



# Industrielle Elektroberufe Mechatroniker/Mechatronikerin

# AUSBILDUNG GESTALTEN

## Industrielle Elektroberufe Mechatroniker und Mechatronikerin

- Elektroniker/Elektronikerin für Gebäude- und Infrastruktursysteme
- Elektroniker/Elektronikerin für Betriebstechnik
- Elektroniker/Elektronikerin für Automatisierungstechnik
- Elektroniker/Elektronikerin für Geräte und Systeme
- Elektroniker/Elektronikerin für Informations- und Systemtechnik
- Mechatroniker/Mechatronikerin

© 2018 by Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn

ISBN: 978-3-8474-2256-3 (Print)

ISBN: 978-3-96208-083-9 (PDF)

Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen Nationalbibliothek angemeldet und archiviert.

urn:nbn:de:

Internet: [www.bibb.de/de/84066.php](http://www.bibb.de/de/84066.php)

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).

#### Herausgeber:

Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
Internet: [www.bibb.de](http://www.bibb.de)

#### Konzeption und Redaktion:

##### Henrik Schwarz

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

##### Gert Zinke

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

##### Martin Isenmann

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

##### Kerstin Jonas

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

##### Petra Fitzner-Kohn

Bundesinstitut für Berufsbildung  
E-Mail: [fitzner-kohn@bibb.de](mailto:fitzner-kohn@bibb.de)

#### Autoren:

**Berg, Mario**; B. Braun Melsungen AG

**Bongard, Thomas van den**; Miele & Cie. KG

**Böttjer, Ralf**; Avacon Netz GmbH

**Busbach, Stephan**; Covestro Deutschland AG

**Ernst, Arnold**; Avacon Netz GmbH

**Gerdes, Frank**; IG Metall

**Gleichmann, Lars Christian**; Phoenix Contact GmbH & Co. KG

**Gräf, Hubert**; Provalidis – Partner für Bildung und Beratung GmbH

**Heinrich, Eugen**; Phoenix Contact GmbH & Co. KG

**Helm, Dirk**; CONTITECH GmbH

**Koring, Claudia**; IG Metall

**Mesinovic, Till**; Robert Bosch GmbH

**Meyer, Thomas**; Industrie- und Handelskammer, Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelenwicklungsstelle (PAL), Region Stuttgart

**Michailowa, Steffi**; ABB Ausbildungszentrum Berlin gGmbH

**Müller, Christian**; Evonik Technology & Infrastructure GmbH

**Müller, Karlheinz**; Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie

**Ortmaier, Matthias**; Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

**Plötz, Daniel**; Avacon Netz GmbH

**Regler, Alfons**; AUDI AG

**Schwarz, Anja**; Deutscher Industrie- und Handelskammertag e. V.

**Steltz, Norbert**; SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG

**Tackenberg, Henry**; Berufsbildungswerk GmbH

Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Auf einen Blick – was ist neu?</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Digitalisierung der Arbeitswelt – veränderte Anforderungen an die Berufsbildung</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Neue und geänderte Berufsbildpositionen</b> .....	<b>8</b>
3.1 Neue Berufsbildposition 5 „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ .....	8
3.2 Geänderte Berufsbildpositionen .....	10
3.3 Betriebliche Projekte .....	13
<b>4 Zusatzqualifikationen</b> .....	<b>17</b>
4.1 Zusatzqualifikation Digitale Vernetzung.....	21
4.2 Zusatzqualifikation Programmierung.....	25
4.3 Zusatzqualifikation IT-Sicherheit .....	27
4.4 Zusatzqualifikation Additive Fertigungsverfahren (nur für Mechatroniker/-in) .....	30
4.5 Empfehlungen zu Planung und Umsetzung der Zusatzqualifikationen .....	34
<b>5 Prüfung</b> .....	<b>37</b>
<b>6 Änderungen in den Rahmenlehrplänen</b> .....	<b>40</b>
<b>7 Lernortkooperation im Industrie 4.0 Kontext</b> .....	<b>41</b>
7.1 Industrie 4.0 relevante Ausbildungsinhalte.....	41
7.2 Industrie 4.0 relevante Kompetenzfelder .....	41
7.3 Digitale Basisqualifizierung .....	42
7.4 Qualifizierung im Industrie 4.0 Workflow .....	42
7.5 Ableitung der Industrie 4.0 relevanten Qualifikationsinhalte .....	42
<b>Links</b> .....	<b>43</b>
<b>Adressen</b> .....	<b>45</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>47</b>



Dieses Symbol verweist an verschiedenen Stellen im Dokument auf Praxisbeispiele und Zusatzmaterialien, die Sie auf der Seite des Berufs im Internet finden [[www.bibb.de/de/84066.php](http://www.bibb.de/de/84066.php)].

# Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

wie kaum eine andere Berufsgruppe stehen die industriellen Metall- und Elektroberufe im Fokus, wenn es um das Thema Digitalisierung und Industrie 4.0 geht. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, wurden die Ausbildungsberufe umfassend modernisiert. Die Änderungen sind mit Beginn des Ausbildungsjahres 2018/2019 in Kraft getreten. Die hier vorliegende Publikation wendet sich an Ausbildungsverantwortliche und soll die Umsetzung der geänderten Ausbildungsverordnungen in die betriebliche Ausbildungspraxis unterstützen. Sie bezieht sich auf die nachfolgenden Berufe:

- ▶ Elektroniker/Elektronikerin für Gebäude- und Infrastruktursysteme,
- ▶ Elektroniker/Elektronikerin für Betriebstechnik,
- ▶ Elektroniker/Elektronikerin für Automatisierungstechnik,
- ▶ Elektroniker/Elektronikerin für Geräte und Systeme,
- ▶ Elektroniker/Elektronikerin für Informations- und Systemtechnik sowie
- ▶ Mechatroniker/Mechatronikerin.

Für alle Berufe neu ist die integrativ während der gesamten Ausbildungszeit zu vermittelnde Berufsbildposition „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“. Außerdem wurden in den Berufsbildpositionen „Betriebliche und technische Kommunikation“ sowie „Geschäftsprozesse und Qualitätsmanagement im Einsatzgebiet“ Änderungen in die Ausbildungsordnungen eingearbeitet. Darüber hinaus gibt das neu eingeführte Instrument wählbarer Zusatzqualifikationen den im Digitalisierungsprozess unterschiedlich aufgestellten Betrieben die Möglichkeit, gezielt Kompetenzen für den digitalen Wandel aufzubauen. Diese optionalen und gesondert zertifizierten Ausbildungsinhalte sind zugleich ein attraktives Angebot für Auszubildende, ihre Qualifikationen um neue, besonders nachgefragte Kompetenzen zu erweitern. Die Zusatzqualifikationen verbessern darüber hinaus die Startmöglichkeiten für die berufliche Weiterbildung der Fachkräfte.

Diese Umsetzungshilfe stellt konkrete Beispiele für die Ausbildungsgestaltung vor und gibt Hilfen für die zeitlich-organisatorische Planung, Realisierung und Dokumentation der Ausbildung. Zusätzlich können weitere Angebote und Vorlagen online abgerufen werden.

Für die vertrauensvolle und engagierte Zusammenarbeit danken wir den beteiligten Sachverständigen und Koordinatoren der Sozialpartner. Zukünftig wird für die Weiterentwicklung der Ordnungsmittel und der Ausbildung in den Berufen ein kontinuierlicher Dialog mit der Ausbildungspraxis noch notwendiger. Dafür sind hier gute Grundlagen gelegt, an die wir anknüpfen werden.

Ich wünsche mir gerade auch vor diesem Hintergrund eine umfassende Verbreitung dieser Umsetzungshilfe bei allen, die mit der dualen Berufsausbildung befasst sind – einschließlich der Auszubildenden selbst.

Den Autorinnen und Autoren gilt mein herzlicher Dank für ihre engagierte und qualifizierte Arbeit.

Bonn, im Oktober 2018  
Prof. Dr. Friedrich Hubert Esser  
Präsident Bundesinstitut für Berufsbildung

# 1 Auf einen Blick – was ist neu?

Die Digitalisierung und die mit ihr einhergehenden Entwicklungen verändern die Arbeitswelt in der Metall- und Elektro-Industrie. Dabei stehen die unter dem Schlagwort Industrie 4.0 beschriebenen Veränderungen in der industriellen Produktion im Mittelpunkt. Leitbild für Industrie 4.0 sind wandlungsfähige und vernetzte Produktions- und Logistikprozesse, die eine hocheffiziente und hoch flexible Produktion ermöglichen, Kundenwünsche in Echtzeit integrieren und individuelle Produktvarianten möglich machen.

Mit der Arbeitswelt ändern sich die Qualifikationsanforderungen an die Fachkräfte. Die besondere Herausforderung für die Weiterentwicklung der Ausbildungsberufe ist dabei, dass die Wirtschaft in einem permanenten Transformationsprozess steht, der aber in Einzelbetrieben und an Arbeitsplätzen nicht zwingend zeitgleich wirkt. Konventionelle und innovative Techniken existieren nebeneinander und müssen beide gemeistert werden. Das setzt Flexibilität und breite Qualifikationen voraus.

Die Ausbildungsordnungen für die industriellen Metall- und Elektroberufe sind prozessorientiert und gestaltungsoffen formuliert. Sie bilden im Sinne von Mindestanforderungen eine gute Grundlage, um für heutige und künftige Arbeitsaufgaben die notwendige berufliche Handlungsfähigkeit zu vermitteln und abhängig von betrieblichen Anforderungen die Ausbildung auszugestalten.

Vor diesem Hintergrund haben sich das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), der Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e. V.

(Gesamtmetall), die Industriegewerkschaft Metall (IG Metall), der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA) und der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) auf Anpassungen in den geltenden Ausbildungsordnungen mittels Änderungsverordnungen verständigt.

Unterstützt vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) haben Sachverständige der Arbeitgeber und Arbeitnehmer dazu die Metall- und Elektro-Ausbildungsordnungen und Ausbildungsrahmenpläne überarbeitet. Korrespondierend sind die Rahmenlehrpläne von den Rahmenlehrplanausschüssen der Kultusministerkonferenz (KMK) überarbeitet worden.

Die Ausbildungsordnungen beinhalten drei Neuerungen:

- ▶ Über alle Berufe hinweg wurde die neue integrativ zu vermittelnde Berufsbildposition „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ eingefügt.
- ▶ Betriebliche Lerninhalte wurden im Hinblick auf Industrie 4.0 relevante Qualifikationsanforderungen aktualisiert.
- ▶ Mit insgesamt sieben optional wählbaren Zusatzqualifikationen werden Industrie 4.0 relevante Qualifizierungsschwerpunkte abgebildet.

Der Hauptausschuss des Bundesinstituts für Berufsbildung hat am 15. März 2018 diese Modernisierung der industriellen Metall- und Elektroberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin zum 1. August 2018 beschlossen.

## 2 Digitalisierung der Arbeitswelt – veränderte Anforderungen an die Berufsbildung

Digitalisierung wird in den letzten Jahren mit den Maßstäben des Begriffs Industrie 4.0 gemessen. Industrie 4.0 gilt als vierte Stufe der Industrialisierung, die eine intelligente Vernetzung von Ressourcen, Informationen, Objekten und Menschen auf Basis von cyberphysischen Systemen (CPS) kennzeichnet. In Unternehmen wird das z. B. daran erkennbar, dass Prozesse digital abgebildet sind und Tablets sowie moderne Leitstände zum Einsatz kommen. Intelligente Sensoren sorgen innerhalb von Anlagen dafür, dass ganze Prozessketten, einschließlich der Materialflüsse, abgestimmt und optimiert sind, diese IT-gestützt betrieben werden und dass vorausschauend instand gehalten und in Prozesse eingegriffen werden kann.

Gefordert sind nicht nur neue „digitale“ fachliche Qualifikationen, die beispielsweise ein größeres Abstraktionsvermögen, Prozess- und Systemverständnis betreffen. Zur Beherrschung von vernetzten Systemen sind auch methodische, soziale und personale Kompetenzen wichtig. Komplexe digitalisierte Produktionsprozesse sind heute von einzelnen Fachkräften nicht mehr zu beherrschen. Um diese Systeme handlungssicher zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben, arbeiten interdisziplinäre Teams in der gesamten Wertschöpfungskette zusammen.

Durch die steigende Komplexität miteinander vernetzter Systeme und durch sich verkürzende Innovationszyklen neuer Techniken steigen darüber hinaus die Anforderungen an die Problemlösungs- und Selbstlernkompetenzen aller Beschäftigten.

Angesichts der Tatsache, dass sich Aufgaben- und Kompetenzprofile von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen stark ändern werden, ist die Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte ein Kernthema.

### **Berufliche Fortbildung gewinnt zunehmend an Bedeutung**

Die enge Verzahnung von Aus- und Fortbildung wird zukünftig immer wichtiger. Ziel muss es daher sein, die Stärken einer breiten und systematischen Ausbildung mit denen einer hierauf aufbauenden strukturierten Fortbildung effizient zu verbinden. Dies ermöglicht langfristig attraktive Fachkarrieren.

Hochdynamische Transformationsprozesse, wie durch Industrie 4.0 hervorgerufen, erfordern zusätzlich eine vorausschauende Qualifizierung der Fachkräfte. Um dabei Effizienz und Nachhaltigkeit in der Fort- und Weiterbildung sicherzustellen, müssen geeignete Qualifizierungsprozesse definiert und so eng wie möglich mit den neuen Arbeitsprozessen gekoppelt werden. Das Konzept der arbeitsprozessorientierten Qualifizierung bietet dazu passgenau die notwendige Unterstützung.

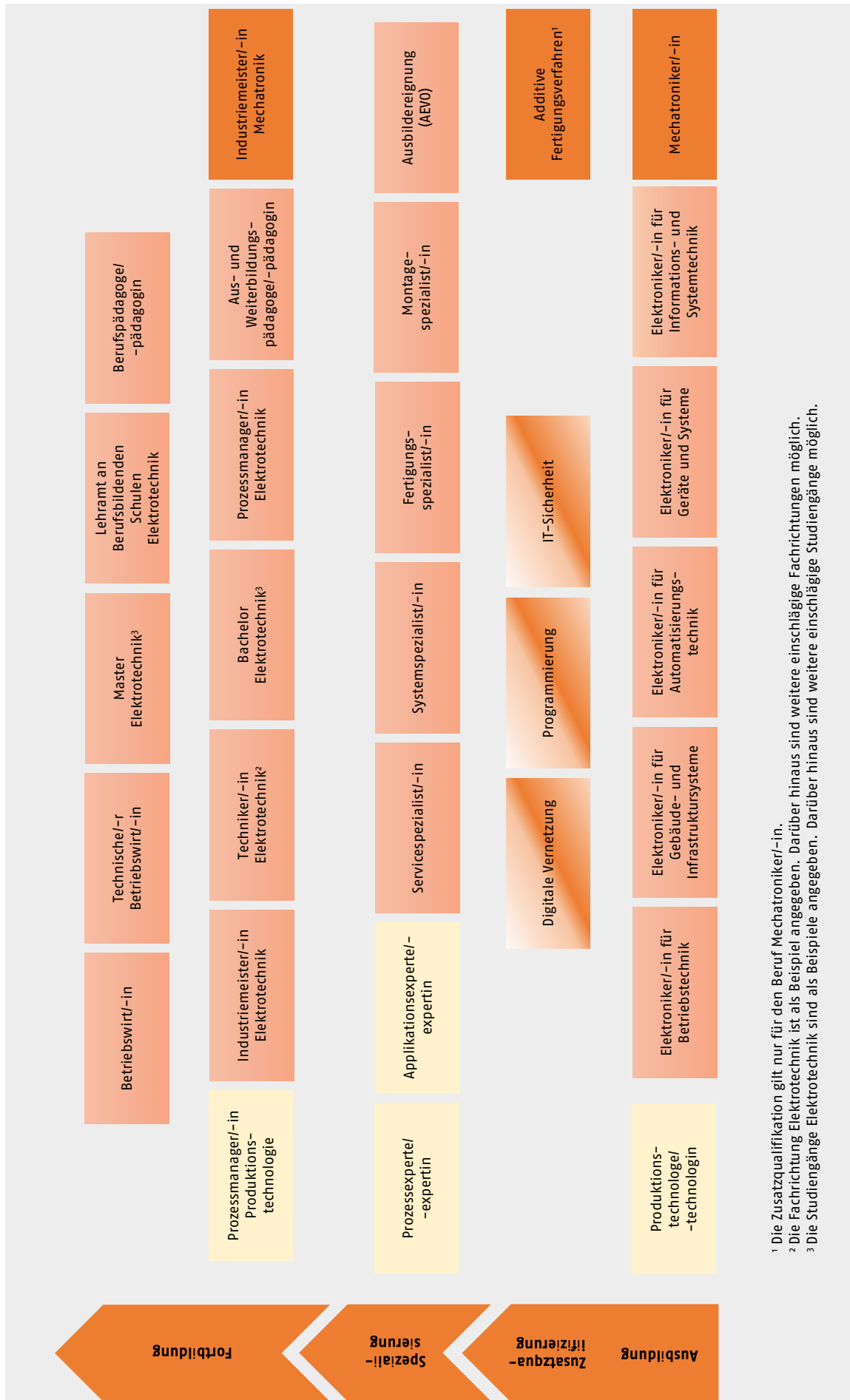
Mit seinen beiden essenziellen Bestandteilen – Prozessorientierung und Integration von Arbeit und Lernen – ermöglicht das Konzept auch in Verbindung mit prozessorientiert gestalteten Fortbildungsordnungen zukunftsweisende Ansätze für eine moderne Fachkräfteentwicklung.

In einer arbeitsprozessorientierten Qualifizierung lernen Teilnehmer/-innen überwiegend in ihrem Arbeitsfeld und mit ihrem Team direkt in den Industrie 4.0 Arbeitsprozessen. Ziel muss es in Zukunft sein, diese Form des Lernens systemisch und nachhaltig zu fördern.

Eine regelmäßige Weiterbildung ist zum Zweck des Qualifikationserhalts notwendig und gemeinsame Aufgabe von Fachkräften und Unternehmen. Dazu gehören z. B. Lernen im Prozess der Arbeit, Herstellerschulungen, Unterweisungen und das Nutzen einschlägiger Fachzeitschriften wie auch entsprechender Online-Angebote.

Die berufliche Aufstiegsfortbildung hat mit dem Industrie-meisterkonzept eine etablierte Marke. Die landesrechtlich geregelte Techniker-Fortbildung ist an Fachschulen möglich. Eine weitere Option zur Fortbildung innerhalb des Berufsbildungssystems stellen die ET-Spezialisten- und Professional-Profile dar.

Diese und andere Fortbildungsmöglichkeiten sind eine gute Ausgangsbasis für eine anforderungs- und bedarfsgerechte Qualifizierung in Richtung Industrie 4.0. Die folgende Grafik zeigt dafür mögliche Karrierewege (siehe Abb. 1).



<sup>1</sup> Die Zusatzqualifikation gilt nur für den Beruf Mechatroniker/-in.

<sup>2</sup> Die Fachrichtung Elektrotechnik ist als Beispiel angegeben. Darüber hinaus sind weitere einschlägige Fachrichtungen möglich.

<sup>3</sup> Die Studiengänge Elektrotechnik sind als Beispiele angegeben. Darüber hinaus sind weitere einschlägige Studiengänge möglich.

Abbildung 1: Mögliche Karrierewege der industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin (Quelle: IG Metall, überarbeitet)



## 3 Neue und geänderte Berufsbildpositionen

### 3.1 Neue Berufsbildposition 5 „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“

Entsprechend dem Bedeutungszuwachs der digitalen Arbeit, digitaler Arbeitsmittel und -formen sowie der Anforderungen des Datenschutzes und der Informationssicherheit wurde eine neue integrative Berufsbildposition (Ifd. Nr. 5 unter „Gemeinsame Kernqualifikationen“) in die Verordnungen aufgenommen.

Die darin beschriebenen Qualifikationen sind integrativ während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln (siehe Abb. 2).

Dies betrifft z. B. den Umgang mit Visualisierungssystemen in der Prozesssteuerung, mit Assistenzsystemen im Qualitätsmanagement, mit Tablets bei der Aufnahme von Teilenummern oder den Zugriff auf Handlungsanleitungen, ebenso die Nutzung von digitalen Medien zur Informationsbeschaffung (z. B. Lernplattformen, Blogs, Online-Videos). Einbezogen sind dabei der Datenschutz und die Berücksichtigung der organisatorischen und technischen Maßnahmen zur Informationssicherheit im Unternehmen. Aber auch das interdisziplinäre, domänen- und funktionsübergreifende Zusammenarbeiten ist für die Arbeits- und Geschäftsprozesse der Industrie 4.0 notwendig und wird mit der Berufsbildposition 5 abgebildet und gefördert.

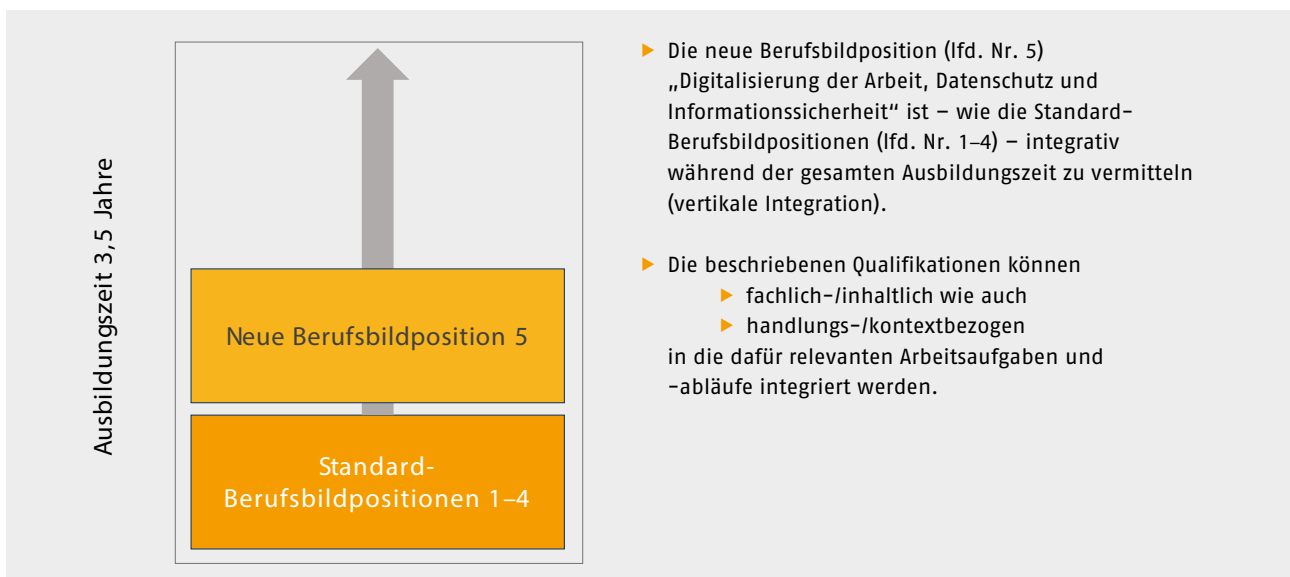


Abbildung 2: Qualifizierung in integrativen Berufsbildpositionen (Quelle: ZVEI, überarbeitet)

Mit dieser Berufsbildposition verbindet sich die Zielsetzung, die Entwicklung der Kompetenz „IT“ als ein Werkzeug im beruflichen Kontext einzusetzen.

In der folgenden Übersicht 1 werden die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten aus dem Ausbildungsrahmenplan zum besseren Verständnis erläutert und mit Beispielen unterfüttert.

## Übersicht 1: Neue Berufsbildposition „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“

BBP	Teil des Ausbildungsberufsbildes/ Kernqualifikationen, die unter Einbeziehung selbstständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens integriert mit berufsspezifischen Fachqualifikationen zu vermitteln sind	Erläuterungen	Zeitraumen
5	<b>Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit</b>		
	a) auftragsbezogene und technische Unterlagen unter Zuhilfenahme von Standardsoftware erstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfprotokolle, Übergabeprotokolle, Serviceberichte, Schaltpläne, Zeichnungen, Arbeitspläne erstellen oder editieren</li> <li>▶ betriebsübliche Software nutzen, z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Enterprise Resource Planning (ERP)</li> <li>● Office-Pakete</li> <li>● Computer Aided Design (CAD)</li> <li>● Computer Aided Manufacturing (CAM)</li> <li>● Manufacturing Execution System (MES)</li> </ul> </li> <li>▶ Workflow bearbeiten</li> </ul>	während der gesamten Ausbildungszeit zu vermitteln
	b) Daten und Dokumente pflegen, austauschen, sichern und archivieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Kollaborationsplattformen, z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Teamcenter</li> <li>● SharePoint</li> <li>● ERP</li> </ul> </li> <li>▶ Datensicherung nach betrieblichen Vorgaben</li> <li>▶ Prozess- und Produktdatenbank</li> </ul>	
	c) Daten eingeben, verarbeiten, übermitteln, empfangen und analysieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Parameter in Systeme eingeben</li> <li>▶ digitale Techniken und Arbeitsmittel nutzen, z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>● LAN und WLAN</li> <li>● Bluetooth</li> <li>● Radio Frequency Identification (RFID)</li> <li>● QR-Code</li> <li>● Near Field Communication (NFC)</li> <li>● Transponder</li> </ul> </li> <li>▶ Plausibilitätsprüfung</li> </ul>	
	d) Vorschriften zum Datenschutz anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und Bundesdatenschutzgesetz (BDSG), z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Einwilligung zur Verarbeitung von Daten</li> <li>● Löschen von Daten</li> </ul> </li> <li>▶ betriebliche Richtlinien</li> <li>▶ Urheberrecht beachten</li> <li>▶ Zugangsberechtigungen</li> </ul>	
	e) informationstechnische Systeme (IT-Systeme) zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ System- und Prozesszusammenhänge erkennen und verstehen</li> <li>▶ Projektmanagement-Tools nutzen</li> <li>▶ ERP</li> </ul>	
	f) Informationsquellen und Informationen in digitalen Netzen recherchieren und aus digitalen Netzen beschaffen sowie Informationen bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ interne und externe Wikis</li> <li>▶ Internetrecherche (z. B. Datenblätter)</li> <li>▶ Intranetrecherche</li> <li>▶ Social Media</li> <li>▶ digitale Bibliotheken</li> <li>▶ Seriosität, Glaubhaftigkeit</li> <li>▶ Nutzungsrechte prüfen</li> </ul>	
	g) digitale Lernmedien nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Web Based Training (WBT)</li> <li>▶ Computer Based Training (CBT)</li> <li>▶ E-Learning, Mobile Learning</li> <li>▶ Lernplattformen</li> <li>▶ Massive Open Online Course (MOOC)</li> </ul>	
	h) die informationstechnischen Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität berücksichtigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Standards des Bundesamts für die Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) beachten und einhalten</li> <li>▶ betriebliche Regelungen</li> </ul>	
	i) betriebliche Richtlinien zur Nutzung von Datenträgern, elektronischer Post, IT-Systemen und Internetseiten einhalten		

BBP	Teil des Ausbildungsberufsbildes/ Kernqualifikationen, die unter Einbeziehung selbstständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens integriert mit berufsspezifischen Fachqualifikationen zu vermitteln sind	Erläuterungen	Zeitraumen
	j) Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ nachlassende Performance</li> <li>▶ unbekannte Programme (Pop-ups, Skripte)</li> <li>▶ Phishing</li> <li>▶ Malware/Schadsoftware</li> </ul>	
	k) Assistenz-, Simulations-, Diagnose- oder Visualisierungssysteme nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prozesssimulation in der Steuerungstechnik</li> <li>▶ Roboter-Simulation</li> <li>▶ Virtual Reality</li> <li>▶ Condition Monitoring</li> <li>▶ Digitaler Zwilling</li> <li>▶ Augmented Reality</li> </ul>	
	l) in interdisziplinären Teams kommunizieren, planen und zusammenarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ebenenübergreifend</li> <li>▶ standortübergreifend</li> <li>▶ berufsfeldübergreifend</li> <li>▶ betriebsübergreifend</li> </ul>	

### 3.2 Geänderte Berufsbildpositionen

Neben der Einführung einer neuen integrativen Berufsbildposition (BBP) zur Digitalisierung wurden in Hinblick auf die berufsspezifischen Industrie 4.0 Qualifikationsanforderungen bei den Elektroberufen die Berufsbildposition lfd. Nr. 6 „Betriebliche und technische Kommunikation“ und Berufsbildposition lfd. Nr. 7 „Planen und Organisieren der Arbeit, Bewerten der Arbeitsergebnisse“ entsprechende Aktualisierungen, Ergänzungen und auch Streichungen vorgenommen (siehe Übersicht 2).

Bei den Elektroberufen betrifft die Aktualisierung der Fachqualifikationen vorrangig die Berufsbildposition Nr. 18 „Geschäftsprozesse und Qualitätsmanagement im Einsatzgebiet“. Hier liegt der Fokus darauf, Lebenszyklusdaten (Betriebs-/Prozessdaten) von Aufträgen, Dienstleistungen, Produkten und Betriebsmitteln auszuwerten sowie Vorschläge zur Optimierung von Abläufen und Prozessen zu erarbeiten (siehe Übersicht 3).

Die vorgenommenen Änderungen an den Kernqualifikationen werden durch die Verknüpfung mit den Fachqualifikationen in allen Zeiträumen der Ausbildungsrahmenpläne und in den korrespondierenden Lernfeldern der Rahmenlehrpläne umfassend wirksam. Somit werden die Industrie 4.0 spezifischen Inhalte mit den damit verbundenen personalen und sozialen Kompetenzen in die jeweils relevanten Handlungskontexte integriert. Diese Inhalte können – je nach betrieblichen Anforderungen und Prozessabläufen im Einsatzgebiet – unterschiedlich miteinander verzahnt werden.

Beim Beruf Mechatroniker/-in wurden analog die Berufsbildpositionen lfd. Nr. 6, 7 und 8 angepasst (siehe Übersicht 4).

Für die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten wurden Erläuterungen ergänzt, die Impulse für die Planung und Umsetzung der Ausbildung geben sollen und die als Beispiele anzusehen sind.

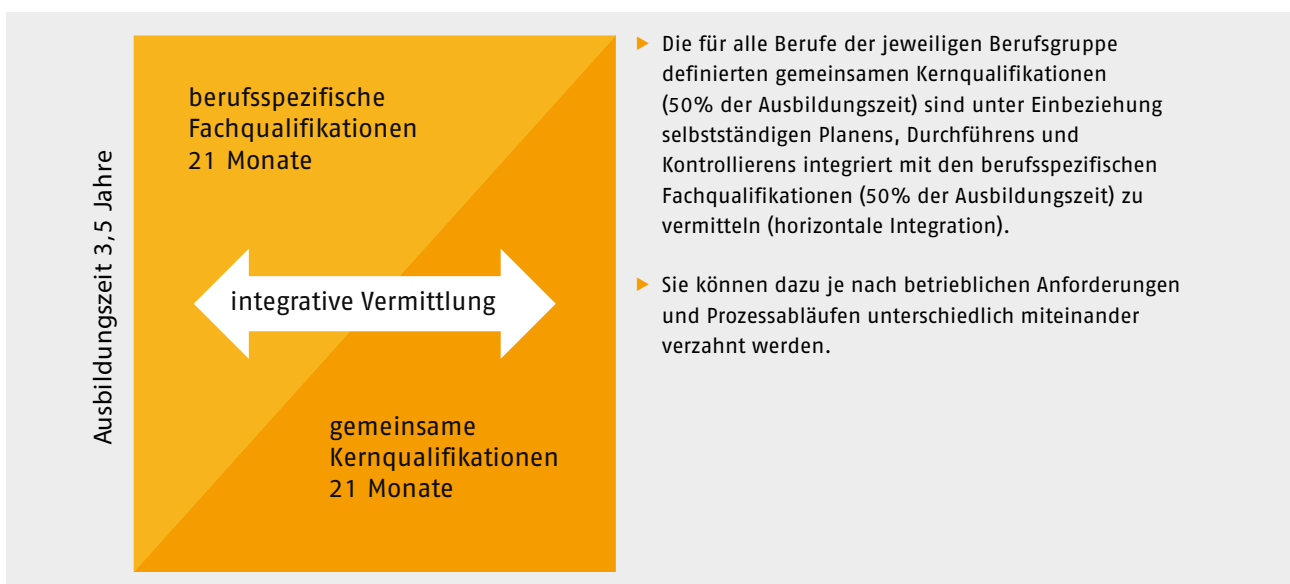


Abbildung 3: Kern- und Fachqualifikationen (Quelle: ZVEI, überarbeitet)

## Übersicht 2: Industrielle Elektroberufe – Gemeinsame Kernqualifikationen

BBP	Teil des Ausbildungsberufsbildes/ Kernqualifikationen, die unter Einbeziehung selbstständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens integriert mit berufsspezifischen Fachqualifikationen zu vermitteln sind	Erläuterungen
<b>6 Betriebliche und technische Kommunikation</b>		
	c) im virtuellen Raum zusammenarbeiten, Produkt- und Prozessdaten sowie Handlungsanweisungen und Funktionsbeschreibungen austauschen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dokumente gemeinsam bearbeiten (z. B. SharePoint)</li> <li>▶ Skype Meeting, TeamViewer, Desktop-Sharing, Filesharing, Cloud Network</li> </ul>
<b>7 Planen und Organisieren der Arbeit, Bewerten der Arbeitsergebnisse</b>		
	b) erforderliche Werkzeuge, Geräte, Diagnosesysteme und sonstige Materialien für den Arbeitsablauf feststellen und auswählen, termingerecht anfordern, prüfen, transportieren, lagern und bereitstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ im Sinne des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses aus vorgegebenen IT-Systemen die Komponenten auswählen und integrieren</li> <li>▶ Materialbeschaffung (Online-Katalog)</li> <li>▶ Arbeitsvorbereitung</li> </ul>
	c) Arbeitsabläufe und Teilaufgaben planen und dabei sowohl rechtliche, wirtschaftliche und terminliche Vorgaben und betriebliche Prozesse beachten als auch vor- und nachgelagerte Bereiche berücksichtigen sowie bei Abweichungen von der Planung Prioritäten setzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ auftragsbezogene Kommunikation mit allen Beteiligten</li> <li>▶ frühzeitige Einbindung der vor- und nachgelagerten Bereiche bei der Auftragsplanung, um Schnittstellen zu definieren und abzustimmen</li> </ul>
	e) Kalkulationen nach betrieblichen Vorgaben durchführen, Lösungsvarianten aufzeigen, Kosten vergleichen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Betrachtung der Wirtschaftlichkeit</li> </ul>
	l) Arbeitsergebnisse kontrollieren, beurteilen und dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ standardisierte Checklisten abarbeiten, z. B.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>● Prüfprotokoll</li> <li>● Funktionsprüfung</li> </ul> </li> </ul>

## Übersicht 3: Industrielle Elektroberufe – Berufsspezifische Fachqualifikationen

BBP	Teil des Ausbildungsberufsbildes/ Kernqualifikationen, die unter Einbeziehung selbstständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens integriert mit berufsspezifischen Fachqualifikationen zu vermitteln sind	Erläuterungen
<b>18 Geschäftsprozesse und Qualitätsmanagement im Einsatzgebiet</b>		
	l) oder m) oder n) <sup>1</sup>  Lebenszyklusdaten von Aufträgen, Dienstleistungen, Produkten und Betriebsmitteln auswerten und Vorschläge zur Optimierung von Abläufen und Prozessen erarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Predictive Maintenance</li> <li>▶ Anlagen-, Prozess- und Produktoptimierung</li> </ul>

<sup>1</sup> Zuordnung abhängig vom Ausbildungsberuf

## Übersicht 4: Mechatroniker/-in

Teil des Ausbildungsberufsbildes/ Kernqualifikationen, die unter BBP Einbeziehung selbstständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens integriert mit berufsspezifischen Fachqualifikationen zu vermitteln sind		Erläuterungen
<b>6 Betriebliche und technische Kommunikation</b>		
	c) IT-Systeme handhaben, insbesondere Software einsetzen, Peripheriegeräte anschließen und nutzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ IT-Systeme: ERP, MES, Betriebssysteme, lokale und globale Netzwerke, Softwarepakete, Hardwarekomponenten, Datenbanken</li> <li>▶ netzwerkfähiges Gerät in das Unternehmensnetzwerk integrieren</li> </ul>
	k) Arbeitssitzungen organisieren und moderieren, Entscheidungen im Team erarbeiten und Gesprächstermine schriftlich fixieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Besprechungsanfragen stellen</li> <li>▶ Sitzungen strukturiert durchführen (Agenda)</li> <li>▶ Dokumentation (Protokoll)</li> </ul>
	m) im virtuellen Raum zusammenarbeiten, Produkt- und Prozessdaten sowie Handlungsanweisungen und Funktionsbeschreibungen austauschen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Dokumente gemeinsam bearbeiten (z. B. SharePoint)</li> <li>▶ Skype Meeting, TeamViewer, Desktop-Sharing, Filesharing, Cloud Network</li> </ul>
<b>7 Planen und Steuern von Arbeitsabläufen, Kontrollieren und Beurteilen der Arbeitsergebnisse</b>		
	b) Arbeitsabläufe und Teilaufgaben unter Beachtung rechtlicher, wirtschaftlicher und terminlicher Vorgaben, der betrieblichen Prozesse sowie vor- und nachgelagerter Bereiche planen, bei Abweichungen von der Planung Prioritäten setzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ auftragsbezogene Kommunikation mit allen Beteiligten</li> <li>▶ frühzeitige Einbindung der vor- und nachgelagerten Bereiche bei der Auftragsplanung, um Schnittstellen zu definieren und abzustimmen</li> </ul>
	e) Werkzeuge, Geräte und Diagnosesysteme sowie Material und Hilfsmittel auftragsbezogen anfordern und bereitstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ im Sinne des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses aus vorgegebenen IT-Systemen die Komponenten auswählen und integrieren</li> <li>▶ Materialbeschaffung (Online-Katalog)</li> <li>▶ Arbeitsvorbereitung</li> </ul>
	j) Qualifikationsdefizite feststellen, Qualifikationsmöglichkeiten nutzen sowie unterschiedliche Lerntechniken anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ E-Learning, Wissensdatenbanken</li> </ul>
<b>8 Qualitätsmanagement</b>		
	e) Lebenszyklusdaten von Aufträgen, Dienstleistungen, Produkten und Betriebsmitteln auswerten und Vorschläge zur Optimierung von Abläufen und Prozessen erarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Predictive Maintenance</li> <li>▶ Anlagen-, Prozess- und Produktoptimierung</li> </ul>

### 3.3 Betriebliche Projekte

Zur Umsetzung der in den geänderten Berufsbildpositionen und in der neuen Berufsbildposition enthaltenen, zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten erscheinen insbesondere Projekte geeignet. Sie unterstützen selbstständiges und selbstorganisiertes Lernen und schaffen

im Rahmen der Ausbildung abgegrenzte Abschnitte, deren Lernerfolg an den Arbeitsergebnissen und in Reflexionsgesprächen mit den Auszubildenden gemessen werden kann. Nachfolgende Beispiele sind in der Praxis bereits erprobt.

#### 1. Ausbildungsjahr: Auswahl und Beschaffung eines Mikrocomputers

Berufsbezeichnung: industrielle Elektroberufe	
<b>1. Ausbildungsjahr</b>	
<p><b>Berufsbildpositionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ BBP 5a, 5b, 5d, 5f, 5g, 5i</li> <li>▶ BBP 11a, 11b</li> <li>▶ BBP 14g</li> </ul> <p><b>Zeitraumen</b></p> <p>Zeitraumen 4: Installieren und Konfigurieren von IT-Systemen</p> <p><b>Dauer des betrieblichen Projekts</b></p> <p>eine Woche</p>	<p><b>Lernfeld</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ LF 4: Informationstechnische Systeme bereitstellen (80 Stunden)</li> </ul>
<p><b>Aufgabenstellung</b></p> <p>Für ein Projekt sollen die Auszubildenden im Team die Auswahl und Beschaffung eines Mikrocontrollers vorbereiten und veranlassen/durchführen. Am Ende der Aufgabe liegt ein angeschlossenes und bootfähiges Mikrocontrollersystem vor.</p> <p>Das Hauptmerkmal der Aufgabe bildet die selbstständige Informationsbeschaffung und die Nutzung digitaler Medien.</p>	
<p><b>Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten</b></p> <p>Im Zeitraumen 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 5a) auftragsbezogene und technische Unterlagen unter Zuhilfenahme von Standardsoftware erstellen</li> <li>▶ 5b) Daten und Dokumente pflegen, austauschen, sichern und archivieren</li> <li>▶ 5d) Vorschriften zum Datenschutz anwenden</li> <li>▶ 5f) Informationsquellen und Informationen in digitalen Netzen recherchieren und aus digitalen Netzen beschaffen sowie Informationen bewerten</li> <li>▶ 5g) digitale Lernmedien nutzen</li> <li>▶ 5i) betriebliche Richtlinien zur Nutzung von Datenträgern, elektronischer Post, IT-Systemen und Internetseiten einhalten</li> <li>▶ 11a) Hard- und Softwarekomponenten auswählen</li> <li>▶ 11b) Betriebssysteme und Anwendungsprogramme installieren und konfigurieren</li> <li>▶ 14g) Signal- und Datenübertragungssysteme installieren, prüfen und in Betrieb nehmen</li> </ul>	
<p><b>Arbeitsform</b></p> <p>zwei Auszubildende im Team</p>	
<p><b>Arbeitsmaterialien</b></p> <p>Rechner mit Internetzugang; Zugang zu betrieblichen Bestellkanälen</p>	
<p><b>Vorgehen/Ablauf/Erläuterung der Arbeitsschritte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anforderungen mit Auftraggeber absprechen (Lastenheft) und schriftlich fixieren (Standardsoftware)</li> <li>▶ infrage kommende Systeme gegenüberstellen und Entscheidungsvorlage erstellen (Entscheidung durch Auftraggeber)</li> <li>▶ gewähltes System mit innerbetrieblichen Datenschutzbestimmungen abgleichen</li> <li>▶ gemäß betrieblicher Beschaffungsprozesse ausgewähltes System bestellen (lassen)</li> <li>▶ mithilfe von Videotutorials, Internetforen und Recherchen Erstinbetriebnahme vorbereiten (Ist die Installation eines Betriebssystems auf dem Controller notwendig?)</li> <li>▶ Erstinbetriebnahme durchführen, Controller betriebsbereit an Auftraggeber übergeben</li> </ul>	

### 3. Ausbildungsjahr: Modernisierung einer Vor-Ort-Durchflussmessung mit Einbindung in ein vorhandenes Prozessleitsystem

Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik Elektroniker/-in für Betriebstechnik	
<b>3. Ausbildungsjahr</b>	
<p><b>Berufsbildpositionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ BBP 5a bis BBP 6 a, c, d</li> <li>▶ BBP 7g</li> <li>▶ BBP 13d</li> <li>▶ BBP 14c, d, g, h, j</li> <li>▶ BBP 15a, c, f, g</li> <li>▶ BBP 16b</li> <li>▶ BBP 18a, b, c</li> </ul> <p><b>Zeitraumen</b></p> <p>Zeitraumen 7 Zeitraumen 9</p> <p><b>Dauer des betrieblichen Projekts</b></p> <p>eine Woche</p>	<p><b>Lernfelder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ LF 3</li> <li>▶ LF 4</li> <li>▶ LF 7</li> <li>▶ LF 9/10</li> <li>▶ LF 12/13</li> </ul>
<p><b>Aufgabenstellung</b></p> <p>Der Auszubildende soll die in einer verfahrenstechnischen Anlage installierte Durchflussmessung mit Vor-Ort-Anzeige umbauen. Ziel des Umbaus ist die Anzeige des Produktdurchflusses auf dem Prozessleitsystem in der Messwarte. Die Anbindung des neuen Messumformers soll über ein unternehmensspezifisches Netzwerk, beispielsweise PROFIBUS, erfolgen.</p>	
<p><b>Bewertung</b></p> <p>Abschließendes Fachgespräch zwischen dem/der Auszubildenden und dem/der zuständigen Ausbilder/-in vor Ort.</p>	
<p><b>Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten</b></p> <p><b>BBP 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) auftragsbezogene und technische Unterlagen unter Zuhilfenahme von Standardsoftware erstellen</li> <li>b) Daten und Dokumente pflegen, austauschen, sichern und archivieren</li> <li>c) Daten eingeben, verarbeiten, übermitteln, empfangen und analysieren</li> <li>d) Vorschriften zum Datenschutz anwenden</li> <li>e) informationstechnische Systeme (IT-Systeme) zur Auftragsplanung, Auftragsabwicklung und Terminverfolgung anwenden</li> <li>f) Informationsquellen und Informationen in digitalen Netzen recherchieren und aus digitalen Netzen beschaffen sowie Informationen bewerten</li> <li>g) digitale Lernmedien nutzen</li> <li>h) die informationstechnischen Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität berücksichtigen</li> <li>i) betriebliche Richtlinien zur Nutzung von Datenträgern, elektronischer Post, IT-Systemen und Internetseiten einhalten</li> <li>j) Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen</li> </ul> <p><b>BBP 6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) technische Zeichnungen und Schaltungsunterlagen auswerten, anwenden und erstellen sowie Skizzen anfertigen</li> <li>c) im virtuellen Raum zusammenarbeiten, Produkt- und Prozessdaten sowie Handlungsanweisungen und Funktionsbeschreibungen austauschen</li> <li>d) Gespräche mit Vorgesetzten, Mitarbeitern/Mitarbeiterinnen und im Team situationsgerecht und zielorientiert führen</li> </ul> <p><b>BBP 7</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>g) Auftragsunterlagen sowie technische Durchführbarkeit des Auftrags prüfen und mit den betrieblichen Möglichkeiten abstimmen</li> </ul> <p><b>BBP 13</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>d) Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen, Sensoren, Aktoren, Software und andere Komponenten auswählen</li> </ul> <p><b>BBP 14</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c) Schaltgeräte und Betriebsmittel zum Steuern, Regeln, Messen und Überwachen einbauen, verdrahten und kennzeichnen</li> <li>d) Sensoren und Aktoren montieren</li> <li>g) Signal- und Datenübertragungssysteme installieren, prüfen und in Betrieb nehmen</li> <li>h) Signal- und Datenübertragungseinrichtungen verlegen und montieren</li> <li>j) Baugruppen der Regelungstechnik montieren und justieren</li> </ul>	

<p><b>BBP 15</b></p> <p>a) Steuerungsprogramme erstellen  c) analoge und programmierbare Sensorsysteme konfigurieren und parametrieren  f) Anwendersoftware zur Maschinen- oder Prozesssteuerung konfigurieren und parametrieren  g) Signal- und Datenübertragungseinrichtungen konfigurieren</p> <p><b>BBP 16</b></p> <p>b) Komponenten der Automatisierungstechnik justieren und prüfen</p> <p><b>BBP 18</b></p> <p>a) Kunden/Kundinnen auf spezifische Angebote hinweisen und beraten, Aufträge annehmen  b) Informationen beschaffen und bewerten, Dokumentationen nutzen und bearbeiten, technologische Entwicklungen feststellen, sicherheitsrelevante Unterlagen berücksichtigen  c) Ausgangszustand analysieren, technische und organisatorische Schnittstellen klären, Schnittstellen dokumentieren, Auftragsziele festlegen, Teilaufgaben definieren, technische Unterlagen erstellen und an der Kostenplanung mitwirken</p>
<p><b>Arbeitsform</b></p> <p>Einzelarbeit</p>
<p><b>Arbeitsmaterialien</b></p> <p>Fachbücher, Tabellenbuch, Arbeitsblatt, Internet, Intranet, Wissensdatenbanken</p>
<p><b>Vorgehen/Ablauf/Erläuterung der Arbeitsschritte</b></p>
<p><b>Informieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Informationen zum Auftrag einholen</li> <li>▶ technische Dokumentation der bestehenden verfahrenstechnischen Anlage einholen</li> <li>▶ Informationen zu infrage kommenden Komponenten einholen</li> <li>▶ technologische Entwicklung und sicherheitsrelevante Dokumentation berücksichtigen</li> <li>▶ Ausgangszustand analysieren/technische und organisatorische Schnittstellen klären</li> </ul>
<p><b>Planen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Auftragsunterlagen sowie technische Durchführbarkeit des Auftrags prüfen und mit den betrieblichen Möglichkeiten abstimmen</li> <li>▶ auftragsbezogene und technische Komponenten auswählen</li> <li>▶ Vorschriften zum Datenschutz beachten und anwenden</li> <li>▶ informationstechnische Schutzziele für den Kunden/die Kundin berücksichtigen</li> <li>▶ betriebliche Richtlinien zur Nutzung von IT-Systemen berücksichtigen</li> <li>▶ Arbeitsabläufe und Teilaufgaben unter Beachtung rechtlicher, wirtschaftlicher und terminlicher Vorgaben, der betriebliche Prozesse sowie vor- und nachgelagerter Bereiche planen, bei Abweichungen von der Planung Prioritäten setzen</li> <li>▶ informationstechnische innerbetriebliche Auftragsplanung</li> <li>▶ Arbeitsplan und Zeitplan erstellen und diesen mit dem Kunden bzw. der Kundin abstimmen</li> <li>▶ technische Dokumentation für die Anlagenveränderung anfertigen</li> </ul>
<p><b>Entscheiden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ betriebsseitige Netzwerke prüfen und nach wirtschaftlichen, räumlichen, technischen Rahmenbedingungen auswählen</li> <li>▶ geplante Änderung mit Entscheidungsträgern abstimmen</li> <li>▶ Freigabe von Fachabteilung einholen</li> </ul>
<p><b>Durchführen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Terminabstimmung mit Kunden/Kundinnen</li> <li>▶ Außerbetriebnahme und Demontage der bestehenden Messung</li> <li>▶ Installation der neuen technischen Komponenten in die vorhandene Infrastruktur</li> <li>▶ Konfigurieren der technischen Komponenten</li> <li>▶ Inbetriebnahme und Probelauf der busfähigen Messeinrichtung</li> <li>▶ Abnahme vorbereiten</li> <li>▶ Anlagendokumentation anpassen/Änderungen dokumentieren</li> </ul>
<p><b>Kontrollieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Abnahme der Anlage mit dem Kunden/der Kundin durchführen</li> <li>▶ Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten im IT-System erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen</li> <li>▶ Abnahmeprotokoll anfertigen</li> <li>▶ geänderte Dokumentation übergeben</li> <li>▶ geänderte verfahrenstechnische Anlage übergeben</li> </ul>
<p><b>Bewerten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Kundenfeedback einholen und auswerten</li> </ul>





Abbildung 4:  
Messeinrichtung  
(Quelle: Provalids)



Abbildung 5: Anlagen-  
dokumentation  
(Quelle: Provalids)






Abbildung 6: Geänderte  
Anlage (Quelle: Provalids)

#### **Organisatorische Hinweise/Ressourcen**

Tafel (z. B. Whiteboard), PCs (z. B. Laptop), Betriebsmittelverfügbarkeit (im Unternehmen verwendete, originale Betriebsmittel)

#### **Weiterführende Informationen**

Literatur, Internetseiten, Gerätesoftware etc.

-  Steuerung eines Mikrocontrollers (2. Ausbildungsjahr)
-  Umrüstung einer Standardmesseinrichtung auf eine intelligente Messeinheit (3. Ausbildungsjahr)
-  Installation einer „Pick-by-Light“-Einrichtung (3. Ausbildungsjahr)

## 4 Zusatzqualifikationen

Impulse für die Aufnahme von Zusatzqualifikationen kamen branchenunabhängig von Unternehmen, die einen besonderen Qualifizierungsbedarf als Folge der Digitalisierung und von Industrie 4.0 sehen. Unabhängig von Technologielevel und Firmengröße kamen dabei immer wieder Wünsche nach weiterführenden digitalen Kompetenzen auf.

Optional wählbare Zusatzqualifikationen wurden bei der Novellierung des Berufsbildungsgesetzes im Jahre 2005 eingeführt. Damit verband sich das Ziel, bereits im Rahmen der Ausbildung weiterführende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten vermitteln zu können. Diese Kompetenzen gehören ausdrücklich nicht zu den Mindestinhalten des jeweiligen Ausbildungsberufsbildes und müssen als Zusatzqualifikationen gesondert geprüft und bescheinigt werden.

Im Rahmen der Modernisierung der industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers bzw. der Mechatronikerin wurde dieses Element genutzt und dazu die nachfolgenden Zusatzqualifikationen in die Verordnungen über die Berufs-

ausbildung der industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers bzw. der Mechatronikerin aufgenommen:

- ▶ Digitale Vernetzung
- ▶ Programmierung
- ▶ IT-Sicherheit
- ▶ Additive Fertigungsverfahren (nur für Mechatroniker/-in).

Die für die industriellen Elektroberufe und den Mechatroniker/die Mechatronikerin beschriebenen Zusatzqualifikationen sind optionale On-top-Angebote, in denen über das Berufsbild hinausgehende, weiterführende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten erworben werden können. Sie adressieren zentrale Handlungsfelder von Industrie 4.0, sind berufsübergreifend beschrieben und verstehen sich als kurzfristig realisierbares Angebot im Kontext eines betrieblichen Qualifizierungsbedarfs.

Metallberufe	Mechatroniker/-in	Elektroberufe
Prozessintegration	Programmierung	Programmierung
Systemintegration	IT-Sicherheit	IT-Sicherheit
IT-gestützte Anlagenänderung	Digitale Vernetzung	Digitale Vernetzung
Additive Fertigungsverfahren	Additive Fertigungsverfahren	

Abbildung 7: Übersicht Zusatzqualifikationen



Abbildung 8: Zusätzliche berufliche Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten (Quelle: ZVEI, überarbeitet)

Ziel ist es, einen Standard zu setzen, der bundesweit nachgefragt, qualitätsgesichert und vergleichbar geprüft wird. Der Deutsche Industrie- und Handelskammertag (DIHK) und die Industrie- und Handelskammern (IHK) geben zum formalen Ablauf der Prüfung gemeinsam einen Leitfaden für die Ausbildungsbetriebe und Prüfungsausschüsse heraus [▼ Kapitel 5].

Die Zusatzqualifikationen geben den im Digitalisierungsprozess unterschiedlich aufgestellten Betrieben die Möglichkeit, gezielt Kompetenzen für den digitalen Wandel aufzubauen. Diese optionalen und gesondert zertifizierten Ausbildungsinhalte sind zugleich ein attraktives Angebot für Auszubildende, ihre Qualifikationen um neue, besonders nachgefragte Kompetenzen zu erweitern. Die Zusatzqualifikationen verbessern darüber hinaus die Startmöglichkeiten für die berufliche Weiterbildung der Fachkräfte.

### Fachliche Einordnung der Zusatzqualifikationen

Die mit Blick auf technologische Entwicklungslinien und berufliche Perspektiven der Elektroberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin sehr dezidiert ausgewählten Zusatzqualifikationen

- ▶ Digitale Vernetzung,
- ▶ Programmierung und
- ▶ IT-Sicherheit

adressieren zentrale Handlungsfelder von Industrie 4.0.

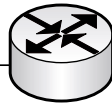
Anhand einer typischen betrieblichen Aufgabenstellung werden diese Zusatzqualifikationen nachfolgend beispielhaft vorgestellt und die Industrie 4.0 Handlungs- und Kontextbezüge sowie die fachlich-inhaltlichen Dimensionen des Arbeitshandelns im Einzelnen wie auch im Wirkungszusammenhang konkret beschrieben. Die Zusatzqualifikation „Additive Fertigungsverfahren“ für den Mechatroniker und die Mechatronikerin ist hier nicht berücksichtigt.

Da die folgende betriebliche Aufgabenstellung alle drei oben genannten Zusatzqualifikationen adressiert, werden an diesem Beispiel die prozess- und systemtechnischen Zusammenhänge der einzelnen Zusatzqualifikationen und die damit verbundenen unterschiedlichen qualifikatorischen Anforderungen transparent.

### Beispiel

Digitalisierung einer Fertigungsanlage
<p><b>Aufgabenstellung</b></p> <p>Eine Fertigungsanlage soll „digitalisiert“ werden. Es soll möglich sein, von verschiedenen Orten auf die Fertigungsdaten zuzugreifen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Das Management möchte jederzeit Auskunft über den Produktionsstatus sowie entsprechende Statistiken und Auswertungen (Dashboard).</li> <li>▶ Die Fertigung möchte Wartungsmöglichkeiten im aktuellen Produktionsablauf identifizieren bzw. bei Störungen alarmiert werden (Rufbereitschaft).</li> <li>▶ Die Logistik möchte aktuelle Übersichten über Verbrauchsmaterialien („just in time“).</li> </ul>
<p><b>Teilaufgaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die unterschiedlichsten Protokolle auf der Feldebene müssen in das Firmennetzwerkeingebunden werden.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ZQ Digitale Vernetzung</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die große Datenmenge der anfallenden Prozessdaten können nur durch Einsatz von Hochsprachen effizient und übersichtlich strukturiert, aufbereitet und für alle verfügbar gemacht werden.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ZQ Programmierung</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Um den Zugang zu Prozessdaten für interne und ggf. auch externe Teilnehmer (z. B. Lieferanten) zu ermöglichen, müssen sichere und effiziente Zugangsmöglichkeiten implementiert werden.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ZQ IT-Sicherheit</b></p>

> ZQ IT-Sicherheit

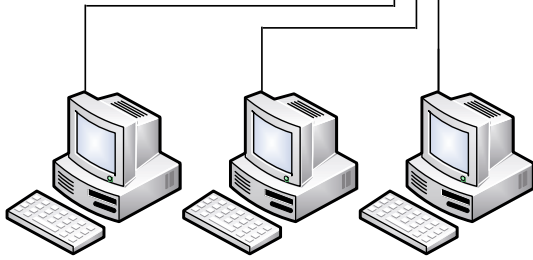


DB-Server für Lagerbestände und Auftragsabwicklung

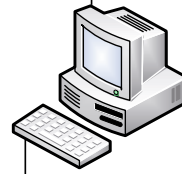
1.34.155.80.00/21

> ZQ Digitale Vernetzung

Leitebene

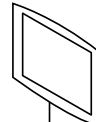


Verwaltungs-PCs

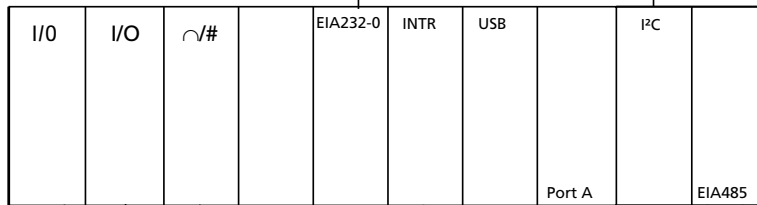


Leitrechner

> ZQ Programmierung



Display zur Anzeige der Flaschenmenge und Flaschenart



Feldebene mit Prozessrechner (Mikrocontroller)

Sensor/Aktuator-ebene

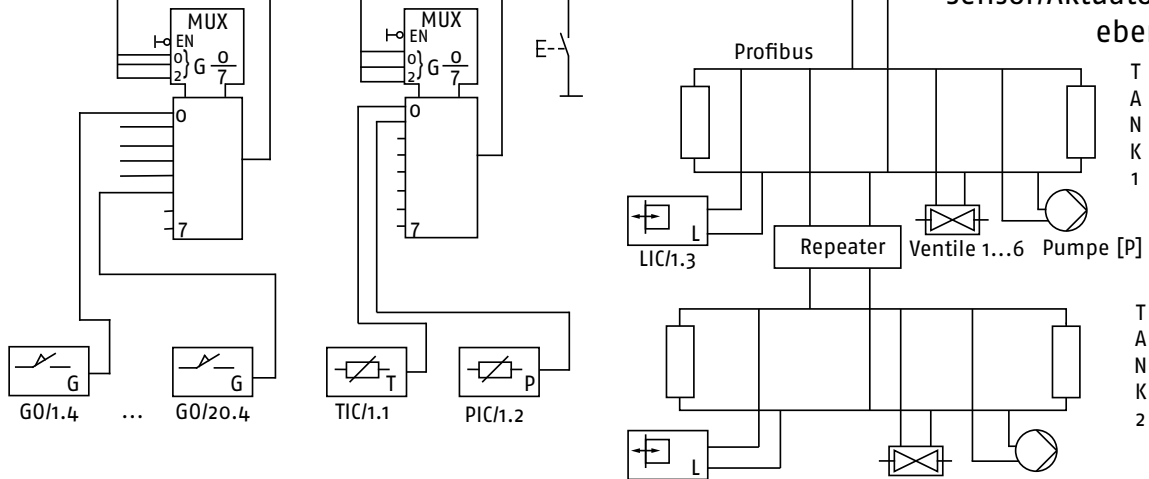


Abbildung 9: Schematische Darstellung der system- und prozesstechnischen Zusammenhänge (Quelle: PAL)

### **Teilaufgabe für Fachkräfte im Handlungsfeld „ZQ Digitale Vernetzung“**

Fachkräfte im Handlungsfeld „Digitale Vernetzung“ bilden die Schnittstelle zur zentralen IT. Sie sind in der Lage, die Anforderungen des Fertigungsbereichs mit denen der zentralen IT abzustimmen und ggf. auch selbst neue Komponenten in die Infrastruktur einzubinden.

Im Rahmen der Aufgabenstellung „Digitalisierung einer Fertigungsanlage“ geht es darum, die unterschiedlichsten Protokolle auf der Feldebene in das Firmennetzwerk einzubinden.

Damit verbunden sind die Fachthemen:

- ▶ Schnittstelle zur zentralen IT
- ▶ Netzwerkbereiche organisieren
- ▶ evtl. WLAN?
- ▶ Zugriff über Leitrechner
- ▶ eigenes Netz für Sensoren

und die Fachfragen:

- ▶ Wie sollen Zugriffe möglich sein?
  - direkt auf die Teilnehmer (z. B. ein konkreter Sensor)
  - über eine Anwendung auf dem Leitrechner
  - über DMZ
- ▶ Welche Zugriffe sollen möglich sein?
  - nur Daten lesen
  - Anlage steuern, Werte setzen
- ▶ Wer soll Zugriff haben?
  - eigene Mitarbeiter/-innen
  - Fremdfirmen, Wartung
- ▶ Authentifizierung?
  - Passwort
  - MAC-Filter

### **Teilaufgabe für Fachkräfte im Handlungsfeld „ZQ Programmierung“**

Fachkräfte im Handlungsfeld „Programmierung“ bilden die Schnittstelle zu Softwareentwicklern und -entwicklerinnen auf der Verwaltungsebene. Sie sind in der Lage, zusammen mit Softwareentwicklern und -entwicklerinnen die anfallenden Daten zu verwalten bzw. geeignete Implementierungen zu entwickeln.

Im Rahmen der Aufgabenstellung „Digitalisierung einer Fertigungsanlage“ geht es darum, die große Datenmenge der anfallenden Prozessdaten durch Einsatz von Hochsprachen effizient und übersichtlich zu strukturieren, aufzubereiten und für alle verfügbar zu machen.

Damit verbunden sind die Fachthemen:

- ▶ Schnittstelle zu Softwareentwicklern und -entwicklerinnen
- ▶ Aufbereiten von Daten
- ▶ Anpassen von Softwaremodulen

und die Fachfragen:

- ▶ Wie sollen die Daten dargestellt werden?
- ▶ Wie sollen Daten archiviert werden?

### Teilaufgabe für Fachkräfte im Handlungsfeld „ZQ IT-Sicherheit“

Fachkräfte im Handlungsfeld „IT-Sicherheit“ bilden die Schnittstelle zur zentralen IT-Sicherheit. Sie kennen die Anforderungen bzgl. der Sicherheit für die eingesetzten Sensoren/Aktoren und können gemeinsam mit der zentralen IT-Sicherheit geeignete Maßnahmen auswählen und umsetzen.

Im Rahmen der Aufgabenstellung „Digitalisierung einer Fertigungsanlage“ geht es darum, den Zugang zu Prozessdaten für interne und ggf. auch externe Teilnehmer (z. B. Lieferanten) zu ermöglichen und sichere und effiziente Zugangsmöglichkeiten zu implementieren.

Damit verbunden sind die Fachthemen:

- ▶ Schnittstelle zur zentralen IT-Sicherheit
- ▶ Zugänge verwalten
- ▶ Hilfe bei der Abschätzung der Gefahren (Tragweite eines Sensors/Aktors)

und die Fachfragen

- ▶ Zugriff über mobile Geräte?
  - eigenes WLAN?
  - Zugriff über Internet möglich?
- ▶ Authentifizierung?
  - SIM-Cards
  - Smart-Cards

## 4.1 Zusatzqualifikation Digitale Vernetzung

Die Digitale Vernetzung ist eines der Kernthemen von Industrie 4.0. Dabei werden in sogenannten cyberphysischen Systemen (CPS) Objekte miteinander oder mit anderen Systemen vernetzt, um die physische mit der virtuellen Welt zu verknüpfen. Maschinen und Anlagen können durch die Anbindung an ein Netzwerk gesteuert werden oder teilweise autonom agieren. So können z. B. Motoren durch die Vernetzung mit Sensoren und einer Analysesoftware effizienter gewartet werden. Durch die gewonnenen Daten ist es möglich, Rückschlüsse über den Zustand des Motors zu ziehen, dies führt dann zu einer sogenannten „Vorausschauenden Wartung“ (Predictive Maintenance). In diesem Bereich werden in den kommenden Jahren insbesondere in der Produktion, aber auch im Service und bei den Produkten Potenziale entstehen, die dazu dienen können, Kosten zu senken, Reaktionszeiten zu verkürzen oder neue Geschäftsmodelle in den Unternehmen zu entwickeln.

Die Herausforderung bei der Digitalen Vernetzung ist die unternehmensspezifische Umsetzung. Die IT-Infrastruktur und Netzwerke der Unternehmen sind sehr individuell, weshalb die Vernetzung von Objekten und Anlagen jeweils spezifisch in Bezug auf die unternehmensinternen IT-Anforderungen abgestimmt werden müssen.

In der folgenden Übersicht 5 werden die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten als Teil der Zusatzqualifikation stichwortartig und beispielhaft erläutert. Die Ausbildungsrahmenpläne der Elektroberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin für die ZQ „Digitale Vernetzung“, „IT-Sicherheit“ und „Programmierung“ sind identisch.



## Übersicht 5: Zusatzqualifikation Digitale Vernetzung

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
<b>1 Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen</b>			8
	a) Kundenanforderungen hinsichtlich der geforderten Funktion und der technischen Umgebung analysieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ technische Beschreibung des Arbeitsauftrages</li> <li>▶ Kundenanforderung, z. B. Einbinden einer neuen Komponente (Maschine, Anlage, Arbeitsplatz, Aktor) über eine gewünschte Schnittstelle (drahtgebunden, drahtlos) in ein vorhandenes System (MES)</li> </ul>	
	b) Ausgangszustand der Systeme analysieren, insbesondere Dokumentationen auswerten sowie Netztopologien, eingesetzte Software und technische Schnittstellen klären und dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Machbarkeitsanalyse der einzubindenden Anlage</li> <li>▶ Ist-Zustand feststellen und Differenzen zum Soll-Zustand festlegen, z. B. Analyse der einzubindenden Komponente in Bezug auf die Integration in das System (technische Schnittstelle drahtlos oder drahtgebunden)</li> </ul>	
	c) technische Prozesse und Umgebungsbedingungen analysieren und Anforderungen an Netzwerke feststellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Analyse der technischen Umgebung (System/Netzwerk) und Anforderungen (drahtlos/drahtgebunden) an die einzubindende Anlage definieren</li> <li>▶ Beachten der Anforderungen des MES-Systems wie definierter Übertragungsstandard (Verschlüsselung), den die einzubindende Komponente erfüllen muss</li> </ul>	
	d) Lösungen unter Berücksichtigung von Spezifikationen, technischen Bestimmungen und rechtlichen Vorgaben planen und ausarbeiten, Netzwerkkomponenten auswählen, technische Unterlagen erstellen und Kosten kalkulieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Erstellen eines Arbeitsplans (gemäß Pflichtenheft) unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Verträglichkeit der Netzwerkkomponenten mit dem System und der einzubindenden Anlage</li> <li>▶ Erstellung neuer technischer Unterlagen oder Anpassung</li> <li>▶ Einbindung in das MES-System aufgrund der Ergebnisse der vorangegangenen Analyse über eine bestimmte Schnittstelle (Netzwerkkomponente), z. B. drahtgebunden, da WLAN nicht störungsfrei</li> </ul>	
	e) die Lösung zur Vernetzung und zu Änderungen am System mit dem Kunden abstimmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Besprechung des Pflichtenheftes und Einholung der Freigabe durch den Kunden/die Kundin</li> </ul>	
<b>2 Errichten, Ändern und Prüfen von vernetzten Systemen</b>			
	a) Netzwerkkomponenten und Netzwerkbetriebssysteme installieren, anpassen und konfigurieren und Vorgaben für eine sichere Konfiguration beachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Adressvergabe im Netzwerk, z. B. Vergeben einer MAC-Adresse im MES-System für die neue Netzwerkkomponente an der einzubindenden Anlage</li> <li>▶ Verschlüsselung der Datenübertragung sicherstellen</li> </ul>	
	b) Datenaustausch zwischen IT-Systemen und Automatisierungssystemen beachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Datenrate festlegen, Priorisierung</li> </ul>	
	c) Zugangsberechtigungen einrichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nutzer/-innen festlegen</li> <li>▶ Kennwörter vergeben</li> </ul>	
	d) Sicherheitssysteme, insbesondere Firewall-, Verschlüsselungs-, und Datensicherungssysteme, berücksichtigen		
	e) Funktionen kontrollieren, Fehler beseitigen, Systeme in Betrieb nehmen und übergeben und Änderungen dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfung der Anlage nach Einbindung in das vorhandene System</li> </ul>	





Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
3	<b>Betreiben von vernetzten Systemen</b>		
	a) Fehlermeldungen aufnehmen, Anlagen inspizieren, Abweichungen vom Sollzustand feststellen, Datendurchsatz und Fehlerrate bewerten und Sofortmaßnahmen zur Aufrechterhaltung von vernetzten Systemen einleiten	▶ Wartungs- und Inspektionsprozesse um neue Komponenten erweitern	
	b) Anlagenstörungen analysieren, Testsoftware und Diagnosesysteme einsetzen und Instandsetzungsmaßnahmen einleiten	▶ nach Vorgaben auf unbekannte Situationen und Störungen reagieren	
	c) Systemdaten, Diagnosedaten und Prozessdaten auswerten und Optimierungen vorschlagen	▶ Abweichungen von Führungsgrößen erkennen und Optimierungsprozesse anstoßen	
	d) Instandhaltungsprotokolle auswerten und Schwachstellen analysieren und erfassen	▶ Lösungsansätze entwickeln, um Prozessverbesserungen herbeizuführen	

Das nachfolgend an der Systematik der vollständigen Handlung orientierte Projekt ist als Beispiel zu verstehen und kann für die Ausbildung im Rahmen der Zusatzqualifikation „Digitale Vernetzung“ genutzt werden.

### Beispiel betriebliches Projekt: SIMOCODE im betrieblichen Einsatz

<b>Aufgabenstellung</b>	
<p>Im Rahmen eines Projektes soll ein vorhandener Motorantrieb von herkömmlicher Steuerungs- und Schütztechnik auf das intelligente Motormanagement SIMOCODE umgestellt werden. Die Ansteuerung der Antriebe soll aus einem übergeordneten Steuerungssystem (SPS) erfolgen. Die Vor-Ort-Bedienung, einschließlich der Betriebsstrom- und Störungsanzeige, ist über ein Bedienpanel und die Möglichkeit der Fernwartung im WLAN-Netz zu realisieren.</p> <p>Neben der Bearbeitung der energietechnischen Planung, der installationstechnischen Aufgaben sowie der Inbetriebnahme und Dokumentation der Prüfergebnisse stehen die Automatisierung der Anlage und die Datenarchivierung im Vordergrund. Auswahl, Aufbau und Konfiguration der verschiedenen Netzwerkelemente und der Aufbau sowie die Inbetriebnahme des Netzwerkes stehen im Mittelpunkt dieses Projektes.</p>	
<b>Informieren</b>	
 <p>Abbildung 10: Auftragsinformationen (Quelle: Provalidis)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Informationen zum Auftrag einholen/„Was möchte der Kunde/die Kundin?“</li> <li>▶ Vorgabe: Der Kunde bzw. die Kundin soll vom übergeordneten System aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• auslesen und steuern können</li> <li>• Stör- und Prozessdaten sammeln</li> <li>• Anlagenteile steuern</li> <li>• Betriebswerte und Meldungen sehen</li> </ul> </li> <li>▶ Bemessungsdaten des Antriebes ermitteln</li> <li>▶ Informationen zu dem Produkt SIMOCODE beschaffen</li> <li>▶ Informationen zum betrieblichen WLAN-Netzwerk einholen</li> <li>▶ Informationen zur Anbindung über unternehmensspezifisches Netzwerk, beispielsweise PROFINET, beschaffen</li> <li>▶ Ausgangszustand analysieren/technische und organisatorische Schnittstellen klären</li> </ul>
<b>Planen</b>	
 <p>Abbildung 11: Überprüfung der Auftragsunterlagen (Quelle: Provalidis)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Auftragsunterlagen prüfen und mit den betrieblichen Möglichkeiten abstimmen</li> <li>▶ Gegenüberstellung möglicher SIMOCODE-Typen und Netzwerkelemente</li> <li>▶ betriebliche Richtlinien zur Nutzung von IT-Systemen berücksichtigen</li> <li>▶ Arbeitsabläufe und Teilaufgaben unter Beachtung rechtlicher, wirtschaftlicher und terminlicher Vorgaben, der betrieblichen Prozesse sowie vor- und nachgelagerter Bereiche planen, bei Abweichungen von der Planung Prioritäten setzen</li> <li>▶ Arbeitsplan und Zeitplan erstellen und diesen mit dem Kunden abstimmen</li> <li>▶ technische Dokumentation für die Anlagenveränderung anfertigen</li> </ul>



Entscheiden	
 <p>Abbildung 12: Auswahl der Komponenten (Quelle: Provadis)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Auswahl des SIMOCODE-Typs</li> <li>▶ Auswahl der Netzwerkkomponenten</li> <li>▶ geplante Änderung mit Entscheidungsträgern abstimmen</li> <li>▶ Freigabe von Fachabteilung einholen</li> </ul>
Durchführen	
 <p>Abbildung 13: Installation der Betriebsmittel (Quelle: Provadis)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Terminabstimmung mit Kunden</li> <li>▶ Installation der Betriebsmittel</li> <li>▶ Konfigurieren des Netzwerkes</li> <li>▶ Kopplung PROFINET/WLAN</li> <li>▶ Einbindung und Parametrierung der Busteilnehmer</li> <li>▶ Verschlüsselungssystem anwenden (z. B. WPA2)</li> <li>▶ Programmierung/Konfigurierung der Bedienebene für die Visualisierung der Prozessdaten</li> <li>▶ Abnahme vorbereiten</li> <li>▶ Anlagendokumentation anpassen/Änderungen dokumentieren</li> </ul>
Kontrollieren	
 <p>Abbildung 14: Durchführung von Funktionstests (Quelle: Provadis)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ elektrische Sicherheit feststellen und mithilfe eines geeigneten Prüfprotokolls dokumentieren</li> <li>▶ Netzwerk in Betrieb nehmen</li> <li>▶ Funktionstest durchführen</li> <li>▶ Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen</li> <li>▶ Abnahmeprotokoll anfertigen</li> <li>▶ Wartungs- und Inspektionsprozesse auf neue Komponente erweitern</li> <li>▶ geänderte Dokumentation übergeben</li> <li>▶ geänderte verfahrenstechnische Anlage übergeben</li> </ul>
Bewerten	
 <p>Abbildung 15: Bewertung der Arbeit (Quelle: Provadis)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Kundenfeedback einholen und auswerten</li> <li>▶ Prüfung, ob der Zeitplan eingehalten wurde</li> </ul>

 Intelligenter Stromzähler (Smart Grid)

## 4.2 Zusatzqualifikation Programmierung

Täglich nutzen wir Apps auf unseren Smartphones und Programme auf unseren Computern, wir bedienen Maschinen über Bedienoberflächen und surfen im Internet. All dies wurde programmiert. Programmierung ist damit die wichtigste Kompetenz in der zunehmenden Digitalisierung unseres Umfelds.

Das Programmieren umfasst unter anderem das Erstellen von selbstausführbaren Programmen und Programmteilen, die als Webanwendungen gestartet werden können. Das Programmieren erfolgt in den unterschiedlichsten Programmiersprachen. Der/die Programmierer/-in ist in der Lage, eine Anforderung in einen Quellcode zu übersetzen. Dabei kann mittlerweile auf Programmierumgebungen zurückgegriffen werden, die den Programmierer unterstützen.

Die Auszubildenden erfahren eine fundierte Ausbildung, sie können heute schon grundlegende Funktionen einer SPS programmieren. Jedoch liegen die Chancen von Industrie 4.0 vor allem in der Vernetzung. Vieles spielt sich mittlerweile zwischen den Maschinen ab. Deshalb nimmt die Bedeutung des Programmierens in Hochsprachen auch für Facharbeiter/-innen der Elektroberufe zu. Dieser Entwicklung soll die Zusatzqualifikation „Programmierung“ gerecht werden. Den Auszubildenden wird die Möglichkeit gegeben, erste Erfahrungen in der Programmierung von Hochsprachen zu entwickeln und diese Kompetenz in einer Prüfung zertifizieren zu lassen.

In der folgenden Übersicht 6 werden die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten als Teil der Zusatzqualifikation stichwortartig erläutert.

### Übersicht 6: Zusatzqualifikation Programmierung


Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
<b>1</b>	<b>Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen</b>		8
	a) Kundenanforderungen hinsichtlich der geforderten Funktionen analysieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lastenheft im Austausch mit dem Kunden/der Kundin klären (intern oder extern)</li> <li>▶ Was will der Kunde bzw. die Kundin?</li> </ul>	
	b) Prozesse, Schnittstellen und Umgebungsbedingungen sowie Ausgangszustand der Systeme analysieren, Anforderungen an Softwaremodule feststellen und dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Entwicklungsumgebung, Klassen</li> <li>▶ Was finde ich in der konkreten Situation vor?</li> <li>▶ Datenflüsse analysieren</li> <li>▶ Controller Area Network (CAN)-Bus, Profibus, Ethernet</li> </ul>	
	c) Änderungen der Systeme und Softwarelösungen unter Anwendung von Design-Methoden planen und abstimmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pflichtenheft erstellen</li> <li>▶ Wie will ich die Aufgabe lösen?</li> <li>▶ Unified Modeling Language (UML), Klassendiagramm, Sequenzdiagramm</li> </ul>	
<b>2</b>	<b>Anpassen von Softwaremodulen</b>		
	a) Softwaremodule anpassen und dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Module aus Klassen/Bibliotheken auswählen, anwenden, erweitern oder auch neue erstellen</li> <li>▶ Quellcode kommentieren</li> </ul>	
	b) angepasste Softwaremodule in Systeme integrieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ geänderte Klassen/Bibliotheken in bestehende Programme einbinden</li> <li>▶ Objekt erzeugen und Methodenaufruf durchführen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Testen von Softwaremodulen im System</b>		
	a) Testplan entsprechend dem betrieblichen Test- und Freigabeverfahren entwerfen, insbesondere Abläufe sowie Norm- und Grenzwerte von Betriebsparametern festlegen und Testdaten generieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Prüfplan nach Anforderungen (Lastenheft, gesetzliche oder betriebliche Vorgaben) erstellen</li> </ul>	
	b) technische Umgebungsbedingungen simulieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Funktionstest in nichtproduktiver Umgebung durchführen</li> </ul>	
	c) Softwaremodule testen		

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
	d) Systemtests durchführen und Komponenten im System mit den Betriebsparametern unter Umgebungsbedingungen testen	▶ Klasse/Bibliothek im Produktivsystem einbinden und unter realen Bedingungen testen	
	e) Störungen analysieren und systematische Fehlersuche in Systemen durchführen	▶ bei Bedarf Fehlersuche (falsche Datentypen, falsche Konfiguration, fehlende Zugriffsrechte)	
	f) Systemkonfiguration, Qualitätskontrollen und Testläufe dokumentieren	▶ betriebsübliche Dokumentationstools nutzen	
	g) Änderungsdokumentation erstellen	▶ betriebsübliche Dokumentationstools nutzen	

Das nachfolgend an der Systematik der vollständigen Handlung orientierte Projekt ist als Beispiel zu verstehen und kann für die Ausbildung im Rahmen der Zusatzqualifikation „Programmierung“ genutzt werden.

### Beispiel betriebliches Projekt: Logfiles automatisiert einlesen und Werte in eine Datenbank ablegen

Aufgabenstellung
Beim Selektivlötens ist es wichtig, dass die Inhaltsstoffe des Lotbads gewisse Grenzen nicht überschreiten. Deshalb werden täglich Lotproben gezogen und mithilfe eines Spectrometers analysiert. Zu jeder Lotprobe gibt es ein Protokoll mit den einzelnen Werten der einzelnen Elemente. Diese Prüfbögen sollen nun automatisiert eingelesen und die Werte mit dem Zeitstempel in eine Datenbank abgelegt werden.
<b>Informieren</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Was ist die Aufgabe, was möchte der Kunde bzw. die Kundin?</li> <li>▶ In welchem Datenformat (csv, txt, xml, ...) liegen die Logfiles vor?</li> <li>▶ Welchen Inhalt haben die Logfiles hinsichtlich Datenstruktur (Trennzeichen, Schlüsselwörter, Zeitformat, ...)?</li> </ul>
<b>Planen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Was sind die technischen Rahmenbedingungen?</li> <li>▶ Wie und wann können die Logfiles empfangen werden (Netzlaufwerk, http Post, Dienste, ...)?</li> <li>▶ Wo und wann sollen die Inhalte der Logfiles hingeschrieben werden?</li> <li>▶ Wie sieht die Struktur und das Format aus?</li> </ul>
<b>Entscheiden</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wie wird was wann und durch wen umgesetzt?</li> <li>▶ In welcher Sprache soll der Parser geschrieben werden (C++, C#, PHP, ...)?</li> <li>▶ Wie und wie häufig soll das Programm angestoßen werden?</li> <li>▶ Wo wird das Programm ausgeführt (Server, lokaler Rechner, ...)?</li> <li>▶ Wie wird das Programm überwacht?</li> </ul>
<b>Durchführen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Programmieren der Anwendung unter den unter „Informieren/Planen/Entscheiden“ festgelegten Anforderungen.</li> <li>▶ Quellcode muss dokumentiert werden, ggf. müssen neue Bibliotheken gefunden und eingebunden werden.</li> <li>▶ Programm kompilieren und debuggen.</li> <li>▶ Programm erstmalig ausführen in einer Testumgebung.</li> <li>▶ Die Anwendung muss geeignet dokumentiert und versioniert werden.</li> <li>▶ Quellcode muss kommentiert und sinnvoll strukturiert abgelegt werden.</li> <li>▶ Nach dem mehrmals erfolgreichen Ausführen kann die Anwendung nun auf das Produktivsystem übertragen werden.</li> </ul>
<b>Kontrollieren</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ In einer sinnvollen Frequenz kontrolliert der Programmierer die anforderungsgemäße Ausführung der Anwendung.</li> <li>▶ Die Anwendung kann dann an den Kunden übergeben werden.</li> <li>▶ Rückmeldungen des Kunden sollen eingeholt werden, und bei Bedarf müssen neue Anforderungen aufgenommen werden, die ggf. zu einer Überarbeitung der Anwendung führen.</li> </ul>
<p><b>Bemerkung:</b> Das hier geschilderte Beispiel kann beliebig erweitert werden. Einfache Erweiterungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Überwachungen, ob die eingelesenen Werte innerhalb einer gewissen Toleranz liegen.</li> <li>▶ Bei Grenzwertverletzung erfolgt ein definierter Alarm (Alarming).</li> <li>▶ Die Anwendung überwacht sich selbstständig, in dem sie „Lebenszeichen“ (Heartbeat) sendet.</li> </ul>

 Optimierung „Gearhead Montage“ („Pick-by-Light“)

### 4.3 Zusatzqualifikation IT-Sicherheit

Das Thema IT-Sicherheit ist für jeden Nutzer und jede Nutzerin von IT-Systemen ständig präsent. Die Frage nach einer möglichst großen Datensicherheit in Bezug auf IT-gestützte Systeme, Netzwerke, Cloud Computing, Online Banking und vielen weiteren IT-Geschäftsmodellen stellt sich immer dringlicher. Es gibt keine absolute Sicherheit für unsere digitalen Daten – zudem steigt die Internetkriminalität stark an.

Durch entsprechende Sicherheitseinrichtungen und richtiges Verhalten kann ein höchstmögliches Maß an Sicherheit gewährleistet werden.

Typische Handlungsfelder beim Thema IT-Sicherheit sind:

- ▶ das Konfigurieren und Betreiben einer Firewall
- ▶ der Aufbau einer sicheren Verbindung zwischen zwei Netzwerkknoten
- ▶ der Zugriff interner und externer Spezialisten und Spezialistinnen bzw. Techniker/-innen in einem Netzwerkverbund
- ▶ Erstellen von Freigabeszenarien im Rechner und in der Firewall
- ▶ die Sicherheit von Kooperationsnetzwerken.

In der folgenden Übersicht 7 werden die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten als Teil der Zusatzqualifikation stichwortartig erläutert.

#### Übersicht 7: Zusatzqualifikation IT-Sicherheit

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
<b>1</b>	<b>Entwickeln von Sicherheitsmaßnahmen</b>		
	a) Sicherheitsanforderungen und Funktionalitäten von industriellen Kommunikationssystemen und Steuerungen analysieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anwendungen, IT-Systeme, Räume und Kommunikationsverbindungen erfassen und dokumentieren</li> <li>▶ Eingangskanäle für mögliche Störangriffe erfassen</li> <li>▶ plattformgestützte Geschäftsmodelle kennen</li> <li>▶ Lastenheft/Pflichtenheft:               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Klärung Zugriff</li> <li>● Art der Daten</li> <li>● regulatorische Anforderungen</li> </ul> </li> </ul>	8
	b) Schutzbedarf bezüglich Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit und Authentizität bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ betriebliche IT-Richtlinien bzgl. der aufgeführten VIVA kennen und anwenden</li> <li>▶ Vorschriften des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)</li> <li>▶ Erstellung Ablageordner, Lese- und Schreibberechtigung festlegen, Intranet- oder/und Internetzugang, Festlegung der Hardware</li> </ul>	
	c) Gefährdungen und Risiken beurteilen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zugangsberechtigungen nicht leichtsinnig offenlegen</li> <li>▶ Erkennen und Schützen von sensiblen Daten durch z. B. Kennwörter</li> <li>▶ Speichermedien absichern</li> <li>▶ Sicherheit von Kooperationsnetzwerken gewährleisten</li> </ul>	
	d) Sicherheitsmaßnahmen erarbeiten und abstimmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Datensicherung, (Raid-Level kennen) Virenschutz, Verschlüsselung, Benutzerrichtlinien, Rechtevergaben, Sicherheitsschulungen, Test- und Freigabeverfahren, Firewall</li> <li>▶ Schutz vor Sabotage</li> <li>▶ Sicherung von Geschäftsgeheimnissen und Fertigungs-Know-how</li> <li>▶ sicherer und vertrauensvoller Umgang mit Daten (Cloud Computing)</li> <li>▶ Passwörter: Zugriffsvergabe, Rollenvergabe, Berechtigungen, Mitarbeiterschulungen</li> </ul>	

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
<b>2</b>	<b>Umsetzen von Sicherheitsmaßnahmen</b>		
	a) technische Sicherheitsmaßnahmen in Systeme integrieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ anwenden von 1 d)</li> </ul>	
	b) IT-Nutzer und IT-Nutzerinnen über Arbeitsabläufe und organisatorische Vorgaben informieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Passwortvergabe und -handhabung</li> <li>▶ Nutzung von E-Mail, Internet und mobilen Datenträgern</li> <li>▶ Virenschutz</li> <li>▶ soziale Manipulationen</li> <li>▶ Verhaltensregeln beim Verdacht eines Sicherheitsvorfalls</li> <li>▶ Schulung der Mitarbeiter/-innen über Verhaltensregelungen und Konsequenzen (z. B. Strafrecht, Schaden)</li> </ul>	
	c) Dokumentation entsprechend den betrieblichen und rechtlichen Vorgaben erstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Notwendigkeit der Dokumentation kennen</li> <li>▶ Nachvollziehbarkeit der Änderungen</li> <li>▶ Bearbeitungsstand, Aktualität, Statusabfrage (z. B. Änderungsindex im Programmkopf)</li> <li>▶ Dokumentation der Berechtigungen</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>Überwachen der Sicherheitsmaßnahmen</b>		
	a) Wirksamkeit und Effizienz der umgesetzten Sicherheitsmaßnahmen prüfen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ in Abstimmung mit der verantwortlichen IT: Tests zur Überprüfung der installierten Sicherheitsstandards durchführen</li> <li>▶ eigene Rolle zuweisen, aus Nutzersicht testen auf Funktionieren der Sicherheitsmaßnahmen/gewählte Parameter</li> </ul>	
	b) Werkzeuge zur Systemüberwachung einsetzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Versionsüberwachung, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Virenschutz</li> <li>● Möglichkeiten der Systemüberwachung mit IT klären</li> <li>● Soft- und Firmwarestände kennen und berücksichtigen</li> </ul> </li> <li>▶ Nutzerdatenbank/Administratorenübersicht erstellen, Status prüfen/aktualisieren</li> </ul>	
	c) Protokolldateien, insbesondere zu Zugriffen, Aktionen und Fehlern, kontrollieren und auswerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ z. B. im Rahmen der Betriebsdatenerfassung</li> <li>▶ Beachten der Datenschutzbestimmungen</li> <li>▶ Sichern von Produktions- und Prozessdaten</li> <li>▶ Einhaltung der Datenschutzbestimmungen</li> <li>▶ Berechtigungskonzept</li> <li>▶ Bild einfügen, Umsetzungsbeispiele, Schulungsserver</li> </ul>	
	d) sicherheitsrelevante Zwischenfälle melden	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ betriebliche IT-Sicherheitsbeauftragte</li> <li>▶ Vorgesetzte, Datenverarbeitungskoordinatoren, Chief Information Security Officer</li> </ul>	

Das nachfolgend an der Systematik der vollständigen Handlung orientierte Projekt ist als Beispiel zu verstehen und kann für die Ausbildung im Rahmen der Zusatzqualifikation „IT-Sicherheit“ genutzt werden.

## Beispiel betriebliches Projekt: Einrichten einer Fernwartungslösung

### Aufgabenstellung

Ihr Unternehmen ist ein mittelständiger Verpackungsmaschinenhersteller. Sie beliefern weltweit Kunden mit Maschinen für die Produktion. Um einen reibungslosen Betrieb der Maschine und eine minimale Ausfallszeit zu gewährleisten, schließt ihr Kunde einen Wartungsvertrag mit Ihnen ab. Hierfür sollen Sie eine Fernwartungslösung implementieren. Mit Hilfe des Security-Routers „mGuard“ soll die Maschine beim Kunden sicher in das Produktionsnetzwerk eingebunden werden. Anschließend soll eine Ende-zu-Ende verschlüsselte VPN-Verbindung zu einem Fernwartungsserver, der von Ihrer Firma betrieben wird, eingerichtet werden.

### Informieren



Abbildung 16: mGuard Router (Quelle: Phoenix Contact)

- ▶ Informationen zum Kundenauftrag einholen
- ▶ Vorgabe: Die Maschine soll
  - sicher in das Produktionsnetzwerk eingebunden werden
  - aus der Ferne über eine VPN-Verbindung gewartet werden
- ▶ Informationen zu dem Produkt „mGuard“ und über den VPN-Standard „IPSec“ beschaffen
- ▶ Informationen zum betrieblichen Produktions-IT-Netzwerk des Kunden/der Kundin einholen
- ▶ Ausgangszustand analysieren
- ▶ technische und organisatorische Schnittstellen klären

### Planen und Entscheiden

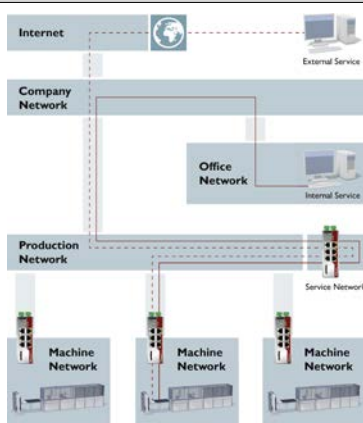


Abbildung 17: Fernwartungstopologie (Quelle: Phoenix Contact)

- ▶ Auftragsunterlagen prüfen und mit den betrieblichen Möglichkeiten abstimmen (betriebliche Richtlinien zur Nutzung von IT-Systemen berücksichtigen)
- ▶ Gegenüberstellung möglicher mGuard-Typen
- ▶ Falls eine VPN-Kommunikation über das betriebliche IT-Netzwerk blockiert wird, mit der IT des Kunden die VPN spezifischen Anforderungen besprechen oder auf andere Möglichkeiten wie Mobilfunk-Typ ausweichen.
- ▶ mGuard Security-Router auswählen
- ▶ Arbeitsplan und Zeitplan erstellen und diesen mit dem Kunden/der Kundin abstimmen
- ▶ technische Dokumentation für die Anlagenveränderung anfertigen

### Durchführen



Abbildung 18: Montagebeispiel Schaltschrank (Quelle: Phoenix Contact)

- ▶ Terminabstimmung mit Kunden
- ▶ Installation der Betriebsmittel
- ▶ Konfigurieren des Security-Routers
  - LAN, WLAN (evtl. Mobilfunk)
  - Firewall-Einstellung (entsprechend der IT-Vorgabe oder der Analyse via Firewall-Logging auf mGuard)
  - VPN-Verbindung zu Fernwartungsserver als Gegenstelle einrichten
  - Verschlüsselungssystem für VPN anwenden (z. B. AES256)
- ▶ Anlagendokumentation anpassen
- ▶ Änderungen dokumentieren

### Kontrollieren und Bewerten



Abbildung 19: Kundenapplikation mit mGuard Secure Cloud (Quelle: Phoenix Contact)

- ▶ Netzwerk in Betrieb nehmen
- ▶ Funktionstest durchführen
  - VPN-Verbindung kontrollieren
  - Testzugriff aus der Ferne
- ▶ zyklische Analyse der Firewall-Logs auf Unregelmäßigkeiten
- ▶ Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen
- ▶ Abnahmeprotokoll anfertigen
- ▶ neue Komponenten in Wartungs- und Inspektionsprozesse aufnehmen
- ▶ geänderte Dokumentation übergeben
- ▶ Kundenfeedback einholen und auswerten
- ▶ Prüfung, ob der Zeitplan eingehalten wurde

Erstellung eines digitalen Archivs

## 4.4 Zusatzqualifikation Additive Fertigungsverfahren (nur für Mechatroniker/-in)

Additive Fertigungsverfahren tangieren zunehmend die Berufsprofile der Metallberufe und des Mechatronikers/der Mechatronikerin. Deshalb wurde für diese Berufe eine entsprechende Zusatzqualifikation erstellt.

Additive Fertigung wird seit den 1980er-Jahren für die Herstellung von Prototypen- und Anschauungsteilen verwendet. Inzwischen ist die Technologie soweit ausgereift, dass die Industrie diese Technik für die Produktion von Serienteilen verwenden kann. Hierbei werden Bauteile aus Kunststoff, aber auch aus Metallen oder Keramik hergestellt.

Produktivitätssteigerung und Kostensenkung sind zwei Hauptgründe, welche die neue Technologie insbesondere in der Medizintechnik, in der Luft- und Raumfahrttechnik sowie im Fahrzeug- und Maschinenbau sehr attraktiv macht. Die Kombination der konventionellen Fertigung mit 3D-Druck ist ebenso möglich. Für die industrielle Anwen-

dung müssen die Produkte die Erwartungen bezüglich der Festigkeit, Langlebigkeit, Ausdünstungen und Recycling-Fähigkeit erfüllen. Das Verfahren ist hinsichtlich der Reproduzierbarkeit bestens dafür geeignet, Einzelteile oder Teile in kleinen Mengen zu liefern. Dabei spielen die sichere Dokumentation des Fertigungsprozesses mit allen Dokumenten und Parametern eine wichtige Rolle. Vielfältige Geometrien und Größen sind damit realisierbar. So können komplexe Teile/Geometrien ohne aufwändige Programme, Zeitaufwand oder teure 5-Achs-Bearbeitungsmaschinen hergestellt werden. Dabei lassen sich die technologischen und mechanischen Eigenschaften einfach beeinflussen. Die Anordnung von mehreren zu fertigenden Teilen in einem Bearbeitungsschritt ist möglich. Eine abschließende Nachbearbeitung mit spanenden Fertigungsverfahren oder eine Oberflächenveredelung ist möglich.

In der folgenden Übersicht 8 werden die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten als Teil der Zusatzqualifikation stichwortartig erläutert.

### Übersicht 8: Zusatzqualifikation Additive Fertigungsverfahren

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
<b>1</b>	<b>Modellieren von Bauteilen</b>		8
	a) Bauteile durch Programme zum computergestützten Konstruieren (CAD) erstellen		
	b) für digitale 3D-Modelle parametrische Datensätze entwickeln	▶ Abhängigkeiten für Maße, Lage und Toleranzen festlegen – anstatt konkreter Werte	
	c) Gestaltungsprinzipien zur additiven Fertigung einhalten und Gestaltungsmöglichkeiten nutzen	▶ Produkte möglich, die spanend nicht herstellbar sind, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>● „Dreiecksbohrungen“</li> <li>● innenliegende Kühlkanäle</li> <li>● „Bohrung um die Ecke“</li> </ul> ▶ Printability-Check: Bauteile auf grundsätzliche Fertigbarkeit überprüfen, Druck-Performance und Qualität optimieren	
<b>2</b>	<b>Vorbereitung von additiver Fertigung</b>		
	a) Verfahren zur additiven Fertigung auswählen	▶ Material, z. B. Kunststoff, Metall, Verbundstoffe (GFK) nach technologischen Anforderungen (z. B. Zugfestigkeit, Korrosionsfestigkeit) auswählen ▶ Maschine festlegen ▶ Verfahren festlegen ▶ Beachten von z. B. Auffüllgrad, Dichtheitsprüfung, Flächenübergänge	
	b) 3D-Datensätze konvertieren und für das Verfahren anpassen	▶ 3D-CAD-Modell aufbereiten, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Flächenaufmaße</li> <li>● Bohrungen verkleinern</li> <li>● Werkzeugmaschinen-Aufspannungen</li> </ul> ▶ Stützgeometrie für Metall- oder Kunststoffteile, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Point</li> <li>● Line</li> <li>● Gusset</li> <li>● Web</li> <li>● Contur oder Block</li> </ul>	

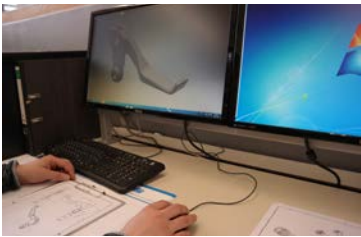
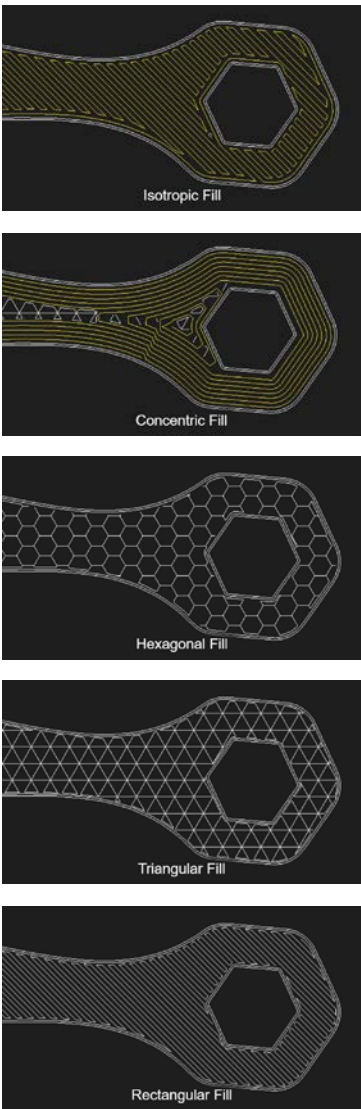




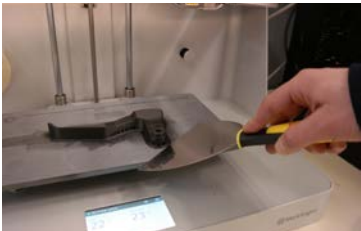

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation/ zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	zeitliche Richtwerte in Wochen
	c) verfahrensspezifische Produktionsabläufe planen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lage, Stützgeometrie, physikalische Abhängigkeiten beachten, z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur</li> <li>• Druckgeschwindigkeit</li> <li>• Trocknungszeiten</li> </ul> </li> <li>▶ maschinenspezifische Besonderheiten berücksichtigen</li> <li>▶ Fertigungssimulation</li> </ul>	
	d) Maschine zur Herstellung einrichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften beim Umgang mit Roh- und Restmaterialien beachten</li> <li>▶ optimale Ausrichtung – Oberflächenqualität bzw. Bauteilgenauigkeit, Formtoleranzen erhöhen</li> <li>▶ Optimierung der Bauteileorientierung</li> <li>▶ Bauraumaufteilung bei gleichzeitiger Fertigung von mehreren Bauteilen (Packaging/Nesting) beachten</li> <li>▶ Maschinen-Kinematik berücksichtigen</li> </ul>	
<b>3 Additives Fertigen von Produkten</b>			
	a) additive Fertigungsverfahren anwenden und Probebauteile erstellen und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften beim Umgang mit Roh- und Restmaterialien beachten</li> <li>▶ Bewertungskriterien festlegen und abgleichen</li> </ul>	
	b) Prozessparameter anpassen und optimieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Temperatur</li> <li>▶ Druckgeschwindigkeit</li> <li>▶ Wand- und Schichtdicke</li> <li>▶ Einflussgrößen, z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• inhomogene Temperaturverteilung</li> <li>• Materialverzug</li> <li>• Ausführung von Stützkonstruktionen berücksichtigen</li> </ul> </li> </ul>	
	c) Prozesse kontrollieren, überwachen und protokollieren und Maßnahmen der Qualitätssicherung durchführen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Soll-Ist-Abgleich, z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung von relevanten Maßen</li> <li>• Stichprobenmessung</li> <li>• Einsatz von Prüfmitteln</li> </ul> </li> </ul>	
	d) Fehler- und Mängelbeseitigung veranlassen sowie Maßnahmen dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Maschinenfehlfunktionen identifizieren</li> <li>▶ Materialmängel identifizieren</li> <li>▶ Fehler in der Materialmischung erkennen</li> <li>▶ Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse durchführen (FMEA)</li> </ul>	
	e) Daten des Konfigurations- und Änderungsmanagements pflegen und technische Dokumentationen sichern	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fehlerstammbaum</li> <li>▶ Versionsmanagement</li> </ul>	
	f) verfahrensspezifische Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz einhalten		

Das nachfolgend an der Systematik der vollständigen Handlung orientierte Projekt ist als Beispiel zu verstehen und kann für die Ausbildung im Rahmen der Zusatzqualifikation „Additive Fertigungsverfahren“ genutzt werden.



## Beispiel betriebliches Projekt: Projekt Handbremshebel

Aufgabenstellung	
Für einen Kunden sind Bremshebel zu fertigen. Die Lieferung soll mit langer Laufzeit „just in time“ in kleinen Stückzahlen erfolgen.	
Informieren	
 <p>Abbildung 20: Sichten und Prüfen der Daten (Quelle: bfw)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ auftragspezifische Anforderungen und Informationen beschaffen, prüfen, umsetzen oder an Beteiligte weiterleiten</li> <li>▶ Gegebenheiten: Motocross-Motorrad, erhöhte Beanspruchung, Material nicht festgelegt, vorgegebene Form ist nicht zu ändern, Gewicht so leicht wie möglich, Festigkeit an den belasteten Zonen hoch (Gelenk, Griffteil), korrosionsbeständig, formstabil auch bei Temperaturschwankungen, Farbe Anthrazit, Lieferzeit innerhalb von zwei Werktagen nach Bestellung</li> <li>▶ basierend auf der vom Kunden bereitgestellten Daten die Kompatibilität mit der verwendeten Software prüfen ggf. konvertieren, Zeichnung sichten und prüfen</li> <li>▶ Maschinen- und Werkstattbelegungsplan prüfen und auswerten</li> <li>▶ Schnittstelle für Nachbearbeitung der Teile berücksichtigen</li> </ul>
Planen	
 <p>Abbildung 21: Gestaltungsmöglichkeiten (Quelle: bfw)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lösungsvarianten in Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren prüfen, darstellen und im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit vergleichen</li> <li>▶ Zur Verfügung stehen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 5-Achs-Simultan-Fräsmaschine</li> <li>● 3D-Drucker mit ABS-Kunststoff als Filament</li> <li>● 3D-Drucker mit hochfestem Onyx als Filament</li> </ul> </li> <li>▶ Somit kommen als Fertigungsverfahren infrage:             <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fräsen aus Alu</li> <li>● Negativfräsen aus Werkzeugstahl oder Gussnegativ aus Spritz-/Druckguss</li> <li>● einfachster Kunststoffdruck oder hochfester 3D-Druck mit Verstärkungen und internen Strukturen</li> <li>● selektives Laserschmelzen aus Metallpulver</li> </ul> </li> <li>▶ infrage kommende Gestaltungsmöglichkeiten für die additive Fertigung bestimmen</li> <li>▶ der Ablauf wird in einem schriftlichen Arbeitsplan umgesetzt, d. h. Werk- und Hilfsstoffe werden aufgelistet und Arbeitsschritte werden in ihrer Reihenfolge festgelegt und in einem Zeitplan integriert</li> <li>▶ bezüglich der Zeit- und Materialbedarfsplanung stehen Daten aus Referenzprojekten zur Verfügung</li> </ul>

<b>Entscheiden</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ endgültige Entscheidung über das infrage kommende Fertigungsverfahren, insbesondere in Abhängigkeit von optimalen technologischen Prozessparametern (Werkstückeigenschaften) sowie von Anlagenverfügbarkeit und von wirtschaftlichen Erwägungen (Materialpreise, Fertigungszeiten, Anlagenkosten)</li> <li>▶ das passendste Verfahren ist in diesem Fall der hochfeste 3D-Druck mit Verstärkungen und internen Strukturen</li> </ul>
<b>Durchführen</b>	
 <p>Abbildung 22: Datensatz Handbremshebel (Quelle: bfw)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ selbstständige Umsetzung der erarbeiteten Planung und der Fertigung des Werkstückes</li> <li>▶ für die Anfertigung ist es notwendig, aus der gelieferten Zeichnung ein 3D-Modell zu erstellen und dieses als parametrischen Datensatz im Rahmen des Konfigurations- und Änderungsmanagements zu sichern</li> <li>▶ bereits zu diesem Zeitpunkt werden speziell durch das Verfahren „additive Fertigung“ Gestaltungsmöglichkeiten (Hohlkörper, Wanddickenabhängigkeiten, ggf. Füllstrukturen u. v. m.) umgesetzt.</li> <li>▶ passend für das gewählte Verfahren Datensatz konvertieren und anpassen; Schichtdicken, Vorschubgeschwindigkeiten, Deckflächen und Wandflächen der Layer in Abhängigkeit der geforderten Stabilität in Korrelation zur ökonomischen Fertigung des Bauteils optimieren; die Stützstrukturen des Verstärkungsmaterials an den Belastungszonen definieren</li> <li>▶ 3D-Printer mit dem passenden Filament (Onyx) und Verstärkungsmaterial (Kevlar) bestücken, die Tischhöhe kalibrieren, den Printbereich vorbereiten und einen Probedruck durchführen</li> <li>▶ nach erfolgreichem Druck des Standardprobeteils Werkstück laden und fertigen</li> <li>▶ für die Arbeitssicherheit sind die Ausführungen entsprechend Sicherheitsbetriebsanweisungen sowie verfahrensspezifische Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Umweltschutz einzuhalten</li> </ul>
 <p>Abbildung 23: Standardprobeteil (Quelle: bfw)</p>	
<b>Kontrollieren</b>	
 <p>Abbildung 24: Lösen vom Drucktisch (Quelle: bfw)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fertigungsprozess kontrollieren, überwachen und protokollieren: Bei absehbarer Fehlfertigung Prozess sofort unterbrechen, Prozessparameter korrigieren und die Fertigung erneut starten</li> <li>▶ alle Maßnahmen zur Mängelbeseitigung dokumentieren</li> <li>▶ fertiges Werkstück vom Drucktisch lösen und kontrollieren</li> <li>▶ alle Stützstrukturen entfernen und fachgerecht entsorgen</li> <li>▶ die Nachbehandlung der Oberflächen erfolgt je nach Fertigungsverfahren per Hand oder maschinell mit Schleifpapier oder Druckluftentgrater/Schleifer</li> <li>▶ im Anschluss Werkstück vermessen und nach Maßgaben der Qualitätssicherung erfassen</li> </ul>
 <p>Abbildung 25: Vermessen des Werkstücks (Quelle: bfw)</p>	
<b>Bewerten</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Abschluss des Arbeitsprozesses durch Bewertung von Ergebnissen, Bearbeitungsablauf und Klärung der Frage, was evtl. beim nächsten Mal besser gemacht werden kann</li> <li>▶ abschließende Dokumentation im Rahmen des Konfigurations- und Änderungsmanagements, die es ermöglicht, den Fertigungsprozess reproduzierbar zu beschreiben und für zukünftige Bestellungen als Referenzprojekt zu dienen</li> </ul>

## 4.5 Empfehlungen zur Planung und zur Umsetzung der Zusatzqualifikationen

Anhand der in Abbildung 27 zusammengefassten Schritte und Fragestellungen werden nachfolgend Empfehlungen zur Planung und zur Umsetzung der Zusatzqualifikationen gegeben und begründet.

### Schritt 1 „Informieren“: Bedarf an Zusatzqualifikationen (ZQ) und Rahmenbedingungen klären

Die Entscheidung, welche Zusatzqualifikationen künftig wie umgesetzt werden, müssen die Verantwortlichen im Betrieb prüfen und abstimmen. Dies beinhaltet einen Dialog mit den abnehmenden Fachabteilungen und eine erste Rückkopplung mit der Kammer in Bezug auf die Prüfungsmodalitäten. Zu prüfen ist auch, welche Voraussetzungen ausbildungspersonal- und infrastrukturseitig bereits gegeben sind und wie diese eventuell noch optimiert werden können. Falls erforderlich, können alternative Möglichkeiten wie Verbundausbildung oder Vertragsausbildung für die Vermittlung von Zusatzqualifikationen genutzt werden. Vorteil der Umsetzung im eigenen Betrieb ist, dass das Know-how intern entwickelt und gestärkt wird.

Die Vermittlung einer Zusatzqualifikation kann mit Abschluss des Ausbildungsvertrages oder im Ausbildungsverlauf zwischen Betrieb und Auszubildenden vereinbart werden. Die Verabredung im Ausbildungsverlauf hat den Vorteil, dass sie zeitnah und gezielt den Fachkräftebedarf bedienen kann, auf die Förderung einzelner Auszubildender ausgerichtet ist und zusätzlich motivierend auf die Auszubildenden wirken kann. Denkbar ist auch, dass Auszubildende mehrere Zusatzqualifikationen erwerben, wenn dies realistisch erscheint.

### Schritt 2 „Planen“: Zusatzqualifikation(en) im betrieblichen Ausbildungsplan berücksichtigen

Die Prüfung der Zusatzqualifikation(en) erfolgt im Rahmen der gestreckten Abschlussprüfung Teil 2. Eine zu frühe Vermittlung der Zusatzqualifikation lässt demnach Ausbildung und Prüfung weit auseinanderfallen. Das spricht für eine Vermittlung der Zusatzqualifikation im dritten und vierten Ausbildungsabschnitt und die anteilige Verortung in arbeitsprozessnahe Bereiche – in das Ausbildungszentrum, in die Berufsschule oder/und zu externen Bildungsdienstleistern (bis hin zu Herstellerschulungen) – ist möglich. Die Umsetzung der ZQ sollte im betrieblichen Ausbildungsplan klar definiert sein und durch entsprechende Lernaufträge, Projekte und andere Lehr-/Lernformate operationalisiert werden. Eine rechtzeitige Festlegung von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten – auch für Teilschritte – ist ratsam.

Die Berufsschule ist nicht obligatorisch in die Vermittlung der Zusatzqualifikationen eingebunden – dies schließt aber

nicht aus, dass regionale oder individuelle Lösungen gefunden werden. Die Einbindung der Berufsschule ist für alle Beteiligten von Vorteil.

Die Planung der Zusatzqualifikation(en) ist eine gute Gelegenheit, die im Betrieb an der Ausbildung Beteiligten zusammenzubringen, das Thema Berufsausbildung im Unternehmen präsent zu machen, Verbindlichkeit herzustellen und Aufgaben abzustimmen.

### Schritt 3 „Vorbereiten“: Prüfen der personellen und materiellen Rahmenbedingungen

Die Zusatzqualifikationen beinhalten Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten, die erst in den letzten Jahren entstanden sind (System- und Prozessintegration, IT-gestützte Anlagenänderung, additive Fertigungsverfahren). Deshalb sind die Überprüfung der materiellen und personellen Voraussetzungen und möglicherweise Beschaffungen notwendig. Es empfiehlt sich, ein Budget für notwendige Lehr- und Lernmittel einzurichten, das bedarfsbezogen zur Verfügung steht. Auszubildende können an der Auswahl und Beschaffung beteiligt werden.

Die Zusatzqualifikationen können das Lernen in der Organisation fördern. Mit der Umsetzung der Zusatzqualifikationen wird nicht zuletzt über die Auszubildenden Wissen und Können in das Unternehmen „geholt“. Dieses Lernverständnis sollte zugrunde gelegt und der Lehr- und Lernprozess entsprechend organisiert werden. Die Beispiele zu den einzelnen Zusatzqualifikationen [[▲ Kapitel 4.1 bis 4.4](#)] können als Anregung dienen, um eigene Lösungen zu entwickeln. Fachliche Unterweisungen, Aufträge zu Literatur- und Dokumentenanalyse, Normen und Rechtsgrundlagen sowie Reflexionsgespräche gehören ebenfalls in ein solches Konzept.

Kurze Steckbriefe (siehe Abb. 26) für einzelne Lernabschnitte und Lernstationen

- ▶ stellen den Bezug zur Ausbildungsordnung her (in der rechten Spalte werden die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten aus der Zusatzqualifikation eingetragen, die genau an dieser Lernstation thematisiert werden);
- ▶ dokumentieren getroffene Absprachen mit Fachabteilungen, Dienstleistern und/oder Auszubildenden im Lernzentrum (linke Spalte: Typische Lern- und Arbeitsaufgaben, die an der Lernstation auszuführen sind);
- ▶ machen den Lernprozess in der Zusatzqualifikation nachvollziehbar und unterstützen die Überprüfbarkeit für die Fachabteilung, für die Verantwortlichen und für die Auszubildenden.



Muster Steckbrief sowie Beispiel

Lernstation: Netzwerkerweiterung	
Fachabteilung: Zentrale Instandhaltung	Zusatzqualifikation: Digitale Vernetzung
Betreuer/Ausbilder/-in: Max Mustermann	Verweildauer: 3 Wochen
Auszubildende: n. n. n. n.	Ausbildungsberuf: Mechatroniker/-in
Typische Lern- und Arbeitsaufgaben	Hier zu vermittelnde Kenntnisse und Fertigkeiten (aus Ausbildungsrahmenplan)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ unterstützend bei Instandhaltungsprozessen mitwirken</li> <li>▶ Netztopologien analysieren und beschreiben</li> <li>▶ Teilsysteme installieren und ändern</li> <li>▶ Netzwerkdagnosen vorbereiten, durchführen und beschreiben</li> <li>▶ Diagnosetools selbstständig handhaben</li> <li>▶ Daten und Informationen auswerten und beurteilen</li> <li>▶ ...</li> <li>▶ eigenständig gestellte Lernaufgaben bearbeiten und im Rahmen von Feedback-Gesprächen präsentieren</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen               <ol style="list-style-type: none"> <li>b. Ausgangszustand der Systeme analysieren, insbesondere Dokumentationen auswerten sowie Netztopologien, eingesetzte Software und technische Schnittstellen klären und dokumentieren</li> </ol> </li> <li>2. Errichten, Ändern und Prüfen von vernetzten Systemen               <ol style="list-style-type: none"> <li>b. Netzwerkkomponenten sowie Netzwerktriebssysteme installieren, anpassen und konfigurieren, Vorgaben für eine sichere Konfiguration beachten</li> <li>e. Funktionen kontrollieren, Fehler beseitigen, Systeme in Betrieb nehmen und übergeben, Änderungen dokumentieren</li> </ol> </li> <li>3. Betreiben von vernetzten Systemen               <ol style="list-style-type: none"> <li>b. Systemdaten, Diagnosedaten und Prozessdaten auswerten und Optimierungen vorschlagen</li> <li>c. Anlagenstörungen analysieren, Testsoftware und Diagnosesysteme einsetzen, Instandsetzungsmaßnahmen einleiten</li> </ol> </li> </ol>

Abbildung 26: Beispiel für Steckbrief einer Lernstation

#### Schritt 4 „Durchführen“: Ausbildung der Zusatzqualifikation durchführen

Während der Ausbildung der Zusatzqualifikation(en) sollte durch die Ausbildungsverantwortlichen ein regelmäßiger Kommunikationsprozess zwischen Auszubildenden und Auszubildenden organisiert werden. Reflexionen und Lernstandskontrollen unterstützen die Qualitätssicherung. Im Ausbildungsnachweis sollen die Auszubildenden den Erwerb der Zusatzqualifikation(en) dokumentieren. Formal und inhaltlich wird damit gesichert, dass erkennbar ist, wie die Auszubildenden auf die Prüfung vorbereitet sind.

#### Schritt 5 „Prüfung der Zusatzqualifikation vorbereiten und durchführen“: Praxisbezogene Aufgabe auswählen und formulieren, Prüfling einweisen

Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt verbunden mit der Anmeldung zur gestreckten Abschlussprüfung Teil 2. Zur Vorbereitung auf das fallbezogene Fachgespräch hat der Prüfling eigenständig im Ausbildungsbetrieb eine praxisbezogene Aufgabe durchzuführen.

Die Auswahl und Formulierung dieser Aufgabe ist Sache des Ausbildungsverantwortlichen. Empfohlen wird, diese möglichst aus betrieblichen Situationen heraus abzuleiten.

Eine Abstimmung oder Genehmigung durch den Prüfungsausschuss ist nicht notwendig. Die Aufgabe ist so zu wählen, dass sie die Prüfungsanforderungen der Ausbildungsordnung bezogen auf die Zusatzqualifikation(en) erfüllt.

Zu der praxisbezogenen Aufgabe hat der Prüfling einen Report zu erstellen, der fristgerecht bei der IHK abzugeben ist.

Die Aufgabe sollte vollständig dokumentiert sein, sodass mündliche Erläuterungen oder Nachfragen ausgeschlossen werden können. Sie wird auch in den Report aufgenommen, der im Anschluss an die Durchführung der praxisbezogenen Aufgabe an den Prüfungsausschuss zu übergeben ist.

Der Charakter der Prüfung ist durch ein hohes Maß an betrieblicher Eigenverantwortung geprägt. Dazu gehört die Sicherung der eigenständigen Durchführung der praxisbezogenen Aufgabe, die beide – Prüfling und Ausbildungsverantwortliche/-r – durch einen Eigenständigkeitsnachweis gegenüber dem Prüfungsausschuss mit ihrer Unterschrift versichern.

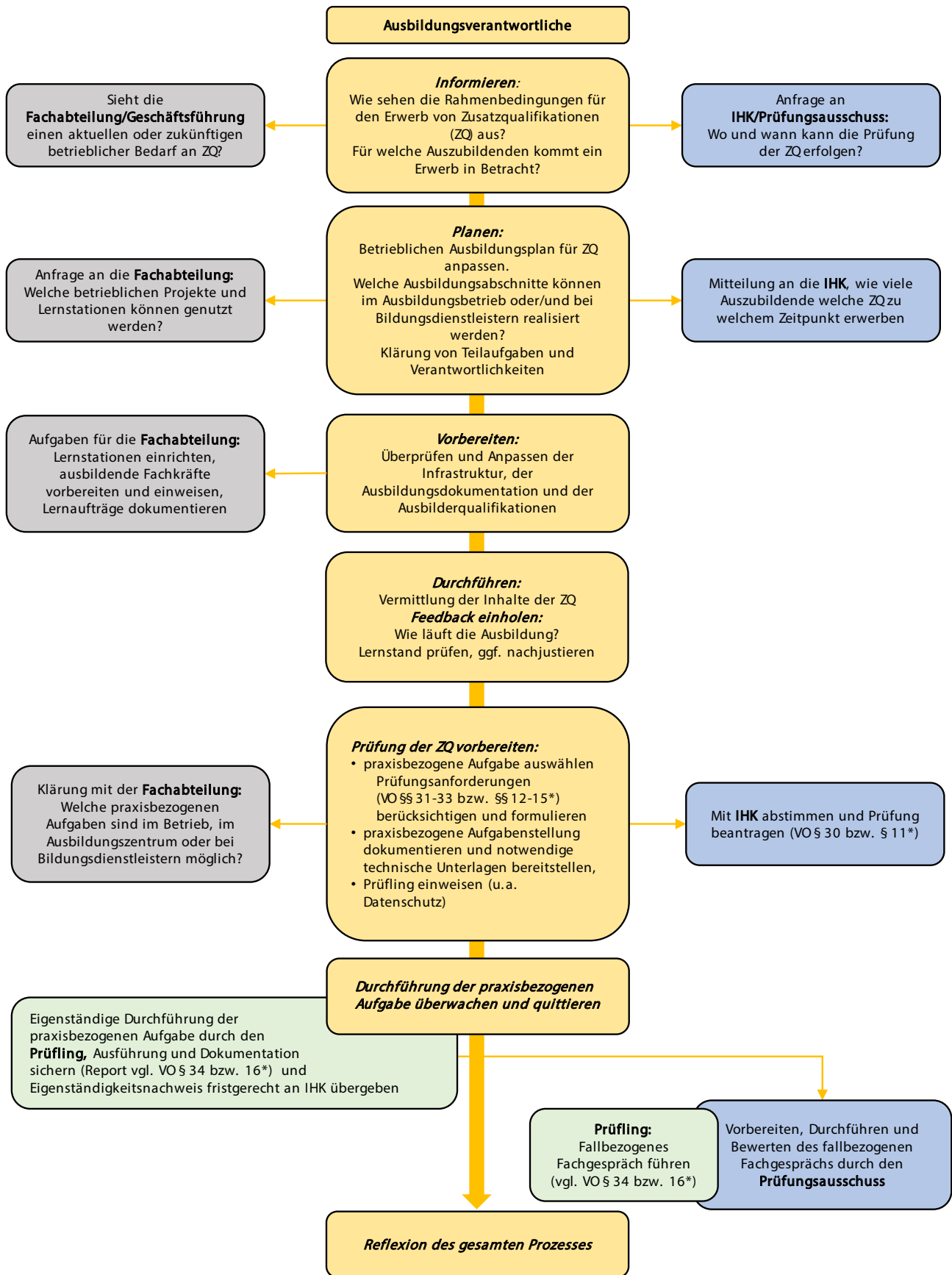


Abbildung 27: Planung und Umsetzung von Zusatzqualifikationen – Hinweise für Ausbildungsverantwortliche (Quelle: BIBB)

 Schaubild Planung und Umsetzung von Zusatzqualifikationen



# 5 Prüfung

Bei der Gestaltung künftiger Abschlussprüfungen werden sowohl die einzelnen Änderungen in den Berufsbildpositionen und die neue integrative Berufsbildposition „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ als auch die Prüfung der Zusatzqualifikation(en) Berücksichtigung finden.

## Veränderungen in der Abschlussprüfung Teil 2

Wie bisher sind in den Ausbildungsordnungen für die industriellen Elektroberufe sowie für den Mechatroniker und die Mechatronikerin die Prüfungsanforderungen für den jeweiligen Beruf beschrieben. Bei den Prüfungsbereichen von Teil 2 sind weiterhin die integrativen Berufsbildpositionen zu berücksichtigen. Dies gilt auch für die neue integrative Berufsbildposition „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“.

Die Aufgabenerstellungsausschüsse der Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle der IHK Region Stuttgart

(PAL) berücksichtigen die Änderungen bei der Erstellung der Prüfungsaufgaben für die jeweiligen Berufe.

## Prüfung der Zusatzqualifikationen

Die Prüfung der bundesweit einheitlichen Zusatzqualifikationen findet im Rahmen der „Gestreckten Abschlussprüfung“ Teil 2 statt. Das Ergebnis der ZQ-Prüfung wird dabei jedoch separat ermittelt und hat keinen Einfluss auf das Ergebnis der Abschlussprüfung. Die Prüfungsregelungen zur Prüfung der Zusatzqualifikationen, einschließlich der Prüfungsanforderungen, dem Ablauf, dem Prüfungsinstrument und der Bewertung, sind in den Ausbildungsordnungen in den Paragraphen 28 bis 35 festgelegt. Als jeweiliges Prüfungsinstrument ist das fallbezogene Fachgespräch bestimmt.

Das fallbezogene Fachgespräch wird ausgehend von einer vom Prüfling durchgeführten praxisbezogenen Aufgabe geführt [▲Kapitel 4.5]. Zu der praxisbezogenen Aufgabe ist ein Report zu erstellen.



Der Report über die Durchführung einer praxisbezogenen Aufgabe dient dem Prüfungsausschuss zur Information und Vorbereitung auf das fallbezogene Fachgespräch. Auf Grundlage des Reports kann der Prüfungsausschuss das Thema der praxisbezogenen Aufgabe im Gespräch vertiefen. Es können dabei auch Inhalte eine Rolle spielen, die in einem direkten Zusammenhang mit dem Kernthema der Aufgabe stehen (z. B. Schnittstellen oder vor- und nachgelagerte Prozesse).<sup>2</sup>

Der Report und die praxisbezogene Aufgabe werden nicht bewertet. Es werden dabei in einem zeitlichen Umfang von höchstens 20 Minuten Fachfragen zu fachlichen Sachverhalten und Vorgehensweisen sowie Problemen und Lösungen bezogen auf die Durchführung und das Ergebnis der praxisbezogenen Aufgabe erörtert. Die spezifischen Prüfungsanforderungen sind jeweils den Zusatzqualifikationen zugeordnet und in den Prüfungsparagraphen der Ausbildungsverordnung definiert.

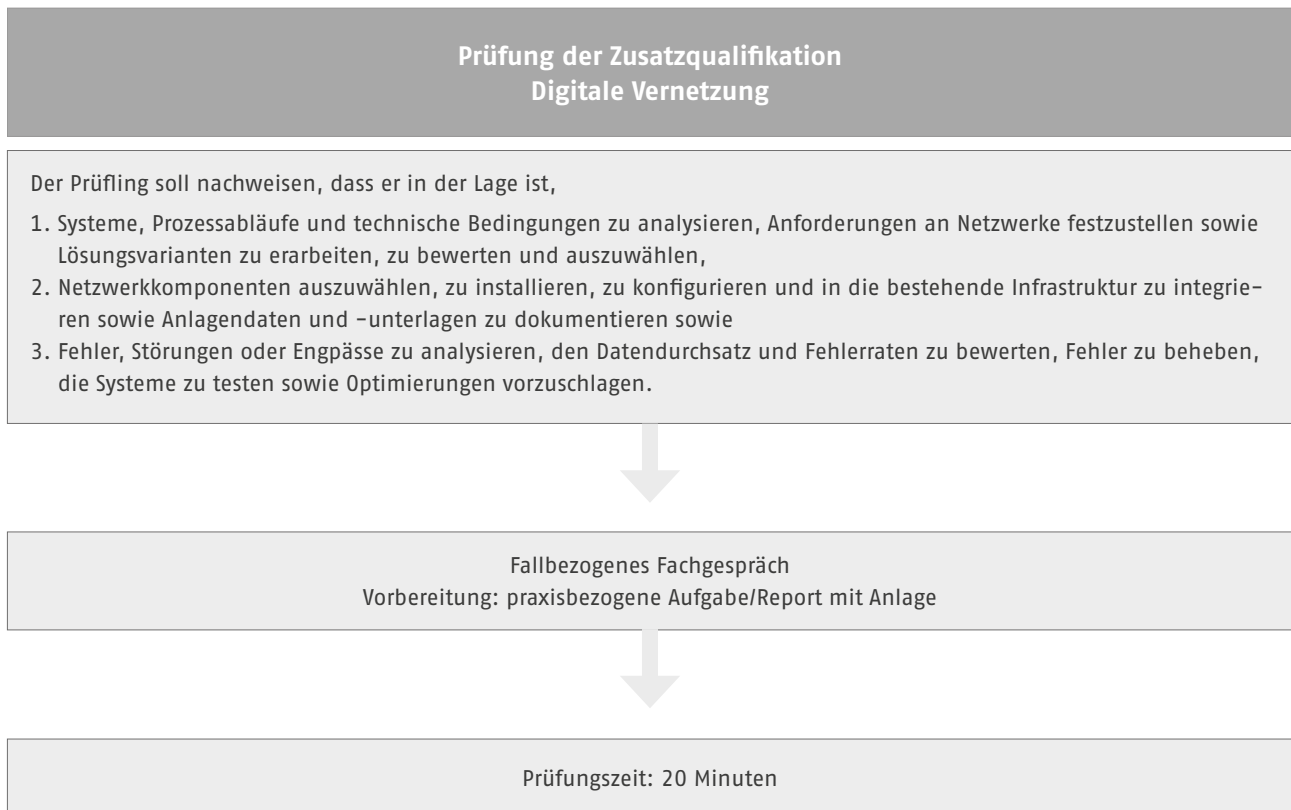
Abbildung 28: Zusammenfassende Darstellung des ZQ-Prüfungsprozesses (Quelle: DIHK)

\* Über die konkreten Termine informiert, wie auch bei Zwischen- und Abschlussprüfungen, die IHK vor Ort.

2 vgl. DIHK (Hrsg.): IHK-Leitfaden zu den Änderungen in der Prüfungsorganisation der Industriellen Metallberufe, Industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers 2018, S. 12

## Prüfung der Zusatzqualifikationen – Struktur

### Digitale Vernetzung



### Programmierung



## IT-Sicherheit

### Prüfung der Zusatzqualifikation IT-Sicherheit

Der Prüfling soll nachweisen, dass er in der Lage ist,

1. technische und organisatorische IT-Sicherheitsmaßnahmen aufgrund gesetzlicher und betrieblicher Regelungen zu erarbeiten und abzustimmen,
2. IT-Sicherheitsmaßnahmen umzusetzen und
3. die umgesetzten IT-Sicherheitsmaßnahmen zu überwachen.



Fallbezogenes Fachgespräch  
Vorbereitung: praxisbezogene Aufgabe/Report mit Anlage



Prüfungszeit: 20 Minuten

## Additive Fertigungsverfahren - Mechatroniker/-in

### Prüfung der Zusatzqualifikation Additive Fertigungsverfahren

Der Prüfling soll nachweisen, dass er in der Lage ist,

1. parametrische 3D-Datensätze zu erstellen und anzuwenden,
2. additive Fertigungsanlagen einzurichten und zu betreiben sowie
3. die Qualität der Produkte zu prüfen und zu sichern.



Fallbezogenes Fachgespräch  
Vorbereitung: praxisbezogene Aufgabe/Report mit Anlage



Prüfungszeit: 20 Minuten



IHK-Leitfaden zu den Änderungen der Prüfungsorganisation



Deckblatt Report



Bescheinigung über eine Zusatzqualifikation



Orientierungshilfe für den Prüfling/Ausbildungsbetrieb



Muster Bewertungsbogen



## 6 Änderungen in den Rahmenlehrplänen

Parallel zur Modernisierung der Ausbildungsordnungen wurden durch Rahmenlehrplanausschüsse der Kultusministerkonferenz (KMK) auch die Rahmenlehrpläne für die fünf industriellen Elektroberufe und den/die Mechatroniker/-in überarbeitet.

Korrespondierend zu der neuen integrativen Berufsbildposition 5 und den Industrie 4.0 Aktualisierungen der Kern- und Fachqualifikationen wurden dazu die relevanten Ausbildungsinhalte der Digitalisierung in die „Berufsbezogenen Vorbemerkungen“ (Teil IV) der KMK-Rahmenlehrpläne aufgenommen und in ihrer Zielstellung in grundsätzlicher Form übergreifend für alle Lernfelder beschrieben. Sie sind damit in allen Lernfeldern situativ und individuell unter Berücksichtigung berufstypischer Ausprägungen durch Anwendungen zu entwickeln, zu festigen und zu vertiefen. In Lernfeldern mit ausgeprägten Digitalisierungs- und Industrie 4.0 Themen wurden diese explizit in der Zielformulierung aufgenommen und die Inhalte konkret benannt.

Die Zusatzqualifikationen werden in den KMK-Rahmenlehrplänen explizit nicht adressiert. Gleichwohl gibt es in den „Berufsbezogenen Vorbemerkungen“ (Teil IV) den Hinweis, dass die Lernfelder des siebten Ausbildungshalbjahres insbesondere die beruflichen Einsatzgebiete in ihrer ganzheitlichen Aufgabenstellung berücksichtigen: „Diese komplexen Aufgabenstellungen ermöglichen es einerseits, bereits vermittelte Kompetenzen und Qualifikationen zusammenfassend und projektbezogen zu nutzen und zu vertiefen und andererseits zusätzliche einsatzgebietsspezifische Ziele und Inhalte in Abstimmung und Zusammenarbeit mit den Ausbildungsbetrieben zu erschließen.“

### Weitere Informationen:







[www.kmk.org](http://www.kmk.org)

# 7 Lernortkooperation im Industrie 4.0 Kontext

Zur Unterstützung von Ausbildern und Ausbilderinnen sowie Lehrern und Lehrerinnen bei der Identifizierung von Industrie 4.0 Projekten – z. B. im Rahmen einer gemeinsamen Lernplattform – werden nachfolgend weitergehende Informationen zur berufsspezifischen Konkretisierung der Industrie 4.0 relevanten Kompetenzen und den zugeordneten Qualifizierungsinhalten in den betrieblichen Ausbildungsrahmenplänen und schulischen Rahmenlehrplänen gegeben. Die verlinkten Unterlagen bieten den Akteuren eine fundierte Verständigungsbasis über die inhaltlichen „Industrie 4.0 Andockstellen“ sowie einen pragmatischen und transparenten Ansatz zu einem schrittweisen Vorgehen bei der Entwicklung und Umsetzung der Vorhaben.

## 7.1 Industrie 4.0 relevante Ausbildungsinhalte

Zur fachlichen Einordnung und Orientierung wurden für alle modernisierten Berufe sowohl im jeweiligen Ausbildungsrahmenplan wie auch im dazu korrespondierenden Rahmenlehrplan die Industrie 4.0 relevanten Ausbildungsinhalte in den folgenden verlinkten Dokumenten farblich markiert.

-  Elektroniker/-in für Gebäude und Infrastruktursysteme
-  Elektroniker/-in für Betriebstechnik
-  Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik
-  Elektroniker/-in für Geräte und Systeme
-  Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik
-  Mechatroniker/-in


## 7.2 Industrie 4.0 relevante Kompetenzfelder

Die industriellen Metall- und Elektroberufe wurden bereits bei ihrer Neuordnung 2003/2004 prozessorientiert strukturiert: In den Ausbildungsrahmenplänen sind Qualifikationsbündel von Kern- und Fachqualifikationen entsprechenden Zeitrahmen zugeordnet. Jedes dieser Qualifikationsbündel bildet prozessbezogen die mit einem typischen beruflichen Arbeitsfeld verbundenen Qualifikationen ab. Korrespondierend dazu wurden in den KMK-Rahmenlehrplänen die dazu entsprechenden Qualifikationen in Lernfeldern gebündelt.

Ausbildungsrahmenplan und Rahmenlehrplan sind damit aufs Engste in gemeinsamen Kompetenzfeldern synchronisiert.

Um die Akteure auch hier gezielt zu unterstützen, die betriebliche und die schulische Ausbildung möglichst themenbezogen und handlungsorientiert zusammenzuführen, wurden die Industrie 4.0 relevanten Kompetenzfelder farblich differenziert gekennzeichnet.

Ergänzend zu den Ausbildungsinhalten werden so auch die „Andockstellen“ für gemeinsame Projekte transparent.

-  Übersicht über Zeitrahmen und Lernfelder der industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers bzw. der Mechatronikerin

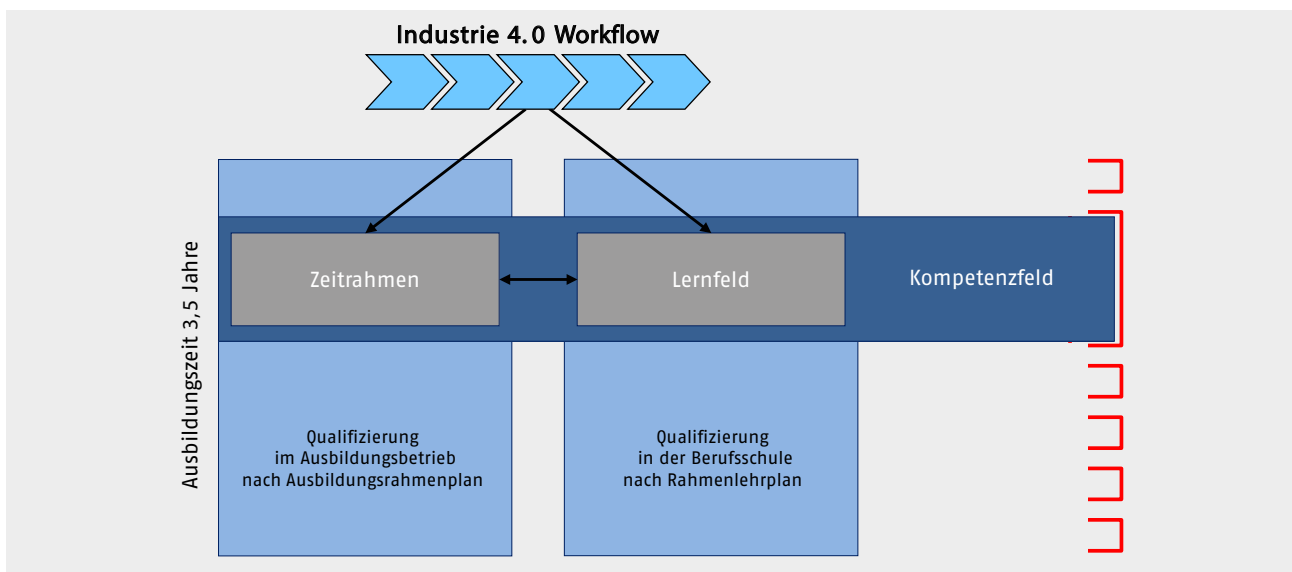


Abbildung 29: Lernortkooperation – Synchronität betrieblicher und schulischer Qualifizierung (Quelle: ZVEI, überarbeitet)

## 7.3 Digitale Basisqualifizierung


Mit der zunehmenden Digitalisierung der Arbeit und den damit verbundenen Anforderungen an den Datenschutz und die Informationssicherheit ist für alle Fachkräfte – aufbauend auf einem fundierten technischen Grundverständnis – ein grundlegendes Denken in vernetzten Systemen erforderlich. Dabei geht es bei dieser berufsübergreifenden digitalen Basisqualifizierung um den Aufbau eines technischen Verständnisses für „Digitale Systeme“ mit ihren grundsätzlichen Funktionalitäten und Prinzipien sowie um das damit verbundene Arbeitshandeln. Ein weiterer Kernpunkt dieser Basisqualifizierung ist das Verständnis von Prinzipien und Regeln des „Digitalen Dokumentationsmanagements“: Die Konsistenz der Daten von A-Z eines Prozesses ist eine Grundvoraussetzung für Industrie 4.0 Abläufe, die sich in den beruflichen Anforderungen zunehmend widerspiegeln.

Die für die Vermittlung der digitalen Basisqualifizierung relevanten Zeitrahmen und Lernfelder (Kompetenzfelder) sind in der Übersicht [▲ Kapitel 7.2] blau gekennzeichnet.

Wie lässt sich das Ziel einer praxisbezogenen, gleichwohl die Berufe übergreifenden „digitalen Basisqualifizierung“ erreichen? Eine Lösung besteht darin, hardwareseitig offene Kleinsysteme zu nutzen, softwareseitig ergänzt durch Open-Source-Angebote.

Diese kostengünstige Realisierung durch Verwendung am Markt gebräuchlicher Hard- und Software ermöglicht die Rückführung von neuartigen digitalen Lösungen auf ein grundlegendes Systemverständnis.

Dieser Low-Cost-High-Tech-Ansatz ist lernförderlich, erhöht die Akzeptanz für Prozesse der Digitalisierung und öffnet den Blick der Fachkräfte für berufliche Entwicklungsmöglichkeiten im Kontext von Industrie 4.0. Die nachfolgenden Beispiele ermöglichen es, dass Auszubildende Lernaufgaben selbstständig und teamorientiert bearbeiten und dabei lernen, Informationen zu erschließen und digitale Lernangebote zu nutzen.

 Inbetriebnehmen eines MINI-PC (Raspberry Pi)

 Industrie 4.0 Demonstrator

 Solarpanel-Nachführung

 Mediensystem OmniControl

## 7.4 Qualifizierung im Industrie 4.0 Workflow

Der Industrie 4.0 Workflow (Produktlebenszyklus) gliedert sich prozessorientiert in die drei zentralen Phasen Herstellung, Integration und Betrieb. Dies entspricht auch der im Security-Kontext der Cyber-Sicherheit geprägten systemtechnischen Zuordnung in „Hersteller“, „Integratoren“ und „Betreiber“. Die Ausbildungsberufe lassen sich im Industrie

4.0 Kontext gleichermaßen prozessbezogen wie auch systemtechnisch den Kompetenzfeldern zuordnen:

- ▶ Herstellung von Industrie 4.0 Komponenten/Anlagen inklusive Komponentenentwicklung und -test
- ▶ Integration von Industrie 4.0 Systemen inklusive Systemimplementierung, -test und -instandhaltung
- ▶ Betrieb von Industrie 4.0 Systemen inklusive Nutzung und Einstellen von Daten, Systemoptimierung und -wartung.

Zur Unterstützung der Akteure wurden dazu die Zuordnungen dieser drei Bereiche in der Übersicht über Zeitrahmen und Lernfelder [▲ Kapitel 7.2] farblich gekennzeichnet.

Bestimmende Größen der Zuordnung sind die Kompetenzanforderungen, die sich aus den berufs- bzw. profilprägenden Industrie 4.0 Handlungskontexten in den betrieblichen Arbeitsabläufen und -zusammenhängen ergeben.


Die jeweils relevanten Ausbildungsinhalte können in kompakter Form dargestellt werden, sind im Umfang überschaubar und stellen eine gute Basis dar, um im Rahmen von Lernortkooperation gemeinsame Projekte – auch Berufe übergreifend – zu entwickeln und abzustimmen.

 Industrie 4.0 Abfüllanlage  
[[www.xplore-dna.net/course/view.php?id=30](http://www.xplore-dna.net/course/view.php?id=30)]

## 7.5 Ableitung der Industrie 4.0 relevanten Qualifikationsinhalte

Die Berufsstrukturen/-profile der industriellen Metall- und Elektroberufe bestimmen sich aus den spezifischen Prozessen dieser Domänen. Sie beschreiben Handlungssituationen von Aufgabenbereichen/-feldern und die dafür erforderliche berufliche Handlungskompetenz.

Das zur Darstellung des systemischen Ansatzes von Industrie 4.0 und seiner technischen Dimensionen und Zusammenhänge entwickelte Referenzarchitekturmodell RAMI 4.0 (DIN SPEC 91345) kann gezielt für eine handlungskontextbezogene Ableitung bzw. Bestimmung der relevanten Qualifikationsinhalte genutzt werden.

 Ableitung der Industrie 4.0 relevanten Qualifikationsinhalte

# Links

## Industrielle Elektroberufe und Mechatroniker/-in

BMW – Informationen zu den industriellen Elektroberufen	[ <a href="http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Gesetze/Ausbildung-Beruf/Ausbildungsordnungen/industrielleelektroberufe.html">www.bmwi.de/Redaktion/DE/Gesetze/Ausbildung-Beruf/Ausbildungsordnungen/industrielleelektroberufe.html</a> ]
Elektroniker/-in für Gebäude- und Infrastruktursysteme	[ <a href="http://www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/212121">www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/212121</a> ]
Elektroniker/-in für Betriebstechnik	[ <a href="http://www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/544554">www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/544554</a> ]
Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik	[ <a href="http://www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/655665">www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/655665</a> ]
Elektroniker/-in für Geräte und Systeme	[ <a href="http://www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/753159">www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/753159</a> ]
Elektroniker/-in für Informations- und Systemtechnik	[ <a href="http://www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/147852">www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/147852</a> ]
Informationsportal zur Ausbildung in der Metall- und Elektro-Industrie	[ <a href="http://www.me-vermitteln.de">www.me-vermitteln.de</a> ]
Mechatroniker/-in	[ <a href="http://www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/868686">www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/868686</a> ]

## Berufsübergreifende Informationen

Ausbilden im Verbund	[ <a href="http://www.jobstarter.de/de/verbundausbildung-80.php">www.jobstarter.de/de/verbundausbildung-80.php</a> ]
Ausbildungsvertragsmuster	[ <a href="http://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/id/1499">www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/id/1499</a> ]
Ausbildereignungsverordnung (AEVO)	[ <a href="http://www.prueferportal.org/html/545.php">www.prueferportal.org/html/545.php</a> ]
Berufsbildungsgesetz (BBiG)	[ <a href="http://www.gesetze-im-internet.de/bbig_2005">www.gesetze-im-internet.de/bbig_2005</a> ]
BIBB-Hauptausschussempfehlungen	[ <a href="http://www.bibb.de/de/11703.php">www.bibb.de/de/11703.php</a> ]
BIBB-Hauptausschussempfehlung – Kooperation der Lernorte	[ <a href="http://www.bibb.de/dokumente/pdf/HA099.pdf">www.bibb.de/dokumente/pdf/HA099.pdf</a> ]
Bildungsportal der IG Metall	[ <a href="http://www.wap.igmetall.de">www.wap.igmetall.de</a> ]
Bundesagentur für Arbeit „Berufenet“	[ <a href="http://www.berufenet.arbeitsagentur.de">www.berufenet.arbeitsagentur.de</a> ]
Deutscher Qualifikationsrahmen (DQR)	[ <a href="http://www.dqr.de">www.dqr.de</a> ]
Europass Zeugniserläuterungen	[ <a href="http://www.europass-info.de/dokumente/zeugniserlaeuterungen">www.europass-info.de/dokumente/zeugniserlaeuterungen</a> ]
Forum für AusbilderInnen	[ <a href="http://www.foraus.de">www.foraus.de</a> ]
Industrie- und Handelskammern (IHK)	[ <a href="http://www.ihk.de/ausbildung">www.ihk.de/ausbildung</a> ]
Lernortkooperation in der Beruflichen Bildung	[ <a href="http://www.foraus.de/html/foraus_6788.php">www.foraus.de/html/foraus_6788.php</a> ]
Musterprüfungsordnungen	[ <a href="http://www.prueferportal.org/html/548.php">www.prueferportal.org/html/548.php</a> ]
Nachhaltigkeit in der Berufsbildung	[ <a href="http://www.bibb.de/de/709.php">www.bibb.de/de/709.php</a> ]

Prüferportal

[[www.prueferportal.org](http://www.prueferportal.org)]

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)

[<https://bildung.vdma.org/berufliche-bildung>]

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, Bildung & Forschung

[[www.zvei.org/themen/bildung-forschung](http://www.zvei.org/themen/bildung-forschung)]

## Broschüren zum Download

Ausbildungsordnungen und wie sie entstehen

[[www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/id/2061](http://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/id/2061)]

Ausbildung & Beruf – Rechte und Pflichten während der Berufsausbildung

[[www.bmbf.de/pub/Ausbildung\\_und\\_Beruf.pdf](http://www.bmbf.de/pub/Ausbildung_und_Beruf.pdf)]

DIHK-Leitfaden

[[www.dihk.de/themenfelder/aus-und-weiterbildung/ausbildung/berufberatung](http://www.dihk.de/themenfelder/aus-und-weiterbildung/ausbildung/berufberatung)]

Handreichung für ausbildende Fachkräfte

[[www.bmbf.de/pub/Handreichung\\_fuer\\_ausbildende\\_Fachkraefte.pdf](http://www.bmbf.de/pub/Handreichung_fuer_ausbildende_Fachkraefte.pdf)]

Kosten und Nutzen der betrieblichen Berufsausbildung

[[www2.bibb.de/BIBBtools/tools/dapro/data/documents/pdf/eb\\_21203.pdf](http://www2.bibb.de/BIBBtools/tools/dapro/data/documents/pdf/eb_21203.pdf)]

Kriterienkatalog zur Ausbildungsreife

[[www.arbeitsagentur.de/web/wcm/idc/groups/public/documents/webdatei/mdaw/mdk1/~edisp/l6019022dstbai378703.pdf](http://www.arbeitsagentur.de/web/wcm/idc/groups/public/documents/webdatei/mdaw/mdk1/~edisp/l6019022dstbai378703.pdf)]

Ratgeber Ausbildung

[[www.arbeitsagentur.de/web/wcm/idc/groups/public/documents/webdatei/mdaw/mdk4/~edisp/l6019022dstbai390235.pdf?\\_ba.sid=L6019022DSTBAI390238](http://www.arbeitsagentur.de/web/wcm/idc/groups/public/documents/webdatei/mdaw/mdk4/~edisp/l6019022dstbai390235.pdf?_ba.sid=L6019022DSTBAI390238)]

## Digitalisierung

BIBB – Digitalisierung der Arbeitswelt – Berufsbildung 4.0

[[www.berufsbildungvierpunktnull.de](http://www.berufsbildungvierpunktnull.de)]

BMWi – Den digitalen Wandel gestalten

[[www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digitalisierung.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digitalisierung.html)]

IG Metall – Industrie 4.0

[[www.igmetall.de/industrie-4-0-12783.htm](http://www.igmetall.de/industrie-4-0-12783.htm)]

New Automation – Industrie 4.0 Projekte für Bildungseinrichtungen

[[www.new-automation.de](http://www.new-automation.de)]

Plattform Industrie 4.0

[[www.plattform-i40.de](http://www.plattform-i40.de)]

Online-Bibliothek der Plattform Industrie 4.0

[[www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Online-Bibliothek/online-bibliothek.html](http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Online-Bibliothek/online-bibliothek.html)]

Glossar Industrie 4.0

[[www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Service/Glossar/glossar.html](http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Service/Glossar/glossar.html)]

IT-Security in der Industrie 4.0 – Handlungsfelder für Betreiber

[[www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/leitfaden-it-security-i40.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](http://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/leitfaden-it-security-i40.pdf?__blob=publicationFile&v=10)]

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)

[<https://industrie40.vdma.org>]

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie – Industrie 4.0

[[www.zvei.org/themen/industrie-40](http://www.zvei.org/themen/industrie-40)]

# Adressen

## Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)

Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
Tel.: 0228 | 107 0  
www.bibb.de



## Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Heinemannstraße 2 und 6  
53175 Bonn  
Tel.: 0228 | 99 57 0  
www.bmbf.de



## Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Scharnhorststraße 34–37  
10115 Berlin  
Tel.: 030 | 18 61 50  
www.bmwi.de



## Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK)

Taubenstraße 10  
10117 Berlin  
Tel.: 030 | 25 41 80  
www.kmk.org



## Kuratorium der Deutschen Wirtschaft für Berufsbildung (KWB)

Simrockstr. 13  
53113 Bonn  
Tel.: 0228 | 91 52 30  
www.kwb-berufsbildung.de



## DIHK | Deutscher Industrie- und Handelskammertag e. V.

Breite Straße 29  
10178 Berlin  
Tel.: 030 | 20 30 80  
www.dihk.de



## Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA)

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main  
Tel.: 069 | 66 03 0  
www.vdma.org



## VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.

Fachausschuss Studium, Beruf und Gesellschaft  
Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main  
Tel.: 069 | 63 08-359  
www.vde.com



## Gesamtmetall | Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.

Voßstraße 16  
10117 Berlin  
Tel.: 030 | 55 15 00  
www.gesamtmetall.de



**ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.**

Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main  
Tel.: 069 | 63 02-0  
www.zvei.org



**Bundesarbeitgeberverband Chemie (BAVC)**

Abraham-Lincoln-Straße 24  
65189 Wiesbaden  
Tel.: 0611 | 77 88-138  
www.bavc.de



**Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA)**

Breite Straße 29  
10178 Berlin  
Tel.: 030 | 20 33 0  
www.arbeitgeber.de



**Deutscher Gewerkschaftsbund (DGB)**

Henriette-Herz-Platz 2  
10178 Berlin  
Tel.: 030 | 24 06 00  
www.dgb.de



**IG Metall (IGM)**

Wilhelm-Leuschner-Straße 79  
60329 Frankfurt  
Tel.: 069 | 66 93 0  
www.igmetall.de



**IG BCE Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie**

Königsworther Platz 6  
30167 Hannover  
Tel.: 0511 | 76 31-0  
www.igbce.de



**Eisenbahn- und Verkehrsgewerkschaft (EVG)**

Weilburger Str. 24  
60326 Frankfurt  
Tel.: 069 | 75 36-0  
www.evg-online.org



**ver.di – Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft**

Paula-Thiede-Ufer 10  
10179 Berlin  
Tel.: 030 | 69 56-0  
www.verdi.de



Umsetzungshilfen aus der Reihe „AUSBILDUNG GESTALTEN“ unterstützen Ausbilderinnen und Ausbilder, Berufsschullehrerinnen und Berufsschullehrer, Prüferinnen und Prüfer sowie Auszubildende bei einer effizienten und praxisorientierten Planung und Durchführung der Berufsausbildung und der Prüfungen. Die Reihe wird vom Bundesinstitut für Berufsbildung herausgegeben. Die Inhalte werden gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus der Ausbildungspraxis erarbeitet.

**ZVEI:**  
Die Elektroindustrie

**VDMA**

**ME**  
GESAMTMETALL



Bundesinstitut für Berufsbildung  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn

Telefon (0228) 107-0

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

E-Mail: [ausbildung-gestalten@bibb.de](mailto:ausbildung-gestalten@bibb.de)



ISBN 978-3-8474-2256-3



Verlag Barbara Budrich

Bundesinstitut  
für Berufsbildung **BIBB**

- Forschen
- Beraten
- Zukunft gestalten