ein hoher Innovations- und Wettbewerbsdruck, der sich vom Zulieferer bis zum Endkunden auf die gesamte Wertschöpfungskette auswirkt, begünstigt die Einführung selbststeuernder Prozesse in der Produktion. So finden sich bereits heute in der Produktion der Volkswagen AG komplexe und miteinander vernetzte Produktionsanlagen und -systeme, die dem Industrie-4.0-Gedanken Rechnung tragen. Gerade im Bereich der Instandhaltung dieser Produktionsanlagen und -systeme wird die Komplexität einer heutigen Industrieproduktion besonders gut sichtbar. Hier zeigt sich die Bandbreite des Potenzials, welches mit einer Industrie 4.0 einhergeht. Der Einsatz von Assistenzsystemen, ein intelligentes Condition Monitoring oder eine Fernwartung via mobiler Endgeräte sind längst betrieblicher Alltag. Die Aufgaben- und Kompetenzprofile der im Bereich der Instandhaltung eingesetzten Mitarbeiter/-innen werden sich dabei stark verändern. Adäquate Qualifizierungsstrategien, lernförderliche Arbeitsumgebungen und entsprechende Weiterbildungskonzepte sind somit unabdingbar.

## 1.2 Fragen zur Zukunft der Ausbildung

Die Digitalisierung der Arbeitswelt stellt das Berufsbildungssystem vor vielfältige Herausforderungen. Die Digitalisierung verändert Technologien, Produkte, Arbeitsprozesse, Geschäftsmodelle und letztendlich auch die Arbeitsaufgaben der damit befassten Fachkräfte. Darüber hinaus trägt sie auch zu einer Beschleunigung dieser Veränderungen bei. Für die Berufsbildung geht es hier nicht nur um veränderte Qualifikationsanforderungen und die Fortschreibung von Berufen, sondern auch um weitere Zukunftsfragen, wie z. B. die nach der passenden Ausbildungsgestaltung, der Fortschreibung des Berufskonzepts, dem Verhältnis von Berufsbildung und akademischer Bildung, der Entwicklung des quantitativen Fachkräftebedarfs und schließlich um die Frage der künftigen Bedeutung der Berufsbildung.

An vielen Standorten ist der Karosseriebau in der deutschen Automobilindustrie bereits ein Beispiel für Industrie 4.0-Anwendungen. Die Organisation der Zusammenarbeit auf Ebene der Fachkräfte erfährt hier gravierende Veränderungen, die Zahl der eingesetzten Arbeitskräfte wird verringert und Arbeitsaufgaben, soweit sie nicht automatisiert sind, werden auf die verbleiben-



den Arbeitsplätze aufgeteilt. Im Gegenzug entstehen neue Arbeitsplätze mitunter mit neuen Aufgabenfeldern und Tätigkeiten und Kompetenzanforderungen. Oberste Priorität haben die maximale Verfügbarkeit und die Vermeidung von Stillstandzeiten der automatisierten und in ein Produktionsmanagementsystem integrierten Gesamtanlage. Der Austausch von Komponenten, Teilsystemen und Baugruppen im Falle einer Störung hat deshalb Vorrang vor einer unmittelbaren Reparatur. In Leitständen kann anhand von virtuellen „Abbildern“ in Echtzeit ein Condition Monitoring der Anlage erfolgen. Das heißt, Fehler können bereits vor dem Schadenfall erkannt und behoben werden. Störungen, die sowohl mechanische als auch elektrotechnische und informationstechnische Ursachen haben können, werden zentral am Leitstand und innerhalb der Anlage an entsprechenden Monitoren gemeldet. Mindestens erste Schritte zur Fehlerdiagnose erfolgen zunehmend über Datenanalyse, die Verwendung digitaler Diagnosesysteme und die Interpretation von Fehlercodes, auch wenn die anschließende Fehlerbehebung meist konventionell erfolgt. Die Wiederinbetriebnahme schließt ebenfalls die Nutzung der Informationstechnik ein.

Die operative Instandhaltung ist deshalb eine der wichtigsten Funktionen innerhalb dieser Produktionssysteme. Anhand der operativen Instandhaltung lassen sich beispielhaft Wirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitsaufgaben der Fachkräfte bestimmen und Konsequenzen für die Berufsbildung ableiten. Sie unterscheidet sich von der werkstattbasierten Instandhaltung, die stationär außerhalb der Produktionssysteme, innerbetrieblich oder durch Fremdfirmen stattfindet. Dabei werden Baugruppen, Teilsysteme und Module arbeitsteilig von Elektronikern, Mechanikern und IT-Fachkräften ausgetauscht, gewartet oder neu gefertigt.

Zentrale Fragen, die sich in diesem Zusammenhang für die Aus- und Weiterbildung ergeben, sind folgende:

- ▶ Gibt es ein typisches Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0, und wenn ja, wie ist dieses charakterisiert?
- ▶ Wird dieses Profil ausreichend durch bestehende Ausbildungsberufe abgedeckt? Ergeben sich Konsequenzen für die Ordnungsarbeit?
- ▶ Ist die Ausbildung dieser Fachkräfte auch künftig im Rahmen des dualen Systems angesiedelt?
- ▶ Welche Konsequenzen ergeben sich für die Ausbildung und wie kann diese verändert werden?

### 1.3 Struktur und Ziel des Projektes

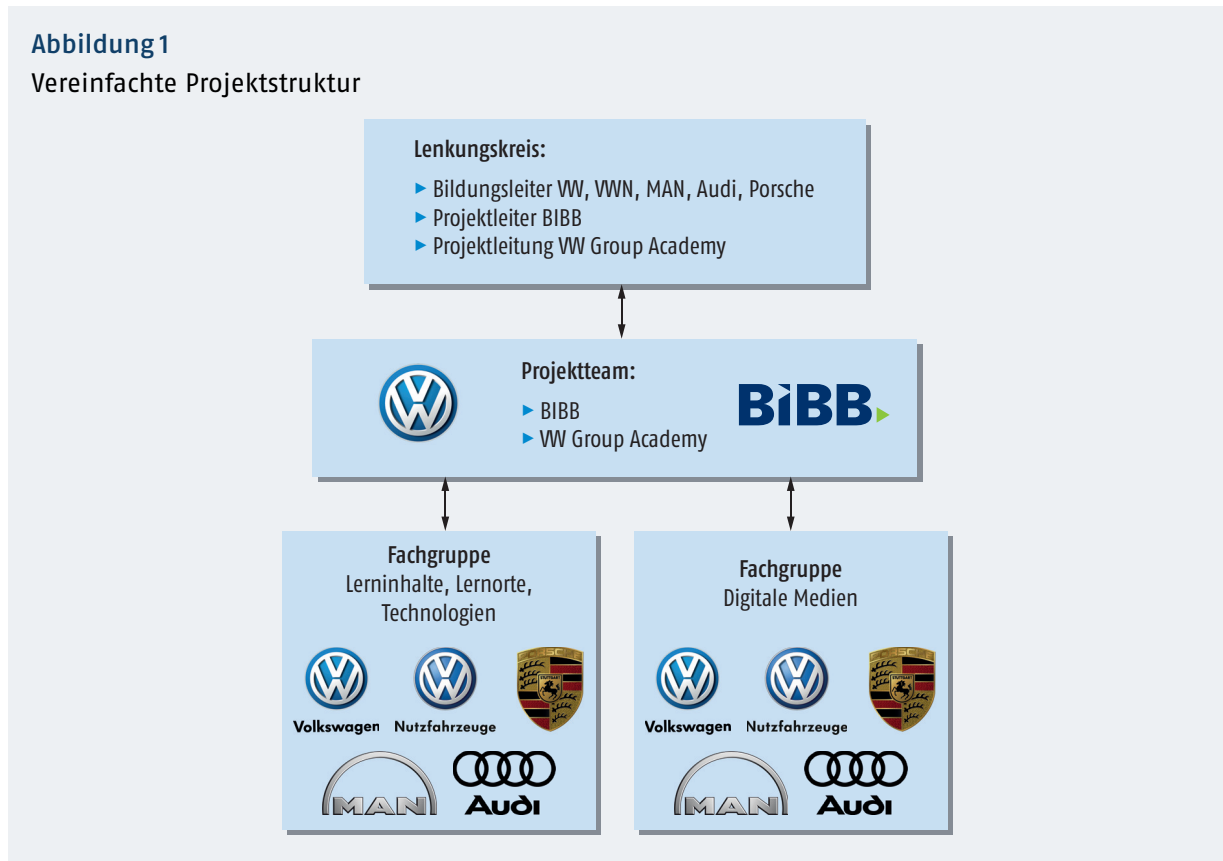
Der entscheidende Impuls für das Projekt war das gemeinsame Interesse des BIBB, der Volkswagen Group Academy und der beteiligten Marken des Volkswagen Konzerns, die Folgen der Digitalisierung für die Berufsbildung exemplarisch im Bereich der Instandhaltung zu untersuchen. Der Projektauftrag wurde vom BIBB und der Volkswagen Group Academy in einem „Letter of Intent“ konkretisiert.

Die für die Projektrealisation geschaffene grundsätzliche Projektstruktur ist in Abbildung 1 visualisiert.

Das Projektteam bestand aus je zwei Mitarbeitern des BIBB und zwei Mitarbeiterinnen der Volkswagen Group Academy. Der Lenkungskreis setzte sich aus den Bildungsverantwortlichen der Marken Volkswagen, Volkswagen Nutzfahrzeuge, Audi, MAN und Porsche, dem Konzernverantwortlichen für Bildungsfragen sowie den jeweiligen Projektleitern des BIBB und der Volkswagen Group Academy zusammen. Auf Arbeitsebene wurden zwei Fachgruppen mit den Schwerpunkten „Lernorte, Lerninhalte und Technologien“ sowie „Digitales Lernen“ im Konzern gegründet, denen Ausbilder/-innen, Ausbildungsplaner und Ausbildungsverantwortliche der

Abbildung 1

## Vereinfachte Projektstruktur



o. g. Konzernmarken angehörten. Die Fachgruppen bestehen auch weiterhin über den Projektzeitraum hinaus, um das Thema kontinuierlich zu bearbeiten.

Zu den Projektzielen gehörte die Überprüfung des Handlungsbedarfs zur Novellierung der Ausbildungsberufe, die aufgrund der technologischen Veränderungen von Industrie 4.0 ausgelöst werden. Weiteres Ziel war es, aus Analysen der bisherigen Ausbildungsgestaltung heraus Möglichkeiten und Notwendigkeiten für deren Weiterentwicklung zu ermitteln. Betrachtungsgegenstände des Projektes waren die Instandhaltungsbereiche in automatisierten Produktionssystemen (Schwerpunkt Karosseriebau) und die dazugehörigen relevanten Berufsbilder. Dabei bildete der Volkswagen Konzern als komplexes Fallbeispiel die Ausgangsbasis für den Erkenntnisgewinn.

Angestrebte Ergebnisse richteten sich sowohl auf die künftige Ausbildungsgestaltung bei den einzelnen Konzernmarken als auch auf die künftige Ausbildungsgestaltung im Allgemeinen und auf Empfehlungen für die Fortentwicklung entsprechender Ordnungsmittel.

## 2 Methodisches Vorgehen

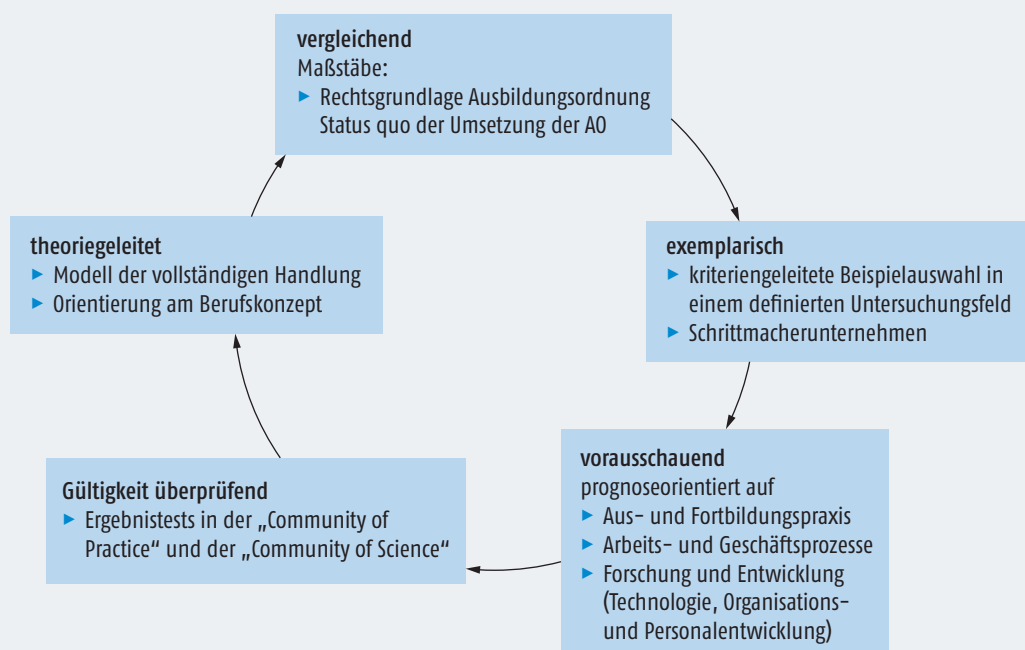
Für die empirische Studie werden exemplarisch die Unternehmensbereiche herangezogen, die bezogen auf die Durchdringung der Digitalisierung eine Schrittmacherrolle einnehmen und auch als Early Adapters verstanden werden können. Es handelt sich hier um eine qualitative Untersuchung, da das Forschungsfeld bisher kaum erforscht ist und einen hohen explorativen Charakter aufweist. Nach einer umfassenden Literatur- und Dokumentenanalyse wurden folgende übergeordnete Forschungsfragen entwickelt:

- ▶ Welche Auswirkungen der Digitalisierung sind für ausgewählte, instandhaltungsrelevante Ausbildungsberufe sowohl kurz- als auch mittelfristig zu erwarten, und sind die betrachteten Berufsbilder noch bedarfsgerecht?
- ▶ Wo zeigen sich Möglichkeiten und Notwendigkeiten für die Optimierung der Ausbildungsgestaltung?
- ▶ Welcher Handlungsbedarf besteht für die Berufsausbildung auf betrieblicher und für das Berufsbildungssystem auf gesetzlicher Ebene?

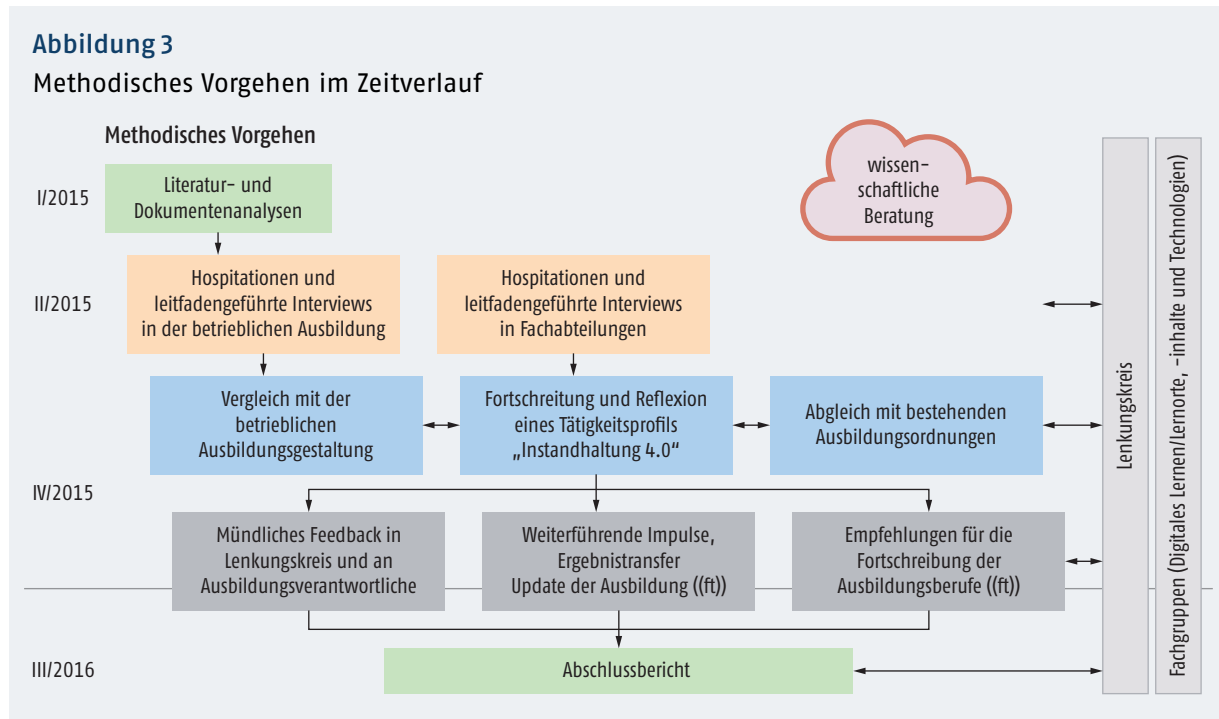
Das weitere methodische Vorgehen basierte auf einem empirischen Methodenmix, jeweils mit spezifischen Zugängen und Schwerpunktsetzungen. Die dabei durch Interviews, Beobachtungen und Gruppendiskussionen gesammelten Befunde wurden anschließend auf ihre Gültigkeit und Verallgemeinerungsfähigkeit hin überprüft. Die Ergebnisse sind Prognosen für künftig typische Tätigkeitsprofile und damit verbundene Qualifikationsanforderungen. Der Abgleich mit gegenwärtigen Ordnungsmitteln und der praktizierten Ausbildungsgestaltung schafft eine Grundlage für entsprechende Handlungsempfehlungen. Dem methodischen Vorgehen wurden die in Abbildung 2 dargestellten Prinzipien zugrunde gelegt.

**Abbildung 2**

Prinzipien des methodischen Vorgehens



Ausgangspunkt der Untersuchung ist die Annahme, dass sich Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten durch neue technische Anforderungen und Organisationsmodelle teilweise gravierend verändern und diese Entwicklung bereits in der Berufsausbildung berücksichtigt werden sollte. Betrachtet wurden die Berufsbilder: Mechatroniker/-in, Elektroniker/-in für Betriebstechnik, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik und Fachinformatiker/-in für Systemintegration. In Abbildung 3 sind die Arbeitsschritte und Methoden in zeitlicher Reihenfolge dargestellt.



Für die Interviews und Beobachtungen wurden zielgruppenbezogene Leitfäden (vgl. Anlage 2) mit dazugehörigen Annahmen entwickelt und vorab extern begutachtet. Durchgeführt wurden die Experteninterviews an jeweils einem deutschen Produktionsstandort der fünf teilnehmenden Automobilhersteller Volkswagen, Volkswagen Nutzfahrzeuge, Audi, Porsche und MAN. An jedem der Standorte wurden Produktionsbereiche ausgewählt, die bereits durch Merkmale von Industrie 4.0-Lösungen charakterisiert sind (wie z. B. vernetzte Produktion, Cyber-Physical Systems, Embedded Systems). Befragt wurden Fachkräfte und Führungskräfte sowohl in Instandhaltungsbereichen und Produktionsbereichen, wie dem Karosseriebau, der Lackiererei und dem Motorenbau, als auch in verschiedenen Ausbildungsstationen (vgl. Anlage 1). Insgesamt wurden 50 Experteninterviews durchgeführt, die jeweils 60 bis 90 Minuten dauerten. Die meisten Gespräche konnten nach Genehmigung durch den unternehmensinternen Datenschutz und den jeweiligen Interviewpartner aufgezeichnet, anonymisiert und transkribiert werden. Die empirischen Daten wurden zum überwiegenden Teil in der Produktion und der Instandhaltung erhoben. Auch in Ausbildungsbereichen fanden Hospitationen, Interviews und Gruppengespräche statt. Untersucht und erfasst wurden hier die aktuelle betriebliche Ausbildungsgestaltung sowie Veränderungsbedarfe entsprechend den technologischen Anforderungen und der aufzunehmenden Fachbereiche nach erfolgreicher Ausbildung. Hier gehörten die Interviewpartner/-innen unterschiedlichen Hierarchieebenen an; es handelte sich um Ausbilder/-innen, Ausbildungskoordinatoren, (Unter-)Abteilungsleiter/-innen und Bildungsleiter/-innen. Im Produktionsbereich konnte das Projektteam mit Anlagenführern, Instandhaltern, (Unter-)Abteilungsleitern und Systemingenieuren sprechen. Der Erhebungszeitraum erstreckte sich auf eine Dauer von vier Monaten. Zudem konnten zehn weitere Datenerhebungen in Form von Begehungen und Beobach-

tungen gewonnen werden. Mitunter wurden die Interviews und die Rundgänge miteinander kombiniert.

Basierend auf der qualitativen Inhaltsanalyse (MAYRING 2010) wurde das entstandene Material aufbereitet und ausgewertet. Zunächst wurden die für das Projekt relevanten Aussagen in drei Prüfraster kategorisiert (Befunde zur Ausbildungsgestaltung, Befunde zu Berufslaufbahnen und Befunde zu Arbeitsaufgaben und Tätigkeitsprofilen) und im Anschluss anhand weiterer Leitfragen analysiert (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1**  
Prüfraster und Fragen

Prüfraster 1	Prüfraster 2	Prüfraster 3
Befunde zur Ausbildungsgestaltung	Befunde zu Berufslaufbahnen/ Karrierewegen	Befunde zu Tätigkeitsprofilen/ Arbeitsaufgaben (Instandhaltung)
1. Ist die Ausbildungsgestaltung zeitgemäß?	1. Quantitative/qualitative Personalplanung: Sind Fachkräftebedarf und Ausbildungsplanung ausreichend aufeinander abgestimmt?	1. Wie verändern sich Tätigkeitsprofile/Arbeitsaufgaben?
2. Wird genug Bezug genommen auf aktuelle und künftige Arbeitsaufgaben?	2. Instandhaltung: Absolventen Berufsausbildungssystem, Hochschulsystem?	2. Wie verändern sich die Problemlösestrategien bezogen auf Diagnose und Fehlersuche bei Reparaturen/planmäßige Wartungen/Havarie-situationen?
3. Werden in der betrieblichen Ausbildung Kompetenzen vermittelt, die bezogen auf einzelne Technologien so in der beruflichen Tätigkeit nicht mehr anzutreffen sind?	3. Sind bezogen auf den Instandhaltungsbereich der Industriemechaniker/der EAT noch zeitgemäße Ausbildungsberufe?	3. In welcher Weise werden externe Dienstleister für die Instandhaltung herangezogen?
4. Sind die Ausbilder/-innen passgenau qualifiziert?	4. Findet eine passgenaue Qualifizierung in den Berufsfamilien statt?	4. Welche Auswirkungen hat die Digitalisierung/IKT auf die Instandhaltung (Auftragserteilung, Dokumentationssysteme/Wartungslisten; Handbücher, Diagnosesysteme)?
5. Gibt es ausreichend betriebliche Lernorte/Lernstationen?	5. Sind Absprungpunkte für die fachliche Entwicklung vorgesehen (Durchgängigkeit und systematische Entwicklung von Kompetenzen)?	5. Wie wird IT von den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen in den Arbeitsprozessen genutzt?
6. Ist der betriebsbezogene Einsatz ausreichend mit der Ausbildung im Bildungszentrum verwoben?		6. Welche neuen Qualifikationsbedarfe zeichnen sich ab?
7. Können die betrieblichen Lernorte den späteren Einsatz in Arbeitsbereichen vorbereiten?		7. Welche überfachlichen Kompetenzen und Verhaltensweisen spielen künftig eine Rolle?
8. Sind Einstellungs-/Auswahlverfahren und interne Zielvorgaben hilfreich?		

In der weiteren Auswertungsarbeit dienten diese Leitfragen dem Aufbau des Kategoriensystems. Hierfür wurde im induktiv-deduktiven Vorgehen ein Kategoriensystem erarbeitet. Kategorien entstanden sowohl auf Basis des theoretischen Vorwissens und zu Beginn gemeinsam mit dem Interviewleitfaden erstellter Annahmen als auch generierend während der Datenauswertung anhand des Materials selbst. Aus den Interviews gewonnene Aussagen wurden anschließend den

Prüfrastern und Kategorien zugeordnet, zunächst für die Standorte ausgewertet und anschließend über die gesamte Datenlage hinweg auf einer höheren Abstraktionsebene zusammengefasst. Die Zuordnung ist dokumentiert, sodass die in dem Bericht getätigten Schlussfolgerungen mit Zitaten belegt und untermauert werden können.

Mit Beginn der Datenerhebungsphase im ersten Standort wurde bereits auf Basis der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse ein Tätigkeitsprofil für die Instandhaltung entworfen, welches bei jedem weiteren Interview besprochen und angepasst wurde. Das Tätigkeitsprofil bildete so für jedes geführte Interview einen zusätzlichen Referenzrahmen. Dadurch lag zum Ende der Interviewphase ein Tätigkeitsprofil vor, welches die typischen auszuführenden Tätigkeiten entsprechend den gegenwärtigen, aber vor allem auch künftigen technischen Anforderungen an den Instandhalter 4.0/die Instandhalterin 4.0 abbildet. Empirischer Zugang zur Klärung der Fragestellung war die offene Beobachtung während der Begehung der Produktions- und Instandhaltungsbereiche, die mit der beschriebenen Interviewphase kombiniert wurde. Die Interaktion zwischen den Menschen und insbesondere mit der Anlagentechnik sowie der Umgang bei Störfällen und Stillstandzeiten während der Produktion waren sehr aufschlussreich, um ein besseres Verständnis für die Tätigkeiten zu entwickeln und dadurch das Profil schärfen zu können.

Um die Gültigkeit und Aussagekraft des Profils weiter zu überprüfen und zu stärken, wurde es nach Abschluss dieser Datenerhebungsphase in einem mehrstufigen Verfahren validiert. Im September und November 2015 fand jeweils ein Workshop statt, in denen das Profil durch weitere Standorte der Marke Volkswagen und durch unternehmensfremde Experten bewertet wurde. Am ersten 90-minütigen Workshop nahmen Leiter der Instandhaltung Karosseriebau vier nationaler und fünf internationaler Standorte teil. Instandhaltungsleiter/-innen sind dabei prinzipiell Vorgesetzte der gesamten Instandhaltung, denen Meisterbereiche, Schichtverantwortliche und Instandhalter/-innen unterstellt sind. Nach einer kurzen thematischen Einführung zum Projekt und einer Erläuterung des Profils sowie dessen Entstehungsgeschichte wurden die Teilnehmer/-innen gebeten, die einzelnen Bestandteile des Profils anhand einer Punktabfrage zu bewerten und gleichzeitig zu gewichten. Die Abfrage erfolgte zweiteilig anhand eines vorgegebenen Bewertungsrasters (vgl. Tabelle 2). Zunächst sollte anhand einer Dreierskala eingeschätzt werden, ob die genannten Arbeitsaufgaben zutreffend sind, wobei jeder Bestandteil einzeln bewertet werden musste. Im zweiten Schritt erfolgte eine Priorisierung der größten Qualifikationsbedarfe der Fachkräfte durch die Vergabe von nur fünf Klebepunkten. Insgesamt wurden alle aufgeführten Positionen des Tätigkeitsprofils von den Befragten als voll bzw. teilweise zutreffend eingeschätzt. Gleichzeitig wurden die Instandhaltungsleiter/-innen gebeten, fehlende Inhalte zu benennen oder kritische Punkte anzusprechen.

Im Rahmen des zweiten Innovationsdialoges der Zukunftsallianz Maschinenbau e.V. wurde das Tätigkeitsprofil mit Vertretern und Geschäftsführern von mittelständischen Industriebetrieben weiterer Branchen ein zweites Mal diskutiert und bewertet. Hierfür wurde das bereits überarbeitete Profil des ersten Workshops verwendet, um dies wiederum mit 19 anderen Firmen unterschiedlicher Branchen zu validieren.

Tabelle 2

## Bewertungsraster für Tätigkeitsprofil

Tätigkeitsprofil Typische Arbeitsaufgaben	I. Sind die Arbeitsaufgaben zutreffend?			II. Wo ist der Qualifikationsbedarf für neue Mitarbeiter am größten?
	ja	teils/teils	nein	Bitte priorisieren Sie.
	Je Zeile 1 Punkt kleben			Bitte 5 Punkte kleben
<b>1. Produktionsnetzwerke</b>				
analysieren				
diagnostizieren				
überwachen				
erweitern, ändern				
parametrieren/kalibrieren				
<b>2. IT-gestützte Fehlerdiagnosen</b> an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungslagen durchführen,				
Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und				
überprüfen				
3. ...				

Das erarbeitete Tätigkeitsprofil wurde in einem weiteren Schritt mit den Berufsprofilen ausgewählter Ausbildungsberufe abgeglichen. Dies fand unabhängig voneinander durch mehrere Experten und Expertinnen statt und betraf die Ausbildungsberufsprofile des Mechatronikers/der Mechatronikerin, des Produktionstechnologen/der Produktionstechnologin und des Elektrikers/der Elektrikerin für Automatisierungstechnik sowie des Fachinformatikers/der Fachinformatikerin für Systemintegration. Das Ergebnis wird in Kapitel 3.2 ausführlich dargestellt.

Eine weitere umfangreiche Datenbasis stellten durchgeführte Workshops dar, welche Qualifikationsanforderungen aus den technischen Anforderungen ableiten sollten. Die Teilnehmer/-innen waren im ersten Schritt Meister/-innen und Fachkräfte, im zweiten Schritt auch Führungskräfte und Instandhaltungsleiter/-innen. In den involvierten Marken fanden rund 25 Workshops mit Vertretern und Vertreterinnen der Fachbereiche statt, um die Eindrücke der Interviews nochmals zu spezifizieren und an konkreten Technologien abzubilden. Zudem wurde eine erste Einschätzung notwendiger Kenntnisniveaus vorgenommen. Hierfür hat die Fachgruppe eine auf der Bloom'schen Taxonomie basierende Abstufung mit Beispielerben zusammengestellt (Abbildung 4). Diese Arbeitshilfe erwies sich als ertragsbringend für die Workshops und unterstützte das Vorgehen. Das Ergebnis ist ein umfangreicher Anforderungskatalog, welcher 56 themenrelevante Technologien listet, der später in elf Themenfelder geclustert werden konnte.

Die Frage, welche Lehr- und Lerninhalte und deren Umsetzung mit dem durch die Digitalisierung begründeten technischen Fortschritt für die Berufsausbildung verbunden sind, stellten sich die beiden Fachgruppen des Konzerns (vgl. Kapitel 1.3) identifizierten. In die Arbeit der Fachgruppen sind die Ergebnisse der Workshops eingeflossen, sodass die Listung der technologischen Anforderungen in allen beteiligten Automobilmarken geprüft, ergänzt oder verändert werden konnte. Die identifizierten Technologien bildeten dann den Ausgangspunkt zur Ableitung von Lehr- und Lerninhalten sowie der didaktischen Umsetzung mittels neuer Lernmedien. Zudem wurden Veränderungen der betrieblichen Berufsausbildung angeregt und initiiert (vgl.

Abbildung 4

Exemplarische Veranschaulichung der Arbeitshilfe in den Workshops

Ergebnismatrix Workshops 1+2	Erwartete Veränderungen durch Industrie 4.0								
	Härtegrad = Anteilige Nennung			Taxonomien liegen auch in betrieblich angepasster Form vor.					
Neue / Steigende Anforderung durch die Digitalisierung der Arbeitswelt  Technologien / Kompetenzen	Stand- orte	EAT	MECH	Kompetenzniveau nach Bloom'scher Taxonomie (siehe auch Referenzübersicht "shopfloor relevante Kompetenzstufen")					
	Härte- grad	Härte- grad	Härte- grad	Kennen	Anwenden	Instandhalten oder verwalten und betreiben	Analysieren, justieren/kon- figurieren	Installieren, Reparieren, in Betrieb- nehmen, Para- metrieren	Auswählen geeigneter (neuer) technischer Lösungen
Automatisierungsnetzwerke (Bussysteme)									
...									
...									
SPS Technik									
...									
...									
RFID									
...									
Sensorik, Statistische Prozesskontrolle, Zentrale Anlagenüberwachung									

Kapitel 3.3). Die Fachgruppe „Lernorte, Lerninhalte, Technologien“ ergänzte die zuvor geleistete Arbeit insofern, als dass eine weitere Perspektive eingenommen wurde. Die Mitglieder der einzelnen Marken sind ebenfalls von der neuen Technologiebasis und den damit verbundenen Anforderungen ausgegangen, um daraus Lerninhalte für die Berufsausbildung abzuleiten. Das Projektteam, welches die empirischen Studien durchführte, ist eher vom Arbeitsprozess und den damit verbundenen Tätigkeitsanforderungen ausgegangen und hat daraus Kompetenzanforderungen abgeleitet. Beide einander ergänzenden Betrachtungsweisen dienen der weiteren Objektivierung der Ergebnisse.

Alle Ergebnisse wurden in unterschiedlichen Gesprächsrunden rückgespiegelt, diskutiert und dem Lenkungskreis präsentiert. Informationen, Eindrücke und Wahrnehmungen aus Beobachtungen in den Fachabteilungen und der betrieblichen Ausbildung, die aktuelle Ausbildungsgestaltung betreffend, wurden in Gesprächsrunden mündlich an die Ausbildungsverantwortlichen zurückgespiegelt und sind nicht Gegenstand dieses Berichts.



## 3 Ergebnisse

### 3.1 Veränderte Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten in der operativen Instandhaltung

#### 3.1.1 Tätigkeitsprofil für eine Instandhaltung 4.0

Im Zuge des digitalen Wandels werden Arbeiten an vollautomatisierten Produktionsanlagen zunehmend komplexer. IT-Kompetenzen gewinnen mehr denn je an Bedeutung. Fachkräfte, die diese Anlagen warten, inspizieren und instand setzen, benötigen umfassende fachliche, personale, soziale und methodische Kompetenzen, um anfallende Arbeitsaufgaben bewältigen zu können. Herkömmliche Berufsbilder der industriellen Metall- und Elektroberufe tragen diesem Bedarf zwar Rechnung, können jedoch nicht alle anfallenden Tätigkeiten in einem Berufsbild abbilden. Fachkräfte in der operativen Instandhaltung arbeiten zudem im Team, entscheiden unmittelbar über durchzuführende Instandhaltungsmaßnahmen, stimmen sich mit Anlagenführern/-führerinnen ab und beziehen Dritte in die Aufgabenbewältigung ein.

In den durchgeführten Fallstudien im Rahmen der Pilotstudie wurde ein verändertes Tätigkeitsprofil für Fachkräfte in der automatisierten Instandhaltung erkennbar. Dieses Profil speist sich einerseits aus unterschiedlichen Berufsbildpositionen der industriellen Metall- und Elektroberufe und andererseits aus gänzlich neuen Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten, die unmittelbar für die Bewältigung der Arbeitsaufgaben vonnöten sind.

Insgesamt wurden 15 Berufsbildpositionen identifiziert, die für eine künftige Facharbeit im untersuchten Instandhaltungsbereich als erforderlich angesehen werden. Sie wurden im Rahmen der durchgeführten Interviews und in Workshops immer wieder zur Diskussion gestellt und überprüft, beispielhaft wird dazu auf Anlage 3 verwiesen.

Die Berufsbildpositionen lassen sich im Wesentlichen in drei Bereiche unterteilen: jene, die im Vergleich zu bisherigen Arbeitsaufgaben gänzlich neue Kompetenzen enthalten, Arbeitsaufgaben, die bereits vorhanden sind, für deren Bewältigung jedoch eine veränderte, respektive erhöhte IT-Kompetenz notwendig ist, und solche Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten, die bereits heute klassischerweise in den Ordnungsmitteln der industriellen Metall- und Elektroberufe enthalten sind.

Die einzelnen Positionen des Tätigkeitsprofils sind im Ordnungskontext als Berufsbildpositionen mögliche Eingangsgrößen für Novellierungen bzw. Neuordnungen von Ausbildungsberufen. Für die konkrete Ausgestaltung eines Berufsbildes müssen sie anschließend systematisch in zu erwerbende Kompetenzen transformiert werden.

Nachfolgend werden diese Positionen des Tätigkeitsprofils genannt, die im Vergleich zu den bisherigen Ordnungsmitteln in den industriellen Metall- und Elektroberufen gänzlich neu erscheinen.

- ▶ Produktionsnetzwerke (Profinet, Interbus) analysieren, diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren,
- ▶ IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen,
- ▶ Netzwerkstrukturen modellieren und skizzieren,
- ▶ IT-Hardware austauschen, erweitern und in Systeme integrieren,
- ▶ Visualisierungssysteme und -hilfen erstellen.

Im Folgenden findet sich eine Beschreibung der Positionen des Tätigkeitsprofils, die im Vergleich zu den bisherigen Ausbildungsberufen einen Aufwuchs an Informationstechnik verzeichnen:

- ▶ Produktionsanlagen(-steuerungen) warten, instand halten, erweitern, testen und inbetriebnehmen,
- ▶ Schnittstellen und Komponenten überprüfen,
- ▶ Betriebsdaten erfassen und verwalten,
- ▶ elektronische Bauteile (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren,
- ▶ digitale Regelungstechniken anwenden,
- ▶ technische Informationssysteme nutzen,
- ▶ IT-gestützte Dokumentationssysteme nutzen (ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren.

Die folgenden Positionen des Tätigkeitsprofils finden sich in vergleichbarer Form bereits in den Ordnungsmitteln der industriellen Metall- und Elektroberufe:

- ▶ mechanische Baugruppen montieren und demontieren,
- ▶ elektropneumatische, pneumatische und hydraulische Steuerungen aufbauen und prüfen,
- ▶ sich mit Dritten abstimmen; Hilfskräfte einweisen und anleiten.

Neben den fachlich ausgerichteten Kompetenzen benötigt eine künftige Fachkraft in der operativen Instandhaltung auch überfachliche Kompetenzen, um beruflich handlungsfähig zu sein. Dazu zählen neben der Abstimmung von Arbeitsaufgaben im Team auch ein hohes Maß an Eigenverantwortung und Selbstständigkeit. Letztere gewinnt in einer vernetzten Arbeitswelt immer mehr an Bedeutung. Darüber hinaus werden ein hohes Prozessverständnis und eine entsprechende Problemlösekompetenz benötigt. Gerade die Bewältigung von Arbeitsaufgaben mit Blick auf eine vernetzte Produktionsanlage erfordert ein umfassendes Verständnis der grundlegenden Netzwerkstrukturen und ein hohes Abstraktionsvermögen. Bereits in der Ausbildung sollte daher ein ganzheitlicher Ansatz der Ausbildungsgestaltung verfolgt werden.

Das vorliegende Tätigkeitsprofil speist sich trotz erhöhter Anforderungen aus der dualen Berufsausbildung. Dabei kann dieses Profil jedoch nur als Grundstein für ein lebenslanges Lernen im Arbeitskontext verstanden werden. Der Erwerb der in dem Tätigkeitsprofil dargestellten Kompetenzen befähigt dazu, in der Fachabteilung schneller als bislang arbeitsfähig und einsetzbar zu sein. Die Berufsausbildung kann in diesem Kontext lediglich ein Fundament bilden, auf das systematisch betriebliche Weiterbildungen aufbauen.

### **3.1.2 Veränderte Merkmale berufsbezogener Handlungsfähigkeit – aggregierte Aussagen**

Innerhalb vernetzter 4.0-Anlagen erfolgt ein Condition Monitoring, das Zustände von der Gesamtanlage und Teilsystemen einschließlich der prozessbezogenen Abläufe überwacht. Die Visualisierung der Zustände auf Monitoren und Endgeräten erfolgt örtlich unabhängig von der Anlage. Möglich wird dadurch neben der Qualitätssicherung eine zustandsorientierte Instandhaltung, die die Zahl der Störungen und Havarien reduzieren und die Bauteillebensdauer maximal nutzen soll. Mit dieser zustandsorientierten Instandhaltung wird die bisher praktizierte zyklisch-vorbeugende Instandhaltung abgelöst und der Umfang reaktiver Instandhaltungen geringer. Damit wird die Zustandsüberwachung vor Ort unmittelbar an der Anlage durch Inaugenscheinnahme und andere sinnliche Wahrnehmung wie Hören, Riechen, Fühlen und damit verbundene Fähigkeiten genauso wie das Messen und Prüfen zur Fehlerdiagnose relativiert werden. In diesem Zusammenhang nimmt auch der Gebrauch von Mess- und Prüfmitteln ab, trotzdem bleibt die Befähigung zu deren Anwendung eine Grundvoraussetzung für die Instandhalter/-innen. Um die Systeme in Zukunft beherrschen zu können, werden weitere Fähigkeiten

die berufliche Handlungsfähigkeit prägen. Ein Instandhalter 4.0/eine Instandhalterin 4.0 wird in der Lage sein müssen, Zustandsanzeigen zu interpretieren, Ursachen im System mithilfe elektronisch abgelegter Schaltpläne und Systemdarstellungen zunächst virtuell zu lokalisieren und dann auf die Realanlage zu übertragen. Daraus sind dann Instandhaltungsnotwendigkeiten und Systemeingriffe zu schlussfolgern sowie über den dafür geeigneten Zeitpunkt in Abwägung mit möglichst zu vermeidenden Stillstandszeiten und Sicherheitsanforderungen zu entscheiden. Zu den Arbeitsaufgaben des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 gehört es, das Condition-Monitoring-System selbst instand zu halten, zu optimieren und zu erweitern. Das heißt auch, der Instandhalter 4.0/die Instandhalterin 4.0 muss in der Lage sein, die erforderlichen Anpassungen und Änderungen in den Programmstrukturen, Visualisierungssystemen und Anlagendokumentationen selbst vorzunehmen.

Im Folgenden wird exemplarisch ausgeführt und anhand von Interviewaussagen belegt, welche ausgewählten Merkmale am deutlichsten Veränderungen beruflicher Handlungsfähigkeit erkennen lassen. Zu berücksichtigen ist, dass die Aussagen aus mehreren Abteilungen und Unternehmensstandorten stammen, an denen die Instandhaltungsbereiche unterschiedlich organisiert sind.

### ► Systemverständnis

Die geforderte berufliche Handlungsfähigkeit für die Arbeitsaufgabenprofile im Kontext der Industrie 4.0 setzt ein umfassendes, erfahrungsbasiertes Systemverständnis voraus. Ursachen dafür sind die mit der Digitalisierung einhergehende steigende Komplexität von Technik, das Wechselspiel von virtuellen und realen Systemen und der Gebrauch von durchgängigen Automatisierungslösungen. Die Informationstechnik wird zum zentralen Steuer- und Regelglied in einer technischen Anlage und setzt sich so vor Mechanik und Elektrotechnik. Grundlagen für berufliches Handeln und passende Handlungsmuster sind die dazu notwendigen Kenntnisse und das darauf abgestellte Systemverständnis. Aussagen aus Interviews verdeutlichen diese Entwicklung:

*„Sowas wie Bussysteme und dass ich IP-Adressen vergeben muss, dass ich mich auf dem Level zurechtfinden muss, ausgefallene Teilnehmer zu suchen, das Netzwerkverständnis, das alles, also das ist echt viel geworden. [...] Wir haben eine Anlage als kleines Netzwerk zu verstehen, da sind dann die verschiedenen Teile eingesetzt. Ein Teilnehmer ist z. B. ein Roboter, dann auf der Station sitzen dann so SMC Modul, der mir sagt in welchem Zustand die Station ist, der Sensor sagt „ich bin da“, sag das dem Teilnehmer, der Spanner sagt „ich bin zu“, sag das dem Teilnehmer. Dieses SMC Modul ist mein Teilnehmer, die alle müssen miteinander sprechen, um zusammen zu arbeiten, der Roboter muss mit dem SMC Modul sprechen „Ist deine Anlage frei, sind deine Spanner auf, kann ich mein Bauteil da einlegen?“ „Ja alles ist auf, alle Teilkontrollen sind frei, kannst du.“ Das machen wir alles über das Bussystem, in dem System wird gedacht.“ (12 VA)*

*„Wichtig ist die Logik, das computerbasierte Denken. Es geht nicht darum, Applikationen vollständig zu schreiben, sondern ein gutes Verständnis für Zahlensysteme, Datenstrukturen und -formate zu haben. Ähnlich dem Umgang mit einem programmierbaren Taschenrechner.“ (17 VA)*

### ► Verwendete Werkzeuge und Hilfsmittel

Verwendete Werkzeuge und Hilfsmittel sind ein deutliches Indiz für veränderte Arbeitsaufgaben und Handlungsmuster. In den Beobachtungen und Interviews wurde dies dezidiert hinterfragt. Erkennbar wird auch an diesen Ergebnissen eine klar veränderte Schwerpunktsetzung gegenüber konventionellen Tätigkeiten der Elektroniker/-innen und Mechatroniker/-innen. Verdeut-

licht wird dies durch die Antworten auf die Frage nach den wichtigsten Werkzeugen des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 in der Produktion 4.0.

*„Auf jeden Fall meine Schlüssel, das ist sämtliche Schließung, wo ich die Anlage in meine Gewalt bringen kann. Der Grüne ist immer mein E22, damit kann ich jeden Roboter bewegen, man selber ist dann der Herr der Anlage. A1, der Rote, damit komme ich an alle Schaltanlagen, also Schaltschränke. E7, das ist diese Überbrückungsverriegelung [...] um die Anlage zu verfahren. E2 aus alten Zeiten, weil damals die Roboterschließung die E2-Schließung war. Mein USB-Stick ist auch noch wichtig, da sind manchmal so Dateien, die mir eben den Weg zu anderen Programmen eröffnen [mit] Anwenderrecht, der ist [...] ganz wichtig, also den hab ich auch immer dabei. Dann haben wir SPS Analyzer auf unseren USB Sticks [...], weiterhin noch Spannungsprüfer und ein Satz Inbusschlüssel.“ (12 VA)*

*„Die wichtigsten Werkzeuge sind Kennwörter für Systeme, z.B. Digitest. Weiterhin Inbus, Kreuz-/Schlitzschraubendreher. Ein Messschreiber wird immer notwendiger, die Einstellung und die Auswertung erfolgen skriptgesteuert.“ (17 VA)*

*„„Digicheck“ wird immer seltener, d. h. Spannungsprüfer benutzen. Laptop wird immer öfter für die Fehlersuche genutzt.“ (47\_48 PAU)*

*„Die Werkzeuge sind der stationäre Rechner, das Bedienpanel der Anlage. Zwar hat man die Feile dabei, die kommt aber selten zum Einsatz. Außerdem führt er noch eine Zange und einen Inbusschlüssel mit. Diesen wiederum braucht er öfters.“ (44 PA)*

#### ► Fehlersuche und Fehlerdiagnose

Fehlersuche und Fehlerdiagnose sind für den Instandhalter 4.0/die Instandhalterin 4.0 zentrale Handlungsschritte im Setting seiner Arbeitsaufgaben. Folgende Aussagen aus den Interviews sind Indizien dafür, wie sich aus Sicht der Instandhalter/-innen die Herangehensweisen verändern:

*„Die Anlage spricht mit einem. Es wird einem visuell gezeigt in Form von Farben aber auch in Form von grau oder schwarz hinterlegt... wenn die Schrift grau hinterlegt ist, dann hab ich da ein Problem und dann zeig ich den Leuten, wie man mit einem Klick dahin kommt und die sogenannte Schrittkette wieder zum Laufen bringt.“ (14 VA)*

*„Fehlerdiagnose, so eine Fehlersuche funktioniert dann heutzutage auch schon und auch perspektivisch noch stärker eher systemseitig und weniger über ein Durchmessen, über eine Sichtprüfung, über eine mechanische Prüfung.“ (22 MM)*

*„Wichtige Bausteine im Automatisierungssystem sind Sensoren. Es handelt sich heute um ca. 450 modulare Funktionsbausteine, die eingefügt und parametrieren werden müssen. Dazu gehört, die Steuerung zum Laufen zu bringen und in die Visualisierung per Human Machine Interface einzubinden. Die Fehlerbehebung – jedes Mal sind Fehler drin – läuft über Skripte, u. a. XML-Dateien.“ (17 VA)*

*„Je komplexer der Funktionsumfang, desto wichtiger ist die Kompetenz für Diagnose von Kommunikationsprozessen. Beispielsweise in der Fertigung: Makros für Roboter waren vierzeilig, wurden binär übertragen an den Roboter; Beispielsweise in der Fertigung: Modulare Konzepte, teils 3.800 Zeilen mit Sprungmarken etc.“ (17 VA)*

### ► Problemlösestrategien

Die höchste Priorität im Handeln des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 hat die maximale Verfügbarkeit der Anlage. Umso wichtiger ist die schnelle Behebung von Störungen, das setzt die Anwendung geeigneter Problemlösestrategien voraus. Unplanmäßige Störungen und Havarien sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Bezogen auf die Problemlösestrategien wird erkennbar, welch enormen Stellenwert die Informationstechnologie einnimmt. Dementsprechend werden immer seltener zeitintensive Reparaturen im Produktionsprozess selbst durchgeführt. Meist erfolgt der Austausch fehlerhafter Komponenten und ggf. eine Reparatur taktunabhängig in einer Werkstatt bzw. stationären Instandhaltung, die losgelöst von der Produktion besteht. Jedoch, die defekte Komponente zu identifizieren, ist ohne die Informationstechnologie kaum noch denkbar. Im Anschluss an den Austausch muss die neue Komponente mithilfe der Informationstechnologie als Teilnehmer in dem Netzwerk wieder eingebunden werden.

*„Wenn eine Abweichung erkannt wird, wird das Gerät getauscht, nicht repariert. Neue Komponenten müssen mit Daten ‚gefüttert‘ werden, ein Parametersatz, der für das Gerät hinterlegt ist, muss eingespielt werden.“ (13 VA)*

*„Problemanalyse im Bereich der IT...über die IT-Struktur kommt man schlussendlich zum Problem der Hardware, dann Hardware austauschen. Reparieren geht schnell. Fehleranalyse ist zeitintensiv.“ (2 VM)*

*„Heute sind 90% aller Störfälle begründet in der Software.“ (17 VA)*

*„Vernetzung des Produktionssystems macht es komplizierter, Technik ist relativ neu [...] Die Instandhalter nähern sich dem Problem über IT, sonst kommen die gar nicht ran.“ (5 VA)*

*„Kern ist Problemlösefähigkeit, Standardbäume für eine Fehlersuche/Störungsanalyse. Zumindest sollten diese Strukturen in den Köpfen drin sein.“ (13 VA)*

### ► Routine und Erfahrung

Routine und Erfahrung können nur entstehen, indem Arbeitsaufgaben systematisch wiederholt ausgeführt werden und zur Problemlösung führen.

Diagnoseabläufe können verkürzt werden, weil unmittelbar Wenn-dann-Beziehungen erkannt sind und automatisiert angewendet werden. Die Interviews und Beobachtungen verdeutlichen, dass mit der Digitalisierung bisherige Routinen und Erfahrungen nicht mehr ohne Weiteres anwendbar und übertragbar sind; manche fallen weg, ändern sich und neue kommen hinzu, müssen erprobt werden. Nicht jeder Mitarbeiter/jede Mitarbeiterin kann diese Routinen im eigenen Verhalten ohne Weiteres ändern.

*„Ich hab öfters schon mal an den Anlagen gestanden und Brainstorming auf Zetteln gemacht.“ (12 VA)*

Folgende Beobachtung verdeutlicht, dass der Umgang mit den IT-Systemen und der Bewertung entsprechender Meldungen erfahrungsgeleitet erfolgt:

*„Ein Störfall, angezeigt über ein über der Anlage befindliches weit sichtbares Display, wird als harmlos eingeschätzt, die Anlage wird neu gestartet und der Fehler tritt nicht mehr auf.“ (15 VA)*

*„Wenn die Schrittkette zum Stehen kommt, was auch öfters passiert, dann kann man die selbst ‚anschupsen‘. [...] Das sind so paar Klicks und dann sagt man einfach ‚auto‘ und dann ist gut.“ (14 VA)*

### ► Pflege der Dokumentation, Verwendung von Handbüchern und Hilfen

Die Dokumentation von Anlagen, Systemen und Prozessabläufen wird immer mehr virtuell und elektronisch erfasst. Administratorenrechte sind festgelegt und bestimmten Arbeitsplätzen zugeordnet. Hierbei gibt es Verschiebungen zwischen Arbeitsbereichen und Hierarchien, die im Ergebnis diese Aufgaben näher an die Anlage, auf den „Hallenboden“ bringen. Diese Veränderungen sind noch nicht abgeschlossen, eher scheint es, dass hier noch Erfahrungen gesammelt werden und weitere Folgefragen dadurch zu klären sind.

*„Dokumentation erfolgt papierlos, das Grundhandeln ist recht einfach, KVS-System. Administratoren – Ordnung halten in IT-Systemen – ist eines der größten Probleme die wir haben.“ (17 VA)*

*„Dokumentation ist teilweise noch auf Papier. Teilweise fehlt das Vorstellungsvermögen zwischen Zeichnung und digitaler Form einerseits und Realteil andererseits. Wir haben alles auch in digitaler Form, KVS. 3D-Adobe wird genutzt... Wir haben selber Leute, die ändern dürfen.“ (3 VM)*

*„...dass wir sehr viel von der Firma [...] haben. Da kriegt man sehr viel im Internet. ... Da findet man Schaltpläne oder Ersatzteilzeichnungen. Das ist unwahrscheinlich hilfreich. Sonst wenn man so viele neue Maschinen hat und man weiß nicht, was, da kann man dann im Internet nachschauen. Hat auch lange gedauert, bis das ging. Aber das ist ja heute kein Problem mehr, da hat jeder Internetzugang. Früher gab's das nur, dass die Sachbearbeiter nachschauen konnten. Das ist heute anders.“ (10 VA)*

*„Also eigentlich haben wir beides, in Schaltschränken ist es immer noch die Papierform, aber wir haben auch Systeme, wo sie hinterlegt sind. Das Problem ist, was jeder kennt, wenn ich sehr viele Ordner und sehr viele Systeme und so was habe, dann geht es sehr schnell unter. Die Mitarbeiter finden es immer noch gut, wenn sie es in Papierform noch vor Ort haben, dass man, wenn man wirklich eine Störung hat, nicht erst im System rumsuchen muss, wo ist es und Ähnlichem.“ (31 VA)*

*„Wir machen Maschinenabnahmen, also das heißt, wenn die Firmen was Neues installiert haben. Das hat den charmanten Vorteil, ich habe ein Tablet in der Hand, kann in ein System rein, kann es sofort abhaken. Brauche nicht so einen gesamten Laptop mit mir rumtragen, habe eine Kamera sogar mit drin. Kann, wenn ich einen Mangel habe, den gleich fotografieren, kann den dort mit anfügen. Und habe schnellstmöglich das alles hinterlegt.“ (31 VA)*

### 3.1.3 Charakter und Wertigkeit von Arbeitshandlungen – Überprüfung von Annahmen

Die folgenden Annahmen wurden im Rahmen der Untersuchung durch die Beobachtungen und die Interviews auf ihre Gültigkeit hin überprüft:

#### ► Stärkere Partizipation an Planungs- und Entscheidungsprozessen

Abhängig von der individuellen Expertise der Fachkräfte werden diese in mehr oder weniger komplexe und herausfordernde Planungs- und Entscheidungsprozesse eingebunden. Hier sind aus den Interviews und Beobachtungen informelle Karrieren belegbar. Mittlere Fachkräfte mit ausgewiesener Expertise kommunizieren auf Augenhöhe mit ingenieurtechnischem Personal und entwickeln selbstständig oder im Team Lösungen. Hier sind auch Beispiele belegbar, in denen Facharbeiter/-innen ingenieurtechnische Entwicklungsarbeiten und Anlagenoptimierungen realisiert haben. Gerade bei Einführung neuer Technologien und veränderter Geschäftsprozesse

sind ausgewählte mittlere Fachkräfte intensiv eingebunden. In Havariesituationen und Störfällen müssen Entscheidungen autonom getroffen werden.

*„IT-Systeme, die eingesetzt werden, sind von uns selbst entwickelt. Wir betreuen Systeme für Managementfunktionen. Die ersten wurden Anfang der 90er Jahre aufgebaut. Selbstentwickelte Übertragungswege, was stark gerade von qualifizierten Mitarbeitern getragen wurde.“ (13 VA)*

*„Das kann schon mal bis zu einer Stunde dauern, bis man dann so eine Schrittkette wieder in Gang gekriegt hat. [...] Dann steht auch mal ein Vorgesetzter schon mal und fragt „was ist los hier?“ Und da ist wichtig, dass die Leute, also der Schlosser, der Elektriker und der Anlagenmechaniker, dass die drei Hand in Hand arbeiten, sonst wird das nichts.“ (14 VA)*

### ► Veränderte Instandhaltungs- und Wartungspraktiken (Arbeitsteilung und Ausübung)

Anlagen und Anlagenteile sind IT-basiert in Steuerungssysteme integriert und in ein Netzwerk eingebunden. Diese Annahme ist voll bestätigt (siehe auch Kap. 3.1.2).

Dies wird unter anderem noch einmal durch folgende Aussage bestätigt:

*„...ich habe eine Schweißzange; früher ist die auf- und zugefahren, da waren Ventile dran, also alles was ein Mechaniker kann. Pneumatik, Mechanik, Schläuche, Luft verfolgen. Heutzutage ist das eine Servopneumatik, das heißt da ist eine Steuerbox dran, die mit einer Elektronik die ganze Luft regelt, wie die Zange fahren soll, mit welchem Druck sie arbeiten soll, in welcher Stellung die Zange steht. Da muss ich im Vorfeld das ganze Ding referenzieren können. Ich muss eine Nullfahrt machen, eine Todzeitermittlung machen, ich muss prüfen, ob sie schweißt. Das muss ich alles über eine Menüführung am Rechner machen. Da haben die älteren Kollegen Berührungängste.“ (3 VM)*

### ► Herausprägung einer Mensch-Roboter/Maschine-Interaktion

Die Handhabung von Robotern gehört zu den Basisqualifikationen der Instandhalter/-innen 4.0:

*„Ein Mechaniker sollte heute einen Roboter fahren können, weil es einfach zu seinem Tagesgeschäft gehört. Weil, so eine mechanische Komponente sitzt an einem Roboter und er muss zumindest in der Lage sein, den Roboter dorthin zu fahren, wo er hin muss, um arbeiten zu können, weil er sonst immer die Ressource ‚Elektriker‘ bindet.“ (3 VM)<sup>1</sup>*

Arbeitsplätze, an denen Menschen mit Robotern zusammenarbeiten (Mensch-Roboter-Kollaboration, MRK), sind an vereinzelt Produktionsstationen bereits etabliert, waren jedoch im Untersuchungsfeld nicht anzutreffen, sodass damit einhergehende Veränderungen hier noch nicht näher beschrieben werden können.

### ► Beurteilen von Zuständen auf Grundlage von Anzeigen/Daten/Bildschirmoberflächen, Abgleichen mit Schaltplänen, technischen Dokumentationen und 2D-/3D-elektronischen Modellen

Die beschriebenen Tätigkeiten und die dafür notwendigen Kompetenzen werden wichtiger und alltäglich. Konventionelle Mess- und Prüfwerkzeuge verlieren angesichts IT-geführter sensorischer Messsysteme an Bedeutung, müssen aber weiterhin gehandhabt werden können. Diese

<sup>1</sup> Im Sprachgebrauch des Interviewten bezeichnet der Mechaniker den Mechatroniker und der Elektriker mindestens einen Elektroniker mit ausgeprägten IT-Qualifikationen.

Annahme ist bestätigt (vgl. dazu auch Kap. 3.1.2); weitere Aussagen, die dafür Indiz sind, lauten:

*„Mittlerweile ist Messen an den PC gebunden.“ (3 VM)*

*„Heutzutage ist eine Klebeanlage/-dosierer eine elektrische Anlage, die hat einen Elektromotor drauf und eine elektronische Ansteuerung sowie eine Menüführung. Das muss jemand schon tiefer beherrschen, um es reparieren zu können. Dann habe ich bei allen Sachen, wo ich z. B. stanze, eine Ansteuerung und eine Menüführung drin.“ (3 VM)*

*„Fehler werden als Abweichung erkannt und müssen interpretiert werden. Das Gerät wird eher getauscht als repariert. Die neue Komponente muss mit Daten und Parametern eingerichtet werden.“ (13 VA)*

### ► Bedeutungsverlust mechanischer Tätigkeiten

Mechanische Arbeiten, verstanden als mechanisches Bearbeiten von Bauteilen und mechanisches (De-)Montieren von Komponenten und Bauteilen, gehören auch weiterhin zu den Aufgaben eines Instandhalters 4.0/einer Instandhalterin 4.0. Der Bedeutungsverlust betrifft insbesondere das mechanische Bearbeiten von Bauteilen. Im Rahmen der operativen Instandhaltung werden hierzu anfallende Aufgaben an andere Abteilungen oder Dienstleister weitergegeben. Nur bei unerwarteten Störfällen und Havarien werden in Ausnahmefällen zerspanende oder umformende Verfahren zur Herstellung von Bauteilen angewendet.

Das (De-)Montieren gehört weiter zu den Aufgaben des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 und ist mit Tätigkeiten gekoppelt, die sich auf das elektrotechnische und IT-technische Teilsystem beziehen:

*„Der Elektroniker macht den Motor spannungsfrei, der Mechaniker kommt, baut ab, baut den neuen Motor drauf. Und dann so nach dem Motto, komme mal in einer Stunde wieder, Elektriker, dann bin ich fertig und kannst du wieder anklemmen. Also dieses Spiel hat früher sicherlich funktioniert, jetzt nicht mehr.“ (33 VM)*

*„Letztendlich geht es um mechanische Komponenten, die verbaut werden. Das ist nicht mehr reine Mechanik. Das erfordert Steuerungs- und Programmierkenntnisse.“ (3 VM)*

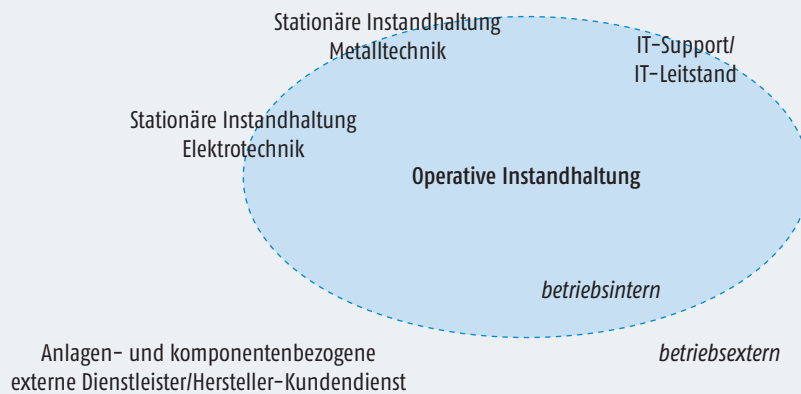
### ► Fusion mehrerer Arbeitsplätze und Neuschneidung von Arbeitsaufgaben

Bestätigt hat sich, dass Arbeitsaufgaben und Organisationsmodelle durch die zunehmende Digitalisierung in Veränderung begriffen sind. Wie sich aus Sicht der operativen Instandhaltung Teams bilden und Kooperationen eingegangen werden, ist abhängig von der standortbezogenen Organisationsstruktur und dem konkreten Umfang und Anlass der Instandhaltungsmaßnahme. Standortbezogen unterscheiden sich Bereichsstrukturen und Aufgabenzuschnitte. Ein Trend zur Herausbildung eines künftigen Modells der Arbeitsteilung kann nicht abschließend erkannt werden. Hierarchische Trennungen zwischen Führungsebene und operativer Ebene lösen sich auf. Zunehmend an Stellenwert gewinnen der IT-Leitstand und der IT-Support. Die operative Instandhaltung arbeitet in diesen Teams nicht nur mit, sie entscheidet über Maßnahmen, organisiert ggf. auch die Teams und bezieht Dritte in die Bewältigung der Arbeitsaufgabe ein. Es kommt also weniger zu einer Fusion von Arbeitsplätzen und Arbeitsaufgaben und mehr zu veränderten Arbeitsaufgaben, die der Digitalisierung geschuldet sind. Wichtige Akteure sind in Abbildung 5 dargestellt.



Abbildung 5

Akteure und Kooperationspartner der Instandhalter/-innen 4.0



## 3.2 Abgleich des Qualifikationsbedarfs mit der Berufsausbildung

### 3.2.1 Vergleich des Tätigkeitsprofils mit ausgewählten Ausbildungsprofilbeschreibungen

Das erarbeitete und in verschiedenen Kontexten validierte Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 wurde mit bestehenden Ausbildungsprofilen mehrerer Ausbildungsberufe abgeglichen.

Ziel war es festzustellen, ob und welche vorhandenen Ausbildungsberufe am besten geeignet sind, um auf die Aufgaben des Tätigkeitsprofils vorzubereiten. In den Vergleich einbezogen wurden die Ausbildungsberufe

- ▶ Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik (BMWi, 2007)
- ▶ Mechatroniker/-in (BMWi, 2011)
- ▶ Produktionstechnologe/Produktionstechnologin (BMWi, 2008)
- ▶ Fachinformatiker/-in, Fachrichtung Systemintegration (BMWi, 1997).

Der Vergleich erfolgte auf Ebene der in den jeweiligen Ausbildungsordnungen genannten Berufsbildpositionen. Im Ergebnis wurde farblich ausgewiesen, welche Position aus dem Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 am ehesten in den jeweiligen Berufsbildpositionen des Vergleichsberufs wiedererkennbar ist. Die Einschätzung erfolgte im Sinn einer Ampel in drei Stufen: rot – keine Entsprechung, gelb – teilweise Entsprechung, grün – volle Entsprechung.

Die Aussagekraft der Vergleiche ist deshalb begrenzt, weil die Berufsbildpositionen auf einem hohen Abstraktionsniveau technik- und gestaltungsoffen beschrieben sind. Außerdem sind Ausbildungs- und Tätigkeitsprofilpositionen nicht 1:1 vergleichbar. Hinzu kommt, dass es sich um subjektive Einschätzungen handelt. Die Ergebnisse können deshalb nur ein erster Anhaltspunkt sein, von dem ausgehend weitere Überprüfungen notwendig sind.

Weiterhin ist das qualitativ erhobene Tätigkeitsprofil auf eine Fachkraft der Instandhaltung ausgerichtet. Es enthält daher bereits Berufspraxis, die dem/der Auszubildenden nur im begrenzten Umfang vermittelt werden kann. Erfahrungsbasierte Handlungsroutinen, wie sie in der operativen Instandhaltung erforderlich sind (vgl. Kap.3.1.2), kann ein Ausbildungsprofil im Sinne eines Mindeststandards nur begrenzt abbilden. Gleiches gilt für Spezialisierungen und vertiefte Fachkenntnisse und Fähigkeiten. Wichtig ist jedoch, dass die Ausbildung für die künftige Fachkraft den entscheidenden Grundstein dafür legen muss.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass kein Ausbildungsberuf das Tätigkeitsprofil vollständig ausreichend abdeckt. Im Vergleich zeigt sich, dass der Elektroniker/die Elektronikerin für Automatisierungstechnik, gefolgt vom Mechatroniker/von der Mechatronikerin, am ehesten Bezüge zu dem Tätigkeitsprofil aufweist, wenngleich die Einschätzungen nicht in allen Punkten übereinstimmen. Im Einzelnen betrachtet, zeigt sich folgendes Bild:

#### ► Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik (EAT)

Elektroniker/-innen für Automatisierungstechnik (EAT) haben ihre Schwerpunkte in der Einrichtung von Automatisierungssystemen und deren Optimierung. Dabei spielt die Installation und Konfiguration von IT-Systemen bereits eine große Rolle. Hingegen sind Produktionsnetzwerke und deren Überwachung sowie Modellierung nicht relevant. Gleichzeitig werden Aspekte der Datenerfassung und Interpretation sowie der IT-gestützten Fehleranalyse nur ansatzweise angesprochen.

Tätigkeitsprofil Instandhalter/-in 4.0	Ausbildungsprofil EAT
Produktionsnetzwerke (Profinet, Interbus) analysieren, diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren	Montieren und Anschließen elektrischer Betriebsmittel
IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen	Messen und Analysieren von elektrischen Funktionen und Systemen
Produktionsanlagen(-steuerungen) warten, instand halten, erweitern, testen und inbetriebnehmen	Beurteilen der Sicherheit von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln
Schnittstellen und Komponenten überprüfen	Installieren und Konfigurieren von IT-Systemen
Netzwerkstrukturen modellieren und skizzieren	Technische Auftragsanalyse, Lösungsentwicklung
Betriebsdaten erfassen und verwalten	Errichten von Einrichtungen der Automatisierungstechnik
Visualisierungssysteme und -hilfen erstellen	Konfigurieren und Programmieren von Automatisierungssystemen
Elektronische Bauteile (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren	Instandhalten und Optimieren von Automatisierungssystemen
IT-Hardware austauschen, erweitern und in Systeme integrieren	Prüfen und Inbetriebnehmen von Automatisierungssystemen
Digitale Regelungstechniken anwenden	Instandhalten und Optimieren von Automatisierungssystemen
Technische Informationssysteme nutzen	Geschäftsprozesse und Qualitätsmanagement im Einsatzgebiet
IT-gestützte Dokumentationssysteme nutzen (ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren	
Mechanische Baugruppen montieren und demontieren	
Sich mit Dritten abstimmen; Hilfskräfte einweisen und anleiten	

## ► Mechatroniker/-in

Mechatroniker/-innen bearbeiten laut Ausbildungsberufsprofil mechanische Teile, bauen Baugruppen und Komponenten zu mechatronischen Systemen zusammen, installieren elektrische Baugruppen und Komponenten, messen und prüfen elektrische Größen, installieren und testen Hard- und Softwarekomponenten, bauen und prüfen Steuerungen, programmieren mechatronische Systeme, nehmen diese in Betrieb, halten sie instand, übergeben Anlagen, weisen Nutzer/-innen in die Bedienung ein und erbringen Serviceleistungen.

Aspekte wie das Vernetzen von komplexen Fertigungssteuerungen, das Durchführen/Modellieren von System- und Netzwerkanalysen oder das Anpassen von Visualisierungssystemen sind bisher keine Bestandteile des Ausbildungsberufes. Das Arbeiten mit IT-Systemen und zukünftig Cyber-Physical Systems kommt bisher ebenfalls nicht vor. IT- basierte Systeme zur Fehlerdiagnose an Systemen und Teilsystemen bzw. zur Dokumentation von Wissen und Daten sind schon ansatzweise enthalten.

Tätigkeitsprofil Instandhalter/-in 4.0	Ausbildungsprofil Mechatroniker/-in
Produktionsnetzwerke (Profinet, Interbus) analysieren, diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren	Manuelles und maschinelles Spanen, Trennen und Umformen
IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen	Fügen
Produktionsanlagen(-steuerungen) warten, instand halten, erweitern, testen und inbetriebnehmen	Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten
Schnittstellen und Komponenten überprüfen	Messen und Prüfen elektrischer Größen
Netzwerkstrukturen modellieren und skizzieren	Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten
Betriebsdaten erfassen und verwalten	Aufbauen und Prüfen von Steuerungen
Visualisierungssysteme und -hilfen erstellen	Programmieren mechatronischer Systeme
Elektronische Bauteile (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren	Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu Maschinen und Systemen
IT-Hardware austauschen, erweitern und in Systeme integrieren	Montieren und Demontieren von Maschinen, Systemen und Anlagen; Transportieren und Sichern
Digitale Regelungstechniken anwenden	Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen
Technische Informationssysteme nutzen	Inbetriebnehmen und Bedienen mechatronischer Systeme
IT-gestützte Dokumentationssysteme nutzen (ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren	Instandhalten mechatronischer Systeme
Mechanische Baugruppen montieren und demontieren	
Sich mit Dritten abstimmen; Hilfskräfte einweisen und anleiten	

### ► Produktionstechnologe/Produktionstechnologin

Produktionstechnologen haben ihre Schwerpunkte in der Planung von industriellen Produktionsprozessen, der Einrichtung und dem Inbetriebnehmen von Produktionsanlagen. Das Programmieren von Produktionsanlagen und damit das Arbeiten in Netzwerken spielt nur eine untergeordnete Rolle. Durch die Fokussierung auf die Planung der Produktion sind zwar Aufgaben wie Netzwerkmodellierung, Visualisierungssysteme erstellen sowie Betriebsdatenerfassung bereits wichtige Bestandteile. Jedoch ist der Produktionstechnologe kein typischer Instandhaltungsberuf.

Tätigkeitsprofil Instandhalter/-in 4.0	Ausbildungsprofil Produktionstechnologe und Produktionstechnologin
Produktionsnetzwerke (Profinet, Interbus) analysieren, diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren	<b>1. Betreiben von Produktionsanlagen<sup>2</sup>:</b> 1.1 Planen und Vorbereiten von Produktionsaufträgen 1.2 Durchführen von Produktionsaufträgen 1.3 Abschließen von Produktionsaufträgen
IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen	
Produktionsanlagen(-steuerungen) warten, instand halten, erweitern, testen und inbetriebnehmen	<b>2. Einrichten und Warten von Produktionsanlagen:</b> 2.1 Umrüsten und Wiederinbetriebnehmen von Produktionsanlagen 2.2 Beurteilen der Sicherheit von Produktionsanlagen 2.3 Prüfen und Inspizieren von Produktionsanlagen
Schnittstellen und Komponenten überprüfen	
Netzwerkstrukturen modellieren und skizzieren	<b>3. Konfigurieren von Produktionsanlagen:</b> 3.1 Ermitteln, Testen und Einstellen von Prozessparametern 3.2 Strukturieren und Programmieren von technischen Abläufen
Betriebsdaten erfassen und verwalten	
Visualisierungssysteme und -hilfen erstellen	<b>4. Anfahren von Produktionsanlagen:</b> 4.1 Aufstellen von Produktionsanlagen 4.2 Einrichten der Eingangs- und Ausgangslogistik 4.3 Erproben von Produktionsabläufen 4.4 Übergeben oder Übernehmen von Produktionsanlagen
Elektronische Bauteile (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren	
IT-Hardware austauschen, erweitern und in Systeme integrieren	
Digitale Regelungstechniken anwenden	
Technische Informationssysteme nutzen	<b>5. Gestalten und Sichern von Produktionsprozessen:</b> 5.1 Analysieren von Produktionsprozessen 5.2 Simulieren von Produktionsprozessen 5.3 Optimieren von Produktionsprozessen 5.4 Organisieren von Logistikprozessen
IT-gestützte Dokumentationssysteme nutzen (ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren	
Mechanische Baugruppen montieren und demontieren	
Sich mit Dritten abstimmen; Hilfskräfte einweisen und anleiten	

<sup>2</sup> Die Berufsbildpositionen des Produktionstechnologen/der Produktionstechnologin sind in dem Ordnungsmittel (BMWi, 2008) entsprechend nummeriert und wurden deshalb hier so übernommen.

### ► Fachinformatiker/-innen der Fachrichtung Systemintegration

Fachinformatiker/-innen der Fachrichtung Systemintegration konzipieren und realisieren komplexe Systeme der Informations- und Telekommunikationstechnik durch Integration von Hard- und Softwarekomponenten; sie installieren und konfigurieren vernetzte informations- und telekommunikationstechnische Systeme und nehmen Systeme der Informations- und Telekommunikationstechnik in Betrieb.

Der Fachinformatiker/die Fachinformatikerin grenzt sich deutlich vom Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 ab, da sein/ihr berufliches Handeln eindeutig auf das Informationssystem und nicht auf die elektrotechnischen, mechatronischen und mechanischen Komponenten eines Produktionssystems ausgerichtet ist.

Tätigkeitsprofil Instandhalter/-in 4.0	Fachinformatiker/-innen
Produktionsnetzwerke (Profinet, Interbus) analysieren, diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren	2. Geschäfts- und Leistungsprozesse: 2.1 Leistungserstellung und -verwertung 2.2 Beschaffung 2.3 Markt- und Kundenbeziehungen 2.4 kaufmännische Steuerung und Kontrolle
IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen	3. Arbeitsorganisation und Arbeitstechniken: 3.1 Informieren und Kommunizieren 3.2 Planen und Organisieren 3.3 Teamarbeit
Produktionsanlagen(-steuerungen) warten, instand halten, erweitern, testen und inbetriebnehmen	4. Informations- und telekommunikationstechnische Produkte und Märkte: 4.1 Einsatzfelder und Entwicklungstrends 4.2 Systemarchitektur, Hardware und Betriebssysteme 4.3 Anwendungssoftware 4.4 Netze, Dienste
Schnittstellen und Komponenten überprüfen	5. Herstellen und Betreuen von Systemlösungen: 5.1 Ist-Analyse und Konzeption 5.2 Programmieretechniken 5.3 Installieren und Konfigurieren 5.4 Datenschutz und Urheberrecht 5.5 Systempflege
Netzwerkstrukturen modellieren und skizzieren	6. Systementwicklung: 6.1 Analyse und Design 6.2 Programmerstellung und -dokumentation 6.3 Schnittstellenkonzepte 6.4 Testverfahren
Betriebsdaten erfassen und verwalten	7. Schulung
Visualisierungssysteme und -hilfen erstellen	8. Systemintegration: 8.1 Systemkonfiguration 8.2 Netzwerke 8.3 Systemlösungen 8.4 Einführung von Systemen
Elektronische Bauteile (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren	9. Service: 9.1 Benutzerunterstützung 9.2 Fehleranalyse, Störungsbeseitigung 9.3 Systemunterstützung

Tätigkeitsprofil Instandhalter/-in 4.0	Fachinformatiker/-innen
IT-Hardware austauschen, erweitern und in Systeme integrieren	10. Fachaufgaben im Einsatzgebiet: 10.1 Produkte, Prozesse und Verfahren 10.2 Projektplanung 10.3 Projektdurchführung 10.4 Projektkontrolle, Qualitätssicherung
Digitale Regelungstechniken anwenden	
Technische Informationssysteme nutzen	
IT-gestützte Dokumentationssysteme nutzen (ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren	
Mechanische Baugruppen montieren und demontieren	
Sich mit Dritten abstimmen; Hilfskräfte einweisen und anleiten	

Eine im Rahmen einer Studie durchgeführte Deckungsanalyse, die generische Handlungsfelder Industrie 4.0 mit den Berufsbildpositionen und Ausbildungsinhalten ausgewählter Metall- und Elektroberufe vergleicht, kommt zu vergleichbaren Ergebnissen (vgl. SPÖTTL u. a. 2016, S. 132f.). Die Ergebnisse zeigen, dass der Elektroniker/die Elektronikerin für Automatisierungstechnik gefolgt von dem Mechatroniker/der Mechatronikerin, dem Industriemechaniker/der Industriemechanikerin, dem Fachinformatiker/der Fachinformatikerin und dem Elektroniker/der Elektronikerin für Betriebstechnik am nächsten zu diesen Handlungsfeldern stehen. Um die Ausbildung entsprechend dieser Handlungsfelder zu gestalten, sind laut dieser Analyse sowohl Veränderungen notwendig, die bereits durch die Ordnungsmittel abgedeckt sind (Veränderungen im Rahmen der betrieblichen Ausbildungsgestaltung), als auch Veränderungen, die die Ordnungsmittel betreffen, also durch diese bisher nicht abgedeckt sind.

### 3.2.2 Befunde zu gegenwärtig verwendeten Ausbildungsberufen

Arbeitsplätze mit Tätigkeits- und Aufgabenprofilen zur Instandhaltung von automatisierten Produktionsanlagen werden bisher in der Regel mit Fachkräften besetzt, die einen Facharbeiterabschluss in einem ausgebildeten Elektro- oder Metallberuf erworben haben.

**Tabelle 3**

Einschlägige Ausbildungsberufe nach Standorten

Berufe/Standorte	Industriemechaniker/-in	Elektroniker/-in Betriebstechnik	Elektroniker/-in Automatisierungstechnik	Mechatroniker/-in	Fachinformatiker/-in Systemintegration	Fachinformatiker/-in Anwendungsorientierung
AUDI Ingolstadt	0	0	0	X	X	0
MAN Nürnberg	X	0	0	X	0	0
Porsche Stuttgart	X	X	0	0	0	0
WVN Hannover	X	0	X	X	X	0
VW Wolfsburg	X	0	X	X	X	0

Bezogen auf die untersuchten Standorte werden derzeit für diese Arbeitsaufgaben unterschiedliche Berufe ausgebildet, das sind Elektroniker/-innen für Betriebstechnik, Elektroniker/-innen für Automatisierungstechnik, Industriemechaniker/-innen sowie Mechatroniker/-innen.

Die Unterschiede bei der betrieblichen Berufswahl können als Indiz verstanden werden, dass diese Berufe zunächst viele Gemeinsamkeiten und Schnittmengen haben und äquivalent von Ausbildungsbetrieben als Ausbildungsberufe für Instandhaltungsaufgaben herangezogen werden können. Diese Praxis wurde auch in früheren Untersuchungen deutlich (vgl. ZINKE/SCHENK 2014, S. 22). Zudem gibt es unterschiedliche Organisationsmuster der Instandhaltung, abhängig von Standorten und Marken, die auf die Auswahl von Berufsbildern wirken.

#### ► Passungsprobleme zwischen den Ausbildungsberufen und dem tatsächlichen Qualifikationsbedarf aus Sicht der Fachabteilungen

Aus Sicht der befragten Fachabteilungen wurden hier, belegt durch Interviewaussagen, die Eignung der Ausbildungsberufe erfahrungsgeleitet beurteilt und Passungsprobleme artikuliert, ohne dass bei den Interviewten in jedem Falle vollständige Kenntnisse der aktuellen Ausbildungsberufsprofile und der zugehörigen Ausbildungsrahmenpläne angenommen werden können.

Von den Befragten werden Passungsprobleme zwischen der Ausbildung in diesen Berufen und den dabei vermittelten Qualifikationen einerseits und den Arbeitsaufgabenprofilen und Anforderungen im Kontext von Industrie 4.0-typischen Arbeitsumgebungen andererseits deutlich gemacht. Zunächst sind hier exemplarisch Aussagen wiedergegeben:

*„Anforderungen an einen Elektriker durch die Anlage gibt das Berufsbild heute nicht mehr her. Es fehlen Themen wie Bussysteme, SPS.<sup>3</sup> Wenn wir es schaffen ihn entsprechend zu qualifizieren, dauert das 5 bis 6 Jahre. Quote von 80 oder 90 %, die dann weg sind. Wir schaffen es nicht, dass wir einen Spezialisten haben. Das ist ein Riesenproblem. Wir schaffen nicht sie in der Zeit zu qualifizieren, so dass sie auch einmal fertig werden.“ (13 VA)*

*„[...] wir kriegen immer wieder zu hören, in den anderen Bereichen ist man da noch nicht so weit. Aber also das letzte Mal, dass ich einen Schutz gewechselt hab, das war vielleicht 2008? [...] Messen Elektronik oder sowas, da sitzt man halt in einem Lehrgang und steckt irgendwelche Bauteile auf so Stecktafeln, so Halbleiterbauteile, ja na klar, in anderen Bereichen hat man das wieder, wenn man für Platinen das Layout erstellen muss und ätzen muss und verlöten muss, dann ist das schon nicht falsch, aber hier für den Karosseriebau brauchst du das nicht, das sind für uns alles Blackboxen, wir wechseln das und das geht hier in Systemwerkstätten. Wir müssen zwar wissen, ok wie funktioniert das, und wann ist es kaputt, aber im Speziellen wendest du das hier nicht an.“ (12 VA)*

*„[...] fehlt das Wissen über Robotertechnik. ... Meiner Meinung nach reicht aber nicht ein zweiwöchiger Lehrgang über dieses Thema. Außerdem fehlt Wissen über bestimmte Systeme.“ (16 VA)*

*„[...] was du für hier wirklich brauchst zum täglichen Leben, das ist Robotersysteme, das ist Bussysteme, das fassen die in der Berufsschule theoretisch an und gerade weiß man selber, wenn man da nicht so viele Berührungspunkte mit hat, wenn man nicht so*

<sup>3</sup> Die Überprüfung der Ordnungsmittel zeigt, dass Bussysteme und Netzwerke bereits 1998 im Ausbildungsrahmenplan der Mechatroniker/-innen verankert sind, genauso in dem des Elektronikers/der Elektronikerin für Betriebstechnik (2003/2007); nicht in der Ausbildung vorgesehen sind diese Themen bei den Elektronikern/Elektronikerinnen für Automatisierungstechnik (2003/2007)

*ein Zocker ist, dann ist das schwierig das so mit zukriegen. Deswegen fangen wir hier von der Pieke auf an. Es wäre wirklich schöner, wenn das in der Ausbildung stattfinden würde, also gerade in der Ausbildung zum Elektroniker für Automatisierungstechnik, dass die mal einen Roboter gesehen haben.“ (12 VA)*

*„Der Anlagenbus ist bei uns das primäre System und der Roboter hängt in dem Anlagenbus mit drin, gleichzeitig hat er aber einen eigenen sekundären Bus, für uns sekundären, für ihn aber einen primären, also den Master, wo dann die Zangen und so was dranhängen. [...] Also das heißt, die kommunizieren auch intern noch miteinander. Und dieses ganze Zusammenspiel macht aus meiner Sicht schon Sinn, dass man da so ein bisschen versteht, was der Roboter eigentlich macht. [...] Verständnis für vernetzte Teilsysteme.“ (31 VA)*

*„Es wird auch immer mehr gebraucht, dass man Systeme neu auslegt. Also das heißt, ich muss einen Antrieb kreieren und dann muss ich das Zusammenspiel zwischen Umrichter und Motor natürlich definieren. Und muss den passenden Motor zu dem richtigen Umrichter haben. Und diese Zusammenhänge muss ich natürlich wissen, welchen Motor kann ich da anschließen? Und das funktioniert relativ schlecht, auch bei meinen Altegessenen.“ (31 VA)*

*„Für mich passt es zurzeit nicht zusammen, muss ich ganz deutlich so sagen. Wir probieren, dass wir einen Mechatroniker ausbilden, der letztlich alle Bereiche abdecken kann. Ob jetzt in der Instandhaltung ist oder dann im Gebäudemanagement, das ist für mich nicht der richtige Weg.“ (22 MM)*

*„Netzwerkkenntnisse sind unzureichend. Vergabe von IP-Adressen usw. Früher hatten wir LAN-Parties, heute ist nur noch Plug-and-play. Keiner kann mehr LAN-Parties machen. Können die Azubis alles gar nicht mehr. Was da im Hintergrund abläuft, kennen die nicht. Heute ist alles consumer electronic.“ (46 PA)*

*„[...] die Sicherheitstechnik, die einfach sagt, bis hierhin darfst du fahren und nicht weiter. Oder irgendwelche Schutzkreise, Schutzkreistrennungen und Rollenbahnen und so was, die dann Freigaben geben und sagen, du musst aber erst aus meinem Bereich raus sein, damit ich die Rollenbahn bewege, um die Karosse rauszufördern. Das heißt, diese ganze Kommunikation, dann gehen wir wieder auf das Thema Kommunikation ein, ist dann schon wichtig, damit man mal weiß, wie arbeitet der Roboter.“ (31 VA)*

*„Bei der EAT-Ausbildung wird eine Menge angerissen. Aber die Elektroniker denken vom Strom aus ... Heute sind 90 Prozent aller Störfälle begründet in der Software.“ (17 VA)*

*„Man muss auf jeden Fall erweitern. Im Prinzip ist es immer mehr so der Fall, dass man irgendwo im System mal Daten erzeugt. Wenn es der Konstrukteur ist mit seinem 3D-Modell, sagen wir... oder jetzt die Azubis draußen... und die Daten kann ich bis zur Montage komplett abgreifen. Und das ist ja das, was ich gemerkt habe. Ich habe ein 3D-Modell. Bei dem kann ich meine Geometrie auch ziehen für CNC-Programm. Ich kann meine Daten für Stückliste abziehen. Ich kann für die Montage, für den Versand etc., kann ich das komplett eigentlich wieder benutzen. Und dass das Bewusstsein halt da ist. ...dass die Daten halt vom Anfang bis zum Ende genutzt werden.“ (27MA)*

*„Da sind wir jetzt dabei, das wieder nachzuholen oder aufzuholen, weil wir sagen, ja-wohl wir wollen Netzwerktechnik... weil, es wird draußen gebraucht. Ja, aber wir hängen jetzt eigentlich aktuell ein bisschen hinterher, mit Sicherheit auch hinterher, weil es die Verordnung jetzt in dem Sinn nicht zwingend erfordert.“ (27MA)*



Im Ergebnis zeigt sich, dass

1. Passungsprobleme in zwei Richtungen erkannt werden,
  - ▶ erstens bezogen auf fachliche Einzelkompetenzen innerhalb des Berufsprofils, die bisher nicht ausreichend Gegenstand der Ausbildungsrahmenpläne sind (z. B. Netzwerktechnik, der Einsatz von und der Umgang mit Robotern, Bussysteme) und
  - ▶ zweitens bezogen auf Kompetenzen, die grundsätzliche veränderte Herangehensweisen zu Problemlösungen und das Systemverständnis betreffen (veränderte Fehlerdiagnose und Problemlösekompetenz, IT-Systeme handhaben und Daten nutzen, von der Software her denken), die über das jetzige Berufsprofil hinausgehen;
2. solche Kompetenzen betroffen sind, die nicht durch die jetzigen Ordnungsmittel im Sinne von Mindestanforderungen abgedeckt sind, und solche, die zwar als Ankerbegriffe in den Ordnungsmitteln identifizierbar sind, jedoch in der betrieblichen Ausbildungsgestaltung nicht ausreichend Raum einnehmen und umgesetzt werden;
3. noch immer Kompetenzen vermittelt werden, die in der betrieblichen Praxis nicht mehr vorgefunden werden und deshalb nicht länger notwendig erscheinen.

### 3.2.3 Befunde zu betrieblichen Ausbildungsplänen und zur Ausbildungsgestaltung

Der Ausbildungsberuf des Mechatronikers/der Mechatronikerin wird in allen untersuchten Marken ausgebildet. Deshalb wird er in diesem Abschnitt in das Zentrum der Betrachtung gestellt.

Der Beruf des Mechatronikers/der Mechatronikerin wurde 1998 neu verordnet und 2011, bezogen auf die Gestaltung der Abschlussprüfung, novelliert. Die industriellen Elektroberufe wurden zuletzt 2003 neu geordnet und 2007 von der Erprobungs- in die Regelverordnung überführt. Eine konzeptionelle Innovation dieser Ausbildungsberufe war die Prozessorientierung, die von dem Grundsatz ausgeht, dass sich die Qualifikationen nur in der komplexen Betriebswirklichkeit (vgl. BMBF 2001) bzw. an für diese Betriebswirklichkeit typischen Simulationen und Projekten vermitteln lässt. Verbunden damit wurden der betriebliche Auftrag bzw. die praktische Aufgabe als Prüfungsformen in einem Variantenmodell verordnet. Bundeseinheitliche Mindestanforderungen machen sich am Beherrschen berufstypischer Arbeitsprozesse fest. Die genannten Ausbildungsberufe sind entlang typischer Arbeitsprozesse geschnitten (vgl. BIBB 2005). In den Ausbildungsrahmenplänen wird dieser Prozess- und Systemansatz allerdings zerlegt: So steht am Anfang der Ausbildung (bezogen auf das erste Ausbildungsjahr) des Mechatronikers/der Mechatronikerin manuelles und maschinelles Spanen, gefolgt von Fügen, Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten sowie Messen und Prüfen elektrischer Größen. Ähnlich ist der Ansatz bei den industriellen Elektroberufen. Schwerpunkte der Ausbildung im ersten Ausbildungsjahr sind hier: Baugruppen montieren, Funktionen prüfen; Leitungen und Betriebsmittel montieren und installieren; Betriebsmittel zum Schalten und Steuern einbauen, Funktionen prüfen, systematische Fehlersuche durchführen, IT-Systeme installieren und konfigurieren.

So lässt sich schlussfolgern: Die einschlägigen Ordnungsmittel sind dadurch charakterisiert, dass Prozessorientierung und Systemverständnis zwar bei der Schaffung der Ordnungsmittel als Grundprinzipien postuliert wurden, die Berufe in ihrer Umsetzung aber noch stark verfahrens- und technologieorientiert sind. Prozessorientierung wird am ehesten in den Ausbildungsberufsprofilbeschreibungen und den Prüfungsanforderungen deutlich. Dagegen werden bereits in den Ausbildungsrahmenplänen der hier betrachteten Ausbildungsberufe Abstriche an diesen Grundprinzipien erkennbar. In der betrieblichen Ausbildungspraxis wird der Ansatz vielerorts noch weniger umgesetzt, dies zeigt auch die folgende exemplarische Auswertung von betrieblichen Ausbildungsplänen.

In Abbildung 6 sind dazu die Zeitrahmen der Ausbildungsordnung (Ausbildungsrahmenplan) des Mechatronikers/der Mechatronikerin (1998) mit ausgewerteten betrieblichen Ausbildungs-

Abbildung 6

Vergleich von Beispielen betrieblicher Ausbildungspläne mit dem Ausbildungsrahmenplan des Mechatronikers/der Mechatronikerin (erstes Ausbildungsjahr)

		Mechatroniker/innen, zeitlich-organisatorische Gliederung, 1. Ausbildungsjahr*																																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
Ausbildungsrahmenplan Mechatroniker	Manuelles und maschinelles Spannen, Trennen und Umformen	Fügen												Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten												Messen und Prüfen elektrischer Größen												Aufbauen und Prüfen von Steuerungen																	
		BBP 5 - 9																																																					
Beispiel 1	Spannvorrichtung	Drehen/ Fräsen						Pneumatik						Bogen						Elektrogrundlagen						VPS/ Motoren						Lötarbeiten						Schweißen						Sortieranlage						Einsatz im Betrieb					
Beispiel 2	Grundlagen Metalltechnik	Grundlagen Elektrotechnik																																																					
Beispiel 3	BB1 Berufsbild Baugruppen u. Komponenten (Grundlagen Elektrotechnik)	BB2 Berufsbild Gebäudeinstallation												BB3 Berufsbild Mech. Systeme errichten (Schutzschaltungen)												KQM Kernqualifikation Metall																													
Beispiel 4	Metall Grundlagen	Drehen/ Fräsen						Elektrogrundlagen						Schweißen						Sortieranlage						LZK																													
Beispiel 5	Grundlagen Metall/"Sortieranlage"	HöB						Grundlagen Elektrotechnik						VDE						Installations- technik/ TDL						Grundlagen Drehen/ Fräsen						Steuerungstechnik/ "Sortieranlage"						AUT1 (SPS)																	
Beispiel 6	Metallgrundbildung 11 Wo	Elektrogrundbildung 12 Wo												Drehen/ Fräsen 6 Wo												GL Elektronik 6 Wo.												Steuerungstechnik VPS 9 Wo.												E-Pneumatik 4 Wo.					
Beispiel 7	Metallgrundbildung	Strom, Spannung, Widerstand						ET, VB-T						E-Wechselstrom						Pneumatik						Drehen Fräsen						BBP 5-8						Fügen																	
		*1 Ausbildungsjahr = 48 Wochen (52,5 Wochen abzüglich 3 Wochen WU und 1,5 Wochen Weihnachten)																																																					

plänen für das erste Ausbildungsjahr nebeneinandergestellt. Die Analyse und der Vergleich betrieblicher Ausbildungspläne für Mechatroniker/-innen demonstriert, dass in der betrieblichen Ausbildung vielerorts und über große Zeitabschnitte insbesondere in der ersten Hälfte der Ausbildungszeit Ausbildung in Lehrgangsform realisiert wird (Abbildung 6, Beispiele 1 bis 7). Vorlagen dafür sind Lehrgänge, wie sie in den 1987 geordneten industriellen Elektroberufen beschrieben wurden. Einzelne Titel der betrieblich geplanten Ausbildungsabschnitte implizieren deutlich die Intention der Vermittlung von Grundlagenkenntnissen (z. B. „Grundlagen der Elektrotechnik“, „Strom, Spannung“).

Weiterhin lässt sich aus dem Vergleich ablesen, dass der metalltechnische Anteil in den betrieblichen Beispielen noch immer mindestens genauso hoch ist, wie dies der Ausbildungsrahmenplan empfiehlt (18 Wochen). Im Beispiel 1 liegt er erkennbar darüber. „Metallgrundbildung“ (Beispiel 2 und 4 bis 7) orientiert erfahrungsgemäß auf manuell geführte Bearbeitungsverfahren, Zeichnungslesen, Anreißen und Messen. Die Bedeutung dieser Fertigkeiten für den Beruf – dies kam auch in den durchgeführten Interviews zum Ausdruck – ist inzwischen deutlich rückläufig. Dies zeigt sich auch darin, dass maschinelle Bearbeitungsverfahren zu einem jeweils späteren Zeitpunkt in eigenen Abschnitten („Drehen, Fräsen“) verortet sind (Beispiele 1 bis 7).

Standortbezogen gibt es in der Metallausbildung weitere Besonderheiten, die verglichen mit anderen Ausbildungsbetrieben außerhalb des Untersuchungsfeldes keine Ausnahme sind. So ist an mindestens einem der Standorte die Mechatronikerausbildung der Ausbildungsabteilung der Mechanik angegliedert. Dies hat Folgen für die Ausbildungsgestaltung. Einschätzungen der Interviewten dazu:

*„Mechanik ist wichtig. Drei Monate sind zu lang.“ (13 VA)*

*„Unsere Ausbildung Mechatronik ist noch sehr mechaniklastig. Da versuchen wir intern die Elektronikkompetenz zu erweitern.“ (3 VM)*

*„Mechanisches Verständnis [ist] wichtig, Gefühl für Werkstoffe kann nicht theoretisch vermittelt werden. ‚Grundbildung Metall‘ könnte im Umfang deutlich reduziert werden, [ist] aber dennoch notwendig.“ (11 VAU)*

Die in einem betrieblichen Ausbildungsplan (Beispiel 3) genannte „Gebäudeinstallation“ hat zum Inhalt, dass hier Hausinstallationstechnik relativ umfassend behandelt wird. Beobachtungen in Ausbildungseinrichtungen und Aussagen von Ausbilder/-innen zeigten, dass dies in vielen auch außerhalb des Untersuchungsfeldes angesiedelten Ausbildungseinrichtungen ähnlich umgesetzt wird. Dies wird häufig damit begründet, die „Grundlagen der Elektrotechnik“ nah an der Lebenswelt der Auszubildenden zu vermitteln. Der Bezug auf berufstypische, mechatronische Systeme wird dadurch vernachlässigt.

Der Bau einer „Sortieranlage“ (Beispiele 1, 2, 4, 5) gegen Ende des ersten Ausbildungsjahrs thematisiert die Errichtung eines mechatronischen Systems, stellt eine erste Projektarbeit dar und führt in die Steuerungstechnik ein. Beobachtungen in Ausbildungseinrichtungen – dies gilt auch für Ausbildungsbetriebe, die hier nicht unmittelbar Gegenstand der Untersuchung waren – zeigten allerdings, dass in diesem Zeitabschnitt nochmals größere Zeitanteile für das Herstellen und Zurichten mechanischer Baugruppen verwendet werden. Dabei wird z. B. auf die Möglichkeiten der Nutzung genormter Profileile oder auch „Zulieferungen“ aus der Ausbildung der Metallberufe verzichtet.

Aus Sicht der befragten Fachabteilungen wird bezogen auf die Steuerungs- und Schütztechnik an einigen Standorten artikuliert, dass die Technologiegeneration, an denen in der Ausbildung ausgebildet wird, nicht ausreichend dem Stand der Fachabteilungen entspricht:

*„[...] die machen einen Installationslehrgang glaub ich... dann diese Kraftanlagen. Klar, Motoren ist jetzt ein großes Thema für uns, aber Schützverdrahtung haben wir in dem Sinne nicht mehr [...] also das letzte Mal hab ich ein Schutz gewechselt so 2008?“ (12 VA)*

*„Heute werden keine Schütze/Kupferleitungen mehr eingesetzt.“ (13 VA)*

Ausbilder/-innen begründen die Vermittlung dieser Inhalte damit, dass die Aufgaben der PAL-Abschlussprüfungen noch an dieser Technikgeneration orientiert sind.

In den meisten ausgewerteten betrieblichen Ausbildungsplänen waren Zeitabschnitte nach dem ersten Ausbildungsjahr überwiegend mit Nennung der aufnehmenden Fachabteilung betitelt, sodass nicht erkennbar war, welche Lerninhalte und Lernergebnisse Gegenstand sind. Dies erfolgt an den meisten Standorten im Rahmen von Lernstationsdokumentationen. Deshalb wurde hier auf eine weitere grafische Darstellung des Vergleichs der betrieblichen Ausbildungspläne für die späteren Ausbildungsjahre verzichtet.

Beispielsweise werden Inhalte zum Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten, zur Netzwerktechnik und Bussystemtechnik, wie sie im Ausbildungsrahmenplan für die Mechatroniker/-innen bereits 1998 verordnet und mit einem zeitlichen Umfang von elf Wochen verteilt auf das zweite bis vierte Ausbildungsjahr im Ausbildungsrahmenplan vorgesehen sind, mindestens in dem empfohlenen zeitlichen Umfang nicht an allen Standorten in der betrieblichen Ausbildungsgestaltung sichtbar. Im zweiten Teil der Ausbildung sind die Auszubildenden bereits in betrieblichen Kontexten eingebunden. In Ausbildungsplänen sind bezogen auf die Stationen zu erreichende Lernergebnisse nicht durchgängig dokumentiert. Ohne diese Zielvorgaben ist von außen nicht ohne Weiteres identifizierbar, wann und wo die notwendigen Kompetenzen vermittelt werden sollen.

In mehreren Marken wird mit Kompetenzverteilplänen gearbeitet. Auf Grundlage der Ausbildungsrahmenpläne werden hier in diesen Kompetenzverteilplänen den Lernstationen Kompetenzen zugeordnet (Abbildung 7).

Der Kompetenzverteilungsplan ist eine tabellarische Auflistung der Ausbildungsstationen an einem Standort sowie der Kompetenzstandards (und deren Inhalte) für einen Ausbildungsberuf. Hiermit wird dargestellt, welche Kompetenzen in welcher Ausbildungsstation (Lernort) ausgebildet werden können.

Die Intensität der Betreuung und Lernbegleitung sowohl für die ausbildenden Fachkräfte als auch die Auszubildenden durch das jeweilige Bildungszentrum ist standortabhängig während des Einsatzes an Lernstationen unterschiedlich.

Es fiel auf, dass nicht an allen Standorten Mechatroniker/-innen als Fachkräfte behandelt werden, die die Voraussetzungen erfüllen, um als Elektrofachkräfte zu arbeiten.<sup>4</sup>

Themen der Instandhaltung, Fehlersuche, Nutzung von Diagnose- und Wartungssystemen und Störungsbeseitigung sind mit einem zeitlich empfohlenen Umfang von 13 Wochen in der geltenden Ausbildungsordnung für Mechatroniker/-innen ganz an das Ende gestellt und sind folglich auch weitgehend nicht Gegenstand der an den Standorten praktizierten Ausbildung im ersten Ausbildungsjahr.

Dezentrale, arbeitsplatznahe Ausbildung, Ausbildungszeitverkürzung und in den letzten Wochen der Ausbildung praktizierte Prüfungsvorbereitung stehen dieser zeitlich-organisatorischen

<sup>4</sup> Der Mechatroniker/die Mechatronikerin gilt als Ausbildungsberuf, der die Voraussetzungen erfüllt, um als Elektrofachkraft zu arbeiten. Die letzte Entscheidung trifft der Arbeitgeber personenbezogen, indem er sich ein Bild davon macht, dass die Fachkraft die fachlichen Voraussetzungen erfüllt. Der Abschluss in einem entsprechenden Ausbildungsberuf ist dafür ein wichtiger Indikator (vgl. DIN VDE 1000-10).

Vorgabe entgegen. Es stellt sich darüber hinaus die Frage, wie entsprechende berufliche Handlungsmuster, Schrittfolgen und Problemlösestrategien bei den Auszubildenden optimal ausgeprägt werden können, wenn sie nicht bereits zu Beginn der Ausbildung angelegt werden.

Aus Sicht der Fachabteilungen werden in diesen Bereichen bei den Auszubildenden Kompetenzdefizite artikuliert. Sie betreffen sowohl den Bereich Automatisierungstechnik als auch die Fehlersuche:

„[...] was mir auffällig ist, das ist zu sehr produktbezogene Ausbildung, zum Beispiel S7. Was mir immer wieder fehlt, sind bestimmte Standards wie Zielkonformität, wie Standards der DV im Automatisierungssystem, das sind die Protokolle, welche Analyseme-

Abbildung 7

Kompetenzverteilplan für Elektroniker/für Elektronikerin für Automatisierungstechnik; J (grün) = Kompetenz kann entwickelt werden; N (rot) = Kompetenz kann nicht entwickelt werden

<b>Kompetenzstandards Elektroniker/-in Automatisierungstechnik</b> nach Zeitrahmen (ZR)	ZR 1.1 Metall	ZR 1.2 Elektro	ZR 2/5 Elektr.-inst. Planen/aus.	ZR 3 Autom.-sys. Einrichten	ZR 4 EDV-Anlagen anpa./bereiten
♦ ♦ ♦ ♦					
<b>Elektrische Installationen planen und durchführen</b>					
Aufbau, Arten und Funktion von Überstromschutzeinrichtungen kennen	N	N	J	J	N
Eigenschaften und Anwendungsarten von Bauteilen und Baugruppen unterscheiden	N	N	J	J	N
Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen auswählen, anschließen und überwachen	N	N	N	N	N
Teile durch mechanische Bearbeitung anpassen	J	N	N	N	N
Leitungsarten, Leitungswege und Verlegungsarten nach Verwendungszweck, Verlegungsarten, Belastbarkeit auch unter Beachtung elektromagnetischer Verträglichkeit kennen und festlegen	N	N	J	J	N
Leitungen auswählen, zurichten, sowie Baugruppen und Geräte unter Berücksichtigung der Strombelastbarkeit mit unterschiedlichen Anschlusstechniken verbinden	N	N	J	J	N
Einrichtungen der Energieversorgung und -verteilung bereitstellen	N	N	J	N	N
elektrische Geräte herstellen oder elektrische Anlagen errichten	N	N	J	J	N
Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen auswählen, anschließen und überwachen	N	N	N	N	N
Elektrische Bauteile und Baugruppen nach Plan bestücken und verbinden	N	J	J	J	N
Sensoren und Aktoren montieren, prüfen, einstellen und warten	N	N	N	J	N
<b>Installieren und Konfigurieren von IT-Systemen</b>					
Hardwarekomponenten unterscheiden	N	N	N	N	J
Betriebliche und technische Kommunikation durchführen	N	N	N	N	J
Betriebssysteme und Anwendungsprogramme installieren und konfigurieren	N	N	N	N	J
Daten und Dokumente schützen, sichern und archivieren	N	N	N	N	J
IT-Systeme zur Auftragsplanung, -abwicklung und Terminverfolgung anwenden.	N	N	N	N	J
Netzwerke konfigurieren und parametrieren	N	N	N	N	J
Grafische Benutzeroberflächen einrichten.	N	N	N	N	J
Systemdaten, Diagnosedaten und Prozessdaten auswerten und zur Optimierung nutzen	N	N	N	N	J
<b>Aktoren und Sensoren auswählen und parametrieren</b>					
Funktion und Betriebsverhalten von elektrischen Maschinen kennen, diese auswählen und fachgerecht anschließen	N	N	N	J	N
Wirkungsweise und Einsatzgebiete von induktiven, kapazitiven und optischen Sensoren kennen, auswählen und fachgerecht einbauen	N	N	N	J	N
Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen auswählen, anschließen und überwachen	N	N	N	N	N
♦ ♦ ♦ ♦					

*thoden habe ich zum Beispiel innerhalb des Bussystems. Das ist das, wo sich unsere Kollegen ganz, ganz schwer tun ... was auch bei den jungen Kollegen auffällig ist.“ (13 VA)*

Ein Ausbildungsverantwortlicher sagt zum Thema Fehlersuche Folgendes:

*„Es gibt keine geführte Fehlersuche.“ (19 VAU)*

Für den Beruf des Mechatronikers/der Mechatronikerin sind im Rahmenlehrplan der Berufsschule Bussysteme ein untergeordneter Begriff im Lernfeld 9; der Begriff Netzwerktechnik ist nicht thematisiert. Fehlersuche ist Schwerpunkt des Lernfelds 11 im dritten Ausbildungsjahr (vgl. KMK, 1998).

Aus der Summe dieser Befunde wird am Beispiel des Ausbildungsberufs des Mechatronikers/der Mechatronikerin deutlich, dass die im jeweils ersten Ausbildungsjahr und darüber hinaus bezogen auf die gesamte Ausbildungsdauer in der Ausbildung stattfindende Fundierung beruflicher Handlungsfähigkeit in Richtung Prozessorientierung und Systemverständnis nicht optimal ist. Ursachen sind sowohl die aktuelle zeitlich-inhaltliche Gliederung der Ordnungsmittel als auch die betriebliche Ausbildungsorganisation. Allgemein notwendige und aus Sicht der Fachabteilungen eingeforderte übergreifende Kompetenzen zu Diagnose, Fehlersuche und Problemlösung in vernetzten automatisierten Systemen werden eher ansatzweise vermittelt. Der Anteil der Vermittlung von verfahrens- und technologiebezogenen Grundlagen ist vielerorts sehr hoch und erfolgt an Techniken und Technologien, die mindestens teilweise nicht dem Stand der Technik an den künftigen Arbeitsplätzen entsprechen, gerade auf die Anwendung moderner Prozesstechnologien ausgerichtete Inhalte kommen dagegen zu kurz.

### 3.2.4 Ausbildungsgestaltung und Abschlussprüfungen

In den Interviews war das Prüfungsthema kein zentraler Gegenstand. Es wurde im Rahmen der Studie auch auf die Auswertung von Prüfungsaufgaben verzichtet. Nichtsdestotrotz wurde im Projektverlauf deutlich, dass zwischen Ausbildungsrahmenplan und Prüfungsaufgaben ein Entsprechungsproblem gesehen wird.

Die geltenden Ausbildungsordnungen einschließlich der Ausbildungsrahmenpläne und Rahmenlehrpläne für die industriellen Elektroberufe wie auch für den Mechatroniker/die Mechatronikerin sind gestaltungsoffen und technikneutral formuliert. Damit ist den Betrieben ein hohes Maß an Gestaltungsfreiräumen gegeben, die Ausbildung auf ihre betriebliche Situation hin angemessen zu gestalten. Auch an den Berufsschulen gibt es entsprechende Spielräume für die Berufsschullehrer.

Im Unterschied dazu sind schriftliche Prüfungsaufgabenstellungen sowie die praktische Aufgabe als Teil des Variantenmodells zentral vorgegeben. Der Prüfungsaufgabenerstellungsausschuss der PAL stellt bei der Aufgabenerstellung jeweils eine exemplarische, kontextbezogene Arbeitssituation her, orientiert sich bei der Entscheidung zu Technik und Technologiebeispielen an einem möglichst breiten Durchschnitt und wird geleitet vom Erfahrungsstand seiner Mitglieder.

Da der Facharbeiterabschluss zu 100 Prozent durch die Ergebnisse der beiden Teile der Abschlussprüfung bestimmt ist, hat die Abschlussprüfung für die Ausbildungsgestaltung einen enormen Stellenwert (sogenannter „heimlicher Lehrplan“).

Insbesondere wurde die Abschlussprüfung als Argument angefügt, wenn Ausbildungsverantwortliche mit der Situation konfrontiert wurden, dass aus Sicht der Fachabteilungen an veralteter Technik ausgebildet wird und die betriebliche Situation darüber hinausgehende Qualifikationsanforderungen schafft.

Ein weiteres Indiz dafür, dass die Abschlussprüfung die Gestaltungsoffenheit der Ausbildungsordnung konterkariert, liefert die Auswertung der betrieblichen Ausbildungspläne. In den Zeiträumen vor der gestreckten Abschlussprüfung Teil 1 und Teil 2 werden dabei mehr oder weniger intensive Phasen der Prüfungsvorbereitung erkennbar (Tabelle 4).

**Tabelle 4**

Zeitlicher Prüfungsvorbereitungsaufwand für Abschlussprüfung Teil 1 und Teil 2 (APT 1 und APT 2), Beispiele betrieblicher Ausbildungspläne

	Titel der Zeitabschnitte	Umfang in Wochen	Titel der Zeitabschnitte	Umfang in Wochen
Beispiel 1	Vertiefung + Abschlussprüfung Teil 1 (APT 1)	4 + 1	Einsatz Prüfungsstelle im Betrieb mit APT 2	26
Beispiel 2	Praktische und theoretische Prüfungsvorbereitung auf Abschlussprüfung Teil (APT) 1 + 2	10 + 1	Einsatz Ausbildungsstation im Betrieb/Akademie für betrieblichen Auftrag APT 2	26
Beispiel 3	Prüfungsvorbereitung + APT	20	APT 2	11
Beispiel 4	APT 1	1	Betriebsauftrag	26
Beispiel 5	Vertiefung	4	Betrieblicher Einsatz an Prüfungsstelle + APT 2	11 + 1
Beispiel 6	Vertiefungsphase Metall + Vertiefungsphase Elektro	6 + 6	Vertiefungsphase Metall + Vertiefungsphase Elektro	14

Die Übersicht verdeutlicht, dass ein jeweils relativ hoher Zeitaufwand für die Vorbereitung auf die Abschlussprüfung genutzt wird, entweder direkt als Prüfungsvorbereitung tituiert oder in Verbindung mit anderen Schwerpunkten. Im Ausbildungsrahmenplan sind Phasen der Prüfungsvorbereitung nicht ausdrücklich vorgesehen.

### 3.2.5 Identifizierte neue und veränderte Technologiefelder

Die Frage, welche Lehr- und Lerninhalte und deren Umsetzung mit dem durch die Digitalisierung begründeten technischen Fortschritt für die Berufsausbildung verbunden sind, stellen sich die beiden Fachgruppen des Konzerns (vgl. Kapitel 1.3). In die Arbeit der Fachgruppen sind die Ergebnisse der Workshops eingeflossen, sodass die Listung der technologischen Anforderungen in allen beteiligten Automobilmarken geprüft, ergänzt oder verändert werden konnte. Die identifizierten Technologien bildeten dann den Ausgangspunkt zur Ableitung von Lehr- und Lerninhalten sowie der didaktischen Umsetzung mittels neuer Lernmedien. Zudem wurden Veränderungen der betrieblichen Berufsausbildung angeregt und initiiert (vgl. Kapitel 3.4).

Die aus Sicht der Beteiligten wichtigsten Technologiecluster sind:

- ▶ Automatisierungsnetzwerke und Bussysteme,
- ▶ SPS-Technik,
- ▶ RFID,
- ▶ Antriebstechnik (elektrisch und pneumatisch),
- ▶ Datenmanagement,
- ▶ Fügetechnik,
- ▶ Robotertechnik,
- ▶ Digitale Fabrik/Software,
- ▶ Sensorik/zentrale Anlagenüberwachung/statistische Anlagenüberwachung,
- ▶ Produktionsanlagen,
- ▶ Prozesse (organisatorisch und technisch).

Abbildung 8

Exemplarische Veranschaulichung der Arbeitshilfe in den Workshops

Ergebnismatrix Workshops 2		Erwartete Veränderungen durch Industrie 4.0							
Neue / Steigende Anforderung durch die Digitalisierung der Arbeitswelt  Technologien / Kompetenzen		Härtegrad = Anteilige Nennung			Taxonomien liegen auch in betrieblich angepasster Form vor.				
		Standorte	EAT	MECH	Kompetenzniveau nach Bloom'scher Taxonomie (siehe auch Referenzübersicht "shopfloor relevante Kompetenzstufen")				
		Härtegrad	Härtegrad	Härtegrad	Kennen	Anwenden	Instandhalten oder verwalten und betreiben	Analysieren, justieren/konfigurieren	Installieren, Reparieren, in Betrieb nehmen, Parametrieren
<b>Automatisierungsnetzwerke (Bussysteme)</b>									
Netzwerktechnik Grundlagen: Physik (Kupfer/Strom, Spannung), Glasfaser, WLAN) und Kommunikationsprotokolle (TCP/IP...)		100	100	60					
Netzwerkdiagnose / Diagnose von Kommunikationsstörungen: Nutzung / Weiterentwicklung von Hilfetools		100	100	0					
Profinet: Verkabelung, Schirmung, Erdung und Messinstrumente, Medienredundanz		100	100	80					
ISO/OSI-Modell		100	100	20					
Layerübergreifende Kommunikation (Switches,...)		60	60	20					
Serverredundante Netzwerkkonzepte		20	20	0					
IT-Security (VDI 2182)		40	40	0					
Hardwarekonfiguration		80	80	60					

### 3.3 Beispiele guter Praxis aus der Ausbildung

Veränderungen in der Berufsausbildung können grundsätzlich auf zwei Wegen erfolgen. Einerseits gibt es gesetzliche Grundlagen, die das deutsche Berufsausbildungssystem normieren. Der Geltungsbereich ist das Berufsschulsystem und die betriebliche Ausbildung, für die der Ausbildungsrahmenplan Vorgaben enthält. Letzterer ist jedoch nicht sehr restriktiv. Andererseits sind die angegebenen Zeiträume als Richtwert zu verstehen und die Inhalte sind technikoffen beschrieben, sodass betriebliche Interpretationsspielräume ermöglicht werden. Es ergeben sich daher Veränderungsmöglichkeiten in den Berufsbildern, die auf gesetzlicher Ebene initiiert werden müssen, und solche, die untergesetzlich, also innerbetrieblich im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben, veranlasst sein können.

Die Experteninterviews in den Werken haben Veränderungspotenziale hinsichtlich fehlender Ausbildungsinhalte aufgezeigt und verdeutlicht, dass es Ausbildungssituationen und eingesetzte Lernträger gibt, die in Bezug auf den technologischen Wandel entweder bereits heute nicht mehr zeitgemäß sind oder es in Zukunft nicht mehr sein werden. Begründet wird dies von den Ausbildungsverantwortlichen mit der praktizierten und zentral vorgegebenen Prüfungsaufgabengestaltung, die bestimmte Technologien zugrunde legt. Gleichzeitig werden Flexibilisierungsspielräume gesehen und standortbezogen unterschiedlich genutzt.

Im folgenden Kapitel werden kurz Initiativen aus der vorgefundenen Ausbildungspraxis vorgestellt, die aus Sicht des Projektteams als Good-Practice-Beispiele für die weiterzuentwickelnde Ausbildungspraxis im Kontext der Digitalisierung dienen können.

#### 3.3.1 MAN – „Bau dir deinen Truck!“

Die MAN Truck & Bus AG verbindet im Azubi-Projekt „Bau dir deinen Truck“ neue Technologien mit technischen Grundlagen und plant im nächsten Schritt, die Digitalisierung der Arbeitswelt in das Projekt mit einzubeziehen.

Auszubildende relevanter gewerblich-technischer Berufe fertigen und montieren aktuell in einer mehrwöchigen Projektarbeit ihren eigenen ferngesteuerten Modell-Lkw im Maßstab 1:14. Für die Fertigung werden Grundkenntnisse der Metallbearbeitung sowie erweiterte Kenntnisse der Dreh- und Frästechnik angewandt. Darüber hinaus konstruieren die



Auszubildenden Bauteile via CAD und fertigen diese im Anschluss mittels 3D-Druck. Dadurch erlernen die Auszubildenden zusätzlich Grundlagen moderner Konstruktion sowie die Anwendungsmöglichkeiten eines neuen alternativen Fertigungsverfahrens.

Konkret in Planung für 2017 ist, sämtliche für die Produktion relevanten Informationen zukünftig über eine App auf Tablets auszugeben. Zu jedem Halbzeug besteht dann auch die Möglichkeit, weitere Lerninhalte zu hinterlegen (bspw. kurze Lernfilme) und diese bei Bedarf auf den mobilen Endgeräten ortsungebunden abzurufen. Mittels Scannen von NFC-Tags und Barcodes sollen Bauteile auf dem Tablet erkannt, Lagerbestandsmeldungen automatisch aktualisiert und die Produktionshistorie des Lkw abgespeichert werden. Das Befüllen des Materiallagers erfolgt dann ebenfalls durch die Erfassung per Tablet und Barcodes. So werden neben der mechanischen Produktion des Trucks gleichzeitig der Umgang mit neuen digitalen Technologien sowie Kenntnisse über produktionsnahe Bereiche wie der Lagerlogistik umfassend in einem Projekt abgebildet. Dem Ausbilder/Der Ausbilderin wird es dabei möglich sein, die einzelnen Arbeitsschritte der Auszubildenden digital nachzuvollziehen, Produktionsfortschritte und Lagerbestände zu prüfen sowie sich durch Kurzmeldungen via Tablet mit den Auszubildenden auszutauschen.

### 3.3.2 Porsche – Modulares Produktionssystem

Unter dem Motto „Porsche Berufsausbildung – traditionell innovativ“ haben Auszubildende aus dem zweiten und dritten Ausbildungsjahr im Beruf Elektroniker/Elektronikerin für Betriebstechnik ein bestehendes modulares Produktionssystem in Verbindung mit einem ABB Roboter und einem iPad automatisiert. Die Herausforderung bestand darin, die herkömmliche Technik Industrie 4.0-fähig zu machen. Nach konventioneller Programmierung der Anlagenteile musste die Kommunikation des Roboters mit der CPU über Profibus hergestellt werden. Dazu wurde eine dezentrale Peripherie im Roboter installiert und adressiert. Im Anschluss wurde die Kommunikation zum Roboter sowie die Visualisierung über das iPad (Tech2Screen) realisiert. Damit lässt sich der Roboter künftig über das iPad steuern und durch Einbau einer neuen Steuerung über WLAN bedienen. Weiterhin wurden für die Instandhaltung QR-Codes auf diversen Bauteilen der Anlage platziert. Dadurch lassen sich Informationen, Schaltpläne und Datenblätter der Bauteile direkt auf dem iPad anzeigen. Im nächsten Schritt sollen ein möglicher Fehlerkatalog sowie ein Direkt-Support zum Anlagenhersteller eingebunden werden.

### 3.3.3 Audi – Fachinformatiker/-in mit Zusatzqualifikation und das Automatisierungsrack „AuRa“

Audi in Ingolstadt reagiert auf die Digitalisierung mit der Neuausrichtung der Berufsausbildung. Neben dem vorgestellten „AuRa“-Lernträger wurden bereits mit dem Ausbildungsjahr 2015 Fachinformatiker/-innen, Fachrichtung Systemintegration, eingestellt, die eine Zusatzqualifikation „Elektrotechnik Industrie“<sup>5</sup> erwerben werden. Diese achtmonatige Zusatzqualifikation mit einem Umfang von 420 Stunden wird in einer separaten Prüfung am Ende der Ausbildung erworben. Die Zusatzqualifikation ist in Zusammenarbeit mit der IHK München und Oberbayern entstanden und im Mai 2016 in Kraft getreten. Dadurch gelingt es gegenwärtig, den Anforderungen der Instandhaltung im Bereich IT kurzfristig zu begegnen. Auch diese Fachinformatiker/-innen werden am „AuRa“ ausgebildet und auf die beruflichen Anforderungen aus Industrie 4.0 vorbereitet.

Der Einstieg in die Thematik „Industrie 4.0“ wird verknüpft mit der Integration eines ständigen Selbstlernprozesses (bei Audi „s-learn“ genannt) am Arbeitsplatz eines/einer Auszubildenden. Effizienzsteigerung sowohl des Lernens als auch der Problemlösung soll dabei erlebbar gemacht werden. Als „Medium“ für den Mechatroniker/die Mechatronikerin dient dazu ein Au(tomatisierungs)Ra(ck), das durch die Auswahl und Installation geeigneter Gerätschaften zu einer Heberanlage in der Produktion mit Industrie 4.0-Standard aufgerüstet wird. Die Auszubildenden wählen die Hardware unter

<sup>5</sup> [https://www.ihk-muenchen.de/ihk/documents/Aus-und-Weiterbildung/Ausbildungsberatung/ZQ\\_E-Technik-Industrie\\_FISI.pdf](https://www.ihk-muenchen.de/ihk/documents/Aus-und-Weiterbildung/Ausbildungsberatung/ZQ_E-Technik-Industrie_FISI.pdf)

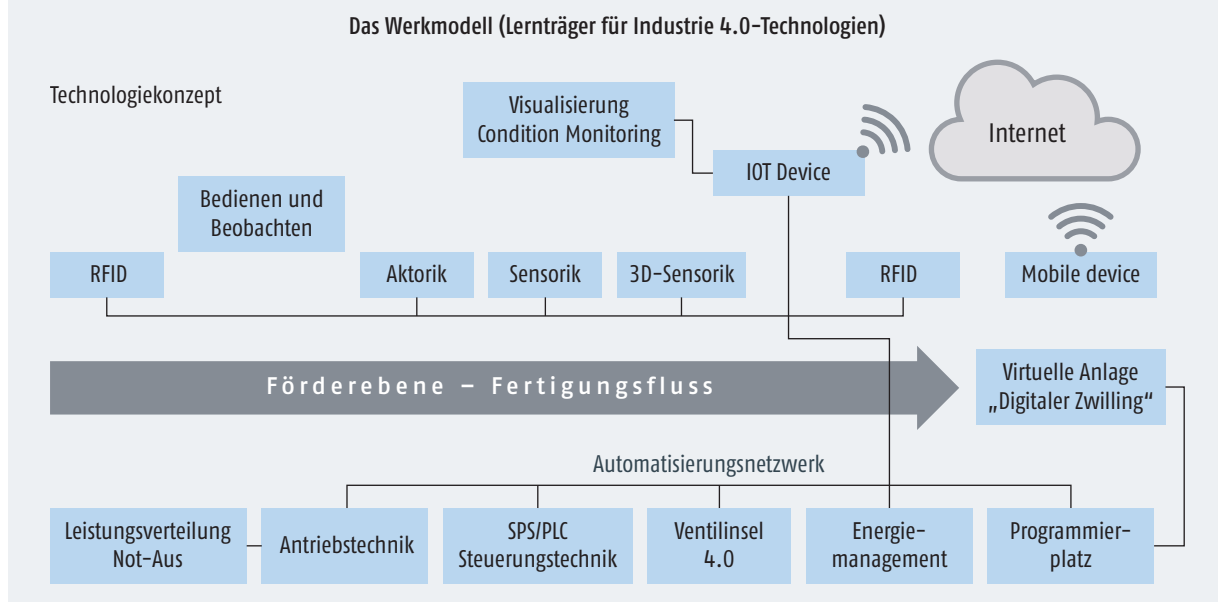
Berücksichtigung der CE-Vorgaben und VASS-Standards<sup>6</sup> aus und nehmen sie in Betrieb. Die Funktion des AuRa-Racks bildet im Endzustand die Anlagensvisualisierung und Steuerung via Tablet ab. Es bietet mechanische Fehlersimulation durch Wirbelstrombremse, Diagnose und Auswertung von Fehlern sowie Kompetenzerweiterung im Rahmen von Mobile Learning („m-learn“) durch kleine Lerneinheiten („Lernnuggets“) u. a. über QR-Codes. Dabei werden Fertigkeiten für den Umgang mit modernen Automatisierungssystemen sowie Konfiguration und Parametrierung von Netzwerk-, Antriebs- und Sicherheitstechnik erlernt. Zusätzlich können die Auszubildenden die Schnittstellen zwischen verschiedenen Systemen herstellen und konfigurieren. Durch den Einsatz moderner digitaler Medien erhöhen sich bei den Auszubildenden Motivation und Bereitschaft zum mobilen Lernen.

### 3.3.4 Volkswagen – Industrie 4.0 Lernlabor: Das Werkmodell

Neben den neuen technischen Anforderungen aus der Digitalisierung steht auch das veränderte Lernen im Fokus. Selbstbestimmtes Lernen mit digitalen, aber auch herkömmlichen Medien und Methoden soll die Motivation der Lernenden steigern und das Ergebnis des Lernprozesses nachhaltig verbessern. Hierzu nutzt Volkswagen u. a. das Industrie 4.0-Lernlabor-Konzept „Das Werkmodell“. Angelehnt an die Motivation von „Gamern“ wird ein Lernprozess organisiert, der den Lernenden größtenteils selbstbestimmt ermöglicht, das eigene Ziel auf unterschiedlichen Wegen zu erreichen. Dabei unterstützt die Lernbegleitung durch ein umfassendes Lernsystem (vom Fachbuch und Tablet über das Internet und QR/NFC-„Lernnuggets“ bis zum Fachexperten und Netzwerk). Zentrales Medium und Lernprojekt ist das Werkmodell (vgl. Abbildung 9). Hier wird durch die Lernenden eine automatisierte, individuell entwickelte Fahrzeugfertigung im Maßstab 1:18 simuliert. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Lernenden nach dem Modell der vollständigen Handlung alle Schritte von der Informationsbeschaffung bis zur Reflexion auf ihren individuellen Wegen gehen. Die technischen Inhalte decken mit 3D-Entwicklung, Simulation, 3D-Druck, RFID, Kamerasysteme, Programmierung und Vernetzung sehr viele Industrie 4.0-Standardtechnologien ab.

**Abbildung 9**

Das Werkmodell als Lernträger



<sup>6</sup> „VASS-Standard“ steht für die an der Ausarbeitung beteiligten Pkw-Marken Volkswagen, Audi, Seat und Škoda. Dieser Standard beinhaltet Vorgaben für standardisierte Software und ihre Programmierung sowie für die einheitliche Visualisierung von Systemmeldungen (bspw. Fehlerdiagnosen) (Volkswagen Group Academy 2016, VGA Telegramm, S. 2).

## 4 Handlungsempfehlungen

### 4.1 Konzeptionelle Wende der Ausbildungsgestaltung

Die in Kapitel 3 dargestellten Ergebnisse zeigen recht deutlich, dass nicht mehr nur eine einzige/ isolierte Anlage oder Maschine im Mittelpunkt der Instandhaltungsarbeit steht, sondern dass nahezu jedes Teilsystem informationstechnisch in ein Netzwerk eingebunden ist. Dabei nimmt die Verschmelzung zwischen den klassischen Domänen Elektrotechnik und IT-Systemen immer mehr zu.

*„Die Instandhalter nähern sich dem Problem über IT, sonst kommen die gar nicht ran.“  
(5 VA)*

Das erstellte Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 zeigt folgerichtig, dass sich Instandhaltungsabläufe in digitalisierten Arbeitsumgebungen von der konventionellen Instandhaltung unterscheiden und sich daraus veränderte Qualifikationsanforderungen ergeben.

Erforderliche Eingriffe und Änderungen erfolgen innerhalb eines digitalisierten Gesamtsystems. Für eine erfolgreiche Instandhaltung muss dieses System in den Fokus gesetzt werden, um die Zusammenhänge und Abhängigkeiten innerhalb des Produktionsprozesses besser zu verstehen. Voraussetzungen sind Prozess- und Systemverständnis, Handlungsmuster für Diagnose, Fehlersuche und Problemlösung. Erst dadurch kann die Fachkraft die Ursachen sowie die Folgen von Störungen und vorgenommenen Änderungen beurteilen und voraussehen.

Die gegenwärtige Berufsausbildung in den geltenden Ausbildungsberufen ist den Ausbildungsrahmenplänen folgend von einem induktiven Vorgehen geprägt. Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten werden fachbezogen (bspw. Metalltechnik, Elektrotechnik, IT) und verfahrensbezogen (bspw. Trennen, Fügen usw.) schrittweise vermittelt. Ein Grundprinzip ist dabei der Weg vom Einzelnen zum Ganzen, sodass Prozess- und Systemverständnis schrittweise aufgebaut werden. Die Informationstechnik als Teil des Gesamtsystems wird erst relativ spät additiv in die Betrachtung einbezogen. Die Vermittlung von Handlungsmustern zur Fehlersuche, Diagnose und Problemlösung erfolgt eher prozessbegleitend gegen Ende der Ausbildung.

Ein Gegenentwurf dazu ist ein deduktiver Ansatz, der bereits an den Anfang der Ausbildung ein digitales Gesamtsystem stellt, das Modellcharakter für das berufliche Handeln hat. Systemzusammenhänge, Aufbau, Funktionsweisen, Störungen und Problemlösungen können hier exemplarisch gelehrt und gelernt sowie typische berufsbezogene Handlungsmuster zur Instandhaltung frühzeitig ausgeprägt werden. Vom System ausgehend lassen sich dann die Einzelkomponenten und Teilsysteme verstehen und innerhalb des Gesamtsystems nachvollziehen. Die informationstechnische Seite der Anlage rückt von Anfang an und stärker in das Zentrum des Lern- und später des Arbeitsprozesses. Durch die Informationstechnik, die z. B. Simulationen und die Nutzung mobiler Endgeräte ermöglicht, wird sich der/die Lernende verstärkt Kompetenzen aktiv erschließen. Die Lehrenden werden verstärkt Lernwege planen, die notwendigen Lernanlässe organisieren, Lernprozesse unterstützen und Lernerfolge reflektieren.

Um diesem Ansatz zu folgen, sind Methoden notwendig, die ein entdeckendes, lernerzentriertes Vorgehen unterstützen, wie z. B. das Ausbilden mit Lernaufträgen bzw. Lern- und Arbeitsaufgaben. Angesichts neuer Organisationsmodelle der Arbeit, die sich durch die Digitalisierung abzeichnen und in der vorliegenden Untersuchung beispielhaft analysiert wurden, und erweiterter Möglichkeiten der Nutzung digitaler Medien für Lernen werden hier ein dringender Forschungs-

und Entwicklungsbedarf im Hinblick auf Methoden des betrieblichen Lernens sowie ein Erprobungs- und Umsetzungsbedarf gesehen, der die Fortbildung des Ausbildungspersonals einschließt. Arbeiten von RAUNER, PAHL, DEHNBOSTEL u. a., die insbesondere in den 1990er-Jahren vorgelegt wurden, sind dafür ein wichtiger Ausgangspunkt.

Ein solch deduktiver Ansatz würde im Rahmen der Ausbildung den Arbeitsprozessbezug stärken. Sowohl im Arbeitsprozess als auch im Lernprozess steht bezogen auf Instandhaltungsprozesse am Anfang die Diagnose eines Zustands (Condition Monitoring), wobei den Startpunkt das System bzw. der Prozess bildet. Bereits die Diagnose erfolgt über die Nutzung digitaler Hilfs- und Arbeitsmittel.

Im Rahmen der jetzigen Ausbildung ist dies ansatzweise bereits realisiert und wird, wie auch Beispiele der untersuchten Standorte zeigen, zunehmend praktiziert (vgl. Kap. 3.3). Damit entstehen allerdings zeitliche Verschiebungen im betrieblichen Ausbildungsverlauf, die die Bezugnahme der Zeitrahmen der Ausbildungsrahmenpläne im Unternehmen und der Rahmenlehrpläne der Berufsschule zusätzlich erschweren.

Für eine konsequente Umsetzung, die neben dem Ausbildungsrahmenplan auch die Rahmenlehrpläne der Berufsschule und die Prüfungsgestaltung auf diesen Ansatz ausrichtet, wird deshalb eine Neuordnung notwendig, die sich diesen deduktiven Ansatz zum Prinzip macht.

Damit verbunden stellt sich insbesondere die Frage nach einem adäquaten Prüfungskonzept und den Prüfungsanforderungen.

Dass dieser deduktive Ansatz auch auf Ebene einer Ausbildungsordnung realisierbar ist, demonstrieren die aktuellen Ausbildungsordnungsmittel für die Kfz-technischen Berufe (BMW, 2013). Hier steht bereits zu Beginn der Ausbildung das „Bedienen von Fahrzeugen und Systemen“, also das Kraftfahrzeug als Gesamtsystem, im Fokus.

## 4.2 Anregungen für die ordnungspolitische Diskussion

Die Entscheidung über die Neuordnung eines oder mehrerer Ausbildungsberufe trifft der jeweilige Ordnungsgeber in Abstimmung mit den Sozialpartnern (vgl. § 4 BBiG, 2005).

Die Ergebnisse der Untersuchung liefern Argumente, die Neuordnungsüberlegungen rechtfertigen. Es wird weiterhin angenommen, dass Arbeitsaufgaben, wie sie mit dem Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 beschrieben sind, sich in Unternehmen angesichts fortschreitender Digitalisierung weiter durchsetzen werden, weit über die Automobilindustrie und -zulieferindustrie hinaus.

Da es schätzungsweise fünf bis sechs Jahre dauert, bis eine Fachkraft nach erfolgter Neuordnung in der zuständigen Fachabteilung ankommt, wird insgesamt ein zeitnaher Handlungsbedarf gesehen. Der geschätzte Zeitraum bezieht sich dabei auf den Gesamtprozess, angefangen bei den Vorarbeiten, den Abstimmungen zwischen den Beteiligten und der Antragstellung sowie der Dauer des durch den Weisungsgeber initiierten Neuordnungsverfahrens bis hin zur Inkraftsetzung der Ausbildungsordnung und ihrer Umsetzung beginnend mit einem Ausbildungsjahrgang bis zur Abschlussprüfung.

Insofern sollen die im Folgenden erläuterten und diskutierten Möglichkeiten für Neuordnungen die allgemeine Diskussion über die Zukunft der Elektronikerberufe, den Mechatroniker/die Mechatronikerin und mögliche weitere Ausbildungsberufe unterstützen.

### 4.2.1 Neuer Monoberuf/Beruf ohne Spezialisierung

Unter Anwendung der Kriterien für die Neuschaffung bzw. Aufhebung von Ausbildungsberufen (BA für BB, 1974) kann angenommen werden, dass mit dem Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 eine ausreichende Abgrenzung von anderen Berufsprofilen gegeben ist, die gestellten Anforderungen von genügender Dauerhaftigkeit sind und der quantitative Bedarf ebenfalls grundsätzlich gegeben ist. Dies rechtfertigt die Schaffung eines entsprechenden Ausbildungsberufs.

Die vorhandenen Elektronikerberufe und der Mechatroniker/die Mechatronikerin blieben von dem neuen Beruf unberührt. Denkbar ist mindestens über eine bestimmte Zeitspanne ein Nebeneinander von Berufsgenerationen, so wie auch angenommen wird, dass Industrie 3.0- und 4.0-Lösungen längerfristig nebeneinander Realität sein werden.

Vorteile wären z. B., dass das Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 am ehesten mit einem Monoberuf in einer Ausbildungsordnung Niederschlag findet und sich die Ideen einer konzeptionellen Wende hier exemplarisch umsetzen ließen.

Verbunden mit einer solchen Entscheidung wären aber auch Risiken: Nicht vorhersehbar ist, wie dieser Beruf durch die Ausbildungspraxis angenommen wird. Erste Voraussetzung ist, dass ausreichend Betriebe bereit sind, diesen Beruf ausbilden zu wollen, entsprechende Ausbildungsplätze schaffen sowie von den zuständigen Stellen und der Berufsschulseite unterstützt werden. Zweite Voraussetzung ist, dass dieser Beruf dann auch in den Ausbildungsbetrieben entsprechend seiner Intention und den im Ausbildungsrahmenplan verankerten Mindestanforderungen inhaltlich, konzeptionell und zeitlich angemessen umgesetzt wird.

### 4.2.2 Novellierung der Berufsgruppe der Elektronikerberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin

Das Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0/der Instandhalterin 4.0 kann in einer möglichen Novellierung der gesamten Berufsgruppe der Elektronikerberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin aufgehen. Dabei wird zu klären sein, wie künftig insbesondere die Profile des Mechatronikers/der Mechatronikerin und des Elektrikers/der Elektrikerin für Automatisierungstechnik fortgeschrieben und voneinander abgegrenzt werden. Davon abhängig ist, wo in beide Berufe das Tätigkeitsprofil Eingang findet. Differenzierungen, z. B. durch Fachrichtungen, sind in beiden Berufen denkbar, müssten dann aber in den Gesamtzusammenhang möglicher anderer Anforderungsprofile eingearbeitet werden.

Hier können auch Ergebnisse aus der bereits 2014 vorgelegten Berufsfeldanalyse Elektro (SCHENK/ZINKE, 2014) und der Studie von SPÖTTL Verwendung finden (SPÖTTL u. a. 2016).

Möglicherweise werden dabei andere Differenzierungsmodelle und Prüfungsstrukturen entstehen.

Folgende Risiken werden hier gesehen: Der Findungsprozess hin zu einer Verständigung über die Berufsprofilschneidungen kann langwierig sein und insofern eine relativ zeitnahe Lösung erschweren. Zweites Risiko ist, ob in einem Gesamtnovellierungspaket die Intention einer konzeptionellen Wende, die das Produktionssystem zum Ausgangspunkt hat und die Prozessorientierung, das Systemverständnis und die Problemlösefähigkeit auch zu Leitbildern der Ausbildungsgestaltung macht, Umsetzung finden wird.

### 4.2.3 Erhalt der jetzigen Berufsstruktur und Entwicklung von Zusatzqualifikationen

Die dritte Option ist der Erhalt der jetzigen Berufsstruktur und die am betrieblichen oder/und branchenbezogenen Bedarf orientierte Entwicklung von Zusatzqualifikationen.

Möglich würde damit eine zeitnahe Anpassung der betrieblichen Ausbildung durch einen definierten, zusätzlichen und formalisierten Nachweis. Die Planung und Umsetzung einer oder mehrerer Zusatzqualifikationen würde für die betriebliche Ausbildungspraxis einen messbaren Innovationsschub ermöglichen.

Die Festlegung der Zusatzqualifikation und ihre Abgrenzung von dem geltenden Ordnungsmittel beinhalten jedoch auch Risiken. Kompliziert ist dieser Ansatz unter mehreren Gesichtspunkten: Zunächst sind die veränderten Qualifikationsanforderungen mehrdimensional und lassen sich nicht ohne Weiteres mit einer einzelnen Zusatzqualifikation beschreiben. Dies verdeutlicht das Tätigkeitsprofil des Instandhalters 4.0, dessen Vergleich mit den Ausbildungsberufsprofilen und die identifizierten Technologiecluster (Kap.3).

Zudem sind Zusatzqualifikationen zunächst auf den Lernort Betrieb begrenzt. Relativ schnell könnten eine Vielzahl unterschiedlicher Lösungen und Zertifikate entstehen, die die Transparenz und Vergleichbarkeit der Abschlüsse erschweren und gleichzeitig das Interesse von Unternehmen an einer Neuordnung reduzieren, weil ja jedes Unternehmen, das von solch einem Modell Gebrauch macht, eine für sich vermeintlich gute Lösung hat.

#### 4.2.4 Vergleich der vorgestellten Ansätze

Kriteriengeleitet wurden die Möglichkeiten im Rahmen des Lenkungsraumes von dem Projektteam vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse sind in Stichpunkten in folgender Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle 5**

#### Bewertung der Neuordnungsmöglichkeiten

Optionen	Verfügbarkeit erster Fachkräfte	Denken in Systemen als Kern des beruflichen Handelns	Chancen	Risiken
<b>Reguläres Neuordnungsverfahren (Monoberuf)</b> Mechatroniker/-in etc. existiert weiterhin	2021	Hoch	Anforderungen 4.0 sind umgesetzt und nach außen sichtbar	Geringe Ausbildungszahlen hinsichtlich Auslastung der Berufsschulen und Anzahl der Prüfungsteilnehmer
			Klares Profil der Berufsausbildung und der betrieblichen Einsatzmöglichkeiten im Anschluss	Akzeptanzfrage eines neuen Berufsbildes in Industrie und ggf. auch Bildungslandschaft
			Attraktives Angebot für 4.0-Zielgruppen	Konkurrenz zur BA Mechatroniker/Mechatronikerin
<b>Reguläres Neuordnungsverfahren (Novellierung Mechatroniker/-in mit Fachrichtungen)</b> Aktueller Mechatroniker wird abgelöst	2021 – 2022 Aufwendigstes Verfahren	Hoch	Aktuelle und generelle Anforderungen der Unternehmen (u. a. 4.0) werden umgesetzt	Kompromissgestaltung (Interessenvertreter etc.)
			Reichweite über Industrie 4.0-Zielgruppe hinaus	Akzeptanzfrage in Industrie und ggf. auch Bildungslandschaft
<b>Zusatzqualifikation VW Konzern</b> Mechatroniker/-in etc. existiert weiterhin	2017 Maßnahme/Zertifikat	Unverändert	Zusätzlicher Output als Qualitätszuwachs	In der Wirkung begrenzt Berufsschule ist nicht integriert

### 4.3 Weiterentwicklung der Ausbildungsgestaltung<sup>7</sup>

Die Wirkungen der Digitalisierung, wie sie hier am Beispiel der operativen Instandhaltung deutlich werden, rechtfertigen eine Aktualisierung der Ausbildungsgestaltung. Diese betrifft die gesamte betriebliche Ausbildungsplanung und Ausbildungsgestaltung für einen oder mehrere Ausbildungsberufe und ist von den Ausbildungsverantwortlichen zu initiieren und zu koordinieren. Der dafür gedachte, nachfolgend vorgestellte Ansatz ist modellhaft und auf andere Ausbildungsberufe sowie Ausbildungssituationen übertragbar.

Die betriebliche Ausbildung eines jeden Unternehmens ist eingebettet in einen innerbetrieblichen, schulischen und regionalen Kontext und wird dadurch von vielen Faktoren bestimmt (Abbildung 10). Initiativen zur Weiterentwicklung der Ausbildungsgestaltung sind selbst unter Berücksichtigung dieser Faktoren von einzelnen Ausbildern und Ausbilderinnen nur in sehr begrenztem Maß realisierbar.

**Abbildung 10**

Einflussfaktoren bei der betrieblichen Ausbildungsplanung



Mithilfe der Abbildung kann eine erste Situationsanalyse erfolgen, mit der abgeschätzt werden kann, wer bei einem Update der betrieblichen Berufsausbildung einbezogen werden kann und wer was einbringt. Die linke Spalte betrifft den aktuellen Stand und Kontext der betrieblichen Berufsausbildung, der jeweils dahingehend zu hinterfragen ist, was sich künftig als Konsequenz der Digitalisierung ändert und ändern sollte. Die beiden anderen Spalten betreffen die internen sowie externen Akteure, die insgesamt und jeweils bezogen auf Einzelaspekte einzubeziehen sind. Dabei sind „Vorbilder“ bspw. Ausbildungsbetriebe aus der Region oder Branche, die bereits gute Beispiele einer veränderten Ausbildungsgestaltung nutzen. Hingegen können Verbundpartner diejenigen sein, die für Teile der Ausbildung als Dienstleister und Kooperationspartner geeignet sind oder diese Dienstleistung im Rahmen der Verbundausbildung selbst einkaufen wollen.

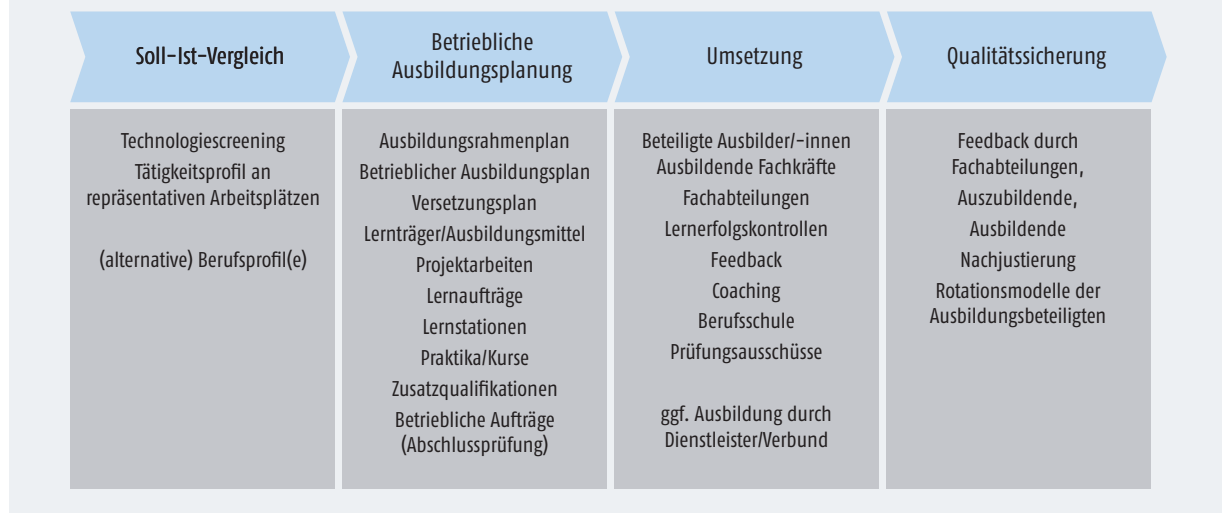
Im Folgenden wird diese Vorgehensweise entsprechend der Abbildung 11 schrittweise näher erläutert. Je Schritt werden zunächst die Teilergebnisse genannt, die erreicht werden sollten.

<sup>7</sup> Die hier formulierten Empfehlungen wurden im Laufe des Projekts entwickelt und in zahlreichen Veranstaltungen mit Ausbildungsverantwortlichen diskutiert; daraus wurden auch deren Erfahrungen und Praktiken hier einbezogen.

Dann werden das Vorgehen und mögliche Methoden beschrieben. Abschließend erfolgt jeweils eine kurze Zusammenfassung.

**Abbildung 11**

Vorgehensweise zum Update der betrieblichen Ausbildung



Die Vorgehensweise bietet einen groben Handlungsrahmen, der abhängig von der Unternehmensgröße, der Aufbaustruktur der Ausbildungsabteilung sowie der Zahl der Auszubildenden, der im Betrieb ausgebildeten Ausbildungsberufe und der Ausbildungsverantwortlichen/Ausbilder/-innen modifiziert werden muss. Möglich ist, dass diese Entwicklungsaufgabe als Projekt geplant und umgesetzt wird und dafür personenzugeordnet Aufgaben und Verantwortlichkeiten festgelegt werden. Gegebenenfalls kann auch eine externe Begleitung durch einen Berater/eine Beraterin oder Coach beteiligt werden.

### ► Schritt 1: Soll-Ist-Vergleich

In diesem ersten Schritt bestimmen Ausbildungsverantwortliche die aktuellen und künftigen Qualifikationsveränderungen durch Überprüfung der Geschäftsprozesse, verwendeter Technologien, Techniken und Arbeitsmittel sowie deren Wirkungen auf Facharbeitertätigkeiten.

#### Erwartete Ergebnisse:

- Aussagen zur Passgenauigkeit der gegenwärtig im Unternehmen ausgebildeten Ausbildungsberufe und evtl. mögliche Veränderungen/Alternativen,
- Identifikation aus betrieblicher Sicht notwendiger, neuer Qualifikationen bezogen auf Ausbildungsberufe,
- Impulse für die Weiterbildung und Zusatzqualifikationen,
- Entscheidungen über das weitere Vorgehen und die Aufgabenverteilung.

#### Methoden und Vorgehen:

Um Veränderungen zu erkennen, bedarf es zunächst eines Maßstabs, der einen Soll-Ist-Vergleich ermöglicht. Hier können z. B. Ausbildungsberufsprofile sowie Ausbildungsrahmenpläne der betroffenen Berufe, betriebliche Ausbildungspläne und vorhandene Arbeitsplatzbeschreibungen als Referenzrahmen dienen.

In (Gruppen-)Gesprächen, Interviews oder teilnehmenden Beobachtungen, die z. B. von Ausbildern und Ausbilderinnen oder Auszubildenden höherer Ausbildungsjahre mit Fachkräften ge-



führt werden, kann der geforderte Sollzustand erfasst und dokumentiert werden. Identifiziert werden soll, was bezogen auf die zu untersuchenden Berufsfelder neu ist. In den Fokus genommen werden sollten insbesondere Inhaber/-innen der Arbeitsplätze, die durch neue Technologien und veränderte Arbeitsprozesse charakterisiert sind. Mögliche Leitfragen für die Gruppengespräche sind:

- ▶ Welche neuen Technologien werden eingesetzt?
- ▶ Was sind typische Arbeitsmittel der Fachkräfte?
- ▶ Wie haben sich Arbeitsprozesse geändert?
- ▶ Was sind typische Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten? Was gehört alles dazu?
- ▶ Was ist neu an den Arbeitsaufgaben, was fällt weg?
- ▶ Wo entstehen veränderte und neue Arbeitsaufgaben, die durch duale Ausbildungsberufe besetzt werden können (einschließlich im IT-Bereich, wie z. B. Schnittstellenprogrammierung, IT-Sicherheit, Datenmanagement usw.)?
- ▶ Was muss durch heutige Arbeitsplatzinhaber/-innen (zusätzlich) gelernt werden, um neue Aufgaben zu bewältigen?
- ▶ Welche veränderten Qualifikationen sind notwendig?
- ▶ Wo werden Defizite erkannt, auch in Bezug auf Qualifikationen, die Auszubildende und Berufsanfänger/-innen nicht mitbringen?

In Gesprächen und Interviews zwischen Ausbildungsverantwortlichen und Leitern/Leiterinnen der Fachabteilungen, Verantwortlichen der Qualitätssicherung, der Personalabteilung und der Geschäftsführung sind insbesondere geplante Entwicklungen im Hinblick auf erwartete Wirkungen den Fachkräfteeinsatz und den Qualifikationsbedarf betreffend zu erkunden. Leitfragen hierzu können sein:

- ▶ Wo werden sich Prozesse ändern und welche Technologien werden neu sein?
- ▶ Wo werden neue Arbeitsplätze entstehen? Was fällt weg?
- ▶ Welche Arbeitsplätze werden sich wie ändern?
- ▶ Welche Qualifikationserwartungen entstehen damit? Wo werden bei Auszubildenden, Berufsanfängern und Fachkräften bereits jetzt Qualifikationsdefizite erkannt?

In Workshops, differenziert nach den ausgebildeten Berufen, mit den jeweiligen Ausbildern und Ausbilderinnen werden im Anschluss die Ergebnisse vorgestellt und ein Vergleich mit der jetzigen betrieblichen Ausbildung gezogen. Möglich ist, dass zu diesen Workshops externe Teilnehmer/-innen wie die Ausbildungsberater/-innen der zuständigen Stelle, Betriebsratsvertreter/-innen und Berufsschulvertreter/-innen eingeladen werden.

Bezogen auf das Unternehmen und die konkreten Ausbildungsberufe sollten die Workshops eine Übersicht geben über:

- ▶ neue Technologien,
- ▶ veränderte Arbeitsprozesse/Arbeitsaufgaben,
- ▶ nachgefragte Qualifikationen/erwartete Lernergebnisse.

Anschließend erfolgt ein Abgleich dieser Ergebnisse mit den Berufsprofilen der entsprechenden ausgebildeten Ausbildungsberufe, den zugehörigen Rahmenlehrplänen und den betrieblichen Ausbildungsplänen. Die nachgefragten Qualifikationen werden den Ausbildungsberufen zugeordnet und unter Verwendung der folgenden Fragen überprüft:

- ▶ Können die nachgefragten Qualifikationen durch das Berufsprofil bzw. den Ausbildungsrahmenplan abgedeckt werden?
- ▶ Gibt es möglicherweise andere Ausbildungsberufe, die künftig für die beschriebenen typischen Arbeitsaufgaben besser geeignet sind?
- ▶ Sind zusätzliche Ausbildungsberufe notwendig? Können Ausbildungsberufe wegfallen?

- ▶ Was kann nicht durch die Regelausbildung abgedeckt werden und wäre ggf. Gegenstand einer Zusatzqualifikation oder einer Fortbildung?

Aus der Beantwortung dieser Fragen können ein Katalog der als notwendig erkannten Veränderungen erstellt und erste Entscheidungen darüber getroffen werden, in wessen Verantwortung diese Veränderungen realisiert werden können.

### ▶ Schritt 2: Betriebliche Ausbildungsplanung

Als Ausgangspunkt für die betriebliche Ausbildungsplanung eignet sich der Ausbildungsrahmenplan des jeweiligen Ausbildungsberufs. Falls der jeweilige Beruf bereits ausgebildet wird, ergänzen zusätzlich der bisher praktizierte betriebliche Ausbildungsplan sowie alle darüber hinaus existenten Planungsunterlagen die Ausgangsbasis.

#### Erwartete Ergebnisse

- ▶ Aktualisierter betrieblicher Ausbildungsplan mit zu erbringenden Lernergebnissen, zeitlich-organisatorischem Ablauf und Hinweisen zur Umsetzung sowie Verantwortlichkeiten des Ausbildungspersonals,
- ▶ Versetzungsplan je Ausbildungsjahr der jeweiligen Berufe,
- ▶ Planung und Realisierung neuer Lernträger/Ausbildungsmittel, Projektarbeiten, Lernaufträge,
- ▶ Machbarkeitsprüfung und Vorbereitung neuer Lernstationen,
- ▶ Pläne für Praktika/Kursangebote, Zusatzqualifikationen,
- ▶ Fortbildungsplanung des Ausbildungspersonals, künftige Arbeitsaufgaben der Ausbilder/-innen,
- ▶ Instrumente und Prozessbeschreibung zur Entwicklung betrieblicher Aufträge,
- ▶ Sicherung einer regelmäßigen Kommunikation der an der betrieblichen Berufsbildung Beteiligten,
- ▶ Budgetplanung.

#### Methoden und Vorgehen

Als Vorlage für die **Generierung des betrieblichen Ausbildungsplans** kann das in Tabelle 6 dargestellte Muster dienen. Der Ausbildungsrahmenplan ist zu diesem Zweck um weitere Spalten ergänzt. Durch Vergleich der Dokumente mit den im Schritt 1 (Soll-Ist-Vergleich) ermittelten, neu geforderten Qualifikationen können diese zunächst – am besten in einem ersten Entwurf – in einer Spalte immer bezogen auf die Zeitrahmen als zu erbringende Lernergebnisse zugeordnet („angeheftet“) werden. Weitere Spalten betreffen die betrieblichen Ausbildungsorte, die Hinweise zur Umsetzung sowie die Namen der zuständigen Ausbilder/-innen. Ausbildungszeiten werden in der bereits dafür vorgesehenen Spalte ergänzt.

Bei der Zuordnung der Qualifikationen sollte bereits eine weitere Differenzierung dahingehend stattfinden, wo und wie im Ausbildungsverlauf für die Qualifikationen notwendige Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten schrittweise vermittelt werden können („Zerlegung“ der Qualifikationen über den Ausbildungsverlauf). In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu klären, welche Lernergebnisse jeweils bezogen auf einzelne Zeitrahmen bereits von den Auszubildenden erwartet werden können.

Berücksichtigt werden sollten hier die im Kapitel 4.1 gegebenen Empfehlungen zur geforderten konzeptionellen Wende: Wie kann durch eine veränderte zeitlich-organisatorische Gestaltung erreicht werden, dass in der Ausbildung die Grundlagen für ein Systemverständnis und für das Mitdenken der Informationstechnik bereits von Beginn der Ausbildung an gelegt werden? Kann sich dazu auch mit der Berufsschule abgestimmt werden?

Tabelle 6

Vorlage für einen betrieblichen Ausbildungsplan, exemplarisch ausgefüllt

Lfd. Nr.	Teil des Ausbildungsberufsbildes	Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Zeitliche Richtwerte (betrieblich geplante Zeiten) in Wochen im Ausbildungsjahr			Ort	Hinweise zur Umsetzung	zu erbringende betriebliche Lernergebnisse	Verantwortliche Ausbilder/-innen
			1	2	3/4				
11	Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten (§3 Absatz 2 Nummer 11)	a) – e)	8 (6)			Bildungszentrum + Lernstation Schaltschrankbau	Projektarbeit Schaltschrank	Eine vorhandene Anlage um eine zusätzliche elektrische Baugruppe erweitern oder eine Baugruppe austauschen, diese montieren, verdrahten, anschließen und unter Aufsicht in ein Netzwerk einbinden sowie an der Inbetriebnahme mitwirken	
+	„X“						Praktikum, Herstellerschulung		

Die Inhalte des Ausbildungsrahmenplans entsprechen den Mindestanforderungen an die Berufsausbildung. Die Zeitangaben sind Richtwerte und haben empfehlenden Charakter. Es ist deshalb zulässig und liegt bei den Ausbildungsverantwortlichen zu entscheiden, wie diese erweitert werden und wo zusätzliche Zeitfenster eingebaut werden können (z. B. für Auslandspraktika, Herstellerschulungen u.Ä.), bis hin zur Möglichkeit der Planung von Zusatzqualifikationen.

**Zusatzqualifikationen** können innerbetrieblich geplant und zertifiziert werden, es können auch bereits konfektionierte Zusatzqualifikationen übernommen werden, die z. B. als Kammerregelungen vorliegen. Ebenso in die Planung einzubeziehen sind mögliche (Auslands-)Praktika, Einsätze bei Verbundpartnern oder Herstellerschulungen.

Bei Planung der Ausbildungszeiten sind u. a. folgende Fragen prüfenswert:

- ▶ Kann den zeitlichen Empfehlungen des Ausbildungsrahmenplanes gefolgt werden?
- ▶ Welche zusätzlichen Zeiten müssen berücksichtigt werden?
- ▶ Wie viel Zeit ist pro Zeitrahmen notwendig, wo kann gekürzt werden?
- ▶ Sollte das bisher im Unternehmen praktizierte Zeitmanagement beibehalten, vollständig oder in Teilen geändert werden?
- ▶ Wo soll aus organisatorischen, betrieblichen Gründen von der empfohlenen Reihenfolge der Zeitrahmen abgewichen werden?

Hierfür sind auch die gesammelten Aussagen aus Schritt 1 (Soll-Ist-Vergleich) wichtig, die Hinweise geben, was nicht mehr oder nicht mehr in der gewohnten Tiefe und Breite vermittelt werden muss.

Der Vergleich und die Zuordnung der Qualifikationen und Ausbildungszeiten sollten nach Möglichkeit von mehreren Ausbildern/Ausbilderinnen parallel und zunächst separat erfolgen. Im Anschluss daran sind die Ergebnisse, moderiert durch eine/-n Ausbildungsverantwortliche/-n oder eine externe Beratung, gegenseitig vorzustellen, zu diskutieren, miteinander abzugleichen und zu finalisieren. Möglich ist, dass Auszubildende des dritten und vierten Ausbildungsjahres in diese Arbeit einbezogen werden. Gerade sie können Hinweise zur Einschätzung geben, wo Optimierungspotenziale bestehen.

Im finalen betrieblichen Ausbildungsplan sollte auf jeden Fall als Ergebnis vermerkt und dokumentiert sein, welche wichtigsten Lernergebnisse pro Zeitrahmen mit Bezug auf die betrieblichen Rahmenbedingungen von den Auszubildenden nachgewiesen werden können (siehe Beispiel Tabelle 6). Sie sind der spätere betriebliche Maßstab für die Bewertung des Lernstands der künftigen Auszubildenden.

Empfehlenswert ist es, die **Berufsschule** und die zuständigen Berufsschullehrer/-innen in das Unternehmen einzuladen und ihnen die Möglichkeit zu bieten, entweder an der Entwicklung des betrieblichen Ausbildungsplans teilzuhaben oder aber zumindest sich über den Stand der betrieblichen Ausbildungsplanung zu informieren.

**Lernträger und Ausbildungsmittel**, die bereits eine didaktische Gestaltung implizieren, wie z. B. Projektarbeiten, und/oder deren Nutzung einen größeren zeitlichen Umfang vorsieht, wie z. B. 3D-Drucker oder Leichtroboter, wirken prägend auf die gesamte Ausbildung. Entsprechend sollten Entscheidungen über die Beschaffung und Nutzung solcher Lernträger und Ausbildungsmittel wiederum im Team und schrittweise vorbereitet werden.

Die Verantwortung für diesen Teilprozess kann an einen Ausbilder/eine Ausbilderin übertragen werden, mit dem Ziel aktuelle Lernträger und Ausbildungsmittel auf ihre weitere Eignung zu prüfen und Entscheidungshilfen für Neubeschaffungen vorzubereiten.

Auch hier sind Erfahrungen von Auszubildenden, von externen Beratern und aus anderen Unternehmen hilfreich:

- ▶ Wo gibt es Beispiele guter Praxis?
- ▶ Wo sehen Auszubildende Verbesserungsmöglichkeiten?
- ▶ Welche Möglichkeiten gibt es, was sind deren Vor- und Nachteile?
- ▶ Wie können insbesondere digitale Lernmittel einbezogen werden? Was sind die zu erwartenden Mehrwerte der jeweiligen Lösungsvorschläge? Welcher Aufwand ist damit verbunden?
- ▶ Lassen sich Lernträger möglicherweise auch selbst, z. B. im Rahmen von Projekten, fertigen?
- ▶ Welche Lernträger fördern das System- und Prozessverständnis? Wie kann mit Lernträgern die IT-Kompetenz früher in die Ausbildung gebracht werden?
- ▶ Wirken die möglichen Lernträger aktivierend auf die Auszubildenden?
- ▶ Welche Kosten entstehen jeweils?

Geleitet von diesen Fragen kann eine Stärken-Schwächen-Analyse zur Auswahl von Lernträgern und Ausbildungsmitteln erfolgen, aus der heraus Entscheidungen für veränderte neue Lernträger vorbereitet werden.

Ein weiteres Thema der Ausbildungsplanung ist die Verortung von Ausbildungsabschnitten in die betrieblichen Prozessabläufe durch die Nutzung von Lernstationen.

**Lernstationen** sind Ausbildungsstützpunkte direkt im Unternehmen und werden von den jeweiligen Organisationseinheiten in enger Abstimmung mit dem Ausbildungszentrum des Standorts betrieben.

Arbeitsumgebungen eignen sich als Lernstationen dann, wenn die dort typischerweise ausgeführten Arbeitsaufgaben in engem Bezug mit ausgewiesenen Fähigkeiten, Kenntnissen und Fertigkeiten des Ausbildungsrahmenplans stehen und dem Ausbildungsplan zeitlich zugeordnet werden können. Dies sollten dann insbesondere neue, innovative Arbeitsumgebungen sein, in denen Industrie 4.0-Anwendungen bereits genutzt werden.

Zur Sicherung optimaler Rahmenbedingungen zum Betreiben von Lernstationen sind weitere Voraussetzungen notwendig:

- ▶ Es gibt ein betriebliches gemeinsames Verständnis und die Unterstützung der Geschäftsführung für die Einrichtung und Nutzung betrieblicher Lernstationen.

- ▶ Ausbilder/-innen des Ausbildungszentrums haben jeweils die Verantwortung für eine Lernstation und kooperieren mit einer oder mehreren benannten ausbildenden Fachkräften vor Ort.
- ▶ Lernstationsdokumentationen liegen vor und enthalten Angaben über Verantwortlichkeiten und Ansprechpartner, den betrieblichen Ausbildungsplan und darin speziell die zeitliche, organisatorische und inhaltliche Zuordnung der Lernstation im Verhältnis zur gesamten Ausbildung. Bezogen auf die Lernstation werden die hier zu vermittelnden Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus dem Ausbildungsrahmenplan und in der Lernstation am Ende des Einsatzes nachzuweisende Lernergebnisse dokumentiert.
- ▶ In der Verantwortung des Ausbilders/der Ausbilderin liegt die Durchführung und Dokumentation regelmäßiger Kommunikation und Anleitung der ausbildenden Fachkräfte sowie begleitender Unterweisungen, Reflexionsphasen und Lernstandskontrollen für die Auszubildenden.
- ▶ Zwischen Ausbildungszentrum und Fachabteilung sind Vereinbarungen dokumentiert, die die Eckpunkte zur Nutzung der Lernstationen regeln.

Bereits vorhandene Lernstationen sollten daraufhin überprüft werden, ob sie die hier genannten Voraussetzungen erfüllen und wie sie weiter genutzt und entwickelt werden.

Basierend auf der betrieblichen Kenntnis und möglichst erweitert durch Besuche, Hospitationen und Praktika in Fachabteilungen sollten Ausbilder/-innen Vorschläge für potenzielle Standorte betrieblicher Lernstationen machen. Ausgehend von den o. g. Fragestellungen kann dann geprüft werden, welche weiteren Voraussetzungen für deren Einrichtung notwendig sind.

Möglich ist, dass Lernstationen zeitgleich durch mehrere Auszubildende, durch Auszubildende unterschiedlicher Ausbildungsjahre und mehrerer Ausbildungsberufe besetzt werden. Grundsätzlich können Lernstationen auch für die Weiterbildung genutzt werden. All diese Kombinationen haben erfahrungsgemäß positive Effekte auf das Lernklima, den Wissens- und Erfahrungsaustausch.

Für die endgültige Auswahl kann eine betriebliche Landkarte der Lernstationen als Planungshilfe dienen: Wo sind bereits Lernstationen, wo sollten künftig Lernstationen sein? Was sind pro Lernstation jeweils die wichtigsten Lerninhalte/Lernziele; für welche Ausbildungsberufe welcher Ausbildungsjahre sind sie geeignet?

Genauso ist es möglich, die Lernstationen entlang betrieblicher Geschäftsprozesse zu verteilen und vorhandene Visualisierungen von Prozessketten dafür als Hilfen zu verwenden.

Letztendlich sollte zur Abstimmung mit Vorgesetzten eine Entscheidungsvorlage für Lernstationen in Form eines entsprechenden Kurzkonzepts erstellt werden, das idealerweise auch von den beteiligten Fachabteilungen mitgetragen wird. Dort, wo Gründe gegeben sind, die die Einrichtung der Lernstationen erschweren, sollten diese benannt und die Bedingungen ausgewiesen sein, wie eine Änderung erfolgen kann.

Im Anschluss sollte im Ausbildungsteam überprüft werden, wie die **Versetzungspläne** zu ändern sind, sodass der betriebliche Ausbildungsplan für jeden Auszubildenden/jede Auszubildende individualisiert und personifiziert werden kann und den veränderten Qualifikationsanforderungen des Unternehmens optimal entspricht. Soweit möglich, sollte hier der Lehrplan der beteiligten Berufsschule einbezogen werden.

Zur Aktualisierung der Versetzungspläne ist im Ausbildungsteam abzugleichen:

- ▶ welche innerbetrieblichen Lernorte bisher genutzt wurden,
- ▶ welche Kapazitäten im Hinblick auf Ausbildungspersonal und Plätzen im Bildungszentrum vorhanden sind, wo Optimierungsmöglichkeiten bestehen,

- ▶ ob die Ausbildung im Bildungszentrum verkürzt werden kann, verlängert werden muss,
- ▶ ob ggf. Zeiten für (Auslands-)Praktika, Herstellerschulungen o.Ä. berücksichtigt werden müssen,
- ▶ ob und für welche Ausbildungsabschnitte künftig ggf. Verbundmodelle mit anderen Ausbildungsbetrieben oder Unternehmensstandorten einbezogen werden sollten,
- ▶ welche innerbetrieblichen Lernorte neu aufgenommen werden sollten, um die veränderten Qualifikationen möglichst an den passenden Arbeitsplätzen und Arbeitsmitteln zu vermitteln,
- ▶ welche Lernstationen möglicherweise zeitlich verkürzt oder abgeschafft werden könnten und
- ▶ wo, an welchen Arbeitsplätzen und in welchen Fachabteilungen, Lernstationen neu eingerichtet werden sollten.

Abschließend wird eine Feinjustierung zwischen betrieblichem Ausbildungsplan, Versetzungsplan und der Einsatzplanung des Ausbildungspersonals notwendig sein.

Ein weiteres wichtiges Element der Ausbildungsgestaltung ist die Vorbereitung und Durchführung der Abschlussprüfungen. Um den zusätzlichen Prüfungsvorbereitungsaufwand möglichst gering zu halten, sollte dieser implizit in die Ausbildungsgestaltung integriert sein.

Die **Nutzung betrieblicher Aufträge** als Prüfungsinstrument bietet hier Vorteile, wenn diese Aufträge aus den Ausbildungs- und Geschäftsprozessen heraus generiert werden.

Um die **Kommunikation und Kooperation der betrieblichen Ausbildung mit allen daran Beteiligten** zu sichern, sollte an dieser Stelle überprüft werden, wie dies bisher geregelt ist und wo dies weiter optimiert werden kann. Ganz besonders wichtig ist der regelmäßige Austausch zwischen Ausbildungszentrum und Fachabteilungen. Instrumente dafür sind:

- ▶ regelmäßige Hospitationen und Betriebsbegehungen,
- ▶ mehrtägige Praktika des Ausbildungspersonals in Fachabteilungen, die jährlich geplant werden,
- ▶ Beteiligung der Fachabteilungen an Tagen der offenen Tür in der Ausbildung,
- ▶ Einrichtung von Steuerungsgruppen (Ausbildungsbedarfsabschätzung, Recruiting, Management der Lernstationen, Prüfungsvorbereitung, Übernahme in Beschäftigung).

Verbunden mit der personenbezogenen Einsatzplanung des Ausbildungspersonals ist ein weiterer wichtiger Punkt im Rahmen der Ausbildungsplanung die notwendige **Fortbildung der Ausbilder/-innen**. Zunächst kann die Beantwortung folgender Fragen helfen, um den Rahmen der Maßnahmen abzustecken, siehe Tabelle 7.

**Tabelle 7**

Planungshilfe für die Ausbilderfortbildung

Fragenkomplexe	Stichwortartige Antworten	Mögliche Maßnahmen zur Fortbildung
Welche <b>Technologien, Arbeitsmittel, Verfahren und Anlagen</b> sind neu für die Ausbildung? Was heißt das für die fachlich-beruflichen Qualifikationsbedarfe der Ausbilder/-innen?		
Inwieweit haben sich <b>Prozesse und Arbeitsbereiche im Unternehmen</b> verändert, wo werden neue Technologien, Arbeitsmittel und Verfahren im Unternehmen genutzt? Wie verändern sich die Arbeitsplätze der Fachkräfte, für die ausgebildet wird? Sind die Ausbilder/-innen ausreichend mit diesen betrieblichen Bedingungen vertraut?		
Welche <b>Ausbildungsmittel und digitalen Medien</b> sollen künftig zum Einsatz kommen, einschließlich der Nutzung von Lernplattformen und von Tablets?		

(Fortsetzung Tab. 7)

Fragenkomplexe	Stichwortartige Antworten	Mögliche Maßnahmen zur Fortbildung
Wie verändern sich die <b>Aufgaben der Ausbilder/-innen</b> in der betrieblichen Ausbildung (Übernahme neuer Berufe und Zuständigkeiten, Verantwortungen, veränderte Organisationsformen)?		
Ist mit der Überarbeitung der betrieblichen Ausbildung ein <b>verändertes Rollenverständnis</b> der Ausbilder/-innen verbunden? Wie sollten Ausbilder/-innen darauf vorbereitet sein?		

Im Kontext der Fortbildung des Ausbildungspersonals bietet es sich an, Möglichkeiten der gesamtbetrieblichen Personalentwicklung in Betracht zu ziehen:

- ▶ Wie können Rotationsmodelle realisiert werden, die sichern, dass auch neue Ausbilder/-innen in das Team kommen?
- ▶ Wie können hauptberufliche Ausbilder/-innen mit ihrer Erfahrung in anderen Bereichen eingesetzt werden?
- ▶ Wie kann eine Neuverteilung von Funktionen und Aufgaben einzelner Ausbilder/-innen deren Qualifikation weiterentwickeln und innerhalb des Ausbildungsbereichs die Flexibilität des Personaleinsatzes gestärkt werden?
- ▶ Wie können Verantwortlichkeiten im Veränderungsprozess der Ausbildungsgestaltung verteilt werden? Eignen sich hierfür ggf. projektförmige Strukturen oder Zielvereinbarungen?

Mit einer veränderten Ausbildungsplanung sind **Kosten** verbunden. Einerseits handelt es sich um einmalige Aufwendungen für Beschaffungen, Personalaufwendungen und Fortbildungen, andererseits sind es die veränderten Kosten im anschließenden Regelbetrieb.

Für die innerbetriebliche Kommunikation wird es wichtig sein zu klären, welche Kosten entstehen und wo zusätzliche Mittel notwendig sind, wie Einsparungen möglich werden und wie sich diese Kosten zu einem erwarteten Nutzen verhalten.

Bilanzierend sollte deshalb am Ende der Planungsphase nochmals dokumentiert werden, welche Verbesserungen und welcher Mehrwert durch eine entsprechende veränderte betriebliche Ausbildung zu erwarten sind.

Wurde dem hier skizzierten Vorgehen gefolgt, so sollte gegen Ende der Planungsphase eine Dokumentation der beabsichtigten Vorgehensweise zum Update der Ausbildungsgestaltung vorliegen, welche die in Abbildung 12 dargestellten Elemente enthält.

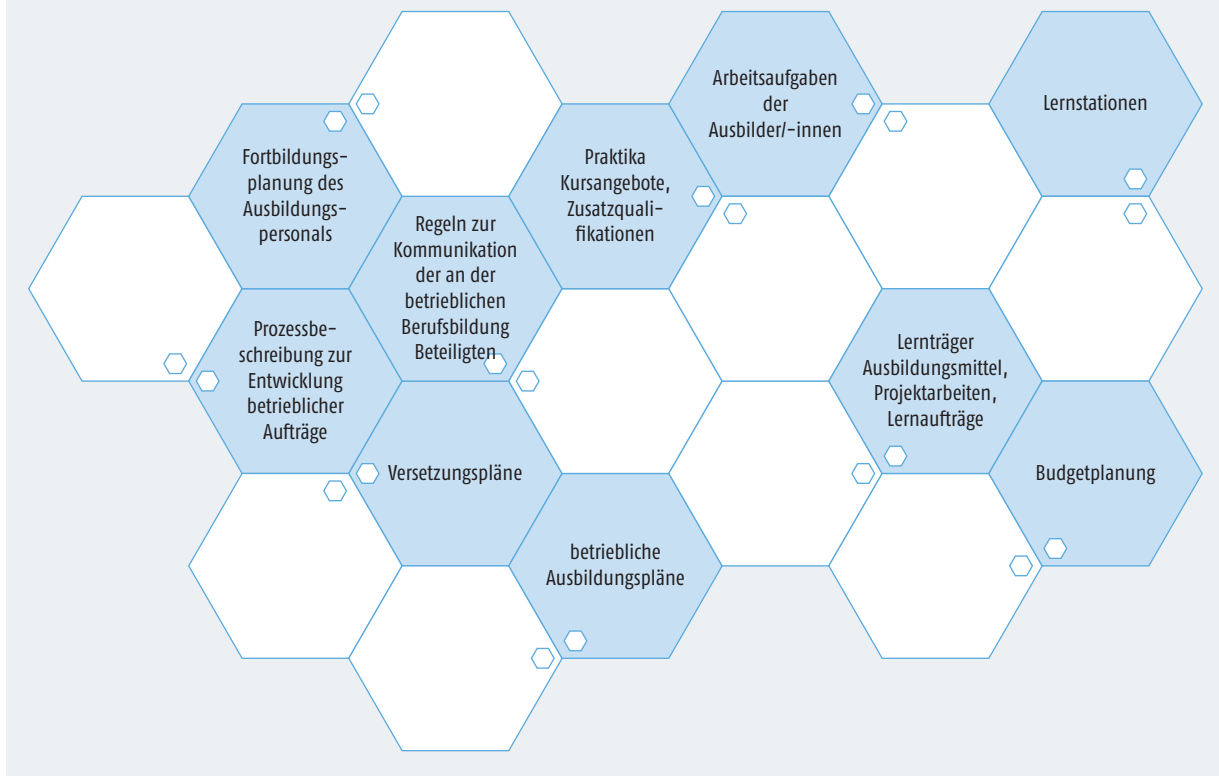
Gliederungsvorschlag für Dokumentation der veränderten Ausbildungsplanung:

1. Ausgangssituation und Ziele der veränderten Ausbildung
2. Erprobungsfassung der betrieblichen Ausbildungspläne, differenziert nach Ausbildungsberufen
3. Modifizierter Versetzungsplan
4. Liste zu beschaffender und herzustellender Lernträger/Ausbildungsmittel, Projektarbeiten, Lernaufträge
5. Lernstationen mit Lernstationsbeschreibungen
6. Zu nutzende Praktika/Kursangebote, Zusatzqualifikationen
7. Fortbildungsplan des Ausbildungspersonals
8. Arbeits-/Funktionsplan der Ausbilder/-innen
9. Verabredete Teilaufgaben, Projekte und Zuständigkeiten des Ausbildungspersonals für die Umsetzungsphase

10. Instrumente und Prozessbeschreibung zur Entwicklung betrieblicher Aufträge
11. Regeln zur Kommunikation der an der betrieblichen Berufsbildung Beteiligten
12. Budgetplanung
13. Kosten-Nutzen-Betrachtung

**Abbildung 12**

Schematische Darstellung der Themenfelder betrieblicher Ausbildungsgestaltung



### ► Schritt 3: Umsetzung

Mit Beginn der Umsetzung werden die während der Planungsphase abgestimmten Schritte und Verantwortlichkeiten von dem gesamten Aushilderteam realisiert. Dieser Prozess sollte durch verschiedene Instrumente reflektiert und gesteuert werden. Im ersten Durchlauf ist das eine Erprobung, die dann in einen Regelbetrieb münden soll.

### Erwartete Ergebnisse

- Validierte Fassung der Ausbildungsdokumentation,
- Umsetzung eines Meilensteinplans der Prozessbegleitung.

### Vorgehensweisen und Methoden

Zur Führung des Umsetzungsprozesses wird die Nutzung eines Meilensteinplans empfohlen, der die Grundlage für das eigenverantwortliche Handeln der Akteure absteckt und gleichzeitig eine konsequente Prozesssteuerung durch die Ausbildungsverantwortlichen sicherstellt. Mögliche Instrumente/Formate sind in Tabelle 8 vorgestellt und können angepasst werden.



Tabelle 8

## Instrumente zur Anpassung der Ausbildung

Instrument/Format	Merkmale	Ziele
Ausbilder-Kickoff-Workshop	Halbtägig bis ganztägig, zu Beginn des Ausbildungsjahres	Personenbezogene Ziele festlegen und Zuständigkeiten verabschieden
Meilensteinworkshops	Ca. im dreimonatigen Turnus, halbtägig bis ganztägig	Feedback, Zwischenbilanz, Feinjustierung von Zielen, Verabredungen zum weiteren Vorgehen; Jeweils ein bis zwei Schwerpunktthemen, z. B.: Probezeit, Zusammenarbeit mit Berufsschule, Bewertung der Lernstationen, Nutzung von Lernträgern, Methoden, Lernstandskontrollen, Prüfungsvorbereitung, Kooperation mit Dritten
Coaching und Feedbackrunden	ein- bis zweistündig, 14-tägig, wechselnde Moderation, Beteiligung Dritter (Berufsschule, Fachabteilungen)	Erfahrungsaustausch
Kommentierung der Planungsunterlagen	Laufend, alle an der Ausbildung Beteiligten	Gemeinsames elektronisches Dokument, Online-Kommentierung
Ausbilderklausur	zweitägig, gegen Ende des Ausbildungsjahres, Beteiligung von Dritten als Impulsgeber	Bilanzierung, Sichtung und Auswertung des Ausbildungsverlaufs, Stärken-Schwächenanalyse mit Blick auf die veränderte Ausbildung, Identifizierung von Hebelpunkten für die Weiterentwicklung, Erweiterungen und Änderungen am Konzept

Gegen Ende des Ausbildungsjahres wird die Ausbildungsdokumentation unter Nutzung der Erfahrung aus der Erprobungsphase überarbeitet und aktualisiert.

#### ► Schritt 4: Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung schließt sich der Umsetzungsphase an. Für die Realisierung dieser Qualitätssicherung kann auf diverse Quellen, Hilfen und Dokumente zurückgegriffen werden (BIBB, 2015).

#### 4.4 Weiterentwicklung der Prüfungsgestaltung

Das in den Verordnungen der industriellen Metall- und Elektroberufe sowie des Mechatronikers/der Mechatronikerin für die Abschlussprüfung geltende Variantenmodell eröffnet den Ausbildungsbetrieben bezogen auf die praktische Prüfung die Wahl zwischen einer zentral vorgegebenen praktischen Arbeitsaufgabe und dem jeweils speziell auf den Ausbildungsbetrieb bezogenen betrieblichen Auftrag. Um möglichst nah an den betrieblichen Gegebenheiten und Bedarfen zu prüfen, wird empfohlen, den betrieblichen Auftrag zu wählen. Damit wird möglich, im Ausbildungsverlauf gezielter und implizit auf die Prüfung vorzubereiten und die Phasen einer speziellen Prüfungsvorbereitung zumindest zu verkürzen.

In Richtung zentraler Prüfungsaufgabenerstellung der schriftlichen Prüfungsaufgaben wird empfohlen zu überprüfen, wie Prüfungsaufgaben in ihrer Ausgestaltung dem technologischen

Stand der Unternehmen besser gerecht werden können. Eine Möglichkeit wird in einer Differenzierung durch Wahlaufgaben gesehen.

Im Falle einer Neuordnung einzelner oder mehrerer der hier thematisierten Berufe sollten der künftige Stellenwert der Abschlussprüfungen und die Gestaltung der Prüfungsanforderungen kritisch hinterfragt und Alternativen erwogen werden.

## 5 Literatur

- ACATECH – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, April 2013, Frankfurt am Main
- BA für BB (Hrsg.) (1974): Empfehlung betr. Kriterien und Verfahren für die Anerkennung und Aufhebung von Ausbildungsberufen, 25.10.1974
- BBiG (2005): Berufsbildungsgesetz vom 23. März 2005 (BGBl. I S. 931)
- BIBB/IG-Metall/ZVEI (Hrsg.) (2005): Industrielle Elektroberufe, Bonn, S. 7
- BIBB (Hrsg.) (2015): Leitfaden Qualität der beruflichen Berufsausbildung
- BMBF (Hrsg.) (2001): Mechatroniker/Mechatronikerin – Umsetzungshilfen für die Abschlussprüfung, Bonn, S. 11
- BMWi (2013): Verordnung über die Berufsausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker/zur Kraftfahrzeugmechatronikerin, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 29, ausgegeben zu Bonn am 20. Juni 2013, S. 1578
- BMWi (2007): Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Elektroberufen, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 36, ausgegeben zu Bonn am 30. Juli 2007, S. 1678
- BMWi (2011): Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechatroniker und zur Mechatronikerin, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 39, ausgegeben zu Bonn am 29. Juli 2011, S. 1516
- BMWi (2008): Verordnung über die Berufsausbildung zum Produktionstechnologen/zur Produktionstechnologin, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 25. Juni 2008, S. 1034
- BMWi (1997): Verordnung über die Berufsausbildung in der Informations- und Telekommunikationstechnik, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1997 Teil I Nr. 48, ausgegeben zu Bonn am 15. Juli 1997, S. 1741
- KMK (1998): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin – URL: <http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Mechatroniker98-01-30.pdf>
- MAYRING, Philipp (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 11., aktualisierte und überarb. Aufl. Weinheim
- SPÖTTL, Georg (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. – Hrsg. von: Die bayerischen Metall- und Elektroarbeitgeber bayme vbm
- VOLKSWAGEN GROUP ACADEMY (2016): VGA Telegramm (firmeninterne Zeitschrift)
- VDI 1000–10: (VDE1000–10): 2009–01: Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen
- ZINKE, Gert/SCHENK, Harald (2014): Berufsfeldanalyse zu industriellen Elektroberufen als Voruntersuchung zur Bildung einer möglichen Berufsgruppe, Bonn

# Anlagen

# Anlage 1 Überblick der Interviewpartner/-innen

Lfd. Nr.	Standort	Erhebungsmethode	Funktion*	Bereich	Kürzel
1	1	Interview	Mitarbeiter	Karosseriebau Produktionssysteme und Optimierung	1VM
2	1	Rundgang/Interview	Leiter	Instandhaltung Karosseriebau Elektrik	2VM
3	1	Interview	Leiter	Instandhaltung Karosseriebau Mechanik	3VM
4	1	Interview	Teamleiter	Instandhaltung Karosseriebau Mechanik	4VA
5	1	Interview	Meister	Karosseriebau	5VA
6	1	Interview	Unterabteilungsleiter	Ausbildung Mechatronik	6VAU
7	1	Rundgang	Ausbilder	Ausbildung Mechatronik	7VAU
8	1	Interview	Unterabteilungsleiter	Personalentwicklung	8VM
9	1	Rundgang/Interview	Mitarbeiter/betrieblicher Ausbildungsbeauftragte	Lernstation (Ausbildung)/ Instandhaltung Elektrik	9VAU
10	1	Rundgang/Interview	Mitarbeiter/betrieblicher Ausbildungsbeauftragte	Lernstation (Ausbildung)/ Instandhaltung Hydraulik	10VAU
11	1	Rundgang/Interview		Ausbildung Industriemechaniker	11VAU
12	1	Interview	Mitarbeiter/betrieblicher Ausbildungsbeauftragte	Instandhaltung Elektrik	12VA
13	1	Rundgang/Interview	Mitarbeiter/betrieblicher Ausbildungsbeauftragte	Lernstation/Leitstand/ Instandhaltung Mechanik/ Instandhaltung Elektrik	13VA
14	1	Interview	Mitarbeiter/betrieblicher Ausbildungsbeauftragte	Karosseriebau Technikoptimierung	14VA
15	1	Rundgang/Interview	Mitarbeiter/betrieblicher Ausbildungsbeauftragte	Instandhaltung Elektrik	15VAU
16	1	Interview	Mitarbeiter	Instandhaltung Karosseriebau Elektrik	16VA
17	1	Interview	Mitarbeiter	Instandhaltung Karosseriebau Elektrik und IT	17VA
18	1	Interview	Unterabteilungsleiter	Personalentwicklung	18VM
19	1	Rundgang/Interview	Unterabteilungsleiter	Ausbildung Elektroniker/ Ausbildung IT	19VAU
20	1	Gruppendiskussion			20AM
21	2	Rundgang/Interview	Unterabteilungsleiter und Mitarbeiter	Ausbildung	21AMAU
22	2	Interview	Unterabteilungsleiter	Instandhaltung	22MM

Lfd. Nr.	Standort	Erhebungsmethode	Funktion*	Bereich	Kürzel
23	3	Interview	Leiter	Instandhaltung	23MM
24	3	Interview	Ausbilder	Ausbildung Mechatronik	24MA U
25	3	Interview	Ausbilder	Ausbildung Industriemechaniker	25MA U
26	3	Rundgang/Interview	Leiter	Ausbildung	26MA U
27	3	Interview	Instandhalter	Instandhaltung	27MA
28	3	Interview	Instandhalter	Instandhaltung	28MA
29	3	Rundgang/Interview	Instandhalter	Instandhaltung	29MA
30	4	Interview	Systemtechniker	Lackiererei	30VA
31	4	Interview	Meister	Instandhaltung Karosseriebau	31VA
32	4	Interview	Mitarbeiter	Instandhaltung Karosseriebau Elektrik	32VA
33	4	Interview	Unterabteilungsleiter	Anlagentechnik	33VM
34	4	Interview	Meister	Instandhaltung Lackiererei	34VA
35	4	Interview	Meister	Instandhaltung	35VA
36	4	Interview	Ausbilder	Elektroniker	36VAU
37	4	Interview	Leiter	Instandhaltung Montage	37VM
38	4	Interview	Ausbilder		38VAU
39	4	Rundgang/Interview	Ausbilder	Ausbildung	39AU
40	4	Interview	Meister	Instandhaltung Montage	40VA
41	5	Interview	Meister	Instandhaltung Karosseriebau	41PA
42	5	Interview	Instandhalter	Instandhaltung Karosseriebau	42PA
43	5	Interview	Leiter	Instandhaltung Karosseriebau	43PM
44	5	Interview	Anlagenführer	Karosseriebau	44PA
45	5	Interview	Leiter	Instandhaltung Motorenbau	45PM
46	5	Interview	Betriebsingenieur	Instandhaltung Motorenbau	46PA
47	5	Interview (Doppelinterview)	Ausbilder/Bachelorand	Ausbildung	47_48 PAU
48				Ausbildung gewerblich-technische Berufe	
49	5	Interview	Leiter	Ausbildung	49PM AU
50	5	Rundgang	Ausbilder	Ausbildung	50PAU

\* Um die Anonymität der Interviewpartner/-innen zu gewährleisten, wird hier nur die männliche Form aufgeführt.

# Anlage 2 Interviewleitfäden

## ► Interviewpartner/-innen/Zielgruppen

1. Führungskräfte
2. Fachkräfte an typischen Arbeitsplätzen

## ► Interviewleitfaden für Führungskräfte

### Standardfragen

- Funktion
- Dauer der Tätigkeit
- Beruflicher Werdegang/höchster Abschluss

### Eingesetzte Tätigkeitsprofile

1. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass sich die typischen Arbeitsaufgaben/Tätigkeitsprofile bezogen auf die Facharbeiterebene in Ihrem Verantwortungsbereich unterscheiden lassen in (Trifft folgende Einteilung zu?):
  - a. taktungebundene
    - i. Anlagenelektriker/-mechaniker/-in
    - ii. Instandhalter/-in (Instandhalter/-in 4.0)
    - iii. Systemeinrichter/-in
  - b. taktgebundene
    - i. Teileeinleger/-in
    - ii. Schweißer/-in
    - iii. Werker/-in

(Wenn nicht zutreffend, wie ist dann eine Einteilung möglich?)

## ► Instandhalter/-in 4.0

### Tätigkeitsprofile und Ausbildungsberufe

1. Was sind die typischen Tätigkeitsprofile der Instandhalter/-innen 4.0, bitte nennen Sie typische Handlungsfelder.
2. Arbeiten Instandhalter/-innen 4.0 im Team; wenn ja, wie ist das Team zusammengestellt (Größe, Merkmale wie Alter, Ausbildungsberuf, Erfahrung, Schwächen/Stärken – wer bestimmt die Zusammensetzung)?
3. Welche Ausbildungsberufe sehen Sie gegenwärtig am besten für den Einsatz als Instandhalter/-in 4.0 geeignet?

### Veränderte Arbeitsaufgaben und Qualifikationsanforderungen durch Technologieentwicklung und Arbeitsorganisation

1. Was sind für Sie typische Veränderungen in den Tätigkeitsprofilen/Arbeitsaufträgen der Instandhalter/-innen 4.0 (verglichen mit vor fünf Jahren), was ist neu, was ist weggefallen, was wird an Bedeutung gewinnen?

2. Welche Veränderungen beobachten Sie im Hinblick auf eingesetzte Technologien sowie die Arbeitsaufgabenwahrnehmung (Problemlösestrategien) der Instandhalter/-innen 4.0 und zwar bezogen auf
  - a. Diagnose und Fehlersuche bei Reparaturen,
  - b. Wartungen,
  - c. Havariesituationen?
3. Wie häufig und für welche Aufgaben werden externe Dienstleister für die Instandhaltung herangezogen – welche Aufgaben hat dann das eigene Personal? Wer bringt das Wissen aus dem Unternehmen ein?

#### Veränderte Arbeitsaufgaben und Qualifikationsanforderungen durch IKT-Einsatz

1. Welche Auswirkungen hat die Digitalisierung/IKT auf die Instandhaltung bisher/künftig (Auftragserteilung, Dokumentationssysteme/Technische Dokumentationen; Wartungslisten; Handbücher, Diagnosesysteme, Wissensaustausch, Prozessdaten, Produktdaten/Anlagendaten)?
2. Erkennen Sie aufgrund der zunehmenden Digitalisierung bei den Instandhalter/-innen 4.0 neue Qualifikationsbedarfe – welche sind das?
3. Wie werden IKT von den Mitarbeitern in den Arbeitsprozessen genutzt? Wer pflegt die Software, wer optimiert Programme? Wie erfolgt die Zusammenarbeit mit IT-Experten?

#### Verhaltensbezogene Anforderungen

1. Wodurch zeichnet sich das Maß der Verantwortungswahrnehmung bzw. Selbstständigkeit der Instandhalter/-innen aus? (Hierarchie, Mitzeichnung, Abnahme/Erteilung von Aufträgen, Inbetriebnahme)
2. Welche übergreifenden Kompetenzen und Verhaltensweisen spielen künftig aufgrund der IT-Nutzung eine veränderte Rolle (weniger Mitarbeiter/-innen, mehr Komplexität)?

#### Fragen zu weiteren Arbeitsplätzen, Tätigkeitsprofilen und Herausforderungen

3. Finden sich in Ihrer Organisation möglicherweise neue Aufgabenprofile; wenn ja, welche Aufgaben haben diese; welche Qualifikation sind erforderlich? Wie kooperieren Sie mit den Instandhalter/-innen 4.0?
4. Welchen Stellenwert haben mechanische Arbeitsaufgaben (Montage/Demontage mechanischer Baugruppen, Herstellen und Anpassen von Bauteilen usw.); wer führt das aus?
5. Wo arbeiten Informatiker/-innen, was ist deren Qualifikation/Abschluss, was sind deren Aufgaben und wie kooperieren Ihre Mitarbeiter/-innen mit diesen?
6. Welche weiteren Schnittstellen im Geschäftsprozess sind für die Instandhaltung und den Service relevant (z.B. Logistik, IT, Helfer usw.), die möglicherweise noch nicht angesprochen wurden?
7. Inwieweit sind die Fachkräfte bei der Planung und Realisierung von Veränderungen an Anlagen/Neubauten eingebunden?
8. Inwieweit ist z. B. die Arbeit mit ERP-Systemen (Enterprise-Resource-Planning) für die Mitarbeiter/-innen von Bedeutung, z. B. bei Material- und Ersatzteilbeschaffung?
9. Wo sehen Sie den größten Qualifizierungsbedarf bei der Umsetzung der Arbeitsabläufe?
10. Wie wird sich die Arbeitsorganisation in Bezug auf die Instandhaltung in Ihrem Bereich künftig verändern?
11. Was tun Sie für die Weiterbildung der Mitarbeiter/-innen?



## ► Fragen an Fachkräfte

### Standardfragen

- Funktion
- Dauer der Tätigkeit
- Beruflicher Werdegang/höchster Abschluss

### Tätigkeitsprofil Erfahrungen

1. Bitte beschreiben Sie Ihre beruflichen Aufgaben, was sind typische Arbeitsaufträge und -abläufe? Was sind dabei die Herausforderungen?
2. Was sind für Sie typische Arbeitsmittel, Werkzeuge?
3. Arbeiten Sie im Team, wenn ja, wie ist das Team zusammengestellt (Größe, Merkmale, wie Alter, Ausbildungsberuf, Erfahrung, Schwächen/Stärken – wer bestimmt die Zusammensetzung)? Welche Rolle haben Sie im Team?
4. Wie häufig und für welche Aufgaben arbeiten Sie mit externen Dienstleistern und anderen Bereichen zusammen – welche Aufgaben übernehmen Sie dabei? Wie findet die Abstimmung/Kooperation statt?
5. Was sind für Sie typische Veränderungen im Tätigkeitsprofil (verglichen mit vor fünf Jahren), was ist neu, was ist weggefallen, was wird an Bedeutung gewinnen?

### Qualifikation

6. Welche erworbenen Qualifikationen aus der Ausbildung sind für Sie besonders wichtig?
7. Welche Qualifikationen sind eher nicht gefragt und haben an Bedeutung verloren?
8. Wo erkennen Sie Qualifikationsanforderungen, die im Rahmen der Ausbildung zu wenig oder überhaupt nicht entwickelt wurden?
9. Welche Ausbildungsberufe sehen Sie gegenwärtig am besten für den Einsatz als operative bzw. Systeminstandhalter/-in bzw. Anlagenführer/-in geeignet?

### Veränderte Anforderungen durch Arbeitsorganisation und IT

10. Erkennen Sie aufgrund der zunehmenden Digitalisierung/Einzug der IT und der Roboter neue Qualifikationsbedarfe – welche sind das?
11. Wie nutzen Sie IKT bei der Erfüllung Ihrer Arbeitsaufgaben (Diagnose, technische Dokumentation, ERP, Programmierung, Anlagensteuerung, Sensorik/Aktorik)?
12. Nutzen Sie das Internet oder andere netzgestützte Möglichkeiten zur Information, Wissensaufbau bzw. als Hilfe?
13. Inwieweit sind für Ihre Arbeit ERP-Systeme (Enterprise-Resource-Planning) von Bedeutung, z. B. bei Material- und Ersatzteilbeschaffung?
14. Inwieweit sind Sie bei der Planung und Realisierung von Veränderungen an Anlagen/Neubauten eingebunden? Was bedeutet die zunehmende Komplexität der Anlagen und ihrer Durchdringung mit IKT für Ihre konkrete Arbeit?
15. Wo arbeiten reine IT-Fachleute, was sind deren Aufgaben und wie kooperieren Sie mit diesen? (Wer programmiert, wer ändert Programme, wer führt das Update durch usw.?) Was ist die gemeinsame Sprache?
16. Welchen Stellenwert haben mechanische Arbeitsaufgaben (Montage/Demontage mechanischer Baugruppen, Herstellen und Anpassen von Bauteilen usw.), wer führt das aus?
17. Welchen Stellenwert haben Hydraulik und Pneumatik in der Arbeit?
18. Wie wichtig ist das „Gefühl“ für Material und Werkzeuge für Instandhaltungsarbeiten?
19. Wie bilden Sie sich weiter? (Beispiele)

## Verhaltensanforderungen und Selbstständigkeit

20. Wie ist die Verantwortungsaufteilung zwischen Ihnen und Ihren Vorgesetzten gestaltet? (Beispiele: Zeitmanagement/Arbeitsabläufe, Inbetriebnahme, Auftragsannahme, Auftragsabschluss, Beschaffung, Dienstleistung Dritter)
21. Wie handeln Sie in Störfällen und bei Havarien? Was sind Ihre Problemlösestrategien?
22. Bitte erklären Sie, wozu und wie Sie digitale Werkzeuge, Programme, Diagnosesysteme Wissenstransfersysteme usw. nutzen. Wo und wie haben Sie das gelernt?
23. Was muss ein guter Anlagenführer/eine gute Anlagenführerin (Instandhalter/-in) können?
24. Was sind typische Schwierigkeiten in der Arbeit, die Sie eigenständig nicht ohne Weiteres lösen können?
25. Wie hätte Ihre eigene Ausbildung besser auf diese Arbeitsaufgaben vorbereiten können?

# Anlage 3 Dokumentation Instandhaltungsleiterworkshop zur Überprüfung des Tätigkeitsprofils „Instandhalter 4.0/ Instandhalterin 4.0“ in Emden

## ► Ausgangslage

Im Rahmen der Hospitationen am Standort Wolfsburg hat das Projektteam ein Tätigkeitsprofil für den Instandhalter 4.0/die Instandhalterin 4.0 (Karosseriebau) erstellt und mit den dortigen Interviewpartnern rückgekoppelt. Das Tätigkeitsprofil hat für das Projekt zentrale Bedeutung. Es kann künftig folgende Funktionen haben:

1. Ableitung von notwendigen Aus- und Weiterbildungsinhalten aus den beschriebenen Tätigkeiten,
2. Soll-Ist-Vergleich zwischen Ausbildungsabteilung und Fachabteilung und Impulsgeber für die Weiterentwicklung der Ausbildung auf Grundlage bestehender Ausbildungsberufe,
3. Soll-Ist-Vergleich zwischen Weiterbildungsabteilung und Fachabteilung und Impulsgeber für die Weiterentwicklung der betrieblichen Weiterbildung,
4. Vergleich mit anderen Arbeitsaufgaben in verwandten Einsatzbereichen (Instandhaltung in vernetzten Produktionsprozessen und Erweiterung des Geltungsbereichs bzw. Verallgemeinerung,
5. Abgleich mit bestehenden Ausbildungsordnungen und Schlussfolgerungen/Empfehlungen für mögliche Zusatzqualifikationen, Novellierungen und/oder einen eigenen Beruf.

Um die Gültigkeit und Aussagekraft des Profils zu überprüfen und zu stärken, ist die Einschätzung anderer Standorte und Experten/Expertinnen wichtig. Dazu wurde die Möglichkeit genutzt, das Projekt vor den Instandhaltungsleitern (Karosseriebau) der meisten weltweiten VW-Standorte, die sich zyklisch treffen, vorzustellen. Instandhaltungsleiter/-innen sind dabei prinzipiell die für die gesamte Instandhaltung zuständigen Vorgesetzten, denen Meisterbereiche, Schichtverantwortliche und Instandhalter/-innen untergeordnet sind.

## ► Methodisches Vorgehen

Insgesamt stand für den Dialog mit den Instandhaltungsleitern nur ein Zeitfenster von 90 Minuten zur Verfügung. In diesem Zeitraum wurde zunächst das Projekt vorgestellt, dann in die vorbereitete Aufgabenstellung eingeführt (siehe Anlage), die Aufgabe von den Teilnehmern bearbeitet und im Sinne einer Auswertung allen Teilnehmenden abschließend die Möglichkeit gegeben, ihre Antworten zu kommentieren und eigene Erfahrungen weiterzugeben.

Die Aufgabenstellung war zweiteilig: Zunächst sollte eingeschätzt werden, ob die genannten Arbeitsaufgaben zutreffend sind. Für die geschlossenen Antwortmöglichkeiten stand hier eine Dreierskalierung zur Verfügung „ja, teils/teils, nein“. Im zweiten Schritt durften auf die 14 Felder fünf Punkte im Sinne einer Priorisierung, wo der größte Qualifikationsbedarf gesehen wird, verteilt werden.

Der Instandhaltungsleitergruppe gehörten neun Personen an, vier davon aus Deutschland. Zur Unterscheidung zwischen Inland und Ausland wurde mit zwei Farben gearbeitet: Rot für Ausland, Grün für Inland.

Angesichts der kurzen Zeit war es nicht möglich, einzelne Items und das Antwortverhalten zu hinterfragen. In der abschließenden Rückkopplungsphase kamen viele wertvolle Hinweise, auf die in der Auswertung eingegangen wird. Erschwerend kam hinzu, dass mindestens vier der Teilnehmenden keine Muttersprachler waren und deshalb Kommunikationsverluste anzunehmen sind. Dass die Antwortoption „teils/teils“ eher bezogen auf die Häufigkeit der zu verrichtenden Arbeiten gesehen wurde und weniger auf ihre allgemeine Gültigkeit, verdeutlichen z. B. die Positionen 13 und 14. Auch in den Kommentierungen wurde die hier scheinbare Relativierung der Richtigkeit nicht weiter deutlich gemacht, vielmehr wurde das Herangehen wie auch das Ergebnis unterstützt.

## ► Ergebnisse

### Richtigkeit der Aussagen/Tätigkeitsprofilpositionen

Insgesamt beurteilten die Befragten die genannten Positionen des Tätigkeitsprofils als voll bzw. teilweise zutreffend (Abb. 1 und 2). Dieses Ergebnis in Verbindung mit den anschließend geäußerten Beiträgen der Befragten ist eine grundsätzliche weitestgehende Zustimmung zu dem Profil. Sie zeigt an, dass vernetzte Produktionssysteme an allen Standorten bereits im Einsatz sind und in die Aufgaben Instandhalter/-innen 4.0 hineinwirken. Nicht hinterfragt werden konnte, ob andere Fachkräfte ebenfalls an der operativen Instandhaltung mitwirken und wie die Arbeitsteilung jeweils vor Ort organisiert ist.

Zusätzlich genannt wurden in den nicht dokumentierten, offenen Antworten in der finalen Rückkopplungsrunde das „Programmieren von Steuerungen“ und das „Lesen und Anwenden von Schaltplänen“. Diese Hinweise müssen nochmals kritisch geprüft werden.

Zu erkennen ist eine Unterscheidung der Gewichtung einzelner Positionen, vergleicht man die Aussagen der inländischen und der ausländischen Instandhaltungsleiter. Besonders deutlich fällt das bei den Positionen „Produktionsnetzwerke diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren und kalibrieren“ sowie der „IT-gestützten Fehlerdiagnose“ auf.

Lediglich bei drei Positionen gab ein Teil der Befragten an, dass es sich nicht um Arbeitsaufgaben der Instandhalter/-innen 4.0 handelt. Nur bezogen auf das Item „Betriebsdaten erfassen“ war das der überwiegende Teil (sieben von neun). Gerade dieses zuletzt genannte Teilergebnis steht allerdings im Widerspruch zu den Ergebnissen aus Interviews mit Facharbeitern/Facharbeiterinnen, die diese Aufgabe als wichtig unterstrichen haben.

### Einschätzung des Qualifizierungsbedarfs bei Aufnahme der Arbeit als Instandhalter/-in 4.0

Die Einschätzung des Qualifikationsbedarfs führte zu recht eindeutigen Aussagen. Demnach wurde die Befähigung „Produktionsnetzwerke diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren und kalibrieren“ zu können als größtes Defizit erkannt (insgesamt 13 Nennungen). Von den inländischen Standorten wurden hier Mehrfachpunkte gegeben. Gefolgt war dies von IT-gestützter Fehlerdiagnose (10), Produktionsanlagen warten (10) und elektronische Bauteile austauschen (7). Damit werden genau dort die Defizite als am größten dargestellt, wo auch die stärksten Einflüsse der vernetzten Produktion wirken. Sechs der 14 Positionen wurden nicht als Defizit ausgewiesen.

Abbildung 13

Rückmeldungen zu der Profilbeschreibung (grün – Deutschland, rot – international)

**Tätigkeitsprofil „Operative Instandhaltung“**  
 Für die operative Instandhaltung Elektro/Metall wurde am Standort Wolfsburg im Bereich Karosseriebau F1 folgendes Tätigkeitsprofil erfasst. Um dieses abzustimmen und auf seine Allgemeingültigkeit zu prüfen, möchten wir Sie um die Beantwortung folgender Fragen bitten.

I. Schätzen Sie bitte zunächst ein, ob die einzelnen typischen Arbeitsaufgaben für dieses „Zukunftsprofil“ realistisch/zutreffend sind?  
 II. In welchen fünf Arbeitsaufgaben sehen Sie den größten Qualifizierungsbedarf bei neuen Mitarbeitern in der Operativen Instandhaltung im Anschluss an eine Berufsausbildung?

Tätigkeitsprofil Typische Arbeitsaufgaben	I. Sind die Arbeitsaufgaben zutreffend?			II. Wo ist der Q-Bedarf für neue Mitarbeiter am größten?
	Ja	teils/teils	nein	Bitte priorisieren Sie. Bitte 5 Punkte kleben
<b>1. Produktionsnetzwerke</b> (Profinet, Interbus) analysieren, diagnostizieren, überwachen erweitern, ändern parametrieren/Kalibrieren				
<b>2. IT-gestützte Fehlerdiagnosen</b> an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren zuordnen und überprüfen				
<b>3. Produktionsanlagen(steuern)</b> warten, instandhalten, erweitern, testen und inbetriebnehmen				
<b>4. Schnittstellen</b> und Komponenten überprüfen				
<b>5. Netzwerkstrukturen</b> modellieren und skizzieren				
<b>6. Visualisierungssysteme</b> und -hilfen erstellen				
<b>7. Betriebsdaten</b> erfassen und verwalten				
<b>8. Elektronische Bauteile</b> (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren				
<b>9. IT-Hardware</b> austauschen, erweitern und in Systeme integrieren				
<b>10. Digitale Regelungstechniken</b> anwenden				
<b>11. Technische Informationssysteme</b> nutzen				
<b>12. IT-gestützte Dokumentationssysteme</b> nutzen (Ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren				
<b>13. Mechanische Baugruppen</b> montieren und demontieren				
<b>14. Sich mit Dritten abstimmen;</b> Hilfskräfte einweisen und anleiten				

### Offene Antworten der Teilnehmenden aus der Feedbackrunde

Die Instandhaltungsleiter/-innen äußerten hier ihnen wichtige Punkte, die aufgrund Zeitmangels nicht näher hinterfragt werden konnten. Es handelt sich dabei jeweils um Einzelaussagen. Darunter waren insbesondere erkannte Defizite:

- ▶ Bei Profinet kennt sich keiner richtig aus,
- ▶ Es fehlt an Basis-IT-Qualifikationen,
- ▶ Wichtig ist SPS-Programmierung/Automatisierung,

- ▶ Keine Vorbereitung auf IT-Sicherheit, IT-Kenntnisse fehlen durchgängig; Bedarf z. B.: Kommunikation in Montage mit Fahrzeugsteuerung mehrerer VP-Protokolle,
- ▶ VASS-Standard muss beherrscht werden,
- ▶ Umgang mit KVS<sup>8</sup>-System ist wichtig,
- ▶ Wichtigster Punkt ist die Netzbildung.

In Bezug auf das vorgestellte Tätigkeitsprofil wurden Einzelaussagen erfasst:

- ▶ Im Profil fehlen bisher die Verbindung zur Qualität, das Verständnis für Einmessen von Fahrzeugkoordinaten.
- ▶ Im Profil fehlt „IT-Sicherheit“ (Viren).
- ▶ Bestätigt ein sehr rundes Bild mit den Herausforderungen durch neue Technologie.
- ▶ Im Profil fehlt das Lesen von Schaltplänen.
- ▶ Unterstreicht die Bedeutung des ersten Punktes des Profils, findet sich gut wieder in dem Profil insgesamt.

In Bezug auf die künftige Ausbildungsgestaltung werden u. a. folgende Einzelaussagen gemacht:

- ▶ Möglichst Ansatz der Spezialisierung nach einer Grundausbildung ergänzen.
- ▶ Unterstreicht die Bedeutung des klassischen Programmierens (frei programmierbare Steuerungen); warnt vor zu viel Inhalten on top in der Berufsausbildung, nicht zu leisten durch die Auszubildenden.
- ▶ Am Standort sind zu wenige Zielwerte vorhanden, die guten Auszubildenden in die Instandhaltung zu übernehmen.
- ▶ Grundkenntnisse Mechanik/Schweißen sind notwendig.

---

<sup>8</sup> Das Konstruktionsdaten-Verwaltungs-System (KVS oder HyperKVS) ist Dokumentendrehscheibe und -archiv zum weltweiten Austausch aller im Volkswagen Konzern im Rahmen der Prozessketten anfallenden Konstruktionsdaten sowie dazugehöriger beschreibender Dokumente.

# Autorinnen und Autoren

Simona Feirer  
Volkswagen AG  
E-Mail: [simona.feirer@volkswagen.de](mailto:simona.feirer@volkswagen.de)

Torben Padur  
Bundesinstitut für Berufsbildung  
E-Mail: [padur@bibb.de](mailto:padur@bibb.de)

Peggy Renger  
Volkswagen AG  
E-Mail: [peggy.renger@volkswagen.de](mailto:peggy.renger@volkswagen.de)

Gert Zinke  
Bundesinstitut für Berufsbildung  
E-Mail: [zinke@bibb.de](mailto:zinke@bibb.de)

# Abstracts

Wie verändert die Digitalisierung die Arbeitsaufgaben und damit die Qualifikationsanforderungen an Fachkräfte und was heißt das für die Weiterentwicklung einschlägiger dualer Ausbildungsberufe und der betrieblichen Ausbildung? – Diesen Fragen folgte ein Pilotprojekt, das das BIBB gemeinsam mit der Volkswagen Akademie in Bereichen des Betriebens, der Wartung und der Instandhaltung von digitalisierten Produktionssystemen an insgesamt fünf Unternehmensstandorten durchgeführt hat.

Das vorliegende Diskussionspapier stellt die methodische Herangehensweise, wichtigste Ergebnisse, Anregungen für die Ordnungsarbeit und Empfehlungen für die notwendige Weiterentwicklung der betrieblichen Ausbildung vor. Es gibt so Impulse für Folgeprojekte und für die praktische Arbeit in betrieblichen Ausbildungsabteilungen.

Darüber hinaus werden Fragen wie z.B. zur Prüfungs- und Ausbildungsgestaltung thematisiert, die für die Diskussion um die Weiterentwicklung des Berufsbildungssystems von Interesse sind.

How is digitalisation changing the work activities and skills requirements of skilled workers, and what does this mean for the further development of relevant dual training occupations and for company-based training? These questions have been tackled by a pilot project jointly conducted by BIBB and the Volkswagen Academy, which looked at the areas of operation, repair and maintenance of digitalised production systems at a total of five company locations.

This discussion paper presents the methodological approach adopted, the most important results, proposals for regulatory work, and recommendations for the necessary further development of company-based training. It thus provides impetuses for follow-up projects and for practical work in company training departments.

Other issues of interest in the debate surrounding the further development of the VET system, such as the structuring of training and of examinations, are also addressed.







Bundesinstitut für Berufsbildung  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn

Telefon: (0228) 107-0  
Telefax: (0228) 107 2976/77

Internet: [www.bibb.de](http://www.bibb.de)  
E-Mail: [zentrale@bibb.de](mailto:zentrale@bibb.de)

Bundesinstitut  
für Berufsbildung **BiBB** ▶

- ▶ Forschen
- ▶ Beraten
- ▶ Zukunft gestalten