Ausbildung und Qualifizierung für Industrie 4.0
- Den Wandel erfolgreich gestalten -

Agiles Verfahren

Handlungsempfehlungen

Stand 30. November 2016

STATUS : ENTWURF

Inhaltsangabe

Vorwort

1. Ausgangslage

2. Handlungsrahmen

3. Handlungsempfehlungen

   3.1 Branchenübergreifende Berufsinformationen

   3.2 Gestaltungshinweise/ Umsetzungshilfen für die I 4.0 Aus- und Fortbildung

   3.3 Teilnovellierungen curricularer Vorgaben in Ausbildungsordnungen

   3.4 Aufnahme optionaler Zusatzqualifikationen für zentrale I 4.0 Tätigkeitsbereiche

   3.5 Neuordnung von Ausbildungsberufen/Fortbildungsprofilen

   3.6 Qualifizierung des betrieblichen Bildungspersonals/ der schulischen Lehrkräfte

   3.7 Integration von Arbeiten und Lernen in I 4.0 Arbeitsprozessen

   3.8 Qualifizierungsinitiative für die Berufs- und Fachschulen

4. *Umsetzung (in Abstimmung) Maßnahmen, Zeitplan, Meilensteine*

5. *Monitoring (in Abstimmung) Begleitung der Umsetzung*

Anhang

Vorwort

Die Digitalisierung und die mit ihr verbundenen Entwicklungen verändern die Arbeitswelt. Für die Metall- und Elektroindustrie stehen dabei die unter dem Schlagwort "Industrie 4.0" beschriebenen Veränderungen in der industriellen Produktion und den mit ihr verbundenen Geschäftsprozessen im Mittelpunkt. Leitbild der Industrie 4.0 sind wandlungsfähige und vernetzte Produktions- und Logistikprozesse, die eine hocheffiziente und hochflexible Produktion ermöglichen, Kundenwünsche in Echtzeit integrieren und individuelle Produktvarianten möglich machen.

Damit die deutsche Metall- und Elektroindustrie auch weiterhin ihre Spitzenposition auf den Weltmärkten behaupten kann, muss Industrie 4.0 in den Unternehmen erfolgreich umgesetzt werden. Nur so lassen sich Wachstum und Beschäftigung nachhaltig sichern.

Im Zentrum von Industrie 4.0 wird weiterhin der Mensch stehen. Erfahrung, Kompetenz und Professionalität der Fachkräfte bilden auch zukünftig die Basis für ihre erfolgreiche berufliche Entwicklung und die Sicherung der Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der Unternehmen. Aus-, Fort- und Weiterbildung spielen hier eine Schlüsselrolle.

Für die Metall- und Elektro-Industrie sowie für die Informationstechnik haben wir bereits ein innovatives Strukturmodell und moderne Berufe entwickelt. Diese prozessorientierten, gestaltungsoffenen Berufsbilder werden auch der Systemorientierung von Industrie 4.0 und der damit verbundenen Wertschöpfung und Vernetzung branchenübergreifend gerecht.

Auf dieser soliden Grundlage baut die gemeinsame Initiative der Sozialpartner auf. In einem agilen Verfahren (Anhang A1) haben Gesamtmetall, VDMA, ZVEI und IG Metall dazu gemeinsam die Industrie 4.0-relevanten Ausbildungsberufe und die darauf aufbauenden Fortbildungen im M+E-Bereich hinsichtlich sich verändernder Anforderungen und neuer beruflicher Perspektiven untersucht. Dabei wurden die Expertisen betrieblicher und schulischer Experten und Wissenschaftler in die Arbeit einbezogen.

Im Ergebnis werden nun von den Vereinbarungspartnern für die Aus-, Fort- und Weiterbildung in der Metall- und Elektroindustrie die nachfolgend beschriebenen Handlungsempfehlungen mit konkreten Vorschlägen für weitere Maßnahmen und Initiativen benannt.

Auf dieser Basis sollen zeitnah und zügig die erforderlichen Abstimmungen und Gespräche mit den in den einzelnen Handlungsempfehlungen adressierten Verfahrensbeteiligten (BMWI, BMBF, KMK, BIBB, KWB, DGB, zuständige Stelle u.a.) aufgenommen werden.

1. Ausgangslage

- **Die Metall- und Elektro-Industrie (M+E) verfügt** im
  - M+E Bereich und im
  - IT Bereich mit dem Fokus auf die Industrial Information Technologie (IIT)
  aktuell und mittelfristig über die richtigen Ausbildungsberufe, um den Anforderungen von Industrie 4.0 (I 4.0) gerecht zu werden.

- Die Ausbildungsberufe sind als
  - **branchenübergreifende** Querschnittsberufe angelegt,
  - **prozessorientiert** strukturiert und
  - **gestaltungsoffen** im Hinblick auf spezielle betrieblich-technische Erfordernisse und organisatorische Veränderungen.

- Die Ausbildungsordnung ermöglicht die dafür erforderliche Flexibilität durch
  - die **Ausbildungsstruktur**
  - die **Zeitrahmenmethode**
  - die **Einsatzgebiete**
  - den **Betrieblichen Auftrag** als Prüfungsinstrument (Variantenmodell)
  - die **Synchronität** zu den Lernfeldern der schulischen Rahmenlehrpläne (Anhang A2).

Diese "Konstruktionsprinzipien" haben sich bewährt und sind eine solide Grundlage, auf der die Ausbildungsberufe anforderungs- und bedarfsgerecht weiterentwickelt werden können.

2. Handlungsrahmen

Ausgehend von der Feststellung, dass die Berufsbilder im M+E Bereich prozessorientiert und gestaltungsoffen angelegt sind, bauen die nachfolgend beschriebenen Handlungs-empfehlungen gezielt darauf auf.

Im Hinblick auf den aktuell von Betrieb zu Betrieb noch **sehr unterschiedlichen I 4.0-Durchdringungsgrad** wurden dabei seitens der Sozialpartner relevante verordnungs-technische Festlegungen und Wirkungszusammenhänge besonders berücksichtigt.
Die in den Ausbildungsrahmenplänen aufgeführten Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten verstehen sich als **Mindestinhalte** der jeweiligen Berufsausbildung und sind uneingeschränkt von allen Ausbildungsbetrieben zu vermitteln.
Verordnungstechnisch liegt deshalb die **Herausforderung** oder besser: die "Kunst" darin, den Ausbildungsrahmenplan **zwischen notwendiger Offenheit** für künftige Entwicklungen und qualifikatorische Anforderungen **und der konkreten Verstehbarkeit** eines Ausbildungsziels sachgerecht **auszutarieren**.

Die technischen und verfahrensspezifischen Vorgaben der zu vermittelnden Qualifikations-inhalte **im Ausbildungsrahmenplan ermöglichen** es den Ausbildungsbetrieben, die **Ausbildungsvorschriften flexibel** - entsprechend der jeweilig betriebsspezifischen Produkte, Technologien und Maschinen - **umzusetzen**.
Für den Ausbildungsverantwortlichen ist damit aber auch **die Aufgabe** verbunden, **die Ausbildung** den Veränderungen entsprechend kontinuierlich anzupassen und **zukunftsorientiert zu gestalten**.

Im Hinblick auf ihre **Umsetzung** unterscheiden die Handlungsempfehlungen deshalb sehr differenziert, welche Maßnahmen **ohne verordnungstechnische Änderungen** geleistet werden können oder mit weiterführenden **Teilnovellierungen** der Ausbildungsordnungen oder auch **Neuordnungsverfahren** verbunden sind.

3. Handlungsempfehlungen

3.1 Branchenübergreifende Berufsinformationen

Detaillierte, strukturierte Übersicht über die I 4.0- relevanten Qualifikationsprofile im Bereich der Berufsausbildung und der beruflichen Fort- und Weiterbildung.

Industrie 4.0 erfordert auf allen Fachkräfteebenen systemisches Verständnis, workflowbezogene Kompetenzen, interdisziplinäre Zusammenarbeit und branchenübergreifende Kollaboration.
Damit werden bei der Entscheidung, welche Ausbildungsberufe im I 4.0 - Kontext zukünftig ausgebildet werden müssen oder welche Fortbildungsprofile sich für eine gezielte Fachkräfteentwicklung anbieten, verstärkt Bildungsgänge relevant, die in anderen Branchen entwickelt wurden und daher vielen Bildungsexperten nicht im erforderlichen Maße bekannt sind.
Diese Feststellung begründet sich aus den O-Tönen von Befragungen und den Ergebnissen neuester Studien und Untersuchungen (Anhang A1). Nur wenige Personal- und Bildungsexperten haben ein für ihr Unternehmen und ihre Produkte wirklich klares Bild von Industrie 4.0 und den daraus abzuleitenden qualitativen und quantitativen Anforderungen an die Aus-, Fort- und Weiterbildung.

In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig, die hohe Bedeutung und die Attraktivität der beruflichen Bildung für die Entwicklung der Wirtschaft darzustellen. Dabei geht es um die umfassende Berufserfahrung, die hohe berufliche Handlungskompetenz und die direkte Einbindung der Fachkräfte in die technologischen Entwicklungen, verbunden mit der Möglichkeit zur beruflichen Weiterentwicklung über das ganze Berufsleben.

Handlungsempfehlungen

1. Für die **Zielgruppe der Berufsexperten und Entscheider** in Unternehmen werden kompakte und gut strukturierte **Informationen** erarbeitet, die aufzeigen, welche **Ausbildungsberufe und Fortbildungsprofile im I 4.0 Workflow** im einzelnen relevant sind, welche Kernkompetenzen sie auszeichnen, welche Tätigkeitsfelder abgedeckt werden, wie sie sich teamorientiert einordnen und in den Geschäftsprozessen und -abläufen fachlich ineinander greifen bzw. vernetzt sind.
   ⇒ BMWI/BMBF

2. Für die **Zielgruppe der Fachkräfte und Mitarbeiter** in Unternehmen werden Informationen aufbereitet, die die **beruflichen Entwicklungsperspektiven im I 4.0 Bereich** transparent darstellen und die dafür **relevanten Bildungsgänge** im Rahmen der beruflichen **Fortbildung und Umschulung** ,die entsprechenden Bildungsgänge an den **Fachschulen der Länder** sowie die Möglichkeiten zum **Hochschulstudium** in grundsätzlicher Form beschreiben.
   ⇒ BMBF/BMWI, KMK

3.2 Gestaltungshinweise/ Umsetzungshilfen für die I 4.0 Aus- und Fortbildung

Ausbildung

Praxishilfen zur Konkretisierung von I 4.0 relevanten Kompetenzen und den zugeordneten Qualifizierungsinhalten in den betrieblichen Ausbildungsrahmenplänen und schulischen Rahmenlehrplänen und
Praxishilfen zur methodisch-didaktischen Gestaltung und Umsetzung der betrieblichen und schulischen Ausbildung.

Aus den von der Plattform Industrie 4.0 entwickelten Anwendungsszenarien können für die Berufsausbildung entsprechende Qualifizierungsszenarien abgeleitet und für einen handlungsorientierten Kompetenzerwerb die damit verbundenen Ausbildungsinhalte und Qualifizierungsziele benannt werden.
Dabei lassen sich die Berufe workflowbezogen drei I 4.0 Kompetenz-Typen zuordnen. Aus dieser Zuordnung bestimmt sich die grundsätzliche Relevanz der einzelnen Szenarien sowie anforderungsadäquat auch die inhaltliche Vermittlungstiefe (Anhang A3/A4).

Der betriebliche Ausbildungsrahmenplan und der schulische Rahmenlehrplan geben Raum für eine fachgerechte inhaltliche Einbindung und Vermittlung.
In beiden Plänen können die relevanten Qualifizierungsinhalte kontextbezogen beschrieben und in einfacher Form gekennzeichnet werden, welchen Berufsbildpositionen diese Inhalte zuzuordnen sind.

Aus Sicht des gemeinsamen Teams muss diese Erarbeitung nicht für jeden einzelnen der Berufe geleistet werden, sondern kann - entsprechend der Kompetenz-Typ-Zuordnung und den damit verbundenen Qualifikationsanforderungen - gebündelt erfolgen (Anhang A5).
Dies vereinfacht die Bearbeitung erheblich. Die relevanten Ausbildungsinhalte können so in kompakter Form beschrieben werden, sind im Umfang überschaubar und im Hinblick auf die Vermittlung für die schulischen Lehrkräfte wie auch für die betrieblichen Ausbilder transparent.

Fortbildung

I 4.0-bezogene Ergänzungen der IHK Rahmenpläne und Lernziele der relevanten Fortbildungsordnungen und Praxishilfen

Für die Fortbildung kann dieser Ansatz in entsprechender Form übernommen werden, auch wenn hier - anders als in den Ausbildungsordnungen - die Prüfungsanforderungen (und nicht die zu vermittelnden Inhalte) beschrieben werden. Die zu vermittelnden Inhalte werden dazu entsprechend in die IHK Rahmenpläne ergänzend aufgenommen.

Ein wesentliches Ziel muss dabei sein, ein gemeinsames - alle Fachkräfteebenen übergreifendes - Verständnis der Prozessabläufe und systemtechnischen Zusammenhänge im I 4.0 Workflow zu vermitteln.

Handlungsempfehlungen

1. **Ausbildung**

Bildung einer Arbeitsgruppe von betrieblichen und schulischen Experten, die unter Federführung des BIBB/der KMK in einem schlanken Verfahren gemeinsam die oben beschriebene **Erarbeitung von Handreichungen und Praxishilfen** vornehmen. Die vom Kultusministerium Baden-Württemberg für die schulischen Rahmenlehrpläne erarbeitete I 4.0 Handreichung gibt dazu eine wertvolle Orientierung.

⇒ BMBF/BIBB, KMK, DGB/KWB - AG/AN Experten

2. **Fortbildung**

Bildung einer Arbeitsgruppe betrieblicher Experten der Arbeitgeber- und Arbeitnehmerseite unter Federführung des DIHK, die die inhaltlichen **Ergänzungen** der relevanten **IHK-Rahmen-pläne** erarbeiten.

⇒ DIHK, DGB/KWB - AG/AN Experten

Bildung einer Arbeitsgruppe betrieblicher Experten der Arbeitgeber- und Arbeitnehmerseite, die die inhaltlichen **Ergänzungen** der relevanten **Praxishilfen** erarbeiten.

⇒ BMBF/BIBB, DGB/KWB - AG/AN Experten

3.3 Teilnovellierungen curricularer Vorgaben in Ausbildungsordnungen

Qualifizierung für den Umgang mit digitaler Arbeit für alle Berufsbilder relevant

Unabhängig von den berufsspezifischen I 4.0- Qualifikationsanforderungen muss die berufliche Qualifizierung für den generellen Umgang mit digitaler Arbeit, digitalen Arbeitsmitteln und -formen, eine herausgehobene **Positionierung in den Ordnungsmitteln** erhalten.
Dies kann **in Form einer**

- **in Teilen berufsübergreifenden und**
- **in Teilen berufsgruppenspezifischen**

Ergänzung der Ausbildungsrahmenpläne und Rahmenlehrpläne erfolgen.

Diese Ergänzungen können in den Ausbildungsordnungen bezüglich der

- berufsübergreifenden Qualifikationsinhalte in Form einer **neuen Standard-Berufsbildposition "Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit "** (Arbeitstitel)
  und eine
- berufsgruppenspezifischen **Erweiterung** in der **Berufsbildposition "Betriebliche und technische Kommunikation"** der M+E Berufe vorgenommen werden.

Im KMK Rahmenlehrplan würde es sich anbieten, diese Ergänzungen in den Teilen II und IV sowie in den entsprechenden Lernfeldern handlungsorientiert zu verorten.

Aus Sicht des gemeinsamen Teams können sich die berufsgruppenspezifischen Ergänzungen, wie schon dargestellt (Anhang A 2), an den I 4.0 workflowbezogenen Kompetenztypen orientieren.
Der berufstypische Handlungskontext sollte dabei nach der Taxonomie "Anwenden - Verstehen - Wissen" differenziert beschrieben werden.

Handlungsempfehlungen

1. Bildung einer **BIBB Hauptausschuss-Arbeitsgruppe** zur Erarbeitung einer neuen **Standard-Berufsbildposition** " Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit " *(Arbeitstitel)* (Anhang A8/A9).
   ⇒ BIBB Hauptausschuss

2. Bildung einer **Arbeitsgruppe von betrieblichen und schulischen Experten**, die unter Projektleitung des BIBB und verfahrenstechnisch koordiniert mit der KMK für die Berufe im M+E Bereich in einem schlanken Verfahren die Aufnahme der grundlegenden **I 4.0 Kernthemen** handlungsorientiert in die bestehenden Ausbildungsrahmenpläne und Rahmenlehrpläne vornimmt (Anhang A6/A7).
   ⇒ BMWI, BMBF, BIBB/KMK, DGB/KWB - AG/AN Experten

3.4 Aufnahme optionaler Zusatzqualifikationen für zentrale I 4.0 Tätigkeitsbereiche

Zusatzqualifikationen für zentrale Tätigkeitsbereiche von Industrie 4.0 im Rahmen der beruflichen Ausbildung und Anpassungsqualifizierung

Für bundesweit nachgefragte, berufsübergreifend oder interdisziplinär begründete Qualifikationsanforderungen in zentralen Tätigkeitsfeldern von Industrie 4.0 sind **Zusatzqualifikationen** ein kurzfristig realisierbares Angebot.
Im Hinblick auf eine horizontale Qualifikationserweiterung oder Spezialisierungen im Aufgabenfeld werden dazu insbesondere die Bereiche "Digitale Vernetzung", "Systemintegration", "Produktion + Logistik", "Datenanalyse und -nutzung", "Software Engineering", "Additive Fertigungsverfahren" und "Security + Safety" genannt.

Handlungsempfehlungen

Bildung einer **Arbeitsgruppe von betrieblichen und schulischen Experten**, die unter Projektleitung des BIBB und verfahrenstechnisch koordiniert mit der KMK die relevanten optionalen Zusatzqualifikationen erarbeiten.
⇒ BMWI, BMBF, BIBB/KMK, DGB/KWB - AG/AN Experten

3. 5 Neuordnung von Ausbildungsberufen/Fortbildungsprofilen

Untersuchung des Bedarfs grundlegender Neuordnungen von Berufen und neuen Berufsprofilen

In den vorliegenden Untersuchungen und Studien werden keine Berufsprofile bzw. neue Tätigkeitsbereiche genannt, für die kurzfristig ein grundlegender Neuordnungsbedarf gesehen wird.

Das gemeinsame Team geht davon aus, dass mit der Verbreiterung und Verstetigung der Industrie 4.0 Entwicklung und dem Entstehen neuer Geschäftsmodelle **mittel- bis langfristig neue Tätigkeitsbereiche** entstehen. Diese Entwicklung muss vorausschauend beobachtet werden. Wo notwendig, sind neue Ausbildungsberufe bzw. Fortbildungsprofile bedarfsgerecht zu entwickeln.
Die **enge Verzahnung von Aus- und Weiterbildung** wird zukünftig immer wichtiger. Ziel muss es daher sein, die Stärken einer breiten und systematischen Ausbildung mit denen einer hierauf aufbauenden strukturierten Weiterbildung effizient zu verbinden. Dies ermöglicht langfristig ein **Qualifizierungskontinuum, das verstärkt auch attraktive Fachkarrieren** für die Qualifizierungserfordernisse von Industrie 4.0 **ermöglicht**.

In diesem Kontext kommt auch der **Weiterentwicklung der Techniker-Ausbildung** an den Fachschulen der Länder eine besondere Bedeutung zu. Aufbauend auf die bestehenden Fachrichtungen sind die systemübergreifenden und integrativen Aspekte von Industrie 4.0 und die damit verbundene vernetze Denk- und Handlungsweise in die Technikerausbildung als **weiterführendes, attraktives Qualifizierungsangebot für berufserfahrene Fachkräfte** aufzunehmen.

Handlungsempfehlungen

Die **Sozialpartner** werden sich jährlich hinsichtlich aktueller Veränderungen und den daraus resultierenden Anforderungen bezüglich der relevanten **Ausbildungsberufe** und der darauf aufbauenden **Fortbildungen** im M+E Bereich austauschen.
⇒ Sozialpartner/betriebliche, schulische und wissenschaftliche Expertisen

3.6. Qualifizierung des betrieblichen Bildungspersonals / der schulischen Lehrkräfte

Qualifizierung von betrieblichem Bildungspersonal und von schulischen Lehrkräften - Kernpunkt einer erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0.

Für beide Zielgruppen geht es dabei um **fachlich-inhaltliche, methodisch-didaktische und medientechnische Themen** im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0.

Ergänzende betriebliche Schwerpunkte sind die **Gestaltung und Steuerung von Organisationsentwicklungsprozessen im Bildungsbereich** und die damit verbundene Team- und Kompetenzentwicklung.
Der sich dynamisch entwickelnde I-4.0-Technikeinsatz in den Fachabteilungen der Betriebe und die daraus resultierenden Veränderungen in der Arbeitsorganisation werden **neue Bestimmungsgrößen für die betriebliche Ausbildung**. Dies gilt insbesondere für die Gestaltung der Ausbildung im Betrieb und die Qualifizierung der betrieblichen Ausbildungsbetreuer.

Handlungsempfehlungen

1. Etablierung eines **"Innovations- und Transfernetzwerk Digitalisierung in der Berufsbildung" (IT:D)** im Rahmen der BMBF Förderbekanntmachung "Transfernetzwerke Digitales Lernen in der beruflichen Bildung" (DigiNet)
   ⇒ Sozialpartner

2. Etablierung von **"I 4.0 Qualifizierungsprogrammen für betriebliches Bildungspersonal/schulische Lehrkräfte"**
   ⇒ BMWI/BMBF, Kultusministerien der Länder

3.7. Integration von Arbeiten und Lernen in I 4.0-Arbeitsprozessen

Steigende Bedeutung von Lernen am Arbeitsplatz - Gestaltung der Rahmenbedingungen

Hochdynamische Transformationsprozesse wie Industrie 4.0 erfordern eine vorausschauende Qualifizierung der Fachkräfte. Um dabei Effizienz und Nachhaltigkeit in der Fort- und Weiterbildung sicher zu stellen, 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 essentiellen Bestandteilen - Prozessorientierung und Integration von Arbeit und Lernen - ermöglicht das Konzept auch **in Verbindung mit prozessorientiert gestalteten Fortbildungsordnungen** zukunftsweisende Ansätze für eine moderne Fachkräfteentwicklung.

Im Unterschied zu traditionellen Kursen, Schulungen und Seminaren lernen Teilnehmer einer arbeitsprozessorientierten Qualifizierung überwiegend in ihrem Arbeitsfeld und mit ihrem Team direkt in den I 4.0-Arbeitsprozessen.

Ziel muss es sein, dieses **informelle Lernen systemisch und nachhaltig zu fördern.**

Handlungsempfehlungen

1. **Förderung und Gestaltung der Integration von Arbeiten und Lernen** in I 4.0 Arbeitsprozessen **in Verbindung mit** der Nutzung und Erprobung von in die Qualifizierung eingebundenen **I 4.0-spezifischen Lerntechnologien**.
   ⇒ Unternehmen, Betriebliche Interessenvertreter, Bildungsträger, Forschungseinrichtungen

   Für die Validierung dieser Kompetenzen sind die **im Beschäftigungssystem entwickelten Methoden und Verfahren** für den Nachweis, die Zuordnung und ihren Vergleich zu **nutzen** (zum Beispiel "Projekt AiKo", Südwestmetall/ IG Metall). Anwendungskontext und betriebliche Prozesse sind dabei die zentralen Bezugspunkte für die konkrete Ausprägung der Handlungsfähigkeit und ihrer Validierung.
   ⇒ BMBF

3.8. Qualifizierungsinitiative für die Berufs- und Fachschulen

Berufs- und Fachschulen als starke Partner in der Industrie 4.0 - Qualifizierung

Für die Entwicklung der beruflichen Handlungskompetenz im Kontext von Industrie 4.0 ist die Ausbildung im Betriebsgeschehen von zentraler Bedeutung. Hier werden der Einsatz von I 4.0-Komponenten, die technisch funktionalen Zusammenhänge und die kommunikations-technische Vernetzung konkret und praktisch erfahrbar.
Da der I 4.0-Durchdringungsgrad - wie einführend beschrieben - von Betrieb zu Betrieb heute noch sehr unterschiedlich ist, kommt den Berufsschulen und den Fachschulen eine besondere strategische Bedeutung zu. Ihre Aufgabe ist die fachliche Fundierung der Inhalte im Rahmen berufstypischer I 4.0 Qualifizierungsszenarien.
Dazu benötigen Berufsschulen und Fachschulen entsprechend qualifizierte Lehrkräfte, eine für die Aufgabe angemessene technische Ausstattung und fachdidaktische Konzepte.

Handlungsempfehlungen

1. Länderübergreifende, bedarfsorientierte Förderung der technisch/medialen I 4.0-**Ausstattung von Berufs- und Fachschulen**
   ⇒ BMBF/Kultusministerien der Länder
   in direkter Verbindung mit
2. modularen **Lehrerfortbildungsangeboten in den** Bereichen der Digitalisierung und Industrie 4.0
   ⇒ Kultusministerien der Länder

3. Verankerung von
   Inhalten der **Digitalisierung** in einem fachbereichsübergreifenden Ansatz
   und von
   Industrie 4.0- Inhalten in einem fachbereichsspezifischen Ansatz
   in den Studieninhalten von Berufsschullehrern
   ⇒ Hochschulen

4. Konzertierte Aktion zur länderübergreifenden **Attraktivitätssteigerung des Lehramts** an beruflichen Schulen. Verbesserung der Transparenz der Studienangebote und -wege.
   ⇒ HRK/Länder

4. *Umsetzung*

(in Abstimmung)
Maßnahmen, Zeitplan, Meilensteine

5. *Monitoring*

(in Abstimmung)
Begleitung der Umsetzung

Anhang

A 1 Agiles Verfahren der Sozialpartner

A 2 M+E/IT Ausbildungsordnungen -
flexible Strukturen für dynamische
und gestaltungsoffene Ausbildungsberufe

A 3 I 4.0 Kompetenztypen -
prozess-, system- und kontextbezogen

A 4 Zuordnung von Ausbildungsberufen zu
I 4.0 Kompetenztypen

A 5 I 4.0 Kontextbezüge in den Ausbildungsrahmenplänen -
beispielhafte Darstellung

A 6 I 4.0 Kernthemen -
Fach- und Methodenkompetenzen

A 7 I 4.0 Kernthemen -
Personale und Soziale Kompetenzen

A 8 Qualifizierung im Kontext der Digitalisierung -
berufsübergreifende Kernthemen der digitalen Arbeit (Basics)
Standard-Berufsbildposition

A 9 Qualifizierung im Kontext der Digitalisierung -
berufsspezifische Kernthemen der digitalen Arbeit
Berufsbildposition "Betriebliche und technische Kommunikation"

A1 Agiles Verfahren der Sozialpartner

Auf der Basis der Sozialpartnervereinbarung organisierte ein gemeinsames Team der Vereinbarungspartner die Analyse der Berufsbilder und des Qualifizierungsbedarfs:
Im Rahmen eines agilen Verfahrens wurden Expertise und Erfahrungen aus den jüngsten I 4.0 Projekten im wissenschaftlichen Bereich*, in Unternehmen, Gewerkschaften und Verbänden sowie im berufsschulischen Bereich in die Arbeit einbezogen.
(siehe Schaubild 1 - Stufe 1)
Dazu wurden drei Workshops mit Expertinnen und Experten aus den Bereichen

- Wissenschaft
- Ausbildung
- Fort- / Weiterbildung

durchgeführt.
Dabei wurden die in diesem Papier dargestellten Handlungsfelder und -empfehlungen diskutiert und die Einschätzungen und Bewertungen sowie weiterführende Gestaltungsüberlegungen und Umsetzungsideen der Expertinnen und Experten aufgenommen.

Die nun vorliegenden Handlungsempfehlungen verstehen sich als Maßnahmen und Vorschläge für weitere Schritte zur Anpassung der bestehenden Berufsbilder an die Anforderungen von Digitalisierung und Industrie 4.0.

Sie sind Grundlage für die folgenden Abstimmungen und Gespräche mit den weiteren Beteiligten (BMWI, BMBF, KMK, BIBB, KWB, DGB, IHKs u.a.) (siehe Schaubild 1 - Stufe 2).

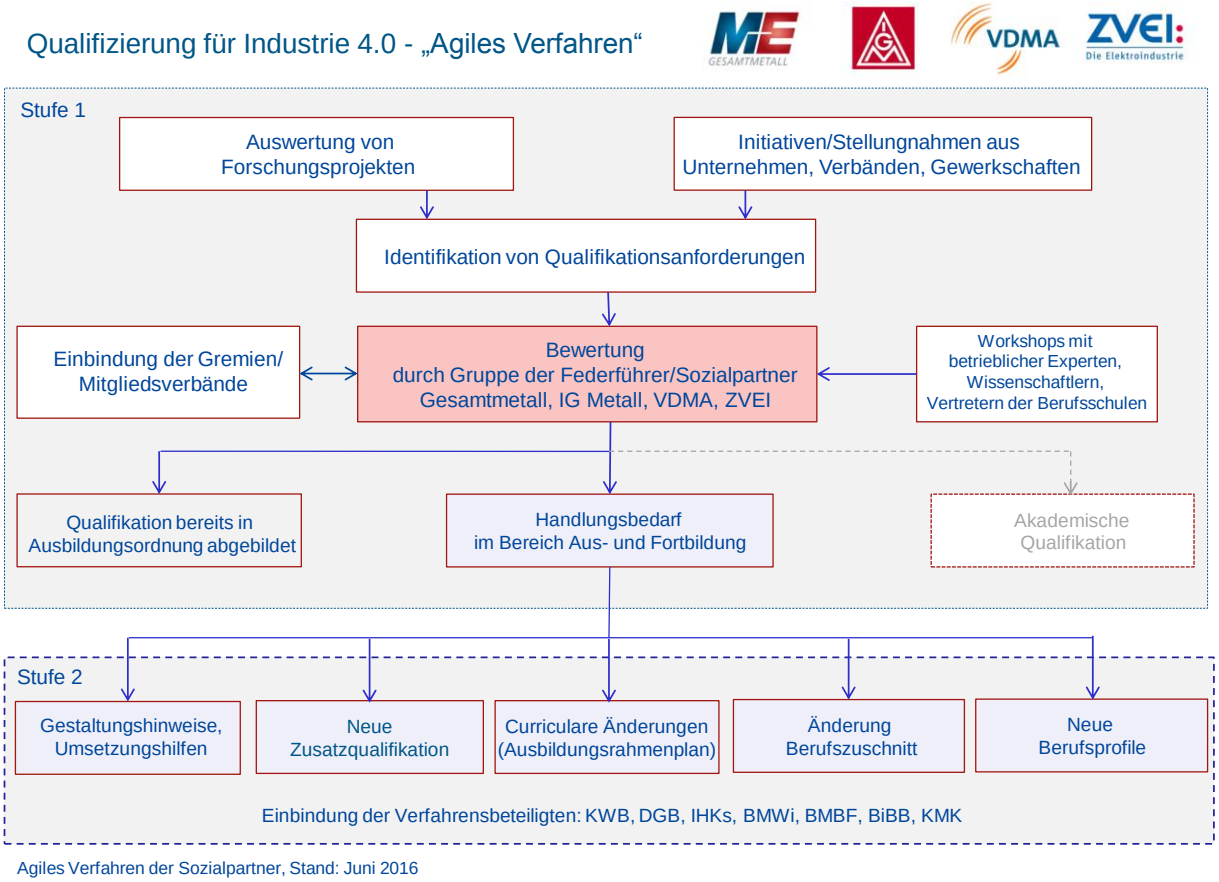

Schaubild 1

* Studie Prof. Dr. Dr. h.c. Georg Spöttl
Industrie 4.0 - Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie
bayme vbm - April 2016

Studie Prof. Dr. Sabine Pfeiffer
Industrie 4.0 - Qualifizierung 2025
VDMA - Mai 2016

Bericht aus dem gemeinsamen BIBB-VW-Projekt
Berufsbildung und Digitalisierung der Arbeitswelt
Dr. Thomas Naujoks, Dr. Gert Zinke
BIBB - Workshop 31. März 2016

A 2 M+E /IT Ausbildungsordnungen - flexible Strukturen für dynamische und gestaltungsoffene Ausbildungsberufe

Ausbildungsstruktur	Kern- und Fachqualifikationen können- betrieblichen Anforderungen und Prozessabläufen entsprechend- verzahnt vermittelt werden
Zeitrahmenmethode	Prozessorientierte Bündelung der relevanten Ausbildungsinhalte in berufstypischen Kompetenzfeldern
Ausbildungsrahmenplan	Empfehlung mit "Anleitungscharakter" zur sachlichen und zeitlichen Gliederung der betrieblichen Ausbildung
Flexibilitätsklausel	Grundsätzliche Möglichkeit zur Abweichung vom Ausbildungs-rahmenplan bei betriebsspezifischen Besonderheiten
Gestaltungsoffenheit	Technikneutrale "offene" Formulierungen der Ausbildungsinhalte erlauben dynamische Anpassungen an technologische Entwicklung
Einsatzgebiete	Definition und inhaltliche Ausgestaltung durch die Ausbildungs-betriebe im Kontext ihrer relevanten Geschäftsprozesse

Schaubild 2

A 3 I 4.0 Kompetenz-Typen - prozess-, system- und kontextbezogen

Die Berufsstrukturen/-profile im M+E- und IT-Bereich bestimmen sich aus den spezifischen Prozessen (**Standards**) dieser **Domänen**. Sie beschreiben Handlungssituationen von **Tätigkeitsbereichen/-feldern** und die dafür erforderliche berufliche **Handlungskompetenz** (Qualifikationen im jeweiligen Handlungskontext). Dabei sind Prozesse inhaltsoffene Strukturen, d.h. Inhalte können sich ändern, ohne dass sich die Prozesse selbst grundlegend verändern.

Die **prozessrelevanten Inhalte** von Industrie 4.0 bestimmen sich **hardwarebezogen** in der Regel über die jeweilige Betrachtungsebene (Bauelemente, Geräte, Anlagen und Systeme), **softwarebezogen** aus den jeweils relevanten datentechnischen Betrachtungsebenen (Schichten) eines speziell für Industrie 4.0 entwickelten Referenzmodells.

Das zur Darstellung des systemischen Ansatzes von Industrie 4.0 und seiner technischen Dimensionen und Zusammenhänge entwickelte **Referenzarchitekturmodell RAMI4.0** kann damit auch für eine **handlungskontextbezogene Ableitung bzw. Bestimmung relevanter Qualifikationsinhalte** genutzt werden. Grad und Durchgängigkeit der systemischen Vernetzung sind dabei prägende Größen für die Bestimmung der Qualifizierungsinhalte.

Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)

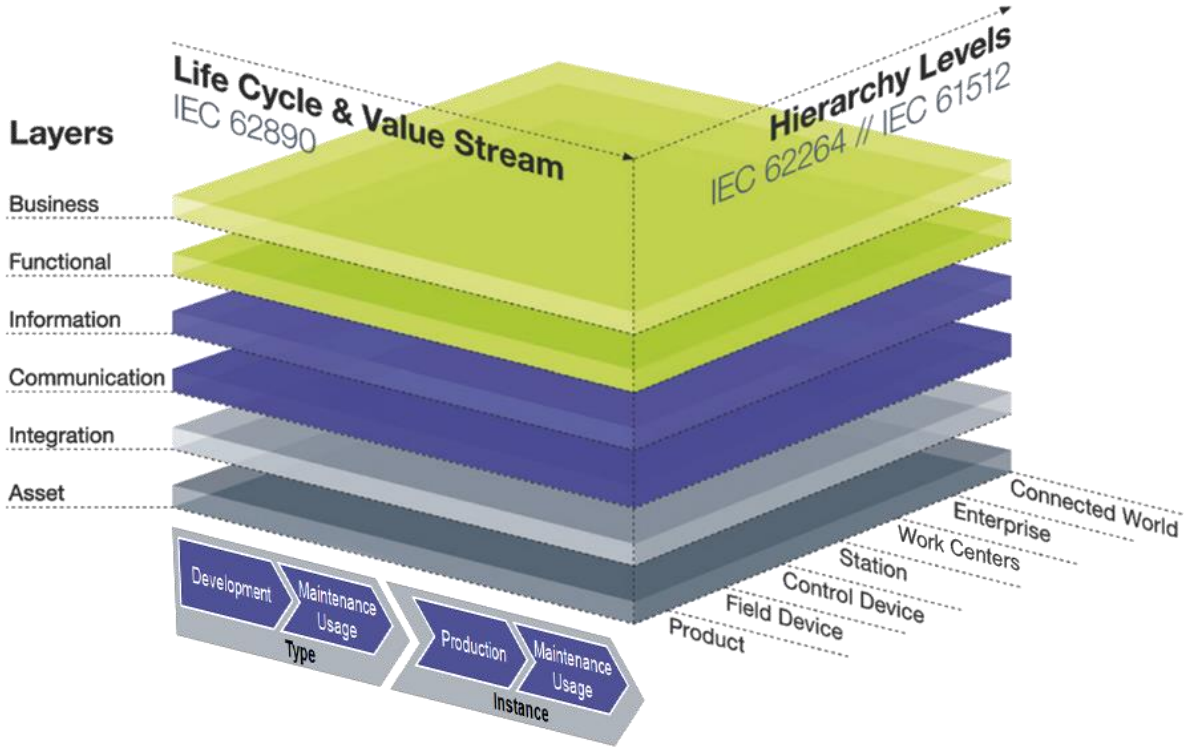

Schaubild 3 (Plattform I 4.0)

Dieses Referenzarchitekturmodell RAMI4.0 strukturiert in einer dreidimensionalen "Landkarte" Industrie 4.0 als Gesamtsystem und beschreibt mit den **Achsen** "Schichten" (**layers**), "Verlauf" (**life cycle**) und "Hierarchie" (**hierarchy**) die kennzeichnenden Elemente eines Gegenstands (**asset**).
Integraler Bestandteil ist die **Security** als Grundlage und Voraussetzung aller I 4.0 Anwendungsfälle. Sie gewährleistet die Stabilität des I 4.0 Systems und ist über den gesamten Lebenszyklus auf allen Schichten und Hierarchie-Ebenen wirksam.

Technologische Basis sind so genannte **Cyber-Physikalische Systeme (CPS)**.
Definiert als **I 4.0-Komponenten** mit dem physischen Gegenstand als realem Anteil und einer "Verwaltungsschale" als digitalem Anteil können damit Baugruppen, Produkte, Software, Betriebsmittel wie Werkzeuge und Maschinen lokal und global mit dem Internet der Dinge und der Dienste (IOTS) in einer systemisch angelegten **I 4.0-Kommunikation** vernetzt werden.

Die komplexen **technischen und funktionalen Zusammenhänge** von I 4.0-Systemen können mit dem Schichtenmodell in überschaubare Bereiche aufgegliedert werden, indem durch die Kombination aller drei Achsen zu jeder Phase im Workflow der jeweils relevante System-Aspekt dargestellt wird.

Dies gilt gleichermaßen für die **Ableitung** der daraus resultierenden beruflichen **Qualifikationsanforderungen**: Denn aus den Ableitungen erschließen und konkretisieren sich auch die die Qualifizierung bestimmende **Ausbildungsinhalte** und der die Qualifizierung prägende **Handlungs-/Kontextbezug**.

Bestimmungsgrößen des Arbeitshandelns

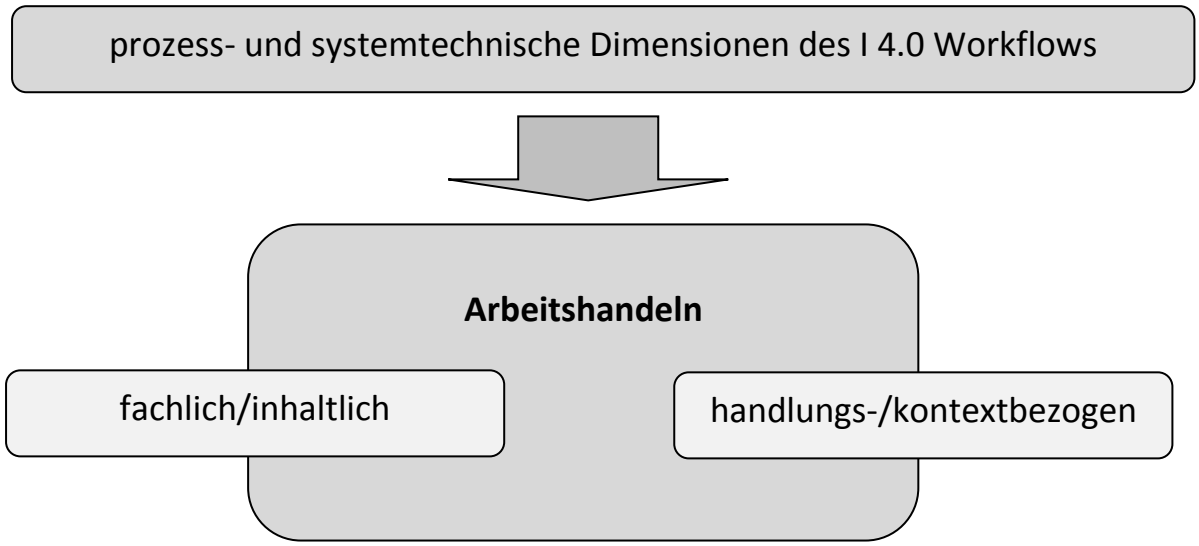

Schaubild 4

Der I 4.0 Workflow (Produktlebenszyklus) gliedert sich in die drei zentralen Phasen: Entwicklung, Integration und Betrieb.
Damit korrespondiert eine systemtechnische Zuordnung in Hersteller, Integrator und Betreiber.
Bezieht man den Security-Kontext der Cyber-Sicherheit mit ein, können die relevanten Ausbildungsberufe sowie auch Fortbildungsprofile - ihren "Kompetenz-Prägungen" entsprechend - folgenden **Kompetenz-Typen**

- **Entwicklung** **(Systementwicklung/-test)**
- **Integration** **(Systemintegration/-implementierung)**
- **Betrieb** **(Systemkonfigurierung/-optimierung)**

zugeordnet werden (siehe Schaubild 5)

Bestimmende Größen der Zuordnung der Berufe in die Kompetenz-Typen sind die berufs- bzw. profilprägenden **Industrie 4.0- Handlungskontexte** in den betrieblichen Arbeitsabläufen und -zusammenhängen und den daraus resultierenden Kompetenzanforderungen.
Die I 4.0- relevanten Ausbildungsinhalte können den jeweiligen Kompetenz-Typen und damit gleichzeitig gebündelt den einzelnen Berufen zugeordnet werden.

Diese Vorgehensweise kann - auch auf höheren Kompetenzebenen wie den darauf aufbauenden Fortbildungsprofilen - angewendet werden. Damit wird die enge Verzahnung von Aus- und Weiterbildung weitergehend fundiert.

I 4.0 Kompetenz-Typen

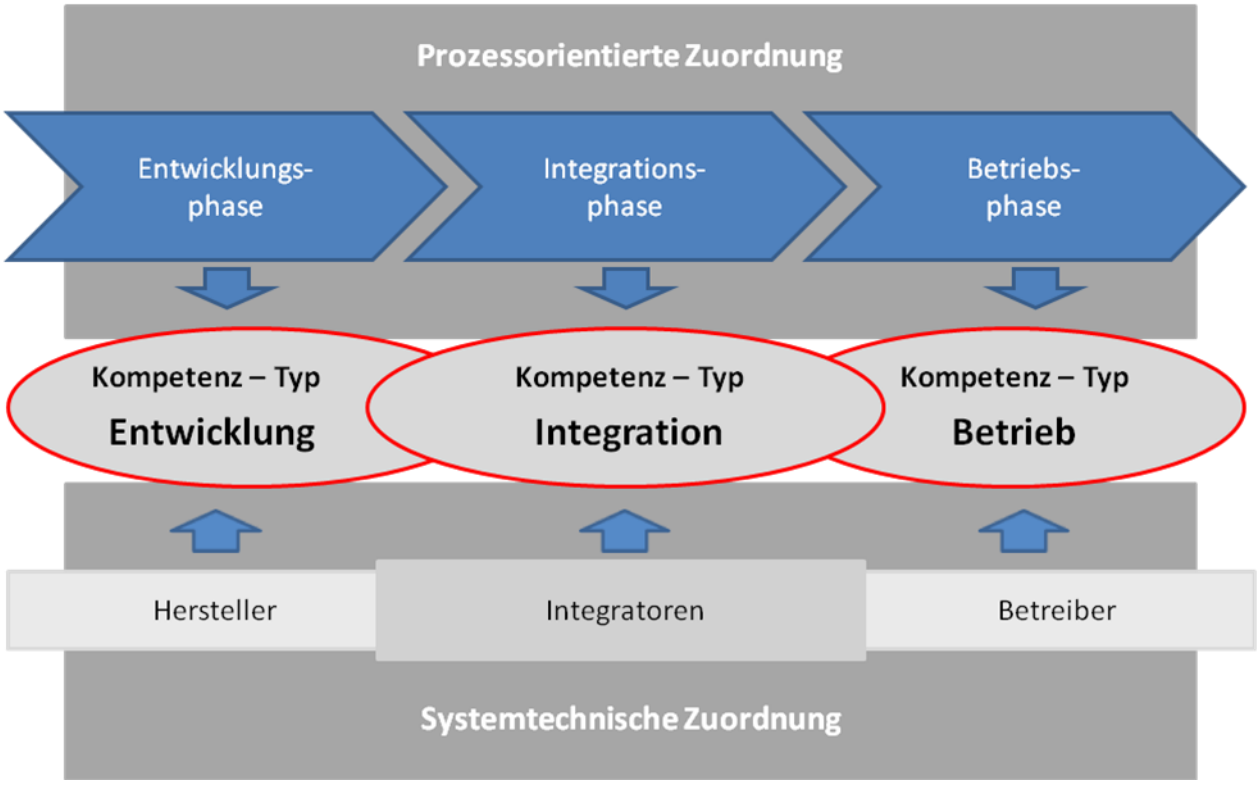

Schaubild 5

A 4 Zuordnung von Ausbildungsberufen zu I 4.0 Kompetenz-Typen

In den beiden nachfolgenden Übersichten sind die im M+E Bereich I 4.0-relevanten Ausbildungsberufe aus Sicht der Arbeitsgruppe ihrer prozess- bzw. systemtechnischen Prägung entsprechend beispielhaft einem der drei Kompetenztypen zugeordnet.

Die Zuordnung der I 4.0 relevanten Fortbildungsprofile kann in gleicher Form erfolgen.

- **<u>prozessg</u>eprägte Ausbildungsberufe**

Kompetenz-Typ Entwicklung	Kompetenz-Typ Integration	Kompetenz-Typ Betrieb
• Technischer Produktdesigner • x	• Produktionstechnologe • Technischer Systemplaner • Kaufmann für Speditions- und Logistikdienstleistungen • Industriekaufmann • Informatikkaufmann • x	• Packmitteltechnologe • Fachkraft für Lagerlogistik • x

- **<u>systemtechnisch</u> geprägte Ausbildungsberufe**

Kompetenz-Typ Entwicklung	Kompetenz-Typ Integration	Kompetenz-Typ Betrieb
• Fachinformatiker/in FR Anwendungsentwicklung • Elektroniker/in für Informations- und Systemtechnik • Elektroniker/in für Geräte und Systeme - - - • Mikrotechnologe/in • x	• Elektroniker/in für Automatisierungssysteme • Mechatroniker/in • Industriemechaniker/in - - - • Fachinformatiker/in FR Systemintegration • IT Systemelektroniker/in • Elektroniker/in Betriebstechnik • Elektroniker/in Maschinen und Antriebstechnik • Werkzeugmechaniker/in • Anlagenmechaniker/in • Konstruktionsmechaniker/in	• Zerspanungsmechaniker/in • Fertigungsmechaniker/in • Maschinen- u. Anlagenführer/in - - - • x

* Anmerkung: Alle Berufsbezeichnungen beziehen sich sowohl auf weibliche wie auch auf männliche Personen

A 5 I 4.0 Kontextbezüge in den Ausbildungsrahmenplänen - beispielhafte Darstellung

Zu jedem der drei Kompetenz-Typen werden nachfolgend für jeweils drei der zugeordneten Ausbildungsberufe beispielhaft I 4.0 Kontextbezüge beschrieben.
In einer Umsetzungshilfen können so für jeden der Ausbildungsberufe die Positionen der Ausbildungsrahmenpläne gekennzeichnet werden, in denen I 4.0 relevante Qualifizierungsinhalte prozess- und systemgerecht integriert werden können.

Kompetenz-Typ Entwicklung (Systementwicklung/-test)

Fachinformatiker Anwendungsentwicklung	Elektroniker Informations- u. Systemtechnik	Elektroniker Geräte und Systeme
• Unterstützen bei I 4.0 Anforderungsanalysen und Lösungskonzepten • Konzipieren, realisieren und implementieren Software-Units • Definieren und programmieren RAMI 4.0 Systemschnittstellen • Durchführen von UNIT Tests, unterstützen von Systemtests	• Konzipieren und realisieren Hard-/Softwarelösungen für I 4.0 Komponenten und ihre systemische Einbindung • Testen Hardware und integrierte Software-Komponenten • Erstellen Bedienoberflächen, implementieren Sicherheitsmechanismen • Analysieren technische Probleme und leisten Support	• Analysieren I 4.0 Funktionalitäten und technische Umgebungsbedingungen • Wählen Komponenten, Sensoren, Aktoren, Mikrosysteme aus, passen sie an und montieren sie zu Systemen • installieren und konfigurieren MSR Programme und Schnittstellen • Prüfen I 4.0 Komponenten und Geräte und setzen sie instand

Kompetenz-Typ Integration (Systemintegration/-implementierung)

Anmerkung: Instandhaltung mit enthalten

Elektroniker für Automatisierungstechnik	Mechatroniker	Industriemechaniker
• Analysieren Funktionszusammenhänge und I 4.0 Prozessabläufe • Installieren, konfigurieren und parametrieren I 4.0 Komponenten, Betriebssysteme, Bussysteme und Netzwerke im Rahmen der RAMI 4.0 Layer • Verbinden Komponenten zu komplexen Automatisierungs - einrichtungen und integrieren diese in die funktionalen I 4.0 Ebenen • Überwachen, prüfen, warten und setzen I 4.0 Systeme instand	• Bauen mechanische, elektrische und informationstechnische Baugruppen zu mechatronischen I 4.0 Komponenten zusammen • Installieren und testen Hardware- und Softwarekomponenten, programmieren Steuerungen • Prüfen die Funktionen und nehmen mechatronische Systeme in Betrieb • Führen Instandhaltungen an mechatronischen Systemen durch	• Stellen Bauteile und Baugruppen her und montieren sie zu I 4.0 System-Komponenten • Überprüfen und erweitern steuerungstechnische Baugruppen • Stellen die Betriebsfähigkeit von Systemkomponenten sicher • Setzen Komponenten instand, rüsten Maschinen und I 4.0 Produktionssysteme um • Führen Inspektionen, Wartungen und Instandhaltungen durch

Kompetenz-Typ Betrieb (Systemkonfiguration/-optimierung)

Zerspanungsmechaniker	Fertigungsmechaniker	Maschinen- und Anlagenführer
• Stellen Bauteile durch spanabhebende Fertigungsverfahren her • Konfigurieren dazu auftragsbezogen interoperable I 4.0 Fertigungsmodule • Überwachen, optimieren und sichern die Arbeitsprozesse und intralogistischen Abläufe • Dokumentieren und bewerten Arbeits- und Prüfergebnisse und leiten Maßnahmen zur Produktionsoptimierung ab • Überwachen den Fertigungsprozess, warten und inspizieren spanende Fertigungssysteme	• Montieren Bauteile zu I 4.0 Fertigungsmodulen und zu -systemen unter Nutzung physischer und robotischer Assistenzsysteme • Prüfen und stellen Funktionen an Baugruppen und I 4.0 Fertigungsmodulen ein • Kontrollieren die ausgeführten Arbeiten, führen die Qualitätsdaten • Arbeiten mit vor- und nachgelagerten Bereichen zusammen • Führen Einstell-, Pflege- und Wartungsarbeiten durch	• Betreiben vollautomatisierte, intralogistisch vernetzte I 4.0 Systeme • Beseitigen technische Störungen und Unterbrechungen im Betriebsablauf unter Nutzung von Assistenzsystemen • Dokumentieren die Prozess- und Produktdaten im Rahmen der Vorgaben des Produktions- und Qualitätsmanagements

A 6 I 4.0 Kernthemen - Fach- und Methodenkompetenzen

Ausbildung

Im Hinblick auf die Fundierung der **Fach- und Methodenkompetenzen** im Rahmen betrieblicher Vermittlung und insbesondere im Berufsschulunterricht werden die I 4.0 Kernthemen bezüglich ihrer Wichtigkeit und der dazu korrespondierenden Anwendungs-taxonomie für jedes der drei Kompetenz-Typen in Form einer ABC-Analyse bewertet:

- **A** besonders wichtig - im Kontext von "**Anwenden**"
- **B** wichtig - im Sinne von "**Verstehen**"
- **C** weniger wichtig - im Sinne von "**Wissen**"

Beispielhafte, handlungsorientierte Tätigkeitsbereiche im I 4.0 Kontext

- **ANWENDEN:**
  auswählen, dokumentieren, durchführen, entstören, ermitteln, freigeben, identifizieren, koordinieren, optimieren, organisieren, prüfen, steuern, überwachen
- **VERSTEHEN:**
  analysieren, auswerten, bewerten, einschätzen, erfassen, feststellen, klären, überwachen
- **WISSEN:**
  kennen, unterscheiden

Fortbildung

Im Sinne eines gemeinsamen Verständnisses der prozess- und systembezogenen Abläufe können die Kernthemen im Handlungskontext der jeweiligen Kompetenzebenen anschlussfähig bewertet werden.

Kernthemen im Handlungskontext	Kompetenz-Typ		
	Entwicklung	Integration	Betrieb
• Kommunikationsinfrastruktur/ -netze	A	A	C
• Cyber-Security	A	B	C
• Cloud Computing	A	B	C
• Datenbanken, Datenanalysen	A	A	C
• Smarte Dienste	B	B	B
• Software Tools	B	B	B
• Cyber-physische Automatisierung	C	A	B
• Industrial IT	C	A	C
• Echtzeitverarbeitung	B	A	B
• Fog Computing	B	A	B
• Anwendungsentwicklung	B	A	C
• Server/Domänen	A	A	C
• Netzwerkprotokolle	A	A	C
• ICS Security	B	A	C
• I 4.0 Referenzarchitekturmodell	A	A	C
• I 4.0 Komponenten/ CPS Systeme	B	A	B
• Embedded Security	B	A	C
• Virtualisierung	B	A	A
• Simulation	B	B	A
• Betriebsdatenerfassung	C	B	A
• Identifikationssysteme	C	A	A
• Prozessregelung/ -analyse	C	A	B
• Maschinen- und Prozessfähigkeit	C	A	B
• Qualitätssicherung	C	B	A
• Innovative Produktionstechnologien	C	B	A
• Vision Systeme, Bildverarbeitung	C	A	A
• Robotertechnik, Assistenzsysteme	C	A	A
• Additive Fertigungsverfahren	C	A	A
• Plug & Produce	C	A	A
• Safety – Sicherheit von Maschinen/Anlagen	C	A	A
• Produktionsprozess	C	B	A
• Robustness/ Freeze	C	B	A
• Industrial Security	C	B	A
• Dezentrale Produktionsorganisation	C	A	A
• Intralogistik	C	C	A
• Condition-Monitoring-Systeme	C	A	B
• Prozessmanagement PLM, SCM, CRM	A	A	C
•			

A 7 I 4.0 Kernthemen - Personale und soziale Kompetenzen

Die im Kontext von I 4.0 verstärkt geforderte Entwicklung relevanter **personaler und sozialer Kompetenzen** wird in einem für alle drei Kompetenz-Typen übergreifenden Ansatz beschrieben.

Personale Kompetenzen im Handlungskontext

- **Selbstmanagement**
  Selbststeuerung des Arbeitshandelns in dynamischen Strukturen und Prozessabläufen
- **Ganzheitliches Denken**
  Denken in vernetzen Systemen und interdisziplinären Zusammenhängen
- **Eigenverantwortung**
  Bereitschaft zur Aufnahme vernetzter und interdisziplinärer Problemlösungsanforderungen
- **Lernbereitschaft**
  Selbstlernkompetenz für eine individuell gestaltete, adaptive und multimodal unterstützte Qualifizierung im Arbeitsprozess

Soziale Kompetenzen im Handlungskontext

- **Kommunikationsfähigkeit**
  Kommunikation über das Erlebte, über gegenseitige Erfahrungen, über unterschiedliche Problemlösungen bei zunehmender Dynamik, Komplexität und Veränderung
- **Handlungsfähigkeit**
  Kollaboration und partnerschaftliche Zusammenarbeit in vernetzten Prozessabläufen und Wertschöpfungsketten
- **Integrationsfähigkeit**
  Bereitschaft soziale Beziehungen in prozessbezogenen Netzwerken aufzubauen und auch unter konfliktären Bedingungen zu wahren und zu erweitern
- **Teamfähigkeit**
  Flexibles, teamorientiertes Arbeitshandeln auch in virtuellen Arbeitssituationen

Ausbildung

Die Qualifikationen können ergänzend in die Berufsbildposition "Betriebliche und technische Kommunikation" aufgenommen und in den gekennzeichneten I 4.0 Positionen der jeweiligen Ausbildungsrahmenpläne integriert vermittelt werden.

Fortbildung

Die Qualifikationen können der Kompetenzebene und dem Handlungskontext entsprechend in die DIHK-Rahmenpläne aufgenommen werden.

A 8 Qualifizierung im Kontext der Digitalisierung - berufsübergreifende Kernthemen der digitalen Arbeit (Basics)

- **Standard-Berufsbildposition (für alle Ausbildungsberufe)**

Digitalisierung der Arbeit – übergreifend im spezifischen beruflichen Handlungskontext

- **Online-Kommunikation**
  Abstimmungen, Koordinierung, Disposition, ….
- **Dateneingabe, Datenanalyse**
  Prozesssteuerung, Qualitätsmanagement, ….
- **Datenverarbeitung und -transfer**
  Teilenummern, Prozessdaten, ….
- **Online-Suche und -Recherche**
  Handlungsanleitungen, Funktionsbeschreibungen, ….
- **Online-Lernen**
  Qualifizierungsmodule, Blog, Lernplattform, ….

Datenschutz und Informationssicherheit – übergreifend im spezifischen berufl. Handlungskontext

- **Datenschutz** (Personendaten/ Privatsphäre)
  - Gefährdungen, Risiken
  - Rechtlicher Rahmen
  - Maßnahmen
  - Verhaltensregeln
- **Informationstechnische Sicherheit** (digitale Systeme / -Vernetzung)
  - Rahmenbedingungen
  - Bedrohungslagen
  - VIVA Schutzziele
  - organisatorische und technische Maßnahmen / Strategien

A 9 Qualifizierung im Kontext der Digitalisierung - berufsspezifische Kernthemen der digitalen Arbeit

- **Erweiterung der Berufsbildposition "Betriebliche und technische Kommunikation" für die M+E/IT Berufe**

Im Hinblick auf die fachtheoretische Fundierung werden die Kernthemen der digitalen Arbeit bezüglich ihrer Wichtigkeit für jeden der drei Kompetenz-Typen in Form einer ABC-Analyse bewertet:

- **A** besonders wichtig - im Kontext von "**Anwenden**"
- **B** wichtig - im Sinne von "**Verstehen**"
- **C** weniger wichtig - im Sinne von "**Wissen**"

Kernthemen im Handlungskontext ANWENDEN

Kernthemen	Kompetenz-Typ		
	Entwicklung	Integration	Betrieb
• **Smart devices** (mobiles Internet, PC, Tablet, Datenbrille, ...)	A	A	A
• **Assistenzsysteme** (personalisiert, kontextbasiert, physisch, ...)	B	A	A
• **Lernsysteme** (mobil, intermodal, situationsadaptiv, ...)	A	A	A
• **Social-Media** (Funktionalitäten, Datenschutz, ...)	A	A	A
• **Wissensmanagement** (Wiki, Wikipedia, Recherche, ...)	A	A	B
• **Virtueller Bildungsraum** (E-Learnig, Web 2.0, WBT, ...)	A	A	A

Kernthemen im Handlungskontext VERSTEHEN

Kernthemen	Kompetenz-Typ Entwicklung	Kompetenz-Typ Integration	Kompetenz-Typ Betrieb
• **Informationstechnik** (Programmierung, Sprachen, Software, …)	A	A	B
• **Kommunikationstechnik** (Internet, LAN, Bus, Schnittstellen, OSI, …)	A	A	B
• **IT Vernetzung – Cyber-Physikalische Systeme** (Identifikation der Gegenstände, IP Adressierung, QR Code, Cyber-Space, …)	A	A	C
• **Big Data** (Datenbanken, Datenanalyse/-nutzung, Cloud Computing, Cybersicherheit, …)	A	A	C
• **Internet-Ökonomie** (Plattformen, Portale, Smart Services, …)	C	C	C
• **Safety/ Security** (Personenschutz, Sicherheitsregeln, …) (Datenschutz, datentechnische Sicherheit, …)	A	A	A

Kernthemen im Handlungskontext WISSEN

Kernthemen	Kompetenz-Typ Entwicklung	Kompetenz-Typ Integration	Kompetenz-Typ Betrieb
• **Geschäftsprozesse** (Prozesse, Wertschöpfungsketten, globale Vernetzung, Datenmanagement – PDM, PLM, SCM, CRM, …)	C	B	A
• **Automatisierung – Industrie 4.0** (Systeme, Prozesse, Strukturen, … Komponenten: Steuerungen, Aktoren, Sensoren, Software, IKT Vernetzung, …)	A	A	A
• **Interdisziplinarität/ Systemische Verknüpfung** (I 4.0 Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik/Elektronik, Informationstechnik Simultane Produkt- und Prozessentwicklung Synchronität Produktion, Beschaffung, Logistik Branchenübergreifende Anwendungskontexte)	B	A	B