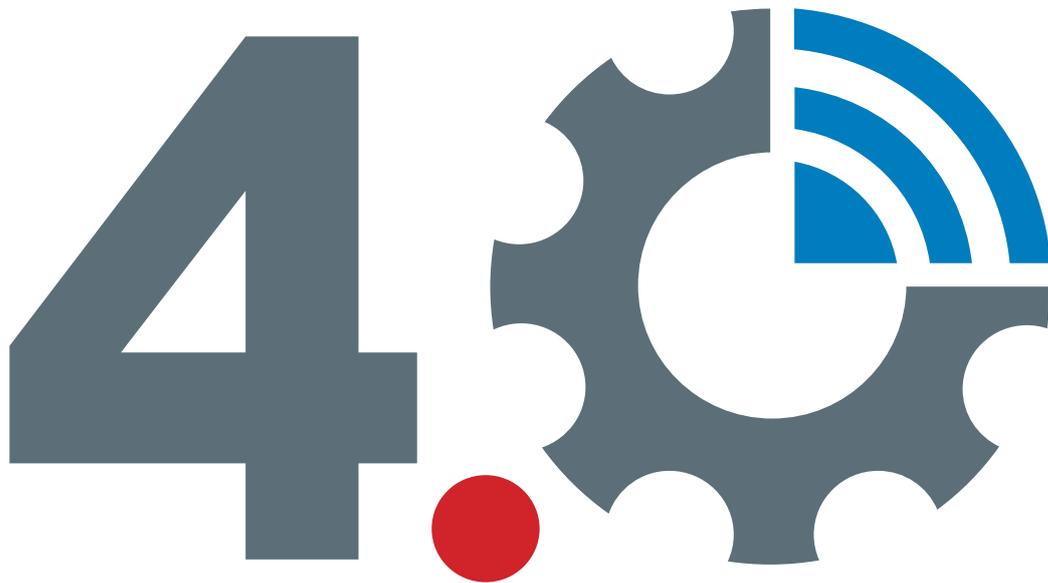


# Fachkräftequalifizierung

## FÜR DIGITALISIERUNG UND INDUSTRIE 4.0



**Betriebliche Weiterbildung mit Perspektive**  
Arbeitsplatzbezogen - Bedarfsgerecht - Teamorientiert



**GESAMT****METALL**  
Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie



**ZVEI:**  
Die Elektroindustrie

## Vorwort

Digitalisierung und Industrie 4.0-Technologien führen in der Metall- und Elektro-Industrie zu neuen Anforderungen an die Beschäftigten. Auch wenn die Entwicklung der digital-vernetzten Arbeitswelt in den Betrieben unterschiedlich voranschreitet: die steigende Komplexität vernetzter Systeme und die immer kürzeren Innovationszyklen neuer Technologien prägen zunehmend den Arbeitsalltag.

Die Sozialpartner der Metall- und Elektro-Industrie setzen sich dafür ein, die Arbeit attraktiv zu gestalten und den Anforderungen entsprechend weiterzuentwickeln. Sie tun das in der Verantwortung für eine zukunftsorientierte berufliche Aus- und Weiterbildung. Denn Qualifizierung und Weiterbildung sind ein wesentlicher Schlüssel für eine vorausschauende Fachkräftesicherungs- und Innovationspolitik. Der Erhalt, die Anpassung und Weiterentwicklung von Kompetenzen sind entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe und die Beschäftigungsfähigkeit der Arbeitnehmer.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Industriegewerkschaft Metall (IG Metall), der Arbeitgeberverband Gesamtmetall, der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) und der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) bereits 2016 darauf verständigt, die neuen Qualifikationsanforderungen der digitalen Arbeitswelt gezielt in die berufliche Bildung aufzunehmen, neue Standards zu setzen und die Facharbeit zukunftsgerecht auszurichten.

Im Rahmen dieser Modernisierung der industriellen Metall- und Elektroberufe und des Mechatronikers wurden 2018 für sieben zentrale Handlungsfelder der Digitalisierung und der Industrie-4.0-Technologien die relevanten Kompetenzen in Form sogenannter Zusatzqualifikationen beschrieben und als bundeseinheitliche Qualifizierungsstandards geregelt.

Diese Kompetenzbündel entsprechen den in den Arbeitsbereichen benötigten Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten. Als Standards können sie gleichermaßen für die berufliche Weiterbildung der Fachkräfte genutzt werden. Damit bietet sich eine attraktive Möglichkeit, die berufliche Handlungsfähigkeit der Fachkräfte gezielt zu fördern und weiterzuentwickeln und somit das berufliche Lernen und die aktuellen Arbeitsanforderungen im Betrieb miteinander zu verbinden. Mit diesen Informationen für Fach- und Führungskräfte, Personal- und Bildungsverantwortliche, Betriebsräte sowie alle interessierten Beschäftigten werben wir für die betriebliche Umsetzung dieser innovativen Qualifizierungen.

### IMPRESSUM

#### Herausgeber:

Industriegewerkschaft Metall (IG Metall),  
Arbeitgeberverband Gesamtmetall,  
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA),  
Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI)

**Text:** Thomas Habenicht, Karlheinz Müller

**Redaktion:** Jörg Friedrich, Frank Gerdes, Haimo Huhle, André John, Sven-Uwe Räß, Thomas Ressel, Michael Stahl, Michael Patrick Zeiner

**Layout und Satz:** Gesamtmetall / Dana Barthel

**Druck:** vierC print+mediafabrik GmbH & Co. KG, Berlin

**Fotonachweis:** S. 7 AdobeStock / contrastwerkstatt

Stand: August 2021

Die in diesem Text verwendeten Personenbezeichnungen erfolgen geschlechterunabhängig. Sie werden ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit verwendet.

**Dr. Hans-Jürgen Urban**  
Geschäftsführendes Vorstandsmitglied  
Industriegewerkschaft Metall

**Oliver Zander**  
Hauptgeschäftsführer  
Arbeitgeberverband Gesamtmetall

**Thilo Brodtmann**  
Hauptgeschäftsführer  
VDMA e. V.

**Dr. Wolfgang Weber**  
Vorsitzender der Geschäftsführung  
ZVEI e. V.



**GESAMT**METALL****  
Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie



**ZVEI:**  
Die Elektroindustrie

**Inhalt**

**Vorwort** 01

**Teil 1**

- 1. **Qualifikationen für die digital vernetzte Arbeitswelt** 03
- 2. **Den digitalen Wandel und seine Veränderungen kompetent gestalten** 06
- 3. **Lernen im Prozess der Arbeit** 09
- 4. **Planung und Umsetzung der Qualifizierung** 11
- 5. **Beispiele betrieblicher Aufgabenstellungen zur Qualifizierung von Fachkräften der Elektrotechnik, Elektronik und Mechatronik** 13

**Teil 2**

- 1. **Die Kompetenzbündel der Zukunftsqualifikationen** 17
- 2. **Zukunftschancen nutzen – für die Arbeit von morgen qualifizieren** 28
- 3. **Zukunftsqualifizierung gestalten: E-Learning in der betrieblichen Weiterbildung** 29

**Links und Materialliste** 32

**Adressen** 37

**1. Qualifikationen für die digital vernetzte Arbeitswelt**

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre stellen die Beschäftigten in den M+E-Unternehmen vor neue Herausforderungen. So führt eine intelligente Vernetzung von Ressourcen, Informationen, Objekten und Menschen zu immer flexibleren Produktions- und Logistikprozessen. Dabei werden Kundenwünsche in Echtzeit integriert und individuelle Produktvarianten ermöglicht. In den Unternehmen werden Prozesse digital abgebildet. Tablets sowie moderne Leitstände kommen zum Einsatz. Intelligente Sensoren sorgen in den Anlagen dafür, dass ganze Prozessketten einschließlich der Materialflüsse abgestimmt und optimiert werden. Diese werden IT-gestützt auf Basis von Cyberphysischen Systemen (CPS) betrieben. Das ermöglicht die vorausschauende Instandhaltung und den Eingriff in Prozesse.

Diese Entwicklungen im Zuge der digitalen Transformation erfordern entsprechend qualifizierte Fachkräfte. Mit der Modernisierung der industriellen Metall- und Elektroberufe und der Mechatroniker von 2018 wurden dafür in den Ausbildungsordnungen zentrale Qualifizierungsschwerpunkte als optionale Zusatzqualifikationen benannt. Damit wurden Standards gesetzt, die bundesweit nachgefragt und qualitätsgesichert und vergleichbar geprüft werden können. Die Qualifikationen stehen zwar in einem systemischen Zusammenhang mit Blick auf die jeweiligen Charakteristika der Berufsgruppe – bei den Metallberufen eher mit Blick auf die Modularisierung von Prozessen und Systemen und bei Berufen mit höherem Elektronikanteil eher in Richtung Digitale Vernetzung und Programmierung (siehe Abbildung 1 und Übersicht 1). Sie sind aber berufsübergreifend beschrieben und verstehen sich ausdrücklich auch als ein Angebot, das sich im Rahmen der betrieblichen Weiterbildung kurzfristig nutzen lässt.

**Abbildung 1: Kompetenzbündel der Zusatzqualifikationen - Übersicht**

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

Quelle: Ausbildung gestalten, Metall- und Elektroberufe / Mechatroniker, BIBB, 2018

Die im Digitalisierungsprozess unterschiedlich aufgestellten Betriebe haben sehr spezifische betriebliche Qualifizierungsbedarfe. Sie müssen gezielt Kompetenzen für den digitalen Wandel aufbauen und besonders nachgefragte Kompetenzen erweitern können. Die Qualifizierung der Fachkräfte zur Erlangung neuer beruflicher Kompetenzen kann auf Basis der beschriebenen Qualifikationsstandards arbeitsplatzbezogenen, bedarfsgerecht und teamorientiert in Verbindung mit aktuellen oder zukünftigen Arbeitsanforderungen durchgeführt werden.

Da sich die Qualifikationsinhalte konsequent an den fachlich-inhaltlichen Dimensionen des Arbeitshandelns orientieren sowie an den datenbasierten Prozessen und Technologien betrieblicher Leistungserbringung ausrichten, geben sie Betrieben eine wichtige Orientierung für die Gestaltung entsprechender Qualifizierungsmaßnahmen. Sie leisten damit einen wertvollen Beitrag für die Entwicklung der beruflichen Handlungsfähigkeit der Beschäftigten im Rahmen von notwendigen Anpassungs- bzw. Erhaltungsqualifizierungen.

Im ersten Teil dieser Broschüre werden anhand typischer betrieblicher Aufgabenstellungen die Kompetenzbündel beispielhaft vorgestellt. Die Industrie-4.0-Handlungsbezüge, die fachlich-inhaltlichen Dimensionen des Arbeitshandelns sowie die prozess- und systemtechnischen Zusammenhänge der einzelnen Kompetenzbündel mit ihren unterschiedlichen qualifikatorischen Anforderungen werden dargestellt (siehe Seite 13 ff.).

Teil 2 dieser Broschüre informiert mit fachlichen Erläuterungen detailliert über die bei der Qualifizierung zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten der einzelnen „Zusatzqualifikationen“ und gibt Hinweise für die betriebliche Umsetzung (siehe Seite 16 ff.).



### Herbert Kretzmer

Bundessachverständiger der Metallberufe  
VW Emden

„Qualifikationsinhalte zur Prozess- und Systemintegration werden in Zukunft entscheidend sein für die Beschäftigungsfähigkeit der Facharbeiter. Bei den modernen, immer komplexeren Anlagen und Systemen sind das Betreiben, in Betrieb nehmen und Ändern nur noch interdisziplinär im Team und mit einem ganz speziellen hochqualitativen fachlichen Wissen zu beherrschen. Wir haben uns bewusst als Sachverständige in der Novellierung der Berufe für diese Zusatzqualifikationen entschieden und setzten diese auch selbst schon vom ersten Tag an um!“

## ÜBERSICHT 1: KERNELEMENTE DER KOMPETENZBÜNDEL BEI ZUSATZQUALIFIKATIONEN

**Für Metallberufe stehen Lösungen für die System- und Prozessintegration im Vordergrund. Hinzu kommen spezifische Anforderungen der IT-gestützten Anlagenänderung.**

### Zusatzqualifikation „Systemintegration“

Es werden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, die bei der Erweiterung oder Optimierung von Produktionsanlagen erforderlich sind: von der Anforderungsdefinition bei der Einbindung von Komponenten (z. B. zur Sensorik und Aktorik) über die Lösungsauswahl und Inbetriebnahme in Maschinen und Anlagen bis hin zur Erprobung.

### Zusatzqualifikation „Prozessintegration“

Hier werden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, die bei der Erweiterung oder Optimierung von so genannten eingebetteten Systemen (Embedded Systems) erforderlich sind. Damit stehen Fähigkeiten im Vordergrund, die es erlauben, neue oder ergänzende Elemente in die Steuerung von komplexen mechatronischen Systemen aufzunehmen. Diese umfassen Kompetenzen, die, beginnend bei der Analyse von technischen Aufträgen, Planen und Betreiben, über das Anpassen und Ändern von digital vernetzten Produktionsprozessen bis zum Installieren und der Inbetriebnahme von cyberphysischen Systemen (CPS) reichen.

### Zusatzqualifikation „IT-gestützte Anlagenänderung“

Hier werden Fertigkeiten, Kenntnisse und spezifischere Fähigkeiten zur IT-gestützten Anlagenänderung vermittelt, die auf Basis von 3D-Datensätzen zum Herstellen von Rohrleitungen, Profilen, Anlagenteilen oder Blechkonstruktionen erforderlich sind oder die zum Nachbereiten der Bauteile mit branchenüblicher Software benötigt werden.

**Sowohl für Metallberufe als auch für Mechatroniker ist ein Fokus auf neue Fertigungsverfahren gerichtet.**

### Zusatzqualifikation „Additive Fertigung“

Es werden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, die das Modellieren von Bauteilen in Verbindung mit dem Vorbereiten und Durchführen von additiver Fertigung ermöglichen.

**Für Elektroberufe und Mechatroniker stehen Anforderungen der Digitalen Vernetzung, Programmierung und IT-Sicherheit im Vordergrund.**

### Zusatzqualifikation „Digitale Vernetzung“

Hier geht es um ein Kernthema der Industrie 4.0. Es werden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, um die physische mit der virtuellen Welt zu verknüpfen. In cyberphysischen Systemen (CPS) werden Objekte miteinander oder mit anderen Systemen vernetzt. Die Kompetenzentwicklung beginnt beim Analysieren von technischen Aufträgen, dem Entwickeln von Lösungen, Errichten, Ändern, Betreiben und Prüfen von vernetzten Systemen. Die Herausforderung bei der Digitalen Vernetzung ist die unternehmensspezifische Umsetzung. IT-Infrastruktur und Netzwerke der Unternehmen sind sehr individuell. Deshalb müssen die Vernetzung von Objekten und Anlagen jeweils spezifisch in Bezug auf die unternehmensinternen IT-Anforderungen abgestimmt werden.

### Zusatzqualifikation „Programmierung“

Es werden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten für die wichtigste Kompetenz in der zunehmenden Digitalisierung des Arbeitsumfelds vermittelt. Das Programmieren umfasst unter anderem das Erstellen von selbst-ausführbaren Programmen und Programmteilen, die als Webanwendungen gestartet werden können. Programmieren in Hochsprachen braucht das programmierorientierte Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen, das Anpassen und Testen von Softwaremodulen in Systemen.

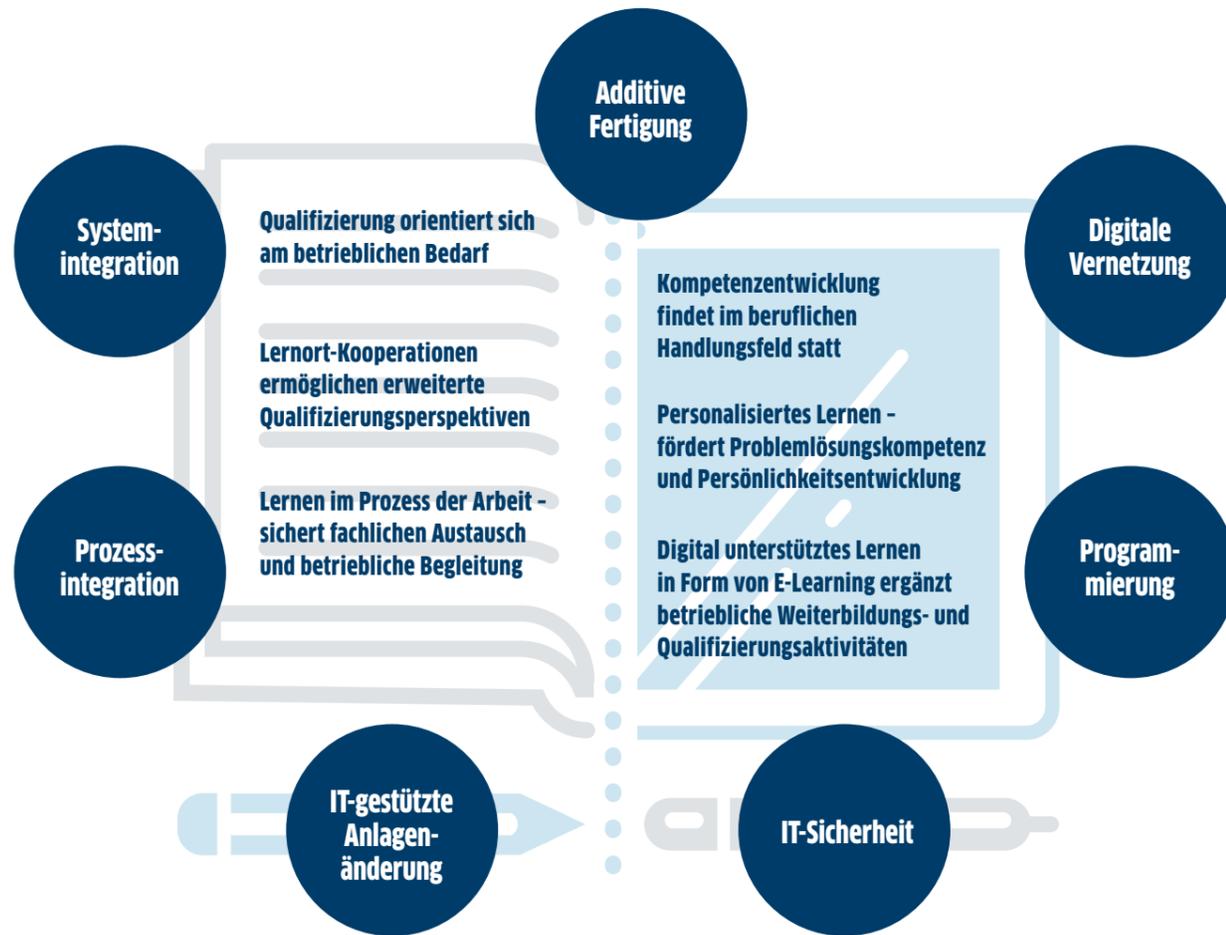
### Zusatzqualifikation „IT-Sicherheit“

Es werden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten für das Entwickeln, Umsetzen und Überwachen von Sicherheitsmaßnahmen vermittelt. Das Thema IT-Sicherheit muss jedem Nutzer und jeder Nutzerin von IT-Systemen ständig präsent sein. 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. Durch entsprechende Sicherheitseinrichtungen und richtiges Verhalten kann ein höchstmögliches Maß an Sicherheit gewährleistet werden.

## 2. Den digitalen Wandel und seine Veränderungen kompetent gestalten

In die Umsetzung der Qualifizierung in der betrieblichen Weiterbildung können verschiedene Aspekte moderner Lern- und Kompetenzentwicklungsstrategien eingebunden werden (siehe Abbildung 2).

**Abbildung 2: Intentionen zu Lernarrangements der betrieblichen Qualifizierung und Weiterbildung**



Ein grundlegender Ansatz dieser Fachkräftequalifizierung ist die Entwicklung der Kompetenzen der beschäftigten Fachkräfte orientiert am betrieblichen Bedarf. Im Kern eines erfolgreichen Kompetenzentwicklungsprozesses stehen Prinzipien des selbstständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens einer (Lern-)Handlung.

Diese Herangehensweise setzt auf Selbstlernen und Problemlösung. Beide Fähigkeiten sind wesentlich für selbstgesteuerte und personalisierte Qualifizierungsprozesse, wie sie in der betrieblichen Weiterbildung immer stärker an Bedeutung gewinnen.

Für die praktische Umsetzung liegt es nahe, das originäre Arbeitsfeld mit der entsprechenden digitalen Vernetzung oder der Industrie-4.0-Technologie für die Qualifizierung

zu nutzen. Dabei können gleichzeitig auch neue Anwendungen erprobt und Entwicklungen vorangetrieben werden.

Zu den Konzepten dieses arbeitsplatznahen Lernens liegen zahlreiche Erfahrungen bei den Sozialpartnern und den verschiedenen Bildungsdienstleistern vor. Im nächsten Kapitel „Lernen im Prozess der Arbeit“ wird beispielhaft das betriebliche Vorgehen erläutert.

Die einzelnen Betriebe haben unterschiedliche qualifikatorische Anforderungen und benötigen deshalb verschiedenartige Maßnahmen für die angestrebte Kompetenzentwicklung: Mit Blick auf die notwendigen bzw. verfügbaren Technologien oder bestimmte Prozesse eines I4.0-Workflows kann es erforderlich sein, über die inner-

betrieblichen Möglichkeiten hinaus zu denken. In Erwägung zu ziehen sind auch außerbetriebliche Ergänzungen und Kooperationen. Neben den systemtechnischen Bedingungen können sich Ergänzungen auch auf Hard- und Software beziehen. Bezüglich der Methoden, Techniken und Instrumente beim Lernen geht es um die Zugriffsmöglichkeiten auf die relevanten betrieblichen Dokumente, Manuals der Hersteller, einschlägige E-Learning-Angebote sowie um die Zugangsmöglichkeiten zu Web Based Trainings, Webinaren und Lernplattformen (siehe auch Kapitel 2 in Teil 2 dieser Broschüre und entsprechende Links und Materialliste).

Zu prüfen ist auch, welche Voraussetzungen personal- und infrastrukturseitig gegeben sind und wie diese eventuell angepasst werden müssen. Die anteilige Verortung der Qualifizierung in anderen Betriebsbereichen, Fachabteilungen oder im Ausbildungsbereich sind hier Optionen. Falls erforderlich, können alternative Möglichkeiten wie die Unterstützung durch externe Bildungsdienstleister für die Qualifizierung in den Kompetenzfeldern genutzt werden.

Für eine reibungslose Umsetzung sollten sich die beteiligten Akteure über die vorhandenen Möglichkeiten mit den Betriebsbereichen, den Fachabteilungen und der betrieblichen Interessenvertretung frühzeitig abstimmen.

**Eine besondere Möglichkeit bietet das neue „Gesetz zur Förderung der beruflichen Weiterbildung im Strukturwandel und zur Entwicklung der Ausbildungsförderung“, mit dem konjunkturelle und strukturelle Umbrüche in Unternehmen gezielt flankiert werden (siehe Teil 2).**

## Argumente für das arbeitsprozessorientierte Qualifizieren

Es gibt gute Argumente, für eine arbeitsprozessorientierte Qualifizierung zu werben – und auch, um Beschäftigte von diesem Qualifizierungsweg zu überzeugen:

- » Die Qualifizierung findet in realen Projekten statt. Die Leistung kommt dem Beschäftigten wie auch dem Unternehmen zugute.
- » Die arbeitsprozessorientierte Qualifizierung ist eine effektive Form der Weiterbildung.
- » Die arbeitsprozessorientierte Qualifizierung lässt sich flexibel einsetzen und eignet sich zur Integration in vorhandene Personalentwicklungskonzepte.
- » Die Standards bieten Vergleichbarkeit und Transparenz und erleichtern damit eine erfolgreiche Personalentwicklung.
- » Die Prozessdokumentation und Reflektion gibt Impulse sowohl für das individuelle Lernen als auch für die Organisationsentwicklung und bereichert so das betriebliche Wissens- und Erfahrungsmanagement.
- » Die betriebliche Entwicklung der Fachkräfte kann arbeitsbegleitend erfolgen und ihre berufliche Entwicklung fördern.
- » Es ergeben sich neue Möglichkeiten der vorausschauenden Nachwuchssicherung und aktiven Personalentwicklung.



## Bedingungen für eine erfolgreiche Praxis von Weiterbildung 4.0

(Erfahrungen aus Projekten der Sozialpartner)

Das im Sommer 2019 abgeschlossene Projekt „Prospektive Weiterbildung für Industrie 4.0“ der AgenturQ in Stuttgart formuliert in seinem „Leitfaden für die betriebliche Praxis“ Rahmenbedingungen für eine Weiterbildung 4.0.

Die AgenturQ ist eine gemeinsame Einrichtung von Arbeitgeberverband Südwestmetall und IG Metall Bezirk Baden-Württemberg. Sie ging der Frage nach, wie Beschäftigte frühzeitig für die sich durch Industrie 4.0 verändernden Arbeitsplatzanforderungen qualifiziert werden können. Dazu wurde ein Weiterbildungskonzept in Betrieben der Metall- und Elektro-Industrie entwickelt.

Als Ergebnis steht umfangreiches Handwerkszeug für Bildungsverantwortliche und Interessenvertretungen zur Verfügung, um die für den Betrieb passenden Instrumente zur innerbetrieblichen Qualifizierung auswählen zu können. Auf der Basis der Erfahrungen in der Projektarbeit wurden Hinweise zu betrieblichen Voraussetzungen gewonnen, die eine erfolgreiche Umsetzung von Weiterbildung zur Vorbereitung auf Industrie 4.0 unterstützen können:

- » Der Begriff „Industrie 4.0“ sollte im Betrieb zum Thema gemacht werden. Laufende Veränderungen sollten für die Mitarbeiter sichtbar gemacht und transparent werden.
- » Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien sind bei einem Teil der Mitarbeiter bereits vorhanden und müssen abgerufen und eingesetzt werden.
- » Die einzelnen Mitarbeiter bringen Erfahrungen ein. Sie werden zu ‚Kommunikatoren‘ und Multiplikatoren, die neues Wissen auch über interne Austauschplattformen weitergeben.
- » Durch einen innerbetrieblichen Austausch können Synergien entstehen. Jede Mitarbeiter-Gruppe bringt unterschiedliche individuelle Voraussetzungen sowie verschiedene Erfahrungen aus dem Arbeitsfeld mit und verfügt über spezifische Berührungspunkte zum Thema „Industrie 4.0“.

- » Der konkrete Nutzen einer Weiterbildungsmaßnahme für den Betrieb sollte von Vorgesetzten an die Mitarbeiter vermittelt werden. Fragen zum Datenschutz und der Datensicherheit müssen bezüglich der rechtlichen Lage transparent kommuniziert werden.
- » Die Auswahl der richtigen Qualifizierungsmaßnahmen und -formen sowie des richtigen Zeitpunktes zur Umsetzung von Industrie 4.0-Themen ist ausschlaggebend. Weiterbildung muss tatsächlich im Hinblick auf die Zukunft gestaltet werden und nicht als Reaktion auf Veränderungen.
- » (...)
- » Eine überbetriebliche Vernetzung kann den Blick über den Tellerrand des eigenen Unternehmens hinaus erweitern. Erfahrungen anderer Unternehmen und Branchen können so (vorab) reflektiert werden.



(„Leitfaden für die betriebliche Praxis“  
Rahmenbedingungen für eine Weiterbildung 4.0.,  
AgenturQ, 2019, S. 10 ff)

## 3. Lernen im Prozess der Arbeit

Typische betriebliche Prozesse und Aufgabenstellungen stehen im Mittelpunkt der in den Kompetenzbündeln beschriebenen Handlungsfelder und lenken so die Aufmerksamkeit konsequent auf eine Qualifizierungsform, die Arbeiten und Lernen integriert. Bei dieser Form des Lernens steht nicht die Vermittlung einzelner Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten im Vordergrund, sondern die integrierte Förderung von Fach-, Methoden-, Sozial und Personalkompetenzen. Sie befähigt dazu, sich zielgerichtet und verantwortungsbewusst mit den Anforderungen moderner Arbeits- und Produktionssysteme auseinanderzusetzen. Zudem arbeitet der Lernende in den Industrie-4.0-Arbeitsprozessen meist in berufsübergreifenden Teams.

Um das Qualifizierungsziel der beruflichen Handlungsfähigkeit effizient und nachhaltig zu erreichen, sollte das Lernen situations- und kontextgebunden stattfinden. Der Qualifizierungsprozess selbst sollte entsprechend eng an die neuen Arbeitsprozesse gekoppelt werden. Das Konzept des arbeitsprozessorientierten Lernens bietet dazu die notwendige Unterstützung: Im Unterschied zu traditionellen Kursen, Schulungen und Seminaren lernt ein Teilnehmender einer arbeitsprozessorientierten Weiterbildung überwiegend in seinem Arbeitsumfeld. Er bearbeitet reale Projekte oder Prozesse aus dem normalen Aufgabenspektrum und nutzt diese für bewusstes und gezieltes Lernen. Eine arbeitsprozessorientierte Weiterbildung knüpft so gezielt an die alltäglichen Lernprozesse im Unternehmen an. Die im Arbeitsalltag auftretenden Herausforderungen werden in einer arbeitsprozessorientierten Weiterbildung bewusst als Lern-Herausforderung erkannt und genutzt.

Fachkräfte bewältigen diese Herausforderungen und lernen dabei. Die erworbenen Kompetenzen können im Rahmen der Weiterbildung nachgewiesen und zertifiziert werden. Dieses Lernen im Arbeitsprozess sollte anschließend reflektiert werden, um die richtigen Schlüsse zu ziehen. Erst dieses Bewusstwerden des Gelernten ermöglicht es, zu abstrahieren und das neu gewonnene Know-how auf andere, neue Situationen zu transferieren. Gelingt dieses praktische Lernen, so wird mehr und nachhaltiger gelernt, als z. B. in einem Seminar. Das Beste daran: Dieses Lernen knüpft an die Erfahrungen der Fachkräfte an, es gibt Antworten auf anstehende Fragen und: Lernmotivation und -transfer ergeben sich fast von selbst. Auch ältere Beschäftigte lernen so erfolgreicher und bringen noch dazu ihr Know-how ein.



**Uwe Schwab**

AUDI AG

„Der Einsatz neu entwickelter technologischer Systeme in der automatisierten Fertigung führt zu einem zwingenden Qualifizierungsbedarf. Durch die Komplexität und Vielfalt der eingesetzten Systeme wird eine über die Bedienung der Anlage hinausgehende Technologie-Qualifizierung aller betroffenen Mitarbeiter unmöglich. Es entsteht ein Bedarf an Expertenpersonal, welches das gesamte System samt Funktionsprozess und Bestandteilen kennt und so in der Lage ist, auch bei auftretenden Störungen lösungsorientiert zu handeln.“

Diese Expertenrolle erfordert über das fachliche Verständnis hinausgehende überfachliche Kompetenzen – die Mitarbeiter müssen zur Bewältigung dieser Aufgabe über eine umfassende, technologiebezogene Handlungskompetenz verfügen. Diese benötigte Handlungskompetenz lässt sich im Rahmen klassischer Schulungsangebote nicht erwerben. Vielmehr bedarf es eines strategischen Konzeptes, das Raum bietet, die notwendigen Kompetenzen mit Lernbegleitung im Prozess der Arbeit zu entwickeln.“

## Vorgesetzte als verantwortliche Promotoren

Für Vorgesetzte ist das arbeitsprozessorientierte Lernen von zentraler Bedeutung für die Kompetenz und Leistungsfähigkeit ihrer Mitarbeiter und damit auch ihres Verantwortungsbereichs. Sie können so unmittelbar die Entwicklung der Beschäftigten fördern, indem sie die Voraussetzungen schaffen, die für das erfolgreiche Lernen im Prozess der Arbeit notwendig sind. Gerade in kleinen und mittleren Unternehmen bietet das arbeitsprozessorientierte Lernen einen guten Einstieg für ein eigenes Fachkräfteentwicklungskonzept. In großen Unternehmen geben die Leitlinien den Vorgesetzten, Personalentwicklern, Bildungsverantwortlichen und Interessenvertretungen zusätzlich inhaltliche und methodische Instrumente an die Hand.

## Lernförderliche Rahmenbedingungen

Arbeitsprozessorientiertes Lernen kann nur erfolgreich sein, wenn die erforderlichen Rahmenbedingungen und die grundsätzliche Unterstützung der Mitarbeiter gesichert sind.

Dabei kommen den Vorgesetzten wichtige Aufgaben zu:

- » sie sorgen dafür, dass die Qualifizierung / der Lernprozess auf der Führungsebene abgesichert ist
- » sie kümmern sich um den Aufbau lernförderlicher Rahmenbedingungen und Arbeitsstrukturen
- » sie sorgen dafür, dass die Kollegen den Qualifizierungsprozess unterstützen
- » sie sichern und unterstützen für den Mitarbeiter die fachliche Beratung und Lernprozessbegleitung
- » sie kümmern sich darum, dass ein regelmäßiger Informationsaustausch stattfindet
- » sie stellen sicher, dass der Kompetenzerwerb entsprechend den Standards belegt wird
- » sie sorgen dafür, dass die Qualifizierung des Mitarbeiters in eine langfristige Personalentwicklung eingebunden wird

### Karlheinz Müller

Bundessachverständiger Elektroberufe und Mechatroniker

Durch die Kompetenzentwicklung der Fachkräfte an den Arbeitsplätzen kann auch die Arbeitsgestaltung profitieren. Erkenntnisse des Lernenden verbleiben als Erfahrung an den einzelnen Arbeitsplätzen oder in den Arbeitsbereichen und können z. B. direkt für Verbesserungen von Arbeitsprozessen genutzt werden. Damit wird durch diese Form der Qualifizierung auch das Lernen in der Organisation nachhaltig unterstützt.

## 4. Planung und Umsetzung der Qualifizierung

Auszug aus: Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung – Lernen im betrieblichen Alltag verankern

Eine arbeitsprozessorientierte Qualifizierung ist mitarbeiter- und unternehmensspezifisch angelegt. Sie integriert das Lernen in die Arbeit, in reale betriebliche Projekte und Abläufe. Die Anlässe der Qualifizierung ergeben sich aus den alltäglichen Arbeitsaufgaben.

### Organisation der Qualifizierung

Arbeitsprozessorientierte Qualifizierung kann unter unterschiedlichen organisatorischen Bedingungen stattfinden: ein Mitarbeiter qualifiziert sich weitgehend selbstständig, nur begleitet vom Vorgesetzten und erfahrenen Kollegen. In einem anderen Fall ist ein Fachexperte oder ein Bildungsdienstleister einbezogen. Sie unterstützen das Lernen organisatorisch, bieten fachkundigen Rat sowie professionelle Lernprozessbegleitung an, machen flankierende Qualifizierungsangebote.

### Auswahl der Kompetenzbündel und Handlungsfelder

Leitlinie der beschriebenen Kompetenzbündel sind die branchentypischen Arbeitsprozesse und -abläufe, nicht die Fachsystematik. Die Kompetenzbündel verstehen sich als Referenz bei der Auswahl des für die Qualifizierung relevanten Handlungsfeldes. Sie beschreiben die qualifizierungsrelevanten Prozesse und Tätigkeiten und helfen so bei der Identifikation der individuellen Qualifizierungserfordernisse.

### Auswahl der Qualifizierungsprojekte

Die Auswahl der Qualifizierungsprojekte ist ein entscheidender Schritt, um die Qualifizierung der Fachkräfte zu steuern und organisatorisch abzusichern. Auch hier geben die Kompetenzbündel der Zusatzqualifikationen mit ihren detailliert beschriebenen Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten eine gute Orientierung und eine fundierte Vorstellung von den Qualifizierungsinhalten. Auf dieser Basis können klare Absprachen über das Qualifizierungsprojekt, die Rahmenbedingungen, die Anforderungen bei der Durchführung und die Ziele der Qualifizierung getroffen werden.

Die Qualifizierungsprojekte sollten im Wesentlichen den Handlungsfeldern der in den Kompetenzbündeln und den profiltypischen Arbeitsprozessen auf dem beschriebenen Kompetenzniveau entsprechen. Wichtig ist, dass die Fachkräfte die einzelnen Arbeitsaufgaben und Tätigkeiten eigenständig in einem überschaubaren Zeitrahmen bearbeiten können und das Vorhaben auch eine besondere Herausforderung darstellt.

Es kann hilfreich sein, wenn sich die verschiedenen Fachbereiche mit dem Personal- und Bildungsbereich regelmäßig austauschen. Dadurch kann frühzeitig erkannt werden, welche Änderungen bevorstehen, beispielsweise welche neuen Maschinen angeschafft werden. So kann offengelegt werden, welche Qualifizierungen oder anderweitige Maßnahmen notwendig sind, um die Betriebsabläufe zu sichern und weiterzuentwickeln.

**Durchführung und Dokumentation**

Im Rahmen der Qualifizierung sind die aufgeführten Arbeitsprozesse durch die Mitarbeiter eigenständig durchzuführen und darüber ein prozessbegleitender Report anzufertigen. Der Report ist neben seiner formalen Funktion zur Darstellung des Kompetenzerwerbs ein wichtiges Instrument zur Reflexion des Qualifizierungsprozesses. Denn: Erfahrenes muss reflektiert werden, um die richtigen Schlüsse zu ziehen und das neu gewonnene Know-how auf andere, neue Situationen zu übertragen.

### Lernprozessbegleitung

Die Lernprozessbegleitung ist ein wichtiges Element der arbeitsprozessorientierten Qualifizierung. Wenn Fachkräfte in ihrem Projekt auf Probleme und Herausforderungen stoßen, stecken in der Art, wie sie bewältigt werden, die wichtigen und auch neuen Lernchancen. Aufgabe der Lernbegleitung ist es, diese individuellen Lernprozesse zu unterstützen, um den Kompetenzerwerb gezielt abzusichern.

## Fachberatung

In der arbeitsprozessorientierten Qualifizierung können die Fachkräfte durch Fachexperten unterstützt werden. Diese sollten nicht nur fundiertes Fachwissen auf dem jeweiligen Gebiet besitzen, sondern offen für neue Problembetrachtungen und Lösungswege sein. Wichtig ist, dass nicht einfach Lösungen präsentiert werden, sondern darin unterstützt wird, diese selbstständig zu finden.

## Qualifizierungsoptionen

Das Qualifizierungsspektrum der Fachkräfte kann auch durch einen Wechsel in eine andere Fachabteilung, in einen anderen Betriebsbereich erweitert werden. So können auch jene Teilprozesse eines Kompetenzbündels bearbeitet werden, die nicht zum eigentlichen Aufgabengebiet gehören, aber im systemischen Zusammenhang der Digitalisierung und I4.0 Technologien besonders wichtig sind und eine wertvolle betriebliche Erfahrung darstellen.

## Erfahrungsaustausch

Der Austausch von Kenntnissen und Erfahrungen führt zu wichtigen Anregungen für die Weiterentwicklung der Prozesse. Austausch lebt davon, dass unterschiedliche Erfahrungen eingebracht und diskutiert werden. Die Teams bieten in der Regel gute Möglichkeiten, vernetztes Denken zu üben und unterschiedliche Standpunkte auszutauschen.

## Verzahnung von Kompetenz-, Personal- und Organisationsentwicklung

Die Einführung der arbeitsprozessorientierten Qualifizierung ist ein Schritt auf dem Weg zur lernenden Organisation. Sie erfordert und fördert eine neue Lernkultur, die das kontinuierliche und lebensbegleitende Lernen der Mitarbeiter nachhaltig unterstützt. Veränderungsprozesse bleiben dadurch nicht bei der betrieblichen Weiterbildung stehen sondern wirken darüber hinaus auf die Wertschöpfungsprozesse im Unternehmen.

## 5. Beispiele betrieblicher Aufgabenstellungen zur Qualifizierung

(Quelle: Ausbildung gestalten, Metall- und Elektroberufe / Mechatroniker, BIBB, 2018, bearbeitet)

### Digitalisierung einer Fertigungsanlage

**Diese Aufgabenstellung adressiert drei Kompetenzbündel der Elektroberufe und der Mechatronik. Dieses Beispiel macht die prozess- und systemtechnischen Zusammenhänge der einzelnen Kompetenzbündel mit ihren unterschiedlichen qualifikatorischen Anforderungen transparent.**

Eine Fertigungsanlage soll „digitalisiert“ werden. Es soll möglich sein, von verschiedenen Orten auf die Fertigungsdaten zuzugreifen.

- » Das Management möchte jederzeit Auskunft über den Produktionsstatus sowie entsprechende Statistiken und Auswertungen (Dashboard).
- » Die Fertigung möchte Wartungsmöglichkeiten im aktuellen Produktionsablauf identifizieren bzw. bei Störungen alarmiert werden (Rufbereitschaft).
- » Die Logistik möchte aktuelle Übersichten über Verbrauchsmaterialien („Just-In-Time“).

#### 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 Fertigungsbereiches mit denen der zentralen IT abzustimmen und ggf. auch selbst neue Komponenten in die Infrastruktur einzubinden.

Im Rahmen der Aufgabenstellung geht es darum, die unterschiedlichsten Protokolle auf der Feldebene in das Firmennetzwerk einzubinden. Damit verbunden sind die Fachthemen:

- » Schnittstelle zur zentralen IT – Netzwerkbereiche organisieren
- » Zugriff über Leitrechner – evtl. WLAN
- » Eigenes Netz für Sensoren

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

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

Im Rahmen der Aufgabenstellung 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
- » Aufbereiten von Daten – Anpassen von Softwaremodulen

#### 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 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)

## Einrichten einer Fernwartungslösung

Ein mittelständischer Verpackungsmaschinenhersteller beliefert weltweit Kunden mit Maschinen für die Produktion. Um einen reibungslosen Betrieb der Maschine und eine minimale Ausfallszeit zu gewährleisten, soll eine Fernwartungslösung implementiert werden. Dazu soll

- » die Maschine beim Kunden sicher in das Produktionsnetzwerk eingebunden und
- » eine Ende-zu-Ende verschlüsselte VPN-Verbindung zu einem Fernwartungsserver eingerichtet werden.

---

### Informieren

- » Informationen zum Kundenauftrag einholen - Vorgabe: Die Maschine soll sicher in das Produktionsnetzwerk eingebunden werden und 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

- » 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

- » 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

- » 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

## Fertigen eines Handbremshebels

Für einen Kunden sind Bremshebel zu fertigen. Die Lieferung soll „just in time“ in kleinen Stückzahlen erfolgen

### Informieren

- » auftragsspezifische Anforderungen und Informationen beschaffen, prüfen, umsetzen oder an Beteiligte weiterleiten
- » Gegebenheiten: 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, Lieferzeit innerhalb von zwei Werktagen nach Bestellung
- » basierend auf der vom Kunden bereitgestellten Daten die Kompatibilität mit der verwendeten Software prüfen ggf. konvertieren, Zeichnung sichten und prüfen
- » Maschinen- und Werkstattbelegungsplan prüfen und auswerten, Schnittstellen berücksichtigen

---

### Planen und Entscheiden

- » Lösungsvarianten in Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren und der Wirtschaftlichkeit prüfen und vergleichen,
- » zur Verfügung stehen: 5-Achs-Simultan-Fräsmaschine, 3D-Drucker
- » infrage kommende Gestaltungsmöglichkeiten für die additive Fertigung bestimmen
- » Arbeitsplan erstellen: Werk- und Hilfsstoffe auflisten und Arbeitsschritte in ihrer Reihenfolge festlegen und in einem Zeitplan integrieren
- » Hinweis: bezüglich der Zeit- und Materialbedarfsplanung stehen Daten aus Referenzprojekten zur Verfügung
- » endgültige Entscheidung über das infrage kommende Fertigungsverfahren, insbesondere in Abhängigkeit von technologischen Prozessparametern (Werkstückeigenschaften) sowie von Anlagenverfügbarkeit und von wirtschaftlichen Erwägungen (Materialpreise, Fertigungszeiten, Anlagenkosten)

---

### Durchführen

- » selbstständige Umsetzung der erarbeiteten Planung und der Fertigung des Werkstückes
- » aus der gelieferten Zeichnung ist ein 3D-Modell zu erstellen und als parametrischer Datensatz im Rahmen des Konfigurations- und Änderungsmanagements zu sichern
- » spezielle Gestaltungsmöglichkeiten (Hohlkörper, Wanddicken, Füllstrukturen u. v. m.) nutzen.
- » 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
- » 3D-Drucker mit dem passenden Filament (Onyx) und Verstärkungsmaterial (Kevlar) bestücken, die Tischhöhe kalibrieren, den Printbereich vorbereiten und einen Probedruck durchführen
- » bei absehbarer Fehlfertigung Prozess sofort unterbrechen, Prozessparameter korrigieren und neu starten
- » nach erfolgreichem Druck des Standardprobeteils Werkstück laden und fertigen
- » für die Arbeitssicherheit sind die Ausführungen entsprechend Sicherheitsbetriebsanweisungen sowie verfahrensspezifische Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Umweltschutz einzuhalten

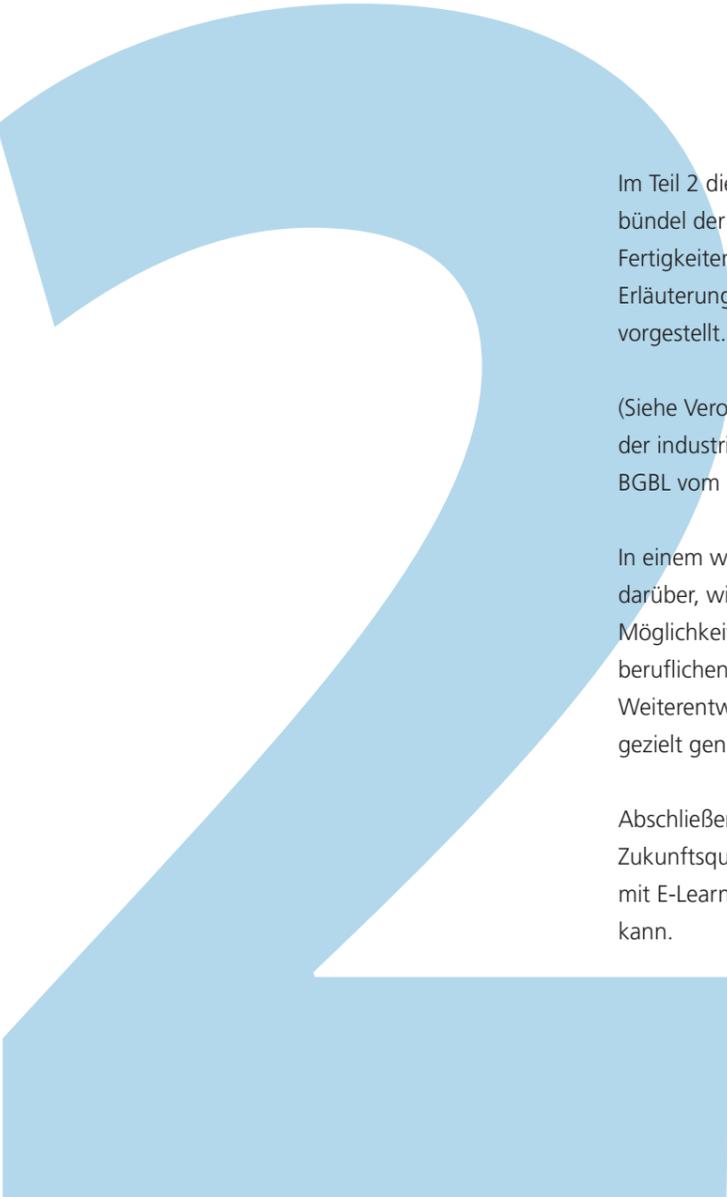
---

### Kontrollieren und Bewerten

- » Fertigungsprozess kontrollieren, überwachen und protokollieren, alle Maßnahmen zur Mängelbeseitigung dokumentieren
- » fertiges Werkstück vom Drucktisch lösen und kontrollieren, alle Stützstrukturen entfernen und fachgerecht entsorgen
- » die Nachbehandlung der Oberflächen erfolgt je nach Fertigungsverfahren per Hand oder maschinell mit Schleifpapier oder Druckluftentgrater/Schleifer
- » Werkstück vermessen und nach Maßgaben der Qualitätssicherung erfassen
- » Bewertung von Ergebnissen, Bearbeitungsablauf und möglichen Verbesserungen mit Blick auf was beim nächsten Mal besser gemacht werden kann
- » abschließende Dokumentation im Rahmen des Konfigurations- und Änderungsmanagements; dort ermöglicht sie es, den Fertigungsprozess reproduzierbar zu beschreiben um für zukünftige Bestellungen als Referenzprojekt zu dienen

# 1. Kompetenzbündel der Zusatzqualifikationen

Zusatzqualifikation: **Digitale Vernetzung** (Industrielle Elektroberufe / Mechatroniker)



Im Teil 2 dieser Handreichung werden die Kompetenzbündel der Zusatzqualifikationen mit den zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten sowie Erläuterungen für die praktische Umsetzung ausführlich vorgestellt.

(Siehe Verordnung der industriellen Metallberufe, der industriellen Elektroberufe, des Mechatronikers; BGBL vom 1. August 2018)

In einem weiteren Kapitel informieren wir kompakt darüber, wie die Zukunftschancen im Rahmen der Möglichkeiten des neuen „Gesetz zur Förderung der beruflichen Weiterbildung im Strukturwandel und zur Weiterentwicklung der Ausbildungsförderung“ (Mai 2020) gezielt genutzt werden können.

Abschließend zeigen wir beispielhaft auf, wie die Zukunftsqualifizierung in der betrieblichen Weiterbildung mit E-Learning effektiv und effizient gestaltet werden kann.

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen</b>	
	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>» z. B. 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 und Erstellung neuer oder Anpassung der technischen Unterlagen</li> <li>» z. B. erfolgt die Einbindung der Komponente in das MES-System, auf Grund der vorherigen Analyse (z. B. drahtgebunden, da WLAN nicht störungsfrei), über eine bestimmte Schnittstelle (Netzwerkkomponente)</li> </ul>
	e) die Lösung zur Vernetzung und zu Änderungen am System mit dem Kunden abstimmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» z. B. Besprechung des Pflichtenheftes und Einholung der Freigabe durch den Kunden</li> </ul>

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>2</b>	<b>Errichten, Ändern und Prüfen von vernetzten Systemen</b>	
a)	Netzwerkcomponenten sowie Netzwerkbetriebsysteme installieren, anpassen und konfigurieren und Vorgaben für eine sichere Konfiguration beachten	» Adressvergabe im Netzwerk, z. B. Vergabe einer MAC-Adresse im MES-System für die neue Netzwerkcomponente an der einzubindenden Anlage » Verschlüsselung der Datenübertragung sicherstellen
b)	Datenaustausch zwischen IT-Systemen und Automatisierungssystemen beachten	» Datenrate festlegen, Priorisierung
c)	Zugangsberechtigungen einrichten	» Nutzer festlegen » Kennwörter vergeben
d)	Sicherheitssysteme, insbesondere Firewall-, Verschlüsselungs-, und Datensicherungssysteme, berücksichtigen	
e)	Funktionen kontrollieren, Fehler beseitigen, Systeme in Betrieb nehmen und übergeben und Änderungen dokumentieren	» Prüfung der Anlage nach Einbindung in das vorhandene System
<b>3</b>	<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

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen</b>	
a)	Kundenanforderungen hinsichtlich der geforderten Funktionen analysieren	» Lastenheft im Austausch mit dem (internen oder externen) Kunden klären - Was will der Kunde?
b)	Prozesse, Schnittstellen und Umgebungsbedingungen sowie Ausgangszustand der Systeme analysieren, Anforderungen an die Software feststellen und dokumentieren	» Entwicklungsumgebung, Klassen, » Was finde ich in der konkreten Situation vor? » Datenflüsse analysieren » CAN-Bus, Profibus, Ethernet
c)	Änderungen der Systeme und Softwarelösungen unter Anwendung von Design-Methoden planen und abstimmen	» Pflichtenheft erstellen » Wie will ich die Aufgabe lösen? » UML, Klassendiagramm, Sequenzdiagramm
<b>2</b>	<b>Anpassen von Softwaremodulen</b>	
a)	Softwaremodule anpassen und dokumentieren	» Module aus Klassen / Bibliotheken auswählen, anwenden, erweitern oder auch neue erstellen » Quellcode kommentieren
b)	Angepasste Softwaremodule in Systeme integrieren	» geänderte Klassen / Bibliotheken in bestehende Programme einbinden » Objekt erzeugen und Methodenaufruf durchführen
<b>3</b>	<b>Testen von Softwaremodulen im System</b>	
a)	Testplan entsprechend des betrieblichen Test- und Freigabeverfahrens entwerfen, insbesondere Abläufe sowie Norm- und Grenzwerte von Betriebsparametern festlegen, Testdaten generieren	» Prüfplan nach Anforderungen (Lastenheft, gesetzliche oder betriebliche Vorgaben) erstellen
b)	technische Umgebungsbedingungen simulieren	» Funktionstest in nichtproduktiver Umgebung durchführen
c)	Softwaremodule testen	
d)	Systemtests durchführen, Komponenten im System mit den Betriebsparametern unter Umgebungsbedingungen testen	» Klasse/Bibliothek im Produktivsystem einbinden und unter realen Bedingungen testen
e)	Störungen analysieren, 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

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen	Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Entwickeln von Sicherheitsmaßnahmen</b>		<b>2</b>	<b>Umsetzen von IT-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>» plattformgestützter Geschäftsmodelle kennen</li> <li>» Lastenheft/Pflichtenheft:</li> <li>» Klärung Zugriff</li> <li>» Art der Daten</li> <li>» regulatorische Anforderungen</li> </ul>		a) technische Sicherheitsmaßnahmen in Systeme integrieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>» anwenden von 1 d)</li> </ul>
	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>		b) IT-Nutzer 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) 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> <li>» s. 1 b)</li> </ul>		c) Dokumentation entsprechend betrieblicher und rechtlicher 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>
	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>	<b>3</b>	<b>Überwachung 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 Funktionen der Sicherheitsmaßnahmen/gewählte Parameter</li> </ul>
				b) Werkzeuge zur Systemüberwachung einsetzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Versionsüberwachung, z.B. Virenschutz</li> <li>» Möglichkeiten der Systemüberwachung mit IT klären</li> <li>» Soft- und Firmwarestände kennen und berücksichtigen</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, Datenverarbeitungskordinatoren, Chief Information Security Officer</li> </ul>

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Modellieren von Bausteinen</b>	
	a) Bauteile in CAD-Systemen 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.: – „Dreiecksbohrungen“; innenliegende Kühlkanäle; – „Bohrung um die Ecke“  » 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  » Festlegen der Maschine  » Festlegen des Verfahrens z. B. – Auffüllgrad, Dichtheitsprüfung, Flächenübergänge
	b) 3D-Datensätze konvertieren und für das Verfahren anpassen	» 3D-CAD-Modell aufbereiten, z. B. – Flächenaufmaße; Bohrungen verkleinern; Werkzeugmaschinen-Aufspannungen  » Stützgeometrie für Metall- oder Kunststoffteile, z. B. – Point; Line; Gusset; Web; – Contur oder Block
	c) verfahrensspezifische Produktionsabläufe planen	» Lage, Stützgeometrie, physikalische Abhängigkeiten beachten, z. B. – Temperatur; Druckgeschwindigkeit – Trocknungszeiten  » maschinenspezifische Besonderheiten berücksichtigen  » Fertigungssimulation
	d) Maschine zur Herstellung einrichten	» Sicherheitsvorschriften und UVV beim Umgang mit Roh- und Restmaterialien beachten  » optimale Ausrichtung – Oberflächenqualität bzw. Bauteilgenauigkeit, Formtoleranzen erhöhen  » Optimierung der Bauteileorientierung  » Bauraumaufteilung bei gleichzeitiger Fertigung von mehreren Bauteilen (Packaging/Nesting) beachten  » Maschinen-Kinematik berücksichtigen

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>3</b>	<b>Additives Fertigen von Produkten</b>	
	a) additive Fertigungsverfahren anwenden und Probebauteile erstellen und bewerten	» Sicherheitsvorschriften und UVV beim Umgang mit Roh- und Restmaterialien beachten  » Bewertungskriterien festlegen und abgleichen
	b) Prozessparameter anpassen und optimieren	» z. B. – Temperatur; – Druckgeschwindigkeit – Wand- und Schichtdicke  » Einflussgrößen, z. B. – inhomogene Temperaturverteilung – Materialverzug  » Ausführung von Stützkonstruktionen berücksichtigen
	c) Prozesse kontrollieren, überwachen und protokollieren und Maßnahmen der Qualitätssicherung durchführen	» Soll-Ist-Abgleich, z. B. » Prüfung von relevanten Maßen » Stichprobenmessung » Einsatz von Prüfmitteln
	d) Fehler- und Mängelbeseitigung veranlassen sowie Maßnahmen dokumentieren	» Maschinenfehlfunktionen identifizieren » Materialmängel identifizieren » Fehler in der Materialmischung erkennen » FMEA – Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse durchführen
	e) Daten des Konfigurations- und Änderungsmanagements pflegen und technische Dokumentationen sichern	» z. B. – Fehlerstammbaum – Versionsmanagement
	f) verfahrensspezifische Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz einhalten	

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Analysieren von technischen Aufträgen und Entwickeln von Lösungen</b>	
a)	Ist-Zustand von zu verbindenden Teilsystemen analysieren und auswerten und Systemschnittstellen identifizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Informationen sammeln</li> <li>» Normen beachten</li> <li>» Schnittstellen, z. B. pneumatisch, elektrisch, mechanisch, digital</li> <li>» Kompatibilität berücksichtigen</li> <li>» Datenprotokolle erstellen</li> </ul>
b)	technische Prozesse und Umgebungsbedingungen analysieren und Soll-Zustand festlegen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Lasten-/Pflichtenheft abgleichen</li> <li>» Checkliste für die Inbetriebnahme erstellen</li> </ul>
c)	Lösungsvarianten zur Systemintegration erarbeiten, bewerten und abstimmen und dabei sowohl Spezifikationen berücksichtigen als auch technische Bestimmungen und die betrieblichen IT-Richtlinien einhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Lösungsvarianten erstellen und mit selbstdefinierten Kriterien beurteilen, z. B.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kosten, Zuverlässigkeit,</li> <li>– Lebenserwartung, Arbeitssicherheit</li> </ul> </li> <li>» geeignete Variante im Team auswählen</li> </ul>
d)	Vorgehensweise und Zuständigkeiten bei Installationen und Systemerprobungen festlegen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Zuständigkeiten im Team entsprechend der Qualifikationen festlegen</li> <li>» Vorgehensweise grafisch darstellen (Fluss/Balkendiagramm)</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Installieren und Inbetriebnehmen von cyberphysischen Systemen</b>	
a)	mit Kleinspannung betriebene Hardwarekomponenten installieren und Softwarekomponenten konfigurieren	
b)	Systeme mittels Software zu einem cyberphysischen System vernetzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Software mit mechatronischen Systemen verbinden, z. B. Kamerasoftware mit Werkstückerkennung</li> <li>» Barcodereader, Sensoren, Aktoren</li> <li>» Netzwerkimtegration veranlassen oder durchführen</li> </ul>
c)	Systeme mit Hard- und Softwarekomponenten in Betrieb nehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Testbetrieb planen - Checkliste nutzen</li> <li>» Testbetrieb durchführen</li> </ul>
d)	Störungen analysieren und systematische Fehlersuche in Systemen durchführen und dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Testbetrieb bewerten</li> <li>» ggf. Fehlerbeseitigung durchführen bzw. organisieren</li> </ul>
d)	Systemkonfiguration, Qualitätskontrollen und Testläufe dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Programme, Parameter dokumentieren und sichern</li> <li>» Stresstest</li> <li>» Inbetriebnahmeprotokoll / Testprotokoll</li> <li>» Anlagendokumentation anpassen</li> </ul>

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Analysieren und Planen von digital vernetzten Produktionsprozessen</b>	
a)	Produktionsprozesse analysieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>» vor- und nachgelagerte Schritte analysieren</li> <li>» Einflussgrößen und deren Auswirkungen beschreiben</li> <li>» Schnittstellen-Analyse</li> <li>» Ist-Zustand ermitteln</li> </ul>
b)	Anpassung der Produktion sowie der Handhabungs-, Transport- oder Identifikationssysteme planen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Veränderung des Prozesses, z. B. Varianten des Produkts durch Material-, Form-, Stückzahländerung</li> <li>» Integration von neuen Typen, Produktionsverfahren, Varianten in bestehenden Prozessen</li> </ul>
c)	Prozessänderungen planen und hinsichtlich vor- und nachgelagerter Bereiche bewerten sowie die Zuständigkeiten im Team abstimmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Änderungen von Vorrichtungen, Taktzeiten, Logistik planen</li> <li>» Schnittstellen bewerten</li> <li>» Zuständigkeiten im interdisziplinären Team abgrenzen</li> </ul>
d)	Spezifikationen, technische Bestimmungen und betriebliche IT-Richtlinien bei Prozessänderungen beachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Beachten von z. B.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– CE-Konformität</li> <li>– Elektromagnetische Verträglichkeit</li> <li>– Gefährdungsbeurteilung</li> <li>– Herstellervorschriften</li> <li>– Produktspezifikationen</li> </ul> </li> <li>» Sachverständige einbeziehen</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Anpassen und Ändern von digital vernetzten Produktionsanlagen</b>	
a)	geplante Prozessabläufe simulieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Simulationsprogramm, z. B. Bewegungssimulation (Roboter)</li> <li>» Kollisionsprüfung</li> <li>» Handbetrieb, z. B. über ein HMI den Portallader per Handverfahren</li> </ul>
b)	Auf- und Umbau von Produktionsanlagen und die datentechnische Vernetzung im Team durchführen	<ul style="list-style-type: none"> <li>» mechanischer Umbau, Anpassung von Sensoren/Aktoren</li> <li>» Abstimmung im interdisziplinären Team</li> </ul>
c)	Steuerungsprogramme im Team ändern, testen und optimieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Programme anpassen</li> </ul>



Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>3</b>	<b>Erproben von Produktionsprozessen</b>	
	a) Produktionsverfahren und Prozessschritte, logistische Abläufe und Fertigungsparameter erproben	» Testbetrieb durchführen
	b) Gesamtprozess kontrollieren, überwachen und protokollieren und prozessbegleitende Maßnahmen der Qualitätssicherung durchführen	» bei der Qualitätssicherung mitwirken, z. B. Messwerte aufnehmen, Maschinen- und Prozessfähigkeit feststellen
	c) Fehler- und Mängelbeseitigung veranlassen sowie Maßnahmen dokumentieren	
	d) Daten des Konfigurations- und Änderungsmanagements pflegen und technische Dokumentationen sichern	» Programme, Parameter dokumentieren und sichern » Zeichnungsversionen aktualisieren
	e) Prozessvorschriften erstellen	» Arbeitsanweisungen erstellen » Prozessfreigabe veranlassen

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikationen / Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Planen von Änderungen an Anlagen</b>	
	a) 3D-Datensätze von Rohrleitungssystemen, Profilen, Anlagenteilen oder Blechkonstruktionen erstellen	» aus einer Skizze mithilfe eines CAD-Programms einen 3D-Datensatz erstellen » eingescannte 3D-Datensätze für die Änderungsplanung nutzen
	b) branchenübliche Software zum Erstellen von Aufmaßen, auch auf Basis von Daten zum computer-gestützten Konstruieren (CAD-Daten), anwenden	» Baugruppen und/oder Einzelteilzeichnungen mithilfe der im System hinterlegten Daten, z. B. Rohrklasse, erstellen » technische Rahmenbedingungen berücksichtigen, z. B. Material, Druck, Temperatur, Medium
	c) Änderungsmaßnahmen anhand von 3D-Modellen planen	» Änderungsmaßnahmen auf Realisierbarkeit im 3D-Modell überprüfen » betriebliche Vorgaben durch die vorhandenen Anlagenteile berücksichtigen » automatisierten Bestellvorgang auslösen
<b>2</b>	<b>Herstellen und digitales Nachbereiten von Rohrleitungen, Profilen, Anlagenteilen oder Blechkonstruktionen</b>	
	a) Verfahren zur Fertigung von Rohrleitungen, Profilen, Anlagenteilen oder Blechkonstruktionen auswählen	» auf Grundlage der Daten (z. B. Wirtschaftlichkeit, Umsetzbarkeit, zeitliche Vorgaben) geeignetes Verfahren (z. B. Schweißverfahren, Biegeverfahren) auswählen » Schnittstellen der verschiedenen Maschinenarbeitsplätze festlegen, z. B. Zuschneiden, Biegen, Heften, Schweißen
	b) für die Herstellung von Rohrleitungen, Profilen, Anlagenteilen oder Blechkonstruktionen 3D-Datensätze konvertieren	» Fertigungsprogramm erzeugen » Maschinenparameter berücksichtigen » mit geeigneter Software vorhandene Datensätze, z. B. isometrische Darstellung, in Maschinen-Code umwandeln
	c) Datensätze über Schnittstellen an Fertigungsmaschinen übertragen	» mobile Datenträger (z. B. USB-Stick, Tablet), WLAN oder LAN nutzen
	d) Prozessparameter anpassen und optimieren	» aus Datenbanken vorgegebene Maschineneinstellwerte, z. B. Biegeradien, -kräfte, prüfen und ggf. anpassen » maschinelle Fertigung starten
	e) Prozesse kontrollieren, überwachen und protokollieren; Maßnahmen der Qualitätssicherung durchführen	» Prüfprotokoll digital erstellen » Maschinenparameter dokumentieren » Maßkontrolle, z. B. Koordinatenmessmaschine, einsetzen » Teilprozesse dokumentieren
	f) Ist-Werte im digitalen Zwilling aktualisieren und dokumentieren	» alle relevanten Daten einpflegen und in Datenbanken sicher speichern

## 2. Zukunftschancen nutzen – für die Arbeit von morgen qualifizieren

Mit den Regelungen des Qualifizierungschancengesetzes, die seit Januar 2019 in Kraft sind, werden Betriebe darin unterstützt, alle Beschäftigten, unabhängig von Ausbildung, Lebensalter und Größe des Unternehmens zu qualifizieren. Im Rahmen des Corona-Maßnahmenpaketes wurden mit dem „Gesetz zur Förderung der beruflichen Weiterbildung im Strukturwandel und der Weiterentwicklung der Ausbildungsförderung“ rechtliche Grundlagen zur Unterstützung der Weiterbildung während Kurzarbeit geschaffen. Diesen Regelungen entsprechend können abschlussorientierte Weiterbildungen oder Anpassungsqualifizierungen – die über eine reine arbeitsplatzbezogene, Qualifizierung hinausgehen – auf den Weg gebracht werden.

Anpassungsqualifizierungen in Form arbeitsprozessorientierter Qualifizierungen (siehe Teil 1, Kapitel 3, Seite 10: Lernen im Prozess der Arbeit) können so auf die individuellen Bedürfnisse einzelner Beschäftigter oder auch ganzer Teams, sowie an den konkreten Bedarfen des Betriebes ausgerichtet werden und sind ein wirksames Instrument zur Vorbereitung auf anstehende technische und organisatorische Veränderungen.

Die Kompetenzbündel der Zusatzqualifikationen der Verordnungen der industriellen Metallberufe, der industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers (siehe Teil 2, Kapitel 1, Seite 19: Kompetenzbündel der Zusatzqualifikationen) entsprechen einem bundesweit einheitlich zertifizierten Qualifikationsstandard, der im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf dem Arbeitsmarkt besonders nachgefragte und allgemein verwertbare Kompetenzen vermittelt. Auch die in den Verordnungen dazu geregelten Bedingungen des Qualifikationsnachweises und des inhaltlichen Umfangs können so bei der Gestaltung und Zertifizierung der Qualifizierungsmaßnahme Berücksichtigung finden.

Zum zeitlichen Umfang einer arbeitsprozessorientierten Qualifizierung können zum Beispiel Online-Seminare – vergleichbar mit klassischen Kursen – gehören; ebenso Zeiten für die Recherche technischer Dokumente oder organisatorischer Prozessabläufe, Selbstlernzeiten oder Zeiten zur Reflexion und Dokumentation von Lernsituationen. In einer arbeitsprozessnahen Qualifizierung zählen dazu auch die Zeiten für das praktische Training in Prozessen und qualitätssichernden Abläufen sowie die damit verbundene Kommunikation und der Erfahrungsaustausch mit Fach- und Teamkollegen.

Für die geförderte Umsetzung dieser Maßnahmen ist eine Trägerzertifizierung entsprechend der Regelungen der Akkreditierungs- und Zulassungsverordnung Arbeitsförderung (AZAV) erforderlich. Träger kann zum Beispiel die Bildungsabteilung eines Unternehmens oder alternativ ein beauftragter Bildungsträger sein (siehe Teil 1, Kapitel 4, Seite 13: Planung und Umsetzung der Qualifikationen). Damit will der Fördermittelgeber eine qualitätsgesicherte Durchführung dieser Maßnahmen gewährleisten.

Mehr Informationen zu den Details der Förderungen bei der örtlichen Arbeitsagentur oder auch bei den FAQs des BMAS:



Es empfiehlt sich, vorab mit der örtlichen Arbeitsagentur Kontakt aufzunehmen, um die Details einer geplanten Qualifizierungsmaßnahme abzustimmen.

## 3. Zukunftsqualifizierung gestalten: E-Learning in der betrieblichen Weiterbildung

Die Digitalisierung der Arbeits- und Lebenswelt befördert verstärkt auch die Weiterentwicklung digitaler Lern- und Lehrangebote mit den entsprechenden Vernetzungsstrukturen und Lernplattformen. Es sind insbesondere Entwicklungen des Web 2.0, der Open Educational Resources (OER), der Massive Open Online Courses (MOOCs) und Webinare, die die Nutzung in Lehr- und Lernprozessen vorantreiben. Dabei wird gern der Sammelbegriff des E-Learnings für verschiedenartige Möglichkeiten der technischen und didaktischen Entwicklung sowie Präsentation von Lerninhalten benutzt.

Durch die Corona-Krise wird sich die Digitalisierung insgesamt weiter beschleunigen, denn sie ist ein wichtiger Schlüssel, um die Herausforderungen der Krise zu meistern und die Geschäfte nachhaltig zu sichern. Die Verfügbarkeit entsprechend qualifizierter Fachkräfte – gerade auf der Shopfloor-Ebene – kann dabei aber das zentrale Hemmnis für die Implementierung entsprechender digitaler Geschäftsprozesse sein. Denn es geht nicht – wie oft dargestellt – nur darum, physische Funktionen durch Digitalisierung zu entkoppeln, sondern fachgerecht und qualitätsgesichert zu verbinden.

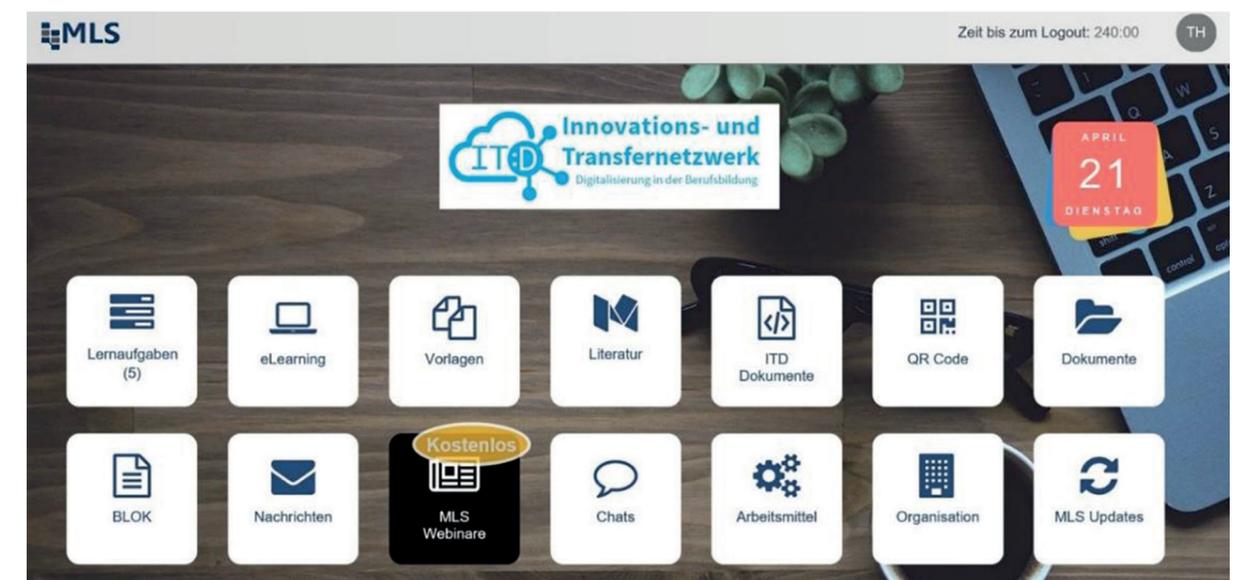
Digital unterstütztes Lernen unter Verwendung von Computer, Tablet, Smartphone und Internet sollte deshalb gerade in der betrieblichen Weiterbildung ein Selbstverständnis sein. E-Learning kann die traditionellen betrieblichen Weiterbildungs- und Qualifizierungs-

aktivitäten zwar nicht ersetzen, es ist jedoch eine sinnvolle Unterstützung bei vielen Lernprozessen in den Betrieben. Wenn zum Beispiel die hohe Dynamik aktueller Entwicklungen der Digitalisierung eine zeitnahe und passgenaue Anpassung der Qualifikation von Beschäftigten erfordert.

Digitale Medien und Mobiles Lernen unterstützen in ganz besonderem Maße die Qualifizierung der Fachkräfte in den digitalen Prozessen direkt am Arbeitsplatz. Sie ermöglichen ein zeit- und ortsunabhängiges Lernen und unterstützen die Fachkräfte durch flexible Verfügbarkeit. Abstrakte oder schwer nachvollziehbare Lerninhalte und Zusammenhänge können so durch Video und Audiodokumente erklärt und dokumentiert werden. Damit wird gerade bei arbeitsplatznahen Qualifizierungen ein personalisiertes, selbstorganisiertes und in der Sache spezifisches Lernen erleichtert. Indem sich die Lernenden eigenständig konstruktiv oder problemlösend in den Qualifizierungsprozess einbringen, werden neben den Fachkompetenzen auch persönliche Kompetenzen wie Lernfähigkeit und Kommunikation- und Kooperationsfähigkeit gezielt gefördert.

Um bei der Einführung von E-Learning Schwierigkeiten zu vermeiden, sind die geplanten Aktivitäten und die damit verbundenen technischen Ausstattungen und Medien zwischen den Akteuren gut vorzubereiten und abzustimmen. Probleme beim Umgang mit Daten

Abbildung 3: Bestandteile des Mobile Learning in Smart Factories (MLS)





## Literatur

AgenturQ (2019): Leitfaden für die betriebliche Praxis“ Rahmenbedingungen für eine Weiterbildung 4.0, Stuttgart)

Arnold, P., Thillosen, A., Zimmer, G., Kilian, L. (2018): Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien, 5.aktual. Auflage, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld

BIBB (2018): AUSBILDUNG GESTALTEN, Industrielle Elektroberufe/Mechatroniker und Mechatronikerin, Bonn

BIBB (2018): AUSBILDUNG GESTALTEN, Industrielle Metallberufe/Mechatroniker und Mechatronikerin, Bonn

BMWi (Hrsg) (2019): Für eine zukunftsfähige Lernkultur im Unternehmen, Arbeitsgruppe 5: Arbeit, Aus- und Weiterbildung der Plattform Industrie 4.0, Berlin

DIHK (2018): IHK-Leitfaden zu den Änderungen in der Prüfungsorganisation der Industriellen Metallberufe, Industriellen Elektroberufe und des Mechatronikers, Berlin

IG Metall (2020): Anpassungsqualifizierung in Metall- und Elektroberufen – Digitalisierung umsetzen und Zusatzqualifikationen für Anpassungsqualifizierung nutzen, Frankfurt am Main

Müller, K. (2007): Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung - Lernen im betrieblichen Alltag verankern; in: Weiterbildung mit System. Lernen im Prozess der Arbeit, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld

## Internetquellen

<https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/arbeit-von-morgen-gesetz.html>, Zugriff 15.5.2020

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/berufliche-weiterbildung-1730354>; Zugriff 15.05.2020

<https://www.iab-forum.de/weiterbildung-in-der-corona-krise-e-learning-ist-eine-chance-fuer-unternehmen>, Zugriff 02.06.2020

Handlungsempfehlung „E-Learning“: <https://www.kofa.de/handlungsempfehlungen/fachkraefte-qualifizieren/e-learninglernen-mit-digitalen-medien>, Zugriff 02.06.2020

## Linkliste

BIBB – Digitalisierung der Arbeitswelt – Berufsbildung 4.0	<a href="http://www.berufsbildungvierpunktnull.de">www.berufsbildungvierpunktnull.de</a>
BIBB-Hauptausschussempfehlung – Kooperation der Lernorte	<a href="http://www.bibb.de/dokumente/pdf/HA099.pdf">www.bibb.de/dokumente/pdf/HA099.pdf</a>
BMWi – Den digitalen Wandel gestalten	<a href="http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digitalisierung.html">www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digitalisierung.html</a>
BMAS – Arbeit-von-Morgen-Gesetz	<a href="http://www.bmas.de/SharedDocs/Videos/DE/Artikel/Arbeitsmarkt/2020-03-10-heil-arbeit-von-morgen-gesetz.html">www.bmas.de/SharedDocs/Videos/DE/Artikel/Arbeitsmarkt/2020-03-10-heil-arbeit-von-morgen-gesetz.html</a>
Plattform Industrie 4.0	<a href="http://www.plattform-i40.de">www.plattform-i40.de</a>
Online-Bibliothek der Plattform Industrie 4.0	<a href="http://www.plattform-i40.de/i40/online-bibliothek">www.plattform-i40.de/i40/online-bibliothek</a>
Glossar Industrie 4.0	<a href="http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Service/Glossar/glossar.html">www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Service/Glossar/glossar.html</a>
IT-Security in der Industrie 4.0 – Handlungsfelder für Betreiber	<a href="http://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/leitfaden-it-security-i40.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=10">www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/leitfaden-it-security-i40.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=10</a>
New Automation – Industrie 4.0-Projekte für Bildungseinrichtungen	<a href="http://www.new-automation.de">www.new-automation.de</a>
Qualifizierung für die Arbeit von morgen	<a href="http://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/berufliche-weiterbildung-1730354">www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/berufliche-weiterbildung-1730354</a>
Bundesagentur für Arbeit	<a href="http://www.arbeitsagentur.de/download-center">www.arbeitsagentur.de/download-center</a>
Bundesagentur für Arbeit „Berufenet“	<a href="http://www.berufenet.arbeitsagentur.de">www.berufenet.arbeitsagentur.de</a>
Bundesagentur für Arbeit	<a href="http://www.arbeitsagentur.de/m/weiterbildung-qualifizierungs-offensive">www.arbeitsagentur.de/m/weiterbildung-qualifizierungs-offensive</a>
Berufsbildungsgesetz 2020 (BBiG)	<a href="http://www.bmbf.de/de/das-berufsbildungsgesetz-bbig-2617.html">www.bmbf.de/de/das-berufsbildungsgesetz-bbig-2617.html</a>
Forum Ausbilder / Ausbilderinnen	<a href="http://www.foraus.de">www.foraus.de</a>
Hauptausschussempfehlungen gesamt	<a href="http://www.bibb.de/de/11703.php">www.bibb.de/de/11703.php</a>
Deutscher Qualifikationsrahmen (DQR)	<a href="http://www.dqr.de">www.dqr.de</a>
Nachhaltigkeit in der beruflichen Bildung	<a href="http://www.bibb.de/de/709.php">www.bibb.de/de/709.php</a>

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (Industrie 4.0)	<a href="http://www.zvei.org/themen/industrie-40">www.zvei.org/themen/industrie-40</a>
ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (Bildung und Forschung)	<a href="http://www.zvei.org/themen/bildung-forschung">www.zvei.org/themen/bildung-forschung</a>
IG Metall – Industrie 4.0	<a href="http://www.igmetall.de/industrie-4-0-12783.htm">www.igmetall.de/industrie-4-0-12783.htm</a>
IG Metall Berufsbildungsportal	<a href="http://wap.igmetall.de/weiterbildung-im-betrieb-1310.htm">wap.igmetall.de/weiterbildung-im-betrieb-1310.htm</a>
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)	<a href="http://www.vdma.org/digitalisierung-industrie-40">www.vdma.org/digitalisierung-industrie-40</a>
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)	<a href="http://www.vdma.org/bildung-modernes-arbeiten">www.vdma.org/bildung-modernes-arbeiten</a>
Arbeitgeberverband Gesamtmetall	<a href="http://www.gesamtmetall.de/themen/bildung">www.gesamtmetall.de/themen/bildung</a>

## Raum für Notizen

### Eine sehr subjektive Auswahl von E-Learning-Anbietern der Autoren

KOFA Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung	<a href="http://www.kofa.de/service/webinare">www.kofa.de/service/webinare</a>
Nachwuchsstiftung Maschinenbau	<a href="http://www.nachwuchsstiftung-maschinenbau.de">www.nachwuchsstiftung-maschinenbau.de</a>
Übersichtsplattform Gesamtmetall zum E-Learning	<a href="http://www.elearningME.de">www.elearningME.de</a>

### Die AgenturQ in Baden Württemberg

hat eine Auswahl von im Internet verfügbaren Kursen zusammengestellt. Rund um die Themen Transformation, Industrie 4.0, Nutzung des Internets und Programmierung und auch zum Lernen im Digitalen Zeitalter finden sich in dem hier verlinkten Beitrag.



**ADRESSEN**

**IG Metall (IGM)**

Wilhelm-Leuschnerstraße 79  
60329 Frankfurt  
Telefon: (069) 66 93-0  
www.igmetall.de



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

Voßstraße 16  
10117 Berlin  
Telefon: (030) 5 51 50-0  
www.gesamtmetall.de



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

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt  
Telefon (069) 66 03-0  
www.vdma.org



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

Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main  
Telefon: (069) 63 02-0  
www.zvei.org



Mit diesen Informationen für Fach- und Führungskräfte, Personal- und Bildungsverantwortliche, Betriebsräte sowie interessierte Beschäftigte wollen wir auf eine besondere Möglichkeit zur Fachkräftequalifizierung im Rahmen der betrieblichen Weiterbildung aufmerksam machen.

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 2018 umfassend modernisiert. Optional wählbare ‚Zusatzqualifikationen‘ geben den im Digitalisierungsprozess unterschiedlich aufgestellten Betrieben jetzt die Möglichkeit, bedarfsgerecht Kompetenzen für den digitalen Wandel aufzubauen.

Diese in Form bundeseinheitlicher Qualifizierungsstandards beschriebenen Kompetenzbündel entsprechen passgenau den in den Arbeitsbereichen benötigten Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten. Diese Standards können gleichermaßen auch für die betriebliche Weiterbildung genutzt werden. Eine attraktive Möglichkeit, die berufliche Handlungsfähigkeit der Fachkräfte zu fördern und weiterzuentwickeln und dabei das berufliche Lernen mit den aktuellen Arbeitsanforderungen im Betrieb zu verbinden.

Mit dem Gesetz zur Förderung der beruflichen Weiterbildung im Strukturwandel und zur Entwicklung der Ausbildungsförderung hat die Bundesregierung aktuell besondere Möglichkeiten für eine teamorientierte Qualifizierung von Beschäftigten geschaffen.

**GESAMT**METALL****  
Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie



**ZVEI:**  
Die Elektroindustrie